



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Escuela Superior de Ciudad Sahagún

---

---

INGENIERIA INDUSTRIAL

Modelado de planta piloto para la producción de biodiesel.

TESIS

Que para obtener el título de ingeniero industrial

Presenta:

José Antonio Juárez Díaz

Asesor:

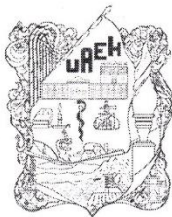
Mtro. Salvador Bravo Vargas

Co-Asesor:

Ing. Gregorio Rangel Rangel

### Agradecimientos:

Al Consejo Nacional en Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Secretaría de Energía (SENER), quienes otorgaron financiamiento para la ejecución del Proyecto 233455 “Diseño, construcción y puesta en marcha de una planta piloto integral de 230,000 L/año de biodiesel con cultivo sustentable acelerado de microalgas. Fase I: Producción de biomasa”, como parte de la Convocatoria S0019-2013-05 del Fondo CONACYT-SENER de Sustentabilidad Energética-2013-05 en la Modalidad de Desarrollo Tecnológico.



Oficio N° II/059/17

M. en C. JULIO CESAR LEINES MEDÉCIGO  
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
P r e s e n t e

Por medio de la presente le comunico que el Pasante de la Licenciatura en Ingeniería Industrial **José Antonio Juárez Díaz**, quien presenta el trabajo de Tesis **"MODELADO DE PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL"**, después de revisar el trabajo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

PRESIDENTE	M. en C. Isaías Simón Marmolejo
PRIMER VOCAL	M. en C. Julio César Lozano Rodríguez
SEGUNDO VOCAL	M. en C. Salvador Bravo Vargas
TERCER VOCAL	Ing. Ma. Rafaela Mohedano Juárez
SECRETARIO	Ing. Silvestre Barrera Ordaz
PRIMER SUPLENTE	M. en C. Isidro Jesús González Hernández
SEGUNDO SUPLENTE	Dr. Hugo Marcelo Flores Ruíz

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

CORDIALMENTE  
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"  
Cd. Sahagún, Hgo. 08 de junio de 2017

Ing. Ma. Rafaela Mohedano Juárez  
Coordinadora del PE de Ingeniería Industrial



Ccp Archivo



Carretera Cd. Sahagún-Otumba S/N  
Zona Industrial  
Cd. Sahagún, Hidalgo, México; C.P. 43998  
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 Ext. 5300, 5310  
52 (791) 91 37088  
essahagun@uaeh.edu.mx

www.uaeh.edu.mx

## **Resumen**

Este proyecto fue realizado en la empresa CIATEQ, AC, Hidalgo. Esta empresa se encuentra ubicada en Av. Diésel Nacional # 1, Parque Industrial Sahagún, Cd. Sahagún, Hidalgo.

La empresa ASEPRO ECOLOGIA requiere el modelado en 3D de una planta piloto para la producción de biodiesel la cual es parte del proyecto “Diseño, construcción y puesta en marcha de una planta piloto integral de 230,000 L/año de biodiesel con cultivo sustentable acelerado de microalgas. Fase 1: Producción de biomasa”.

Dicho proyecto es llevado a cabo por la empresa ASEPRO ECOLOGIA en conjunto con CIATEQ AC y la Secretaría de Energía (SENER). La ubicación en la cual se desarrollará en un futuro la planta física será el Parque Industrial Tabasco Business Center en el municipio de Cunduacán Tabasco.

La finalidad del modelado en 3D es conocer las problemáticas que se pueden presentar al instalar la planta, con la ventaja de poder realizar modificaciones sin que esto genere costos adicionales. El modelado de la planta también proporciona información importante como lo puede ser, la cantidad de materiales requeridos para su construcción (específicamente en tuberías), así como los costos que se generan con estos materiales, de la misma manera con los equipos mecánicos utilizados en la planta como tanques, bombas, compresores, etc.

## **Abstract**

This project was carried out in CIATEQ, AC, Hidalgo. This company is located in Av. Diesel National # 1, Industrial Park Sahagún, Cd. Sahagún, Hidalgo.

The company ASEPRO ECOLOGIA requires the 3D modeling of a pilot plant for the production of biodiesel which is part of the project "Design, construction and start-up of an integrated pilot plant of 230,000 L / year of biodiesel with accelerated microalgae sustainable cultivation. Phase 1: Biomass production ".

This project is carried out by ASEPRO ECOLOGIA in conjunction with CIATEQ AC and the Energy Secretariat (SENER). The location in which the physical plant will be developed in the future will be the Tabasco Business Center Industrial Park in the municipality of Cunduacán Tabasco.

The purpose of 3D modeling is to know the problems that can arise when installing the plant, with the advantage of being able to make modifications without this generating additional costs. The modeling of the plant also provides important information such as the quantity of materials required for its construction (specifically in pipes), as well as the costs that are generated with these materials, in the same way with the mechanical equipment used in the Plants such as tanks, pumps, compressors, etc.

## Contenido

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	2
1.1.1 CIATEQ.....	2
Misión .....	3
Visión (2011-2016).....	3
1.1.2 ASEPRO ECOLOGÍA.....	4
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Propuesta de solución.....	4
1.4 Justificación .....	5
1.5 Objetivos .....	5
1.5.1 Objetivo General. ....	5
1.5.2 Objetivos específicos. ....	5
1.6 Hipótesis .....	5
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Marco conceptual.....	7
2.1.1 Planta piloto .....	7
2.1.2 Biodiesel .....	7
2.1.3 Autocad.....	8
2.1.4.1 Solidworks routing .....	9
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	11
3.1 Procedimiento y cronograma de trabajo.....	11
CAPÍTULO IV DESARROLLO DEL PROYECTO .....	14
4.1 Modelado e implementación .....	14
4.2 Modelado de accesorios para routing en Solidworks.....	16
4.2.1 Materiales de tuberías.....	16
4.2.3 Bridas.....	24
4.2.5 Unión “Tee” .....	30
4.2.6 Coples.....	32
4.2.7 Adaptadores.....	34
4.3 Modelado de equipos mecánicos .....	41

4.3.1 Tanques .....	42
4.3.2 Bombas.....	47
4.3.3 Secador de biomasa .....	51
4.3.4 Reactor de incubación.....	52
4.3.5 Sistema de dosificación de cloro .....	52
4.3.6 Secador de aire de instrumentos.....	56
4.3.7 Tolva de biomasa .....	57
4.3.8 Soplador de aire SO-500 A/B .....	58
4.4 Modelado de plano civil.....	59
4.5 Modelado de líneas de tubería .....	63
4.5.1 Tubería de agua blanda. ....	64
4.5.2 Tubería de agua de nutrientes .....	65
4.5.3 Tubería de agua de osmosis inversa.....	65
4.5.4 Tubería de agua de ozonificación.....	66
4.5.5 Tubería de aire de planta. ....	66
4.5.6 Tubería de agua remanente .....	67
4.5.7 Tubería de agua de retrolavado .....	67
4.5.8 Tubería de agua potable. ....	68
4.5.9 Tubería de Biomasa. ....	68
4.5.10 Tubería de dosificación de nutrientes .....	69
4.5.11 Tubería de drenaje .....	69
4.5.12 Tubería de microalgas.....	70
4.5.13 Tubería de suministro de aire de instrumentos.....	70
4.5.13 Tubería de suministro de gas enriquecido .....	71
4.5.14 Tubería de recolección de gas agotado.....	71
4.5.15 Tubería de suministro de gas enriquecido.....	72
4.6 Modelado completo de la planta.....	73
CAPÍTULO V CONCLUSIONES .....	74
Bibliografía.....	75
Anexos.....	76
Lista de abreviaturas.....	76

Lista de figuras.....	77
Índice de líneas.....	81



## **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo se describen de manera breve de que trata el diseño de ingeniería, se presentan los antecedentes de las empresas que colaboraron en el desarrollo del proyecto, así como también se presenta el planteamiento del problema, la propuesta de solución, justificación, objetivos e hipótesis.

El diseño de ingeniería se ha definido como el proceso de aplicar diversas técnicas y principios científicos con el propósito de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle que permita su realización. Joseph (1983).

El diseño asistido por computadora se ha convertido una gran herramienta para la elaboración de objetos como: maquinas, herramientas, así como para la construcción de múltiples objetos necesarios en la industria. En la actualidad todas las empresas hacen uso de los diversos programas CAD para la elaboración de sus productos, ya que mediante los planos elaborados en estos programas diseñan sus productos mediante gráficos que facilita a las personas entender los pasos que realizarán en la fabricación de su producto, además de que se asegura el cumplimiento con las normas de calidad a la que estén sujetos dichos productos.

Los sistemas CAD son también herramientas que brindan ayuda al momento de diseñar cualquier prototipo que se desee, ya que mediante la simulación por computadora se puede elegir el tipo de material, el tipo de pieza, y el tamaño idóneo para su mejor diseño etc.

## 1.1 Antecedentes

### 1.1.1 CIATEQ

CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada, ofrece soluciones integrales, innovadoras, prácticas y oportunas a la industria manufacturera, petrolera, aeroportuaria y a la relacionada con el manejo y distribución de agua, integrando especialidades tecnológicas de mecatrónica, sistemas de medición, monitoreo y control automático, desarrollo de software y manufactura avanzada.

Como Centro Público de Investigación coordinado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, (CONACYT) integra en su misión la responsabilidad por formar recursos humanos de alto nivel relacionados con sus especialidades tecnológicas, así como generar conocimiento científico a través de la investigación aplicada.

Para Querétaro la época de los años setenta marcó el crecimiento industrial de la ciudad. El área metalmecánica se convirtió en un sector preponderante con la presencia de dos grandes grupos industriales, Ingenieros Civiles Asociados (ICA) y Cardanes S.A. de C.V. quienes tuvieron la iniciativa de instalar un centro para apoyar a la industria de Querétaro y la región.

Esta iniciativa fue recibida por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI), quienes evaluaron las necesidades de tener un soporte tecnológico para la industria de la región, iniciando así las gestiones con el gobierno estatal para el apoyo en la creación de uno de los denominados CRIAT (Centros Regionales de Investigación y Asistencia Técnica) orientado al área metal-mecánica, específicamente en diseño y manufactura.

Finalmente, en el año de 1978, CONACYT procede a estructurar los lineamientos bajo los cuales se constituiría el Centro. Siendo así que el 9 de noviembre de 1978

se constituyó el Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro, A.C. (CIATEQ) con la participación del gobierno federal representado por CONACYT y los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI), el gobierno estatal de Querétaro y por industriales del estado encabezados por directivos de Grupo ICA y Grupo SPICER.

A partir de la constitución de CIATEQ, los objetivos que se establecieron fueron los siguientes: proporcionar asesoría técnica para el establecimiento de nuevas empresas; promoción industrial y actividades de capacitación técnica de personal; proporcionar servicios de asistencia técnica en cuanto al control integral de la calidad de materiales y productos manufacturados; brindar asesoría en aspectos técnicos de diseño, métodos de manufactura, maquinaria y procesos, organización y control de la producción; realizar trabajos de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico.

### Misión

"Desarrollar soluciones tecnológicas que incrementen la competitividad de nuestros clientes, generen valor para la organización y aumenten las competencias y satisfacción de nuestro personal."

### Visión (2011-2016)

"Ser una organización de centros de excelencia, líderes en desarrollo tecnológico e innovación, responsables con el medio ambiente y la sociedad."

CIATEQ Hidalgo es una empresa dedicada a ofrecer servicios de ingeniería avanzada como el análisis de resistencia de materiales, laboratorio de aceites usados, entre otros que van con referencia a la parte de la industria metalmecánica y plásticos. Esta empresa ubicada en Ciudad Sahagún, Hidalgo es la sede "metalmecánica" que se instaló recientemente en ésta y ofrece sus servicios de los

siguientes laboratorios: Laboratorio Metalográfico, Laboratorio de Dureza, Laboratorio Dimensional, Laboratorio de Fuerza, Laboratorio Químico y Laboratorio de Aceites Área de Manufactura Virtual.

### 1.1.2 ASEPRO ECOLOGÍA

Es una empresa en la cual se desarrollan soluciones tecnológicas sostenibles de largo plazo orientadas a frenar el grave problema de la contaminación producida por los diferentes transportes en México y en el mundo.

Busca aportar a la cadena alimenticia humana y animal, productos orgánicos de alto valor nutricional y fácil acceso orientados a acrecentar la salud.

Asepro ecología ha desarrollado biocombustibles limpios, derivados de microalgas, de manera que las emisiones de CO<sub>2</sub> sean mínimas y remplazan a los combustibles fósiles. Estos combustibles proporcionan respuestas a problemas complejos como la contaminación por quema de combustibles fósiles, reducen el impacto ambiental por gases de efecto invernadero y le regresaran a México su autosuficiencia energética.

## 1.2 Planteamiento del problema.

La problemática presentada en la empresa Asepro Ecología es la necesidad de tener el diseño en 3D de una planta piloto para la producción de biodiesel el cual es un proyecto a mediano y largo plazo de la Secretaria de Energía en conjunto con la empresa CIATEQ. Todo esto tiene como fin común elaborar el modelado de la planta de manera virtual para obtener una vista clara y detallada de la misma.

## 1.3 Propuesta de solución

Se propone el modelado en tres dimensiones de la planta piloto, con ayuda de softwares de diseño como los son Autocad y Solidworks en sus versiones 2013 y 2015 respectivamente, con ayuda de los planos ya existentes de la planta, así como

de información relacionada con los materiales, equipos, herramientas, y demás objetos que integran la planta.

## 1.4 Justificación

La importancia de la elaboración de este proyecto radica en la posibilidad de eficientar la construcción de la planta, detectando problemáticas que se podrían presentar antes de la puesta en marcha. De igual manera el proyecto proporciona información de gran importancia referente a cantidades de equipos y materiales que se utilizaran en la fabricación, lo que facilita la elaboración de presupuestos y mejor control de los gastos de operación.

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo General.

Realizar el modelado de una planta piloto para la producción de biodiesel para identificar los posibles problemas que se pudieran presentar al momento de su construcción.

### 1.5.2 Objetivos específicos.

- Modelar los accesorios de tuberías y equipos mecánicos
- Modelado de tuberías en Solidworks routing
- Modelado de plano civil

## 1.6 Hipótesis

El modelado de una planta piloto para la producción de biodiesel supone un mejor entendimiento del funcionamiento de la misma y permite detectar con tiempo los problemas que podrían generarse por errores en el diseño de la planta, todo esto

sin que supongan grandes costos por correcciones realizadas en caso de que la planta estuviese ya construida. De igual manera se pueden detectar errores durante la construcción de la planta.

Para la elaboración del modelado de la planta piloto se recomienda el uso del software de diseño Solidworks debido a la gran cantidad de herramientas que facilitaran en gran medida el modelado de la planta.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

En el capítulo II que se desarrolla a continuación, se describen los conceptos básicos necesarios para el entendimiento del desarrollo de este proyecto.

### 2.1 Marco conceptual

#### 2.1.1 Planta piloto

Se define como Planta Piloto al proceso que consiste en partes específicas ensambladas que operan como un todo armónico con el propósito de reproducir, a escala, procesos productivos. En estos procesos intervienen fenómenos, simples o complejos, de interés para la ingeniería química, permitiendo el análisis de las interacciones presentes en operaciones tales como la termodinámica, el flujo de fluidos, la transferencia de masa y energía, las reacciones químicas, la biotecnología, el control de procesos, entre otras. También facilita la posterior operación y aplicación a nivel industrial o en algún área de trabajo determinada; sirve además para la confrontación de la teoría (modelos) con la práctica y la experimentación en las áreas del conocimiento antes mencionadas (Baasel, 1990).

#### 2.1.2 Biodiesel

¿Qué es el biodiesel?

El biodiesel es un combustible alternativo a los combustibles fósiles derivados del petróleo, se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, con o sin uso previo, mediante procesos industriales de esterificación y transesterificación (Quezada, 2010).

Los motores Diésel representan un capítulo bastante amplio en la industria del automóvil como en la del transporte en general, tanto que en automóviles como vehículos de carga. El impacto que viene ocasionado el uso de los hidrocarburos y combustibles fósiles en el medio ambiente ha motivado la necesidad de buscar otros tipos de energías alternativas que sean sostenibles. La mayoría de los países desarrollados son cada vez más conscientes de la importancia de la preservación

del medio ambiente. En este sentido, para lograr un alto nivel de protección del medio ambiente, se han puesto en marcha políticas de fomento de la utilización de las energías renovables, castigando la emisión de contaminantes y financiando la investigación en este sector. Entre las muchas alternativas, los biocombustibles para motores diésel que se obtienen a partir de aceites vegetales o grasas animales son denominados biodiesel. Los aceites vegetales constituyen la materia prima principal en la producción de biodiesel mediante procesos de esterificación y de transesterificación. Se ha comprobado que el uso de este tipo de biodiesel en motores diésel presentan prestaciones mecánicas (potencias y rendimientos) similares o próximos en comparación con la utilización de diésel mineral. Sin embargo, existe preocupación sobre la compatibilidad de los materiales que se utilizan actualmente en la fabricación de estos motores frente al uso del biodiesel. El biodiesel, con distintas características químicas respecto del diésel, interactúa con los materiales de una manera diferente y puede causar ataque corrosivo y tribológico de los componentes metálicos y degradar partes de componentes plásticos como los elastómeros. En la búsqueda de la viabilidad económica que permita un biodiesel rentable, entre otras técnicas, se hace necesario trabajar con modelos matemáticos que simulen la totalidad o al menos partes diferenciadas del conjunto biodiesel motor diésel.

### 2.1.3 Autocad

Autocad es un programa de diseño asistido por computadora CAD (computer aided design) para dibujo en 2 y 3 dimensiones. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. (Media, 2008)

Autocad gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el llamado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado. Las versiones modernas del programa permiten la introducción de éstas mediante una interfaz gráfica de usuario que automatiza el proceso.



Como todos los programas de CAD, procesa imágenes de tipo vectorial, aunque admite incorporar archivos de tipo fotográfico o mapa de bits, donde se dibujan figuras básicas o primitivas (líneas, arcos, rectángulos, textos, etc.), y mediante herramientas de edición se crean gráficos más complejos. El programa permite organizar los objetos por medio de capas o estratos, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color y estética. El dibujo de objetos seriados se gestiona mediante el uso de bloques, posibilitando la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos

#### 2.1.4 Solidworks

Solidworks es un programa de CAD desarrollado en la actualidad por Dassault Systemes. El programa permite modelar piezas y conjuntos, y extraer de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona en base a las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en trasvasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada (Gomez 2008).

##### 2.1.4.1 Solidworks routing

Es una herramienta de Solidworks Premium que acelera y facilita el proceso de diseño y modelado de tubos, tuberías y accesorios de tuberías en 3D.

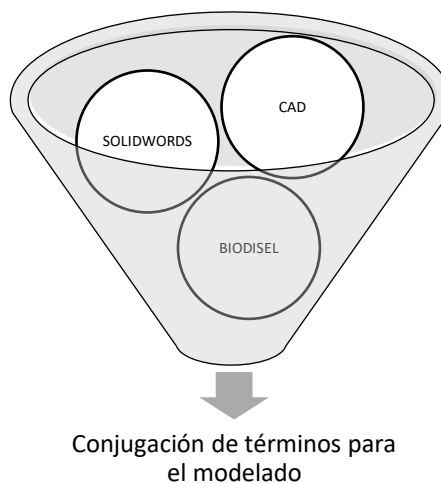
Para simplificar el diseño y la documentación de tuberías y tubos en una amplia gama de sistemas y aplicaciones, entre las que se incluyen la maquinaria, los sistemas de arrastre y las tuberías de plantas de procesado (Gomez 2008).

Solidworks routing nos permite:

- Crear diseños de sistemas de tuberías con ensamblajes soldados, bridas soldadas, encadenadas y con otras conexiones.
- Crear líneas de tuberías flexibles o rígidas.

- Automatizar la ubicación de soportes y colgantes para todas las líneas.
- Generar tablas de pliegue para recorridos de tubo que faciliten la fabricación.
- Calcular las longitudes de corte de todos los recorridos de tuberías y tubos.
- Asegurar el radio de pliegue mínimo en sistemas de tubos flexibles.
- Exportar tablas de pliegue para tuberías y tubos a los plegadores CNC.
- Generar automáticamente dibujos para la fabricación de tuberías y tubos a partir de los modelos en 3D.
- Importar diseños de información de conexión lógica desde los productos de los Solidworks Solution Partner.
- Crear automáticamente listas de materiales (LDM), listas de cortes, tablas de pliegue y otra documentación de fabricación.
- Acceder a la biblioteca de CAD de componentes de tuberías y tubos.
- Utilizar el asistente Routing Library Manager (RLM) para guiar la creación de componentes de tuberías y tubos personalizados.

Dentro de este marco teórico conceptual se definirán tres conceptos importantes para este trabajo que son: el diseño asistido por computadora (CAD), Solidworks y biodiesel



*Gráfico 1: Conjugación de términos para el modelado*

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

En el presente capítulo se detallan las etapas que se llevaron a cabo para la realización del desarrollo del proyecto.

Se comenzó estudiando los diagramas de tuberías e instrumentos ya propuestos por la disciplina de procesos de CIATEQ AC, en base a dichos diagramas se comenzaron a modelar las líneas de los diferentes servicios de tuberías con los que contaría la planta, así como la infraestructura y distribución de la misma

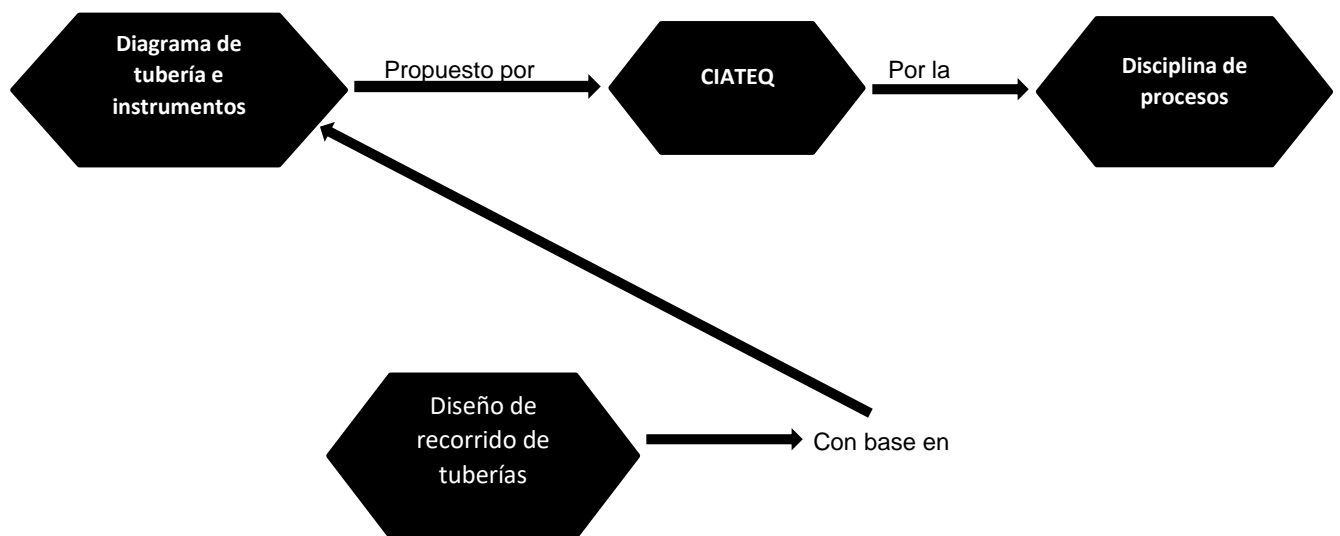


Gráfico 2: Fuente: elaboración propia

### 3.1 Procedimiento y cronograma de trabajo

#### Recopilación de información de proveedores

En esta parte se realizó un estudio en el cual se verificó la existencia y disponibilidad de los distintos equipos y materiales que se requieren para el modelado de la planta, entre estos se encuentran: los equipos mecánicos (tanto estáticos como dinámicos), los accesorios de tuberías, entre otros.

Dentro de los principales proveedores tomados en cuenta se encuentran:

McMaste-Carr, quien es un proveedor de equipos y suministros para la industria y el comercio en todo el mundo.

Una vez conociendo los distintos proveedores del material utilizado, se compararon las especificaciones técnicas de los accesorios solicitados en la planta y los accesorios de los proveedores, dichas especificaciones tienen que ver con las dimensiones nominales de accesorios de tubería, materiales de fabricación, presión de trabajo, temperatura de trabajo, entre otras.

Con la finalidad de facilitar el trabajo posterior, se realizaron librerías de accesorios en el software Autocad, organizando cada accesorio por tipo de accesorio, diámetro nominal, material de fabricación y cedula,

Una vez organizados los accesorios a utilizar se procedió a la colocación de puntos de conexión y de recorrido a dichos accesorios, esto es una preparación para que puedan ser utilizados en el programa de diseño Solidworks haciendo uso de una de sus herramientas avanzadas "Solidworks routing" la cual simplifica en gran medida la elaboración de recorridos de tuberías, resultando en un trabajo más rápido y eficiente.

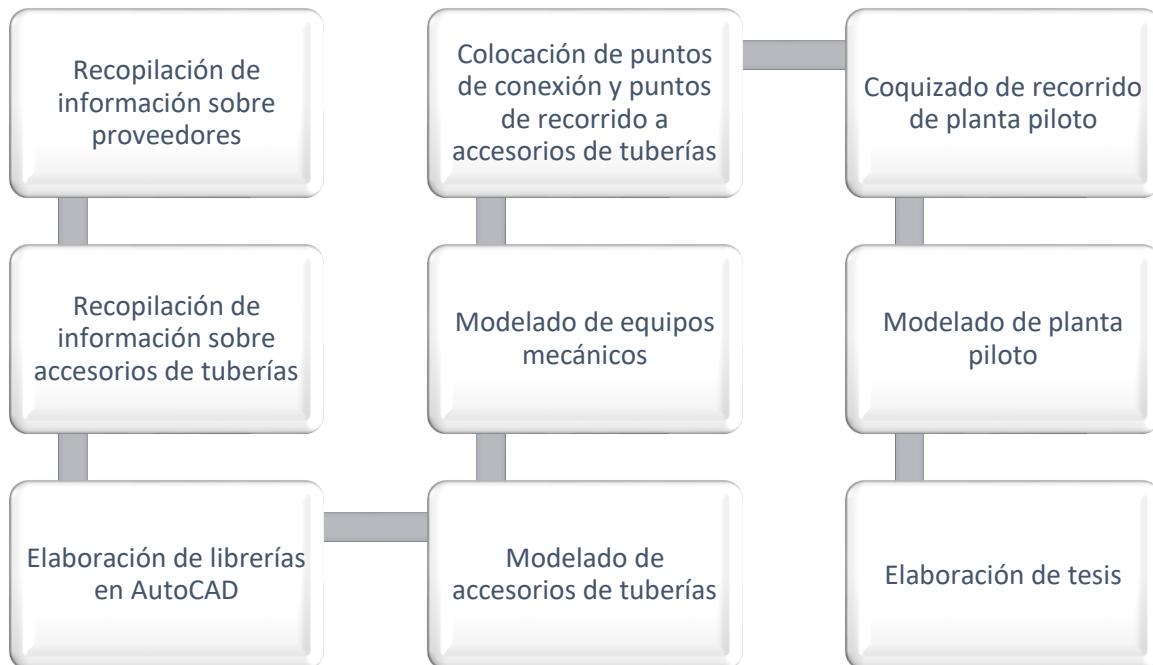


Grafico 3. Metodología para la elaboración del proyecto

## CAPÍTULO IV DESARROLLO DEL PROYECTO

### 4.1 Modelado e implementación


Para el desarrollo del proyecto se considera la problemática que consiste en la visualización en 3D de la planta piloto.

Se inició recopilando información referente a los proveedores de materiales para la construcción de la planta, así como de información técnica referente a características de diseño de estos materiales, todo esto con la finalidad de elaborar librerías de accesorios que facilitaran el modelado de la planta. Dichas librerías fueron realizadas en el programa Solidworks 2015 y se consideraron proveedores tales como: Mc Master-CARR, George Fischer, CMS Manufacturing Pneumatics Worldwide, ASCO Process, Wilden, entre otros, con la finalidad de conocer las especificaciones de diseño de cada uno de los componentes utilizados en la planta para así poder tener una visualización lo más cercana a la realidad.

El modelado de la planta se realizó en el programa Solidworks 2015 con ayuda de la herramienta Solidworks Routing, el cual nos permitió agregar a las piezas ya modeladas, los puntos de conexión y de recorrido necesarios para realizar el modelado de las tuberías de manera más eficiente.

De igual manera el modelado de tuberías se llevó a cabo bajo la norma “NRF-032-PEMEX-2012 Sistemas de tubería en plantas industriales – diseño y especificaciones de materiales”, dicha norma establece los parámetros mínimos necesarios de diseño, construcción, operación y mantenimiento de tuberías en función a las condiciones de operación como lo son: la presión, temperatura, efectos ambientales, entre otros. Un elemento más a tomar en cuenta es el tipo de fluido el cual puede ser gas, aceite crudo, vapor de agua, productos intermedios, productos terminados, etc.

En la tabla siguiente se muestran los parámetros mínimos necesarios para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de tuberías.

 <b>PEMEX®</b> Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios	<b>SISTEMAS DE TUBERÍA EN          PLANTAS INDUSTRIALES –          DISEÑO Y SPECIFICACIONES DE          MATERIALES</b>	<b>NRF-032-PEMEX-2012</b>  <b>Rev: 0</b>  <b>PÁGINA 83 DE 100</b>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Especificación	Servicios	Material	Clase y tipo de cara	Límites de presión y temperatura
<a href="#">C-A02T1</a>	Gas combustible Gas de instrumentos Gas residual	Acero al carbono	150 RF	1.17 MPa @ 260°C
<a href="#">C-A03T1</a>	Diesel Aceite de calentamiento Drenaje aceitoso	Acero al carbono	150 RF	1.17 MPa @ 260°C
<a href="#">C-A04T1</a>	Desfogue	Acero al carbono	150 RF	1.96 MPa @ 38°C
<a href="#">C-A05T1</a>	Aire de planta Agua potable	Acero al carbono	150 RF	1.38 MPa @ 70°C
<a href="#">C-A06T1</a>	Gas amargo Mezcla de hidrocarburos (gas/líquido) Desfogue Drenaje químico	Acero al carbono con requerimientos de ISO 15156 & API RP 945	150 RF	1.80 MPa @ 93°C
<a href="#">C-A07T1</a>	Agua aceitosa (amarga)	Acero al carbono con requerimientos de ISO 15156	150 RF	1.80 MPa @ 93°C
<a href="#">C-A08T1</a>	Condensados de baja presión	Acero al carbono	150 RF	1.48 MPa @ 176°C
<a href="#">C-A09T1</a>	Aceite Drenaje aceitoso a presión	Acero al carbono	150 RF	1.48 MPa @ 176°C
<a href="#">C-A10T1</a>	Agua congénita	Acero al carbono con requerimientos de ISO 15156 + galvanizado	150 RF	1.58 MPa @ 150°C
<a href="#">C-A04T3</a>	Aire de instrumentos	Acero inoxidable tipo 316L	150 RF	1.03 MPa @ 54°C
<a href="#">C-A01T8</a>	Agua de servicios, Agua potable, Agua caliente y Agua tratada de mar. (Servicio solo para plataformas habitacionales )	Fibra de vidrio y Resina epóxica (RTRP)	150 FF	1.24 MPa @ 65°C
<a href="#">C-B01T1</a>	Gas combustible Gas residual Dietilenglicol	Acero al carbono	300 RF	4.69 MPa @ 93°C
<a href="#">C-E02T1</a>	Mezcla de Hidrocarburos. Aceite Recuperado,	Acero al carbono	900 RJ	13.32 MPa @ 168 °C

<a href="#">C-D01T1</a>	Gas combustible Gas residual Condensados recuperados Dietilenglicol eco Dietilenglicol Dietanolamina pobre	Acero al carbono	600 RF	9.38 MPa @ 93°C
<a href="#">C-E01T3</a>	Aceite de lubricación Aceite de sello	Acero inoxidable tipo 316L	900 RJ	14.41 MPa @ 93°C

Índice de Especificaciones de Materiales de Tubería

## 4.2 Modelado de accesorios para routing en Solidworks

La norma NRF-032-PEMEX-2012 nos indica los parámetros de diseño de los distintos tipos de accesorios de tuberías dentro de los que se encuentran: el diámetro nominal mediante el cual se identifica el accesorio, la capacidad de tensión en libras o en kilogramos, el material o conjunto de materiales del cual están hechos, así como de la cedula de los accesorios.

### 4.2.1 Materiales de tuberías


#### 4.2.1.1 Tuberías de acero al carbón.


Son muy resistentes a la rotura, pero fácilmente oxidables.

Las ventajas de la tubería de acero son un coste discreto, baja fragilidad. También es muy resistente a presiones internas, aunque menos que las de fundición dúctil, la corrosión puede evitarse con el uso de pinturas. La desventaja más importante es que dispone de una baja rigidez haciéndola vulnerable a aplastamientos.

En la siguiente tabla se especifican los parámetros de diseño para los tubos y accesorios de tuberías fabricadas en acero al carbón.



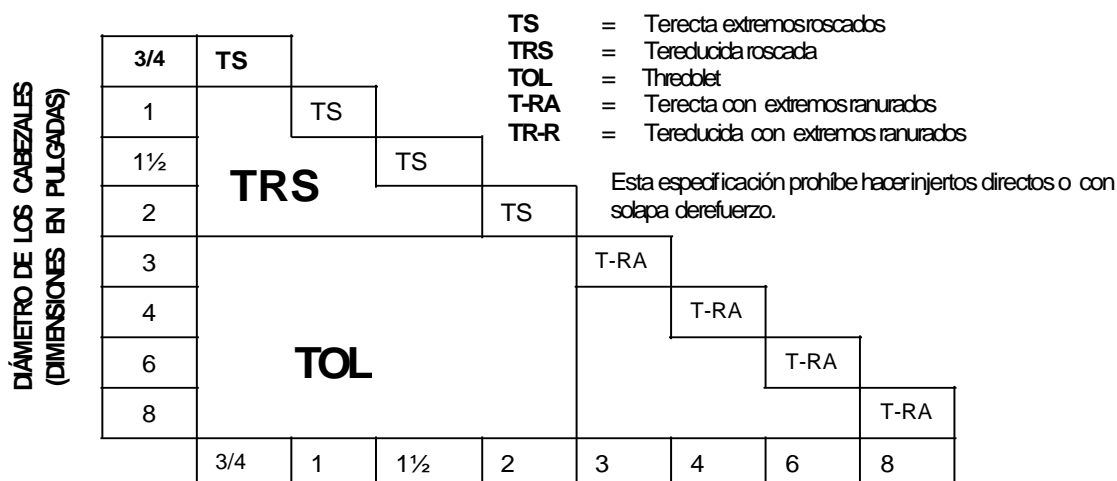
 <b>Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios</b>		<b>SISTEMAS DE TUBERÍA EN PLANTAS INDUSTRIALES DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE MATERIALES</b>			<b>NRF-032-PEMEX-2012 C-A01T1 Página 1 de 3</b>	
Instalaciones Costa fuera		Especificación de Materiales para Tubería			C-A01T1	
Servicio: Cemento y Barita. Nota 11.2		Límites de temperatura de diseño: (10 a 96°C) Nota 1.1	Límites de presión de diseño 1.8 MPa @ 96°C Nota 1.1	Tratamiento Térmico y Relevado de esfuerzos <b>NO</b>	% RT N.A.	NDT adicionales N.A. Nota 6.3
Material : <b>Acero al carbono</b>		Corrosión permisible: <b>1.6 mm (0.0625in)</b>		Clase <b>150</b> Cara <b>RF</b>	Internos de válvulas <b>Trim 8</b>	
Componente	Notas	Diámetro DN (NPS)	Cédula Espesor(in) Clase	Extremos	Descripción	
Tubería						
Tubo	2.1	20 a 50 (3/4 a 2)	80	Planos	ASTM A106 Gr. B, ASME B36.10M.	
		80 a 200 (3 a 8)	40			
Nipleria						
Niple		20 a 50 (3/4 a 2)	160	Extremos requeridos por diseño	ASTM A106 Gr. B, longitud: 89 mm (3.5 in), ASME B36.10M.	
Conexiones						
Codo 90° Codo 45° Te recta Te reducida Cople Cople reducido Tapón cachucha Tapón de barra sólida		20 a 50 (3/4 a 2)	3 000	Roscados	ASTM A105, ASME B16.11	
Acoplamiento mecánico ranurado rígido	4.1, 5.2	80 a 200 (3 a 8)		Ranurados	ASTM A395 Gr. 65-45-15 ó ASTM A-536, Grado 65-45-12, junta triple sello clase T, con tornillería ASTM A 193 Gr. B y ASTM A 194 Gr. 2H y recubrimiento de cadmio (25 micras de espesor ASTM B766 o equivalente).	
Acoplamiento mecánico ranurado flexible	5.2	80 a 200 (3 a 8)		Ranurados	ASTM A395 Gr. 65-45-15 ó ASTM A-536, Grado 65-45-12, junta clase T, con tornillería ASTM A 193 Gr. B y ASTM A 194 Gr. 2H y recubrimiento de cadmio (25 micras de espesor ASTM B766 o equivalente).	
Codo 90° ranurado Codo 45° ranurado	5.1, 5.2	80 a 200 (3 a 8)	Igual cédula tubería	Ranurados	ASTM A106 Gr. B, diámetro interior igual al tubo pero ranurada, flujo completo.	
Te ranurada,Te reducida ranurada Reducción concéntrica ranurada Reducción Excéntrica ranurada	5.2	80 a 200 (3 a 8)	Igual cédula tubería	Ranurados	ASTM A395 Gr. B 65-45-15, diámetro interior igual al tubo, flujo completo.	

 <b>PEMEX®</b> <b>Comité de Normalización de</b> <b>Petróleos Mexicanos y</b> <b>Organismos Subsidiarios</b>		<b>SISTEMAS DE TUBERÍA EN</b> <b>PLANTAS INDUSTRIALES</b> <b>DISEÑO Y ESPECIFICACIONES</b> <b>DE MATERIALES</b>			<b>NRF-032-PEMEX-2012</b> <b>C-A01T1</b> <b>Página 2 de 3</b>
Tapón capa ranurada					
<b>Conexiones integralmente reforzadas</b>					
Thredolet o equiv	6.1	20 a 50 (3/4 a 2)	3000	Biselado-roscado	ASTM A105, MSS SP-97
<b>Bridas</b>					
Brida roscada.		20 a 50 (3/4 a 2)	150	RF	ASTM A105, ASME B16.5, usar cinta de PTFE, diámetro interior igual al tubo
Bridas cuello soldable		80 a 200 (3 a 8)	150	RF	ASTMA105, ASME B16.5, diámetro interior igual al tubo
Bridas ciega		20 a 200 (3/4 a 8)	150	RF	ASTM A105, ASME B16.5.
<b>Válvulas</b>					
Válvulas Compuerta Roscada		20 a 50 (3/4 a 2)	800	Roscados	Cuerpo ASTM A 105, Trim 8, bonete bridado, cuña sólida, vástago ascendente, cuerda exterior y yugo, operada con volante. ISO 15761.
Válvulas Retención Roscada		20 a 50 (3/4 a 2)	800	Roscados	Cuerpo ASTM A105, tipo columpio, Trim 1, tapa atornillada, asientos renovables, ISO 15761.
Válvulas Retención		80 a 200 (3 a 8)	150	RF	Cuerpo ASTM A216 Gr. WCB, tipo columpio, Trim 1, tapa atornillada, asiento recambiable. API STD 594 tipo B.
Válvulas Retención		80 a 200 (3 a 8)	150	Ranurados	Cuerpo ASTM A-395 Grado 65-45-15 o ASTM A-536, grade 65-45-12, galvanizados por inmersión en caliente conforme a la especificación ASTM A 123, de disco bipartido, interiores disco bronce-aluminio, resorte de acero inoxidable UNS S31600, sello de nitrilo, conector ASTM A 47 Gr. 32510.
Válvulas Mariposa Bridada		80 a 200 (3 a 8)	150	RF	Cuerpo ASTM A216 Gr. WCB, extremos bridados, Trim 1, diseño categoría B del API 609.
Válvulas Mariposa		80 a 200 (3 a 8)	150	Ranurados	Cuerpo ASTM A-395 Grado 65-45-15 o ASTM A-536, grade 65-45-12, galvanizados por inmersión en caliente conforme a la especificación ASTM A 123, atornillado de dos piezas, interiores disco bronce- aluminio, vástago de acero inoxidable UNS S31600, Sello de Buna N, Conector ASTM A 47 Gr, 32510, operada con maneral.
<b>Empaques</b>					
Empaques		20 a 200 (3/4 a 8)	150	RF	Espiro-metálico, con anillos metálicos centrador (exterior) y de respaldo (interno), relleno de grafito flexible, enrollamiento y anillos de Acero Inox tipo 304, ASME B16.20 para bridas ASME B16.5
<b>Tornillería</b>					
Espárragos					ASTM A193 Gr. B7 , con recubrimiento a base de cadmio (25 micras de espesor ASTM B766 o equivalente).

 <b>Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios</b>		<b>SISTEMAS DE TUBERÍA EN PLANTAS INDUSTRIALES DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE MATERIALES</b>			<b>NRF-032-PEMEX-2012 C-A01T1 Página 3 de 3</b>
					de ANSI/ASME B 1.1.
Tuercas					ASTM A194 Gr. 2H hexagonal, con recubrimiento a base de cadmio (25 micras de espesor ASTM B766 o equivalente), de acuerdo al párrafo 5.10 de ASME B 1.1.
<b>Conexiones para ramales</b>	11.1				Ver GráficaC-A01T1 de Conexiones para Ramales incluida en esta especificación de tuberías.

**Notas:**

1.1	El rango de temperatura y presión puede estar limitado para ciertos componentes permitidos por esta especificación. Refiérase a las restricciones de presión y temperatura recomendadas por el fabricante.
2.1	El ranurado de la tubería debe ser compatible con el tipo de acoplamiento. La máquina ranuradora debe ser del mismo fabricante de los acoplamientos mecánicos, accesorios y conexiones ranuradas.
4.1	En las uniones donde se requieren drenes, utilizar acoplamiento mecánico ranurado ASTM A 536 GR. 65-45-12, con salida para dren de DN 25 (NPS 1).
5.1	Los codos de 90° y 45° deben tener un radio de curvatura de 5 diámetros.
5.2	Para evitar incompatibilidades de conexión, los acoplamientos mecánicos ranurados, válvulas y conexiones ranuradas deben ser de un mismo fabricante.
6.1a	La soldadura de los conectores reforzados con el cabezal debe ser de penetración completa de acuerdo al código ASME B31.3.
6.1b	Especificar diámetro del cabezal y diámetro del ramal en los conectores integralmente reforzados. El diámetro que se indica en la especificación es del ramal.
6.3	Las uniones soldadas en conexiones con extremos de caja para soldar, los conectores integralmente reforzados Nipolet, Niple pipeta, latrolet y sockolet o equivalentes, se deben inspeccionar de acuerdo al porcentaje que se indica en la especificación de tubería e índice de materiales de tubería.
11.1	En la Gráfica C-A01T1 para conexión cabezal-ramal se indica la recomendada por diseño, más no es limitativa.
11.2	Esta EMT es aplicable para instalaciones terrestres de Pemex Exploración y Producción.

**GráficaC-A01T1 Conexionespararamales**

#### **4.2.2.2 Tuberías de CPVC**

El policloruro de vinilo clorado (CPVC) es una tubería de plástico que se usa en las líneas de suministro de agua. Presenta dos características importantes: al ser un material termoplástico, se ablanda con el calor, manipulado y enfriado posteriormente, conserva la manipulación; puede unirse mediante cola, la unión una gran resistencia mecánica. Existen dos clases de tuberías de PVC plastificado y rígido

En este tipo de tuberías los diámetros nominales coinciden aproximadamente con los diámetros exteriores, son los siguientes 5, 6, 8, 10, 12, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, y 630 mm. Los diámetros desde 5 hasta 63 mm. no suelen emplearse en redes por muy pequeños.

Los espesores varían desde 1 hasta 46,7 mm. en 5 y 630 mm. respectivamente, es función de la presión nominal que varía desde 2,5, 4, 6, 10, 16 y 25 Kp/cm<sup>2</sup>


#### **4.2.2.3 Tuberías de acero galvanizado**

Este tipo de tubería está fabricado en acero soldado longitudinalmente y protegido interior y exteriormente con un recubrimiento galvanizado, conforme a la Norma UNE EN 10240.


Es muy utilizada en instalaciones de agua de consumo humano. Su recubrimiento tiene la misión de proteger la tubería contra oxidaciones y corrosiones, asegurando así las propiedades organolépticas del agua que recorre el circuito.

La tubería de acero galvanizado se fabrica en formato de barras rígidas de 5 ó 6 m de longitud, pudiendo curvarse en frío para la mayoría de sus diámetros.


Asimismo, los accesorios para las uniones roscadas, se fabrican en fundición maleable y extremos roscados, protegidos igualmente con un recubrimiento galvanizado, de conformidad con la Norma UNE EN 10242.

 <b>PEMEX®</b> <b>Comité de Normalización de</b> <b>Petróleos Mexicanos y</b> <b>Organismos Subsidiarios</b>	<b>SISTEMAS DE TUBERÍA EN</b> <b>PLANTAS INDUSTRIALES</b> <b>DISEÑO Y ESPECIFICACIONES</b> <b>DE MATERIALES</b>	<b>NRF-032-PEMEX-2012</b> <b>C-A05T1</b> <b>Página 1 de 4</b>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Instalaciones Costa fuera		Especificación de Materiales para Tubería				C-A05T1	
Servicio: Aire de planta, Agua potable. Nota 11.2			Límites de temperatura de diseño: (0 a70°C) Nota 1.1	Límites de presión de diseño 1.38 MPa @ 70°C Nota 1.1	Tratamiento Térmico y Relevado de esfuerzos <b>No</b>	RT 5 %	NDT Adicionales 5% Notas 6.3
Material: <b>Acero al carbono galvanizado, acero al carbono</b>		Corrosión permisible: <b>1,6 mm (0.0625 in)</b> Nota 1.11		Clase <b>150</b> Cara <b>RF</b>		Internos de válvulas <b>Trim 1</b>	
Componente	Notas	Diámetr o DN (NPS)	Cédula Espesor(in) Clase	Extremos	Descripción		
Tubería							
Tubo	2.2a	20 a 50 (3/4 a 2)	80	Roscados	ASTM A106 Gr. B, Galvanizado de acuerdo a ASTM A123, ASME B36.10M		
		80 a 250 (3 a 10)	40	Biselados	ASTM A106 Gr. B, ASME B36.10M		
Niplería							
Niple	3.3	20 a 50 (3/4 a 2)	160	Dos extremos roscados Extremos requeridos por diseño.	ASTM A106 Gr. B, Galvanizado de acuerdo a ASTM A123, usar cinta de PTFE, longitud: 89 mm (3.5 in), ASME B36.10M		
Conexiones							
Codo 90° Codo 45° Te recta Te reducida Cople Cople reducido Tapón cachucha Tapón de barra sólida	4.3	20 a 50 (3/4 a 2)	3 000	Roscados	ASTM A105 con recubrimiento galvanizado ASTM A123, ASME B16.11		
Codo 90° radio largo Codo 45° Te recta Te reducida Reducción concéntrica Reducción Excéntrica Tapón capa		80 a 250 (3 a 10)	Igual cédula tubería	Biselados	ASTM A234 Gr. WPB, S/C, ASME B16.9		
Conexiones integralmente reforzadas							
Threadolet o equiv	6.1	20 a 50 (3/4 a 2)	6000	Biselado-Roscado	ASTM A105, MSS SP-97		
Weldolet o equiv	6.1	80 a 100 (3 a 4)	STD	Biselados	ASTM A105, MSS SP-97		
Nipolet o Niple pipeta	6.1	20 a 50 (3/4 a 2)	6000	Biselado-Plano	ASTM A105, ASME B31.3 (302.2, 304.3, 326, 328.5.4)		

 <b>PEMEX®</b> <b>Comité de Normalización de</b> <b>Petróleos Mexicanos y</b> <b>Organismos Subsidiarios</b>	<b>SISTEMAS DE TUBERÍA EN</b> <b>PLANTAS INDUSTRIALES</b> <b>DISEÑO Y ESPECIFICACIONES</b> <b>DE MATERIALES</b>	<b>NRF-032-PEMEX-2012</b>  <b>C-A05T1</b>  <b>Página 2 de 4</b>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

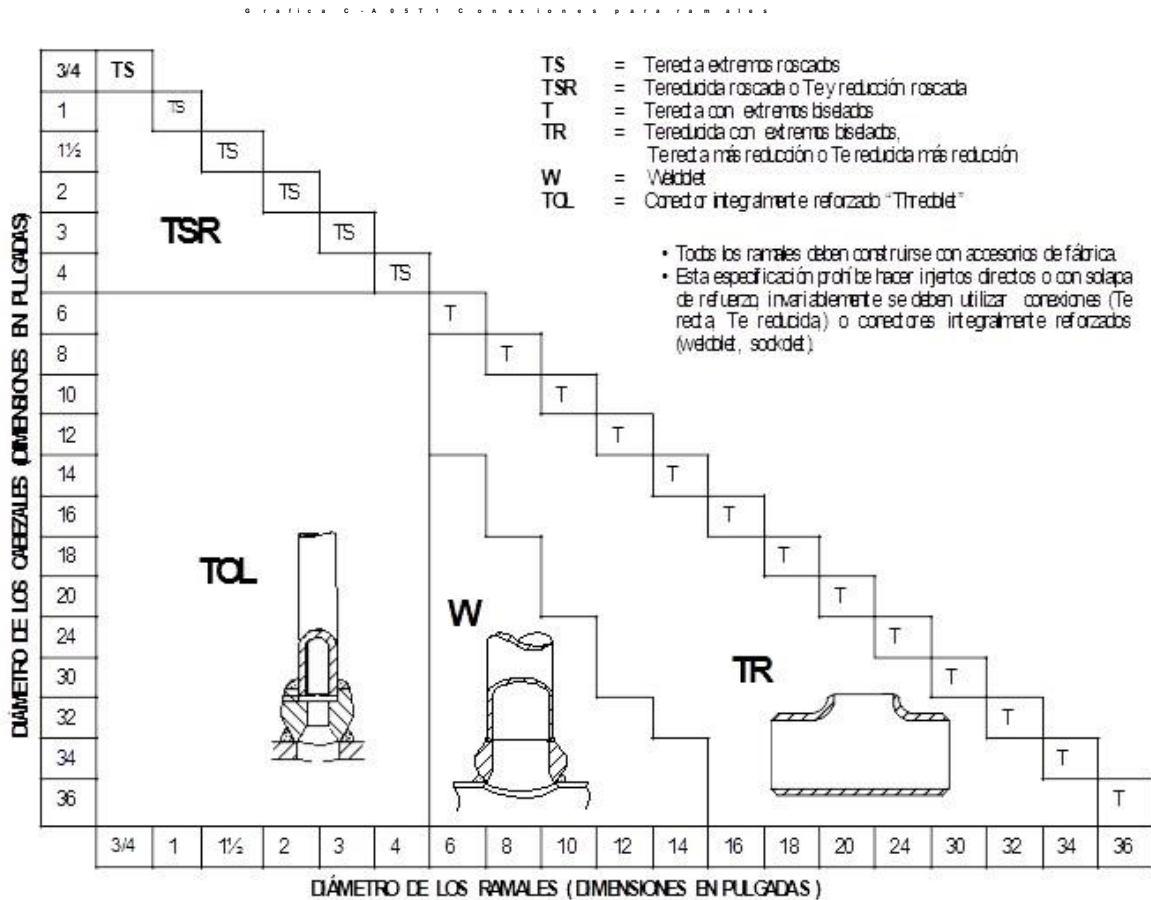
<b>Bridas</b>					
Brida roscada		20 a 50 (3/4 a 2)	150	RF	ASTM A105 con galvanizado por inmersión en caliente conforme a la especificación ASTM A 123, ASME B16.5, usar cinta de PTFE.
Bridas cuello soldable		80 a 250 (3 a 10)	150	RF	ASTM A105, ASME B16.5, diámetro interior igual al tubo pero con bisel.
Bridas ciega		20 a 250 (3/4 a 10)	150	RF	ASTM A105, ASME B16.5
<b>Válvulas</b>					
Válvulas compuerta		20 a 50 (3/4 a 2)	800	Roscados	Cuerpo ASTM B62 aleación UNS. C83600, interiores de bronce, bonete con tuerca unión, cuerda interior, cuña sólida, asientos integrados, de acuerdo con MSS-SP80, operada con volante.
Válvulas Globo		20 a 50 (3/4 a 2)	800	Roscados	Cuerpo ASTM B62 aleación UNS. C83600, interiores de bronce, bonete con tuerca unión, cuerda interior, disco tipo macho, asiento recambiable, operada con volante. MSS SP 80.
Válvulas Globo Tipo Aguja		20 a 50 (3/4 a 2)	800	Roscados	Cuerpo ASTM B62 aleación UNS. C83600, interiores de bronce, bonete con tuerca unión, cuerda interior, tipo aguja, asiento recambiable, operada con volante. MSS-SP80.
Válvulas Retención		20 a 50 (3/4 a 2)	800	Roscados	Cuerpo ASTM B62 aleación UNS. C83600, interiores de bronce, tipo columpio, tapa roscada, asiento integrado, de acuerdo con MSS SP 80.
Válvulas Bola		20 a 50 (3/4 a 2)	600	Roscados	Cuerpo ASTM B62 aleación UNS C83600, de 3 piezas y atornillado, paso completo, bola y vástago de bronce, bola con recubrimiento autocatalítico de níquel de acuerdo a ASTM B 733 Tipo III, SC4, sellos y asientos de PTFE, bola flotante, operada con maneral. API STD 608/ASME B16.34.
Válvulas compuerta	8.1	80 a 250 (3 a 10)	150	RF	Cuerpo ASTM A216 Gr. WCB, Trim 1, cuerda exterior y yugo, bonete atornillado, cuña sólida, asientos recambiables, operada con volante. ASME B16.34/Espesor por ISO 10434.
Válvulas Globo		80 a 250 (3 a 10)	150	RF	Cuerpo ASTM A216 Gr. WCB, Trim 1, cuerda exterior y yugo, bonete atornillado, disco tipo macho, asiento recambiable, operada con volante. ASME B16.34/Espesor por ISO 10434.
Válvulas Retención TipoColumpio		80 a 250 (3 a 10)	150	RF	Cuerpo ASTM A216 Gr. WCB, Trim 1, tapa atornillada, asiento recambiable. ASME B16.34/Espesor por ISO 10434.
Válvulas Retención disco bipartido	8.2	80 a 150 (3 a 6)	150	RF	Cuerpo ASTM A216 Gr. WCB, Trim 1, resorte de ASTM B 166 UNS N06600, tipo orejada (lug) entre bridas, sello de Buna-N, API STD 594.
Válvulas Retención disco bipartido	8.2	200 a 250 (8 a 10)	150	RF	Cuerpo ASTM A216 Gr. WCB, Trim 1, resorte de ASTM B 166 UNS N06600, extremos bridados, sello de Buna-N, API STD 594.
<b>Empaques</b>					
Empaques		80 a 250 (3 a 10)	150	RF	Espiro-metálico, con anillos metálicos centrador (exterior) y de respaldo (interno), relleno de grafito flexible, enrollamiento y anillos de Acero Inox tipo 304, ASME B16.20 para bridas ASME B16.5

 <b>Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios</b>	<b>SISTEMAS DE TUBERÍA EN PLANTAS INDUSTRIALES DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE MATERIALES</b>	<b>NRF-032-PEMEX-2012  C-A05T1  Página 3 de 4</b>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

<b>Tornillería</b>					
Espárragos					ASTM A193 Gr. B7, roscas ASME B1.1 clase 2A, con recubrimiento resistente a la corrosión a base de Cadmio (25 micras de espesor ASTM-B 766 o equivalente)
Tuercas					ASTM A194 Gr. 2H, hexagonal, roscas ASME B1.1 clase 2A, con recubrimiento resistente a la corrosión a base de Cadmio (25 micras de espesor ASTM-B 766 o equivalente)
Conexiones para ramales	11.1				Ver Gráfica C-A04T1 de Conexiones para Ramales incluida en esta especificación de tuberías.

**Notas:**

1.1	El rango de temperatura y presión puede estar limitado para ciertos componentes permitidos por esta especificación. Refiérase a las restricciones de presión y temperatura recomendadas por el fabricante.
1.11	La corrosión permisible para la tubería de diámetro menor o igual a DN 50 (NPS 2) se debe considerar igual a 0.0 mm.
2.2a	La tubería de acero al carbono galvanizado, se le debe aplicar un acabado primario vinílico modificado de un solo componente, en color rojo mate de 1.3 mm (0.05 in) de espesor, el color de identificación de la tubería es de acuerdo al servicio.
3.3	Los niples de acero al carbono galvanizado, se le debe aplicar un acabado primario vinílico modificado de un solo componente, en color rojo mate de 1.3 mm (0.05 in) de espesor, el color de identificación del niple es de acuerdo al servicio.
4.3	Las conexiones de acero al carbono galvanizado, se le debe aplicar un acabado primario vinílico modificado de un solo componente, en color rojo mate de 1.3 mm (0.05 in) de espesor, el color de identificación de las conexiones es de acuerdo al servicio.
6.1a	La soldadura de los conectores reforzados con el cabezal debe ser de penetración completa de acuerdo al código ASME B31.3.
6.1b	Especificar diámetro del cabezal y diámetro del ramal en los conectores integralmente reforzados. El diámetro que se indica en la especificación es del ramal.
6.1d	La conexión para toma de presión debe ser con nipolet para DN65 (NPS 2 ½) a DN 250 (NPS 10), en diámetros DN 50 (NPS 2) y menores de acuerdo a Gráfica C-A05T1 para ramal-cabezal, de esta especificación de tubería.
6.3	Las uniones soldadas en conexiones con extremos de caja para soldar, los conectores integralmente reforzados Nipolet, Niple pipeta, latrolet y sockolet o equivalentes, se deben inspeccionar de acuerdo al porcentaje que se indica en la especificación de tubería e índice de materiales de tubería.
8.1	Los operadores de engrane se deben instalar en las válvulas de compuerta solo cuando sea indicado en la ingeniería.
8.2	Cuando sea requerido por limitaciones de espacio, usar válvulas de retención tipo disco bipartido, o en diámetros mayores de DN 300 (NPS 12), todas deben cumplir con el API STD 594.
11.1	En la Gráfica C-A05T1 para conexión cabezal-ramal se indica la recomendada por diseño, más no es limitativa.
11.2	Esta EMT es aplicable para instalaciones terrestres de Pemex Exploración y Producción.



#### 4.2.3 Bridas.

Se utilizan para conectar tuberías con equipos como bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques, etc. o accesorios como los son: codos, válvulas, tees, etc. La unión se hace por medio de dos bridas, en la cual una de ellas pertenece a la tubería y la otra al equipo o accesorio a ser conectado. Las ventajas de las uniones bridadas radican en el hecho de que, por estar unidas por espárragos, permite el



rápido montaje y desmontaje con la finalidad de realizar reparaciones o mantenimiento.

#### 4.2.3.1 Brida ciega.

Están destinadas a cerrar extremos de tubería, válvulas o aberturas de recipientes, sometidos a variadas presiones de trabajo. Desde el punto de vista técnico, este tipo de bridas, es el que soporta condiciones de trabajo más severas (particularmente las de mayores dimensiones). En los terminales, donde la temperatura sea un factor de trabajo o actúen esfuerzos variantes o cíclicos, es aconsejable efectuar los cierres mediante el acople de bridas con cuello y ciegas. En la imagen 1 se muestran la una brida ciega.

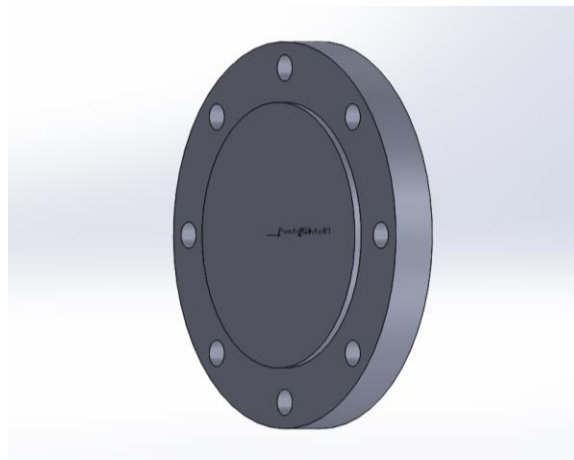


Imagen 1. Brida ciega de 6" CPVC

#### 4.2.3.2 Brida de cuello soldable.

Estas bridas se diferencian por su largo cuello cónico, su extremo se suelda a tope con el tubo correspondiente. El diámetro interior del tubo es igual que el de la brida, esta característica proporciona un conducto de sección prácticamente constante, sin posibilidades de producir turbulencias en los gases o líquidos que circulan por la brida. El cuello largo y la suave transición del espesor del mismo, otorgan a este tipo de bridas, características de fortaleza aptas en sectores de tuberías sometidos a esfuerzos de flexión, producto de las expansiones en línea. Las condiciones descritas aconsejan su uso para trabajos severos, donde actúen elevadas presiones. En la imagen 2 se muestra una brida de cuello soldable.

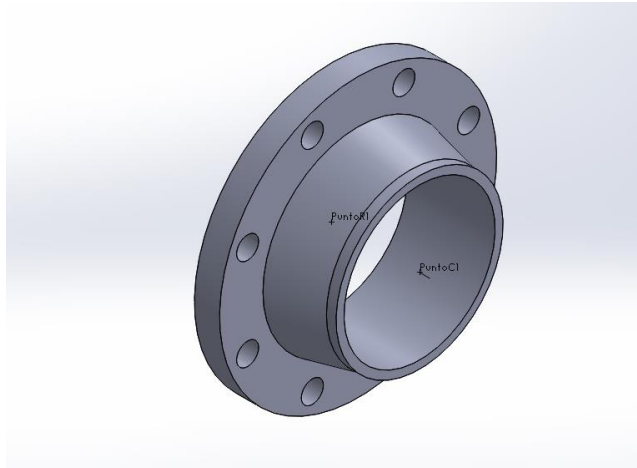


Imagen 2. Brida de cuello soldable

#### 4.2.3.3 Bridas roscadas

Presentan la característica de no llevar soldadura, lo cual permite un fácil y rápido montaje, son destinadas a aplicaciones especiales (por ejemplo, en tuberías donde existan altas presiones y temperatura ambiente). No es conveniente utilizarlas en conductos donde se produzcan considerables variaciones de temperatura ya que, por efectos de la dilatación de la tubería, pueden crearse pérdidas a través del roscado al cabo de un corto período de tiempo. La imagen 3 muestra la ubicación del punto de conexión y de recorrido de una brida roscada.

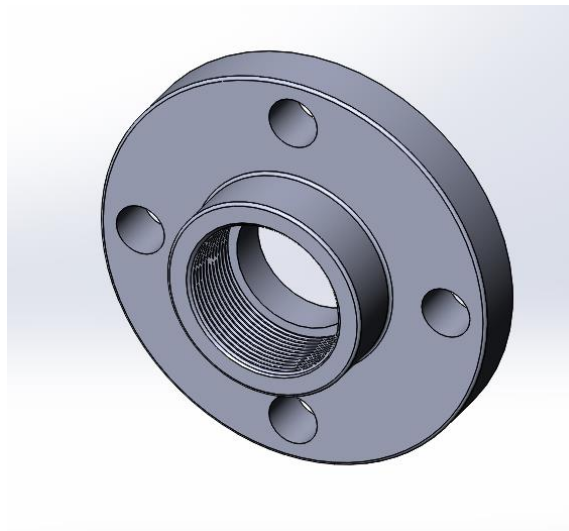


Imagen 3. Brida roscada

#### 4.2.3.4 Brida deslizable

En este tipo de bridas, el tubo penetra en el cubo de la misma sin llegar al plano de la cara de contacto, al que se une por medio de cordones de soldadura interna y externamente. Puede considerarse de montaje más simple que la brida con cuello, debido a la menor precisión de longitud del tubo y a una mayor facilidad de alineación. Sus condiciones mecánicas a la resistencia y fatiga son en general buenas, pero algo inferiores a las bridas con cuello, son utilizadas en condiciones de trabajo son menos exigentes se justifica por el menor costo de ésta.

La imagen 4 muestra los puntos de conexión y de recorrido de una brida roscada de 3 pulgadas.

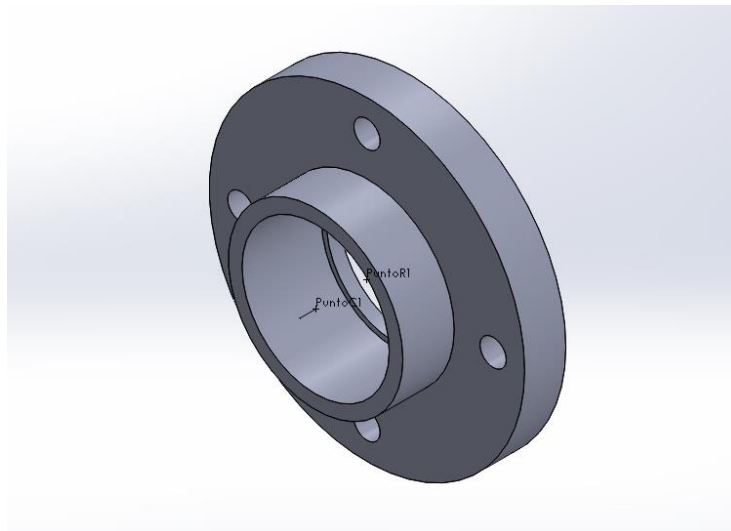


Imagen 4. Brida roscada 3" CPVC

Para la colocación de los puntos de conexión y recorrido en este tipo de accesorios se utilizó Solidworks 2015 Routing Library Manager, el asistente nos pide la ubicación de estos puntos y de manera opcional los ejes de rotación vertical y horizontal.

#### 4.2.4 Codos.

Los codos son accesorios de forma curva que se utilizan para cambiar la dirección del flujo de las líneas de tuberías,

### Tipos de codos

- Codos de 45°
- Codos de 90°

### Características

**Diámetro.** Es el tamaño o medida del orificio del codo entre sus paredes los cuales existen desde ¼" hasta 120". También existen codos de reducción.

**Angulo.** Es la magnitud angular existente entre ambos extremos del codo y sus grados dependen del giro o desplazamiento que requiera la línea.

**Radio.** Es la dimensión que va desde el vértice hacia uno de sus arcos. Según sus radios los codos pueden ser: radio corto, largo, de retorno y extra largo.

La imagen 5 muestra los datos que se requieren para agregar los puntos de conexión y de recorrido a un codo de 90 grados (radio y ángulo del codo).

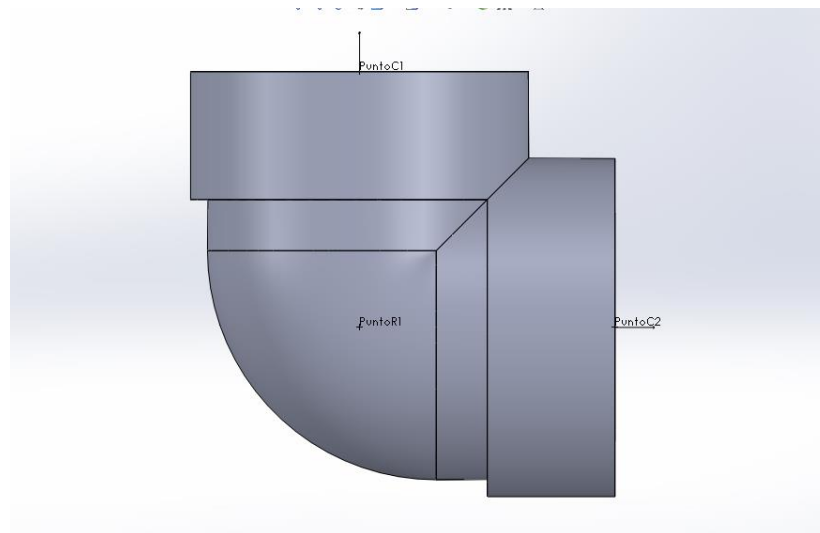


Imagen 5. Codo de 90° de 2" caja soldable AC

La imagen 6 muestra la ubicación de los puntos de conexión y el punto de recorrido para un codo de 90°.

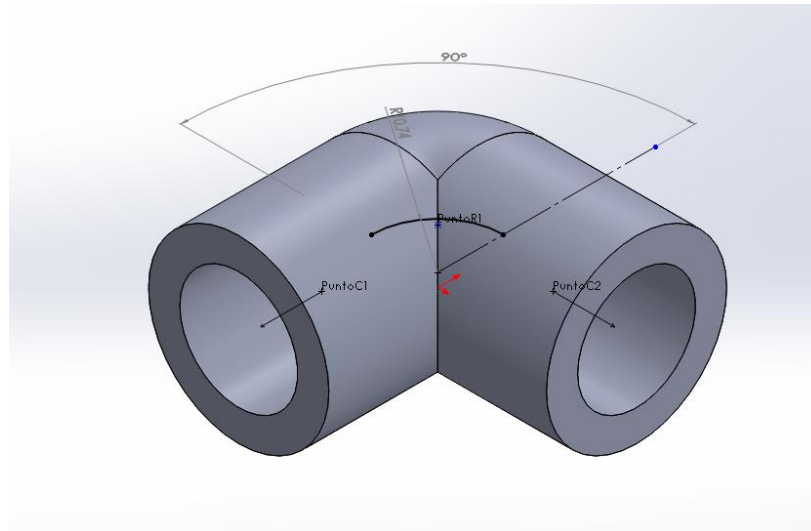


Imagen 6. Codo FPT x FPT 90° PVC

La imagen 7 muestra los puntos de conexión y el punto de recorrido para un codo de 45° .

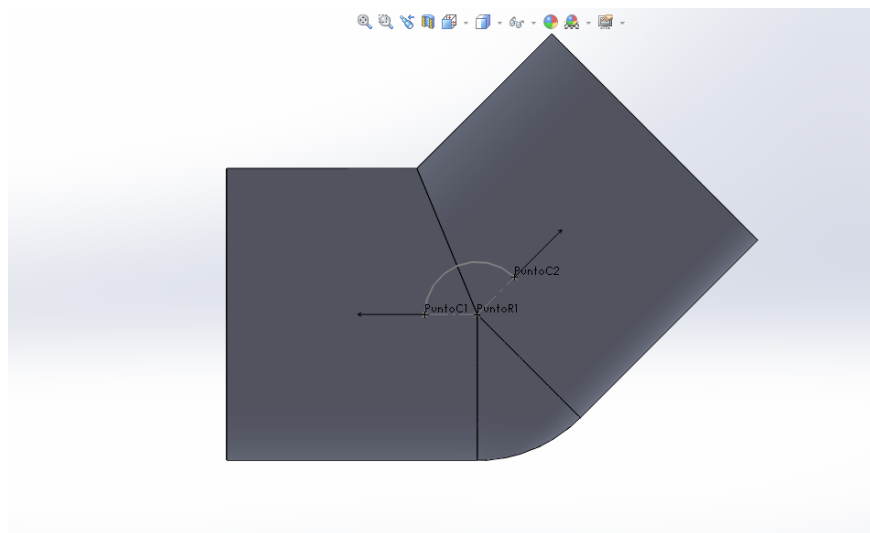


Imagen 7. Codo S x S de 45° CPVC

Para este tipo de accesorios se requiere de un punto de recorrido y dos puntos de conexión ya que estos se conectan por sus dos extremos. Los datos a tomar en cuenta a la hora de colocar los puntos de conexión y recorrido son: el acodado, el ángulo de dirección y el radio del mismo.

#### 4.2.5 Unión "Tee"

Una unión T es un accesorio diseñado para unir tuberías. Con éste accesorio se puede combinar o dividir el flujo en dos tramos de tubería independientes. Este tipo de accesorio requiere de un punto de recorrido y de 3 puntos de conexión ya que este tipo de accesorio tiene tres salidas para conexión.

##### Tipos de uniones Tee

Existen dos tipos principales de uniones "Tee"

- Diámetros iguales o te recta
- Reductora con dos orificios de igual diámetro y uno desigual.

La imagen 8 muestra la ubicación del punto de recorrido y los tres puntos de conexión que se requieren para este tipo de accesorios.

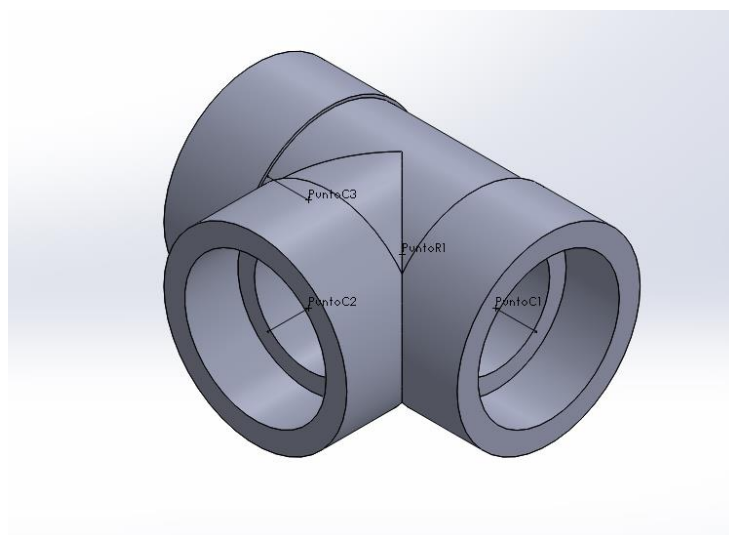


Imagen 8. Unión Tee roscable de 1.00" AC

La imagen 9 muestra una unión Tee de 1.00" de diámetro tipo caja soldable y de material CPVC, así como sus puntos de conexión y de recorrido.

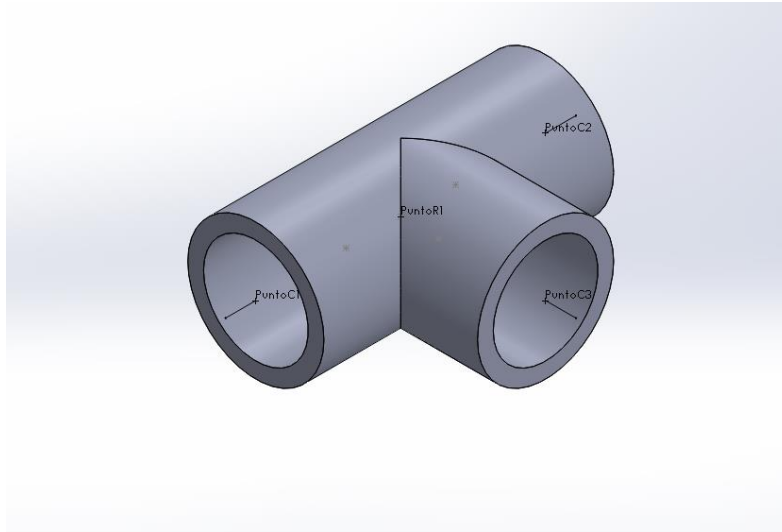


Imagen 9. Unión T SxSxS 1.00" CPVC

La imagen 10 muestra una unión T reducción la cual se utiliza para unir tubos de diferentes diámetros.

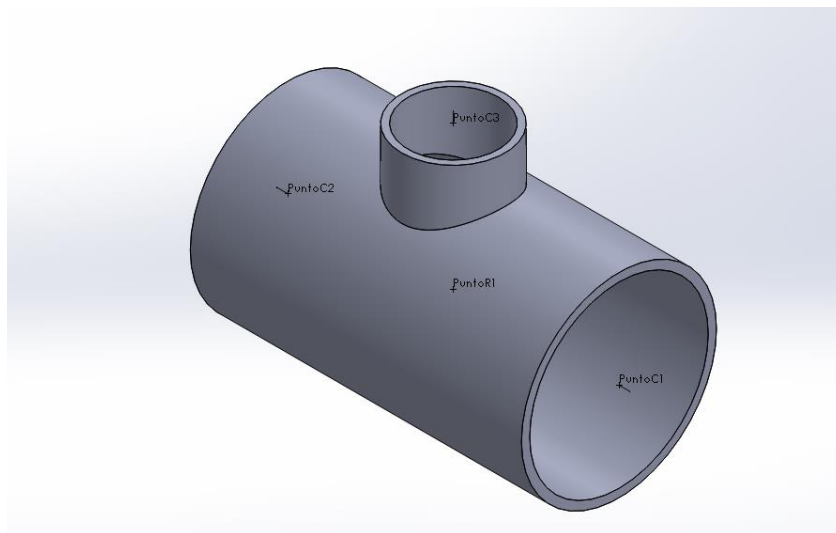


Imagen 10. Unión T reducción 6" x 3" CPVC

La imagen 11 muestra la ubicación del punto de recorrido y los puntos de conexión una unión T reducción de caja soldable y de acero al carbón.

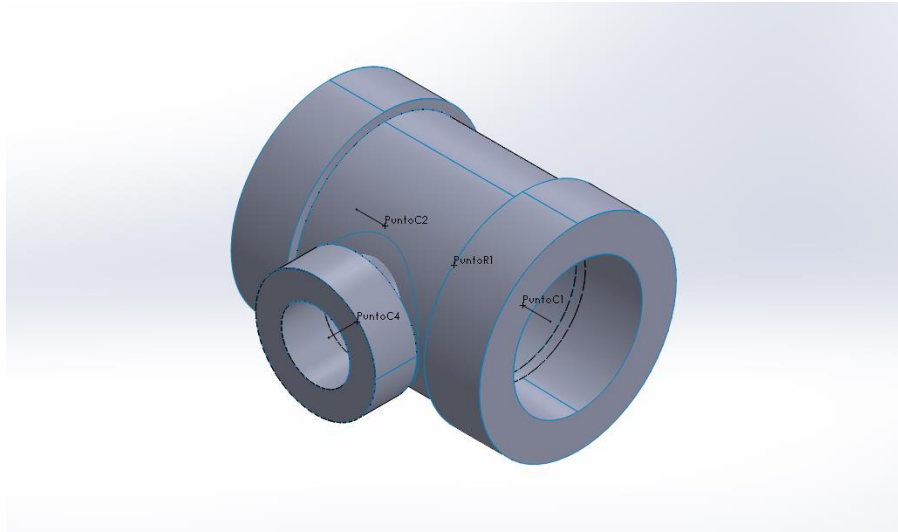


Imagen 11. Unión T reducción AC 1.5" x 0.75"

#### 4.2.6 Coples

Los coples son accesorios usados para unir dos segmentos de tuberías. Permiten que los tubos que son unidos resistan tanto las fuerzas internas como externas, las vibraciones y la presión ejercida por los fluidos que pasan a lo largo de la tubería.

La Imagen 12 muestra una vista en sección de un colpe hembra, así como la ubicación de los puntos de conexión y el punto de recorrido necesarios para este accesorio.

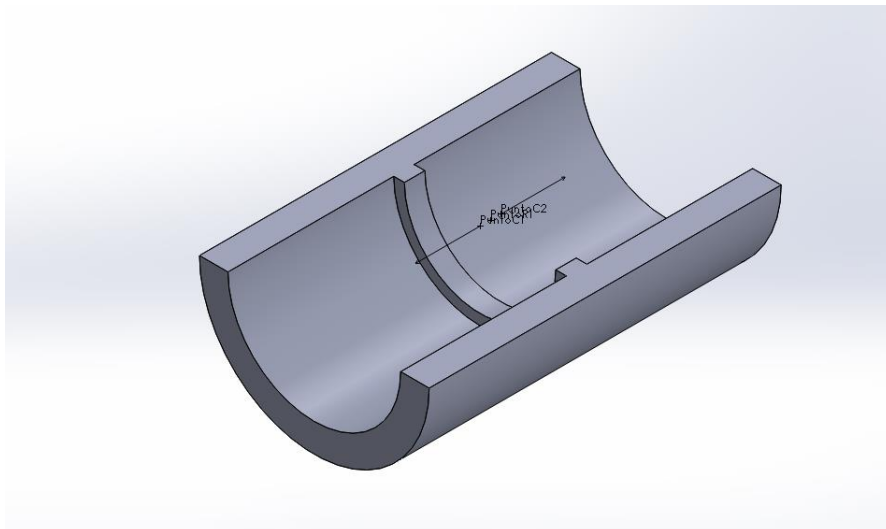


Imagen 12. Cople FPT x FPT de 0.75" PVC



#### 4.2.6.1 Cople reductor.

Es un accesorio diseñado para unir dos tuberías con diferente diámetro. Se utilizan para disminuir el volumen del fluido a través de las líneas de tuberías. Existen dos tipos principales de este tipo de accesorios:

Estándar concéntrico. Accesorio reductor que se utiliza para disminuir el caudal del fluido aumentando su velocidad, manteniendo su eje.

Estándar excéntrico. Accesorio reductor que se utiliza para disminuir el caudal del fluido en la línea aumentando su velocidad perdiendo su eje.

La imagen 13 muestra la ubicación del punto de recorrido y los puntos de conexión un cople reductor de caja soldable el cual tiene una entrada de 2" y una salida de 1"

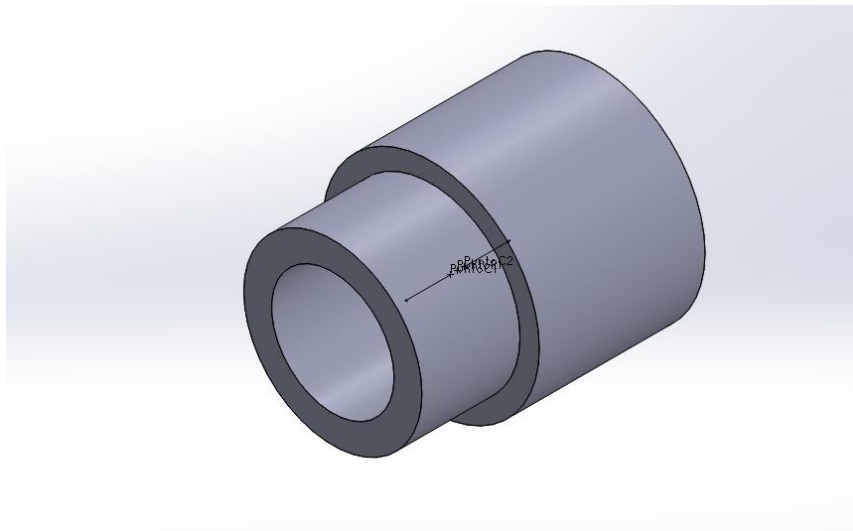


Imagen 13. Cople reductor S x S de 2" a 1"

La imagen 14 muestra una reducción bushing la cual generalmente será roscada en ambos extremos.

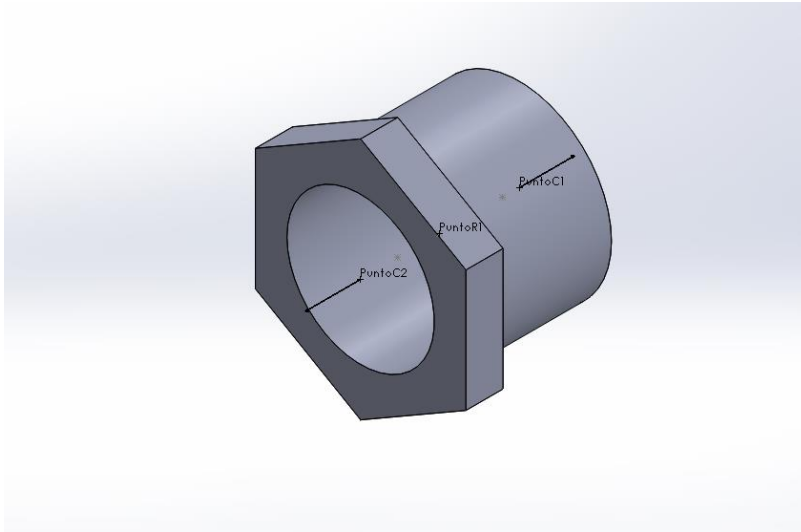


Imagen 14. Reducción bushing de 1" a 0.75"

#### 4.2.7 Adaptadores

Son accesorios que se utilizan para el ensamble de tuberías con otro tipo de equipo como puede ser un tanque,

La Imagen 15 muestra la ubicación de los puntos de conexión y de recorrido de un adaptador hembra de 0.75" de diámetro.

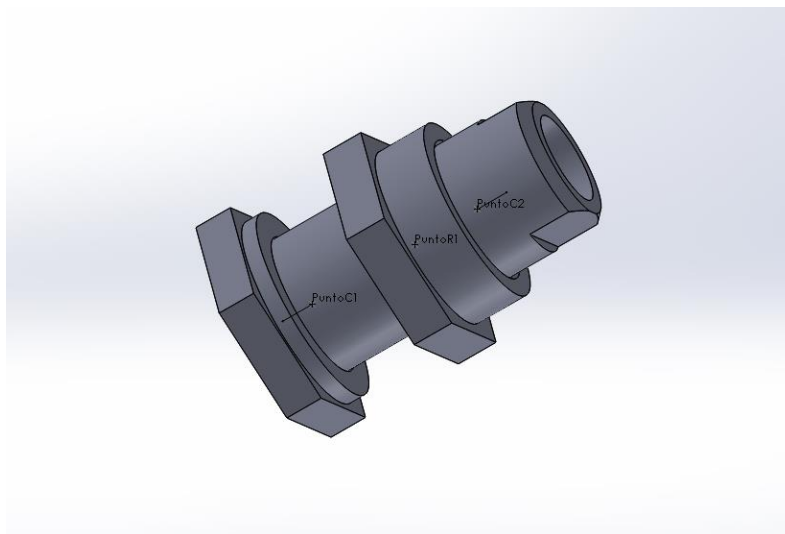


Imagen 15. NPT hembra en ambos lados 0.75"

#### 4.2.8 Sockolet.

Es un tipo de accesorio que se utiliza para realizar derivaciones de diámetros pequeños en una tubería. Su uso evita la utilización de placas de refuerzo de pequeño diámetro que trae como consecuencia una enorme cantidad de soldadura en áreas reducidas y por tanto concentración de tensiones residuales en la zona de la derivación. Este tipo de accesorio únicamente requiere un punto de conexión para poder ser agregado a l recorrido de una tubería.

La Imagen 16 muestra un sockolet de 0.75" de diámetro, así como la ubicación del punto de conexión

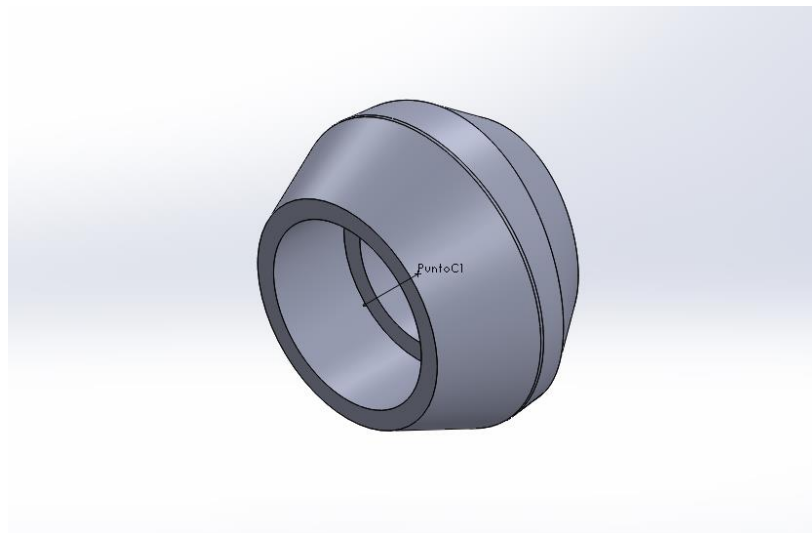


Imagen 16. Sockolet 0.75" AC

#### 4.2.9 Tapones

Son accesorios utilizados para bloquear o impedir el paso o salida de fluidos en un momento determinado. Mayormente son utilizados en líneas de diámetros menores. Según su forma de instalación pueden ser macho y hembra. La mayoría de las veces estos accesorios se instalan de forma enroscada, sin embargo, por normas de seguridad muchas veces además de las roscas suelen soldarse. Los tipos soldables a tope, se utilizan para cegar líneas o también en la fabricación de cabezales.

La imagen 17 muestra la ubicación del punto de conexión un tapón de CPVC hembra roscado

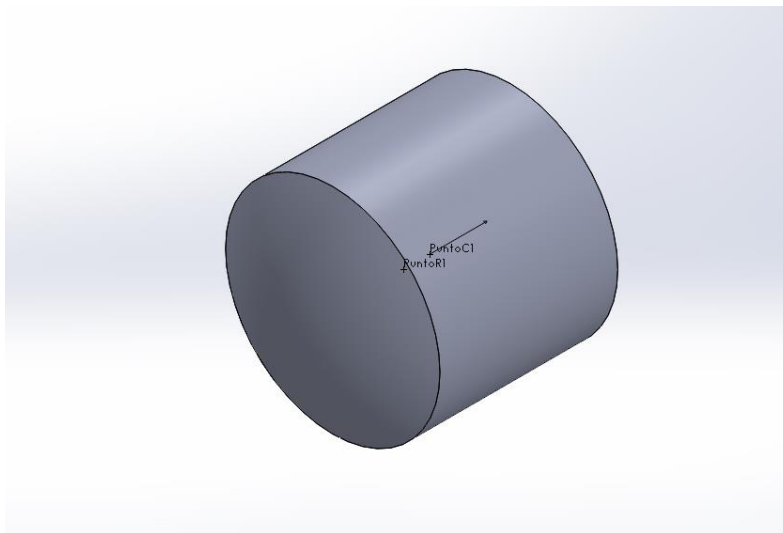


Imagen 17. Tapón FPT 0.75" CPVC

La imagen 18 muestra un tapón macho roscado de material CPVC así como la ubicación del punto de conexión y el punto de recorrido.

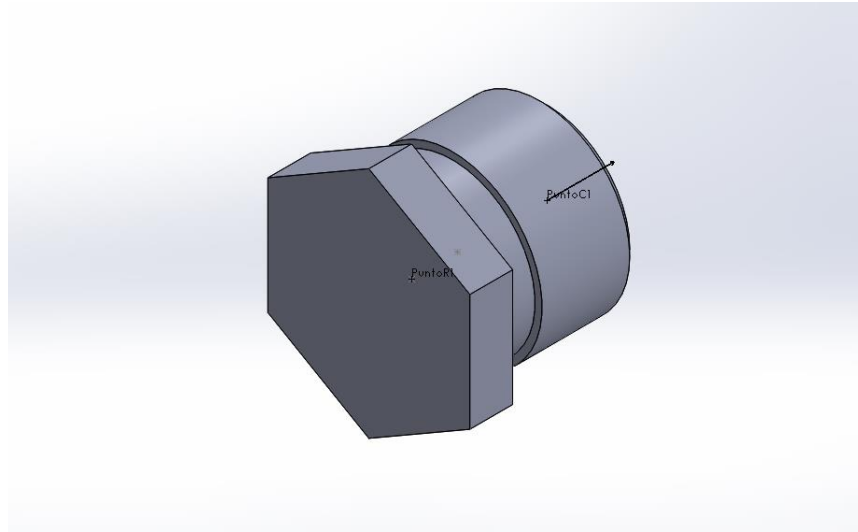


Imagen 18. Tapón MPT 0.75" CPVC

#### 4.2.10 Válvulas.

Accesorio que se utiliza para regular y controlar el fluido de una tubería. Este proceso puede ser desde cero (válvula totalmente cerrada), hasta de flujo (válvula totalmente abierta), y pasa por todas las posiciones intermedias, entre estos dos extremos.

#### 4.2.11 Válvula de Bola

El cuerpo de la válvula tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma de bola o esfera. La bola tiene un corte adecuado (usualmente en V) que fija la curva característica de la válvula, y gira transversalmente accionada por un servomotor exterior. El cierre estanco se logra con un aro de teflón incorporado al cuerpo contra el cual asienta la bola cuando la válvula está cerrada. En posición de apertura total, la válvula equivale aproximadamente en tamaño a 75% del tamaño de la tubería. La válvula de bola se emplea principalmente en el control de caudal de fluidos negros, o fluidos con gran porcentaje de sólidos en suspensión.

Una válvula de bola típica es la válvula de macho que consiste en un macho de forma cilíndrica o troncocónica con un orificio transversal igual al diámetro interior de la tubería. El macho ajusta en el cuerpo de la válvula y tiene un movimiento de giro de 90 grados. Se utiliza generalmente en el control manual todo-nada de líquidos o gases y en regulación de caudal.

La imagen 19 muestra la ubicación de los puntos de conexión y de recorrido de una válvula de bola de 0.5" de diámetro nominal.

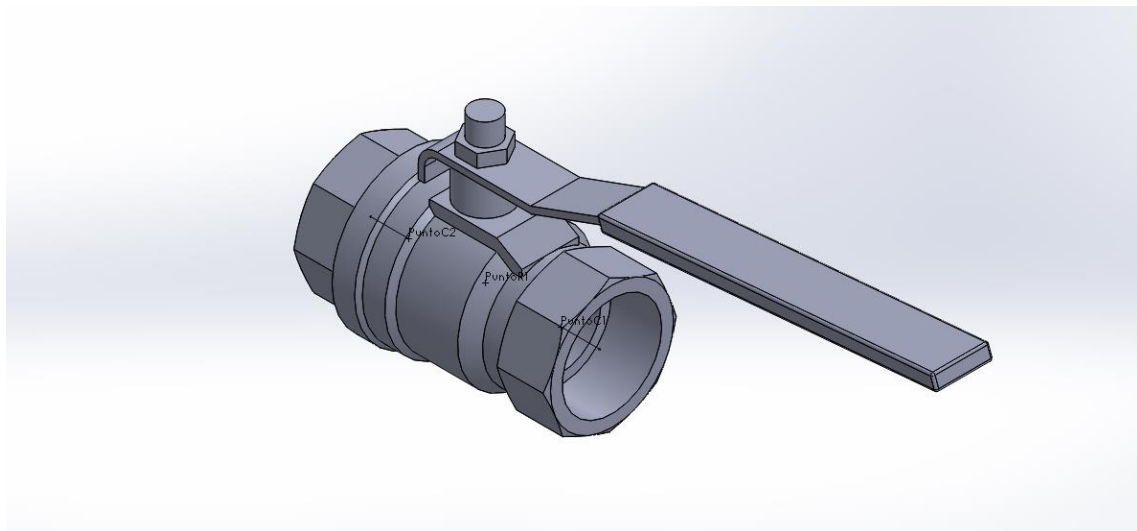


Imagen 19. Válvula de bola 0.5"-800-AC

La imagen 20 muestra la ubicación de los puntos de conexión y de recorrido de una válvula de bola de 1.00" de diámetro nominal.

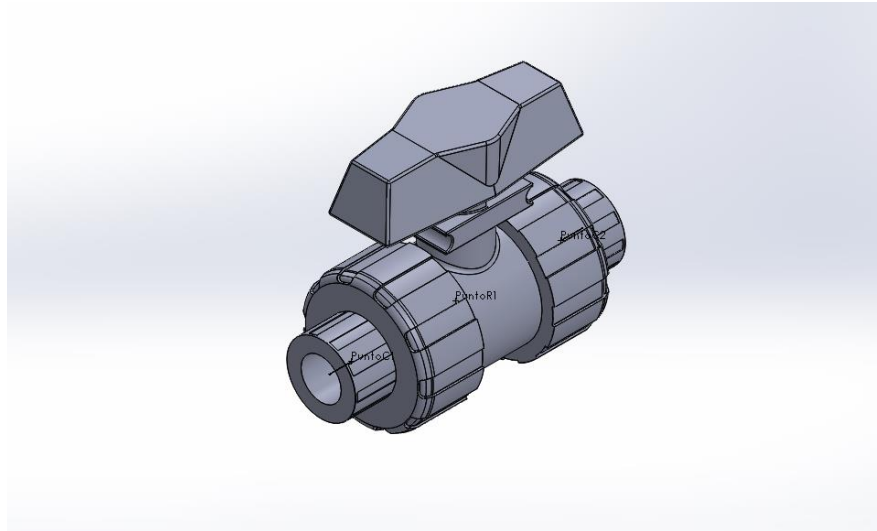


Imagen 20. Válvula de bola FPT x FPT

#### 4.2.12 Válvula de Mariposa

El cuerpo está formado por un anillo cilíndrico dentro del cual gira transversalmente un disco circular. La válvula puede cerrar herméticamente mediante un anillo de goma encastrado en el cuerpo. Un servomotor exterior acciona el eje de giro del disco y ejerce su par máximo cuando la válvula está totalmente abierta (en control todo-nada se consideran 90 grados y en control continuo 60 grados, a partir de la posición de cierre ya que la última parte del giro es bastante inestable), siempre que la presión diferencial permanezca constante. En la sección de la válvula es importante considerar las presiones diferenciales correspondientes a las posiciones de completa apertura y de cierre; se necesita una fuerza grande del actuador para accionar la válvula en caso de una caída de presión elevada. Las válvulas de mariposa se emplean para el control de grandes caudales de presión a baja presión.

La imagen 21 muestra una vista isométrica de una válvula de tipo mariposa

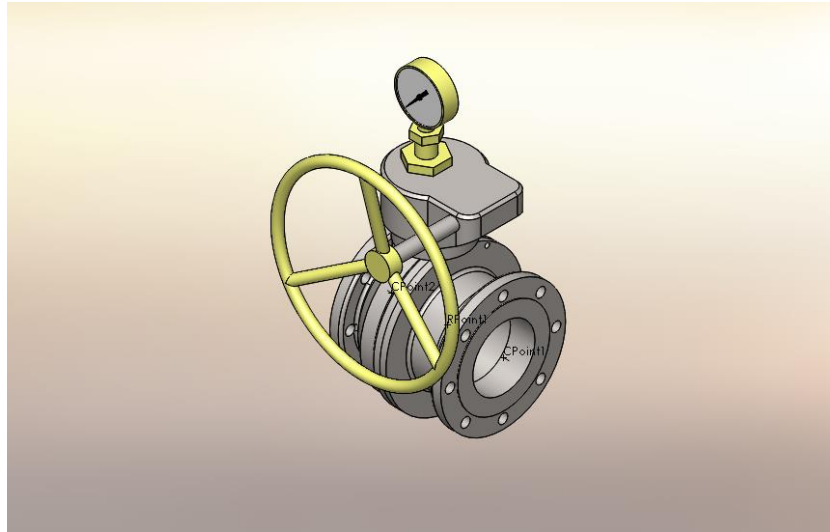


Imagen 21. Válvula de globo

Las válvulas tipo globo a diferencia de las válvulas de compuerta, permiten aplicarlas en regulación de fluidos y realizan un cierre hermético.

Las válvulas globo tienen la ventaja de regular, pero tienen la desventaja de que, al detener cierta parte del fluido para regularlo, generan una caída de presión dentro de la línea lo que se consideró en los cálculos técnicos para que esta clase de válvulas no impidan que el fluido llegue hasta donde se requiere.

La imagen 22 muestra una vista isométrica de una válvula de globo, así como, la ubicación de los puntos de conexión y de recorrido de la misma.



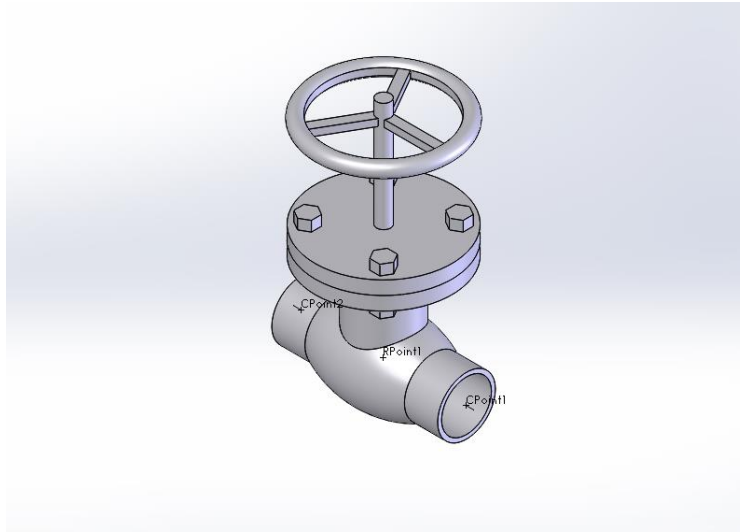


Imagen 22. Válvula de globo

#### 4.3 Modelado de equipos mecánicos

Para el óptimo funcionamiento de la planta piloto se requieren de equipos mecánicos tales como: bombas, compresores, tanques, secadores, entre otros. En

esta sección se describirán los equipos mecánicos que fueron modelados en el programa Solidworks así como su funcionalidad y aplicación en la planta piloto.

#### 4.3.1 Tanques

La planta piloto integral de cultivo de micro algas, ubicada en Cunduacán Tabasco, requiere como parte del proceso la integración de equipos estático en las etapas de tratamiento de agua, incubación, reproducción y crecimiento.

A continuación, se describen los equipos que integran los servicios generales:

TV-100, Tanque de agua potable. Su función es recibir y almacenar el agua proveniente de la red municipal, (a la cual se le dosifica cloro para la eliminación de virus, bacterias y materia orgánica que pueda presentarse en el agua). El tanque tiene una capacidad de 22 m<sup>3</sup>, diámetro de 3000 mm y una altura de 3520 mm.

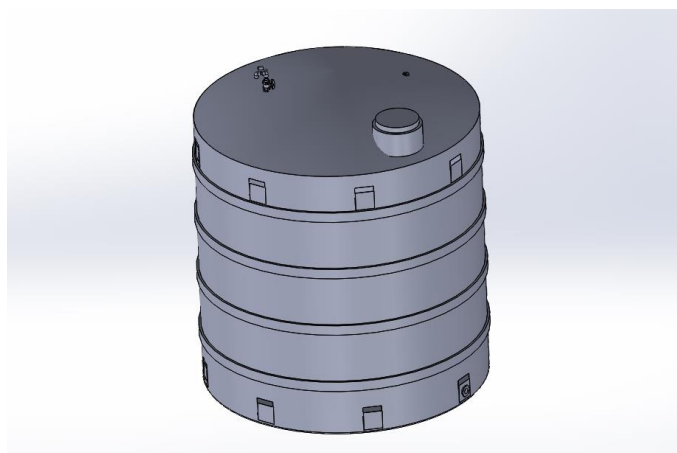


Imagen 23. Tanque de agua potable TV-100

TV-101, Tanque de agua de contacto: Se utiliza en el sistema de tratamiento de agua mediante , su función es contener el agua donde se va a transferir el ozono generado mediante burbujeo para su desinfección. El tanque cuenta con una capacidad de 10 m<sup>3</sup>, diámetro de 2200 mm y una altura de 3100 mm.

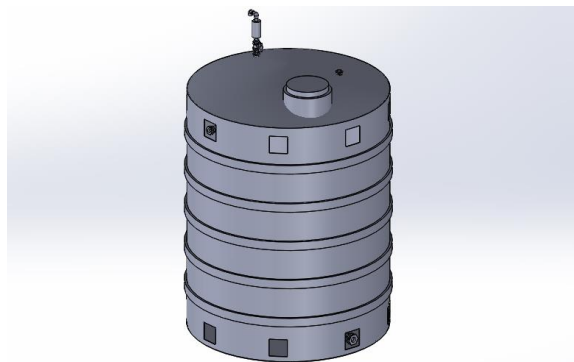


Imagen 24. Tanque de agua de contacto, TV-101

TV-01, Tanque de agua de osmosis: Su función es contener el agua proveniente del sistema de tratamiento de osmosis inversa para el suministro de agua al proceso de incubación, reproducción y crecimiento de las algas, así como de suministrar parte del agua al servicio de lavado y retro lavado de los equipos en cada etapa mencionada. El tanque cuenta con una capacidad de 10 m<sup>3</sup>, diámetro de 2200 mm y una altura de 3100 mm.

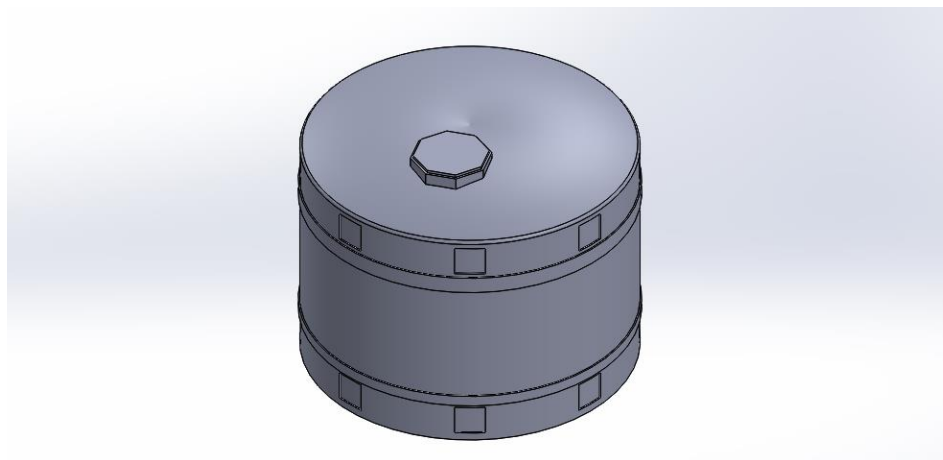


Imagen 25. Tanque de agua de osmosis, TV-01

TV-02, Tanque de fabricación de nutrientes: Contiene el agua proveniente del sistema de tratamiento por osmosis inversa. En este tanque se adicionan de manera manual los nutrientes requeridos para el proceso de crecimiento de las micro algas, posteriormente esta mezcla será enviada al tanque TV-03 para complementar el valor nutrimental con la dosificación del “nutriente madre” y enviar este flujo a la

etapa de reproducción al fotobiorreactor FBR-02. El tanque cuenta con una capacidad de 10 m<sup>3</sup>, diámetro de 2200 mm y una altura de 3100 mm.

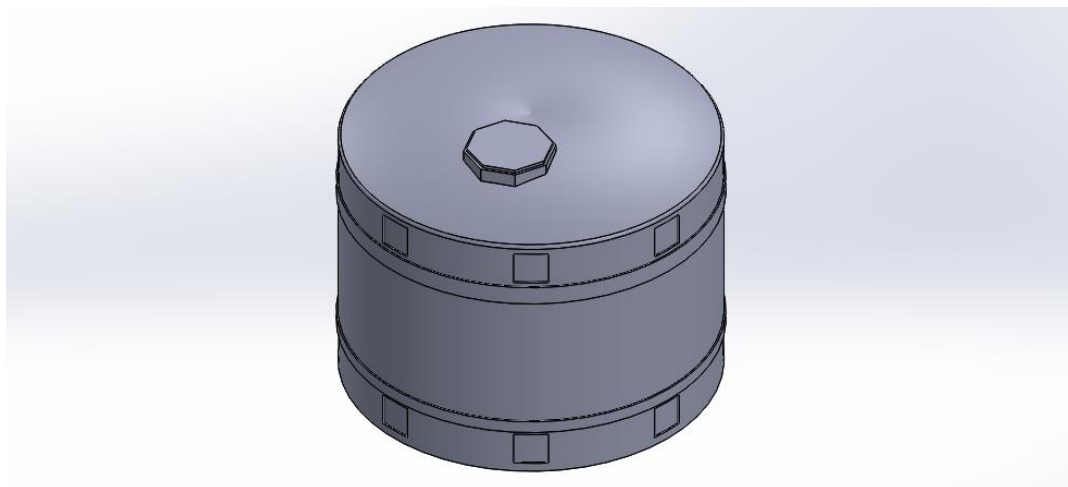


Imagen 26. Tanque de fabricación de nutrientes, TV-02

TV-03, Tanque de alimentación de nutrientes a reactor de crecimiento: Contiene la mezcla de agua del sistema de tratamiento mediante ozono/uv con los nutrientes necesarios para el crecimiento de las algas en el fotobiorreactor FBR-02. El tanque cuenta con una capacidad de 10 m<sup>3</sup>, diámetro de 2200 mm y una altura de 3100 mm.

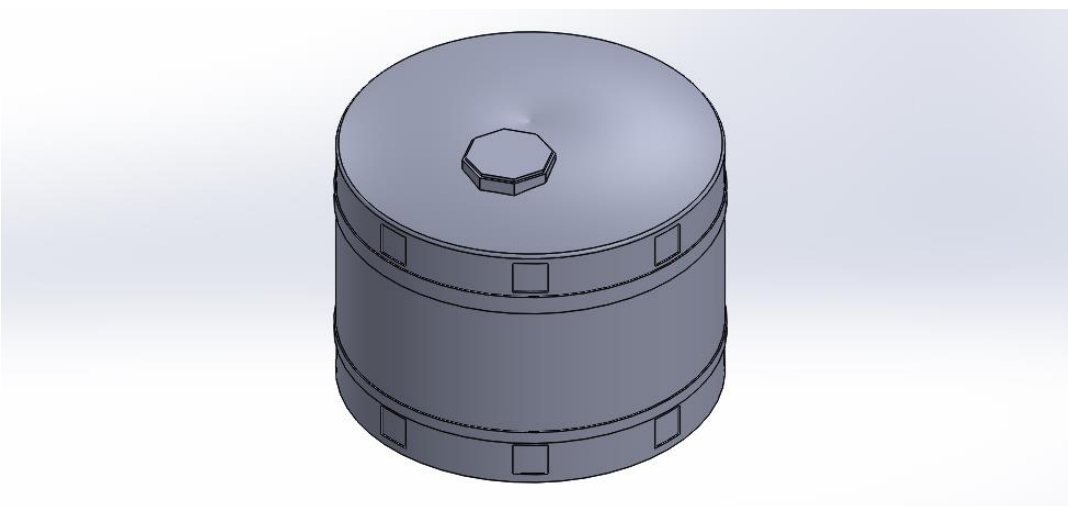


Imagen 27. Tanque de alimentación de nutrientes TV-03

TC-04, Tanque de reproducción: Su función es recibir a las microalgas provenientes de la etapa de incubación, este flujo se dosifica con una proporción de nutrientes

para posteriormente enviar a reproducción al fotobiorreactor FBR-01. El tanque cuenta con una capacidad de 5 m<sup>3</sup>, diámetro de 2200 mm y una altura de 1680 mm.

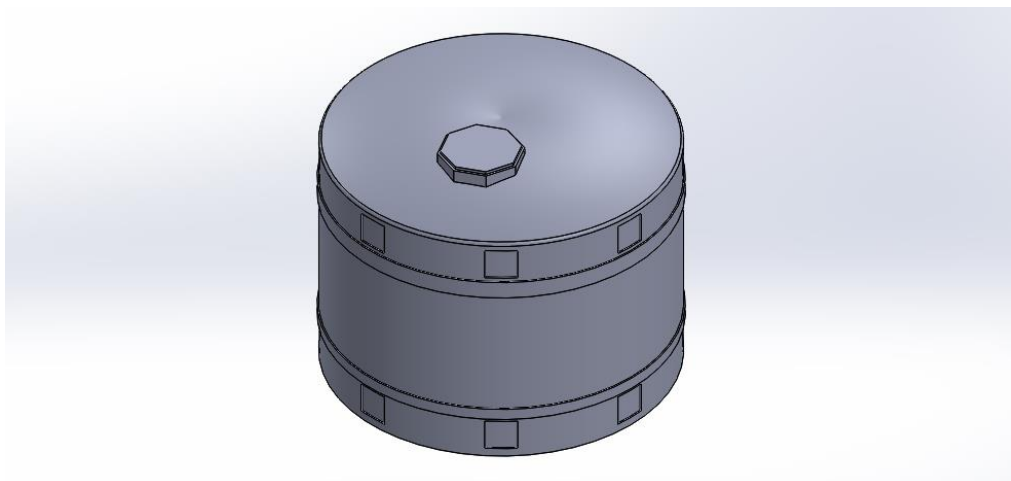


Imagen 28. Tanque de reproducción, TC-04

TC-06, Tanque de Drenajes: Tiene la función de recibir las descargas de los drenajes líquidos generados durante el proceso de incubación, reproducción y crecimiento de las algas. El tanque cuenta con una capacidad de 5 m<sup>3</sup>, diámetro de 2200 mm y una altura de 1680 mm.

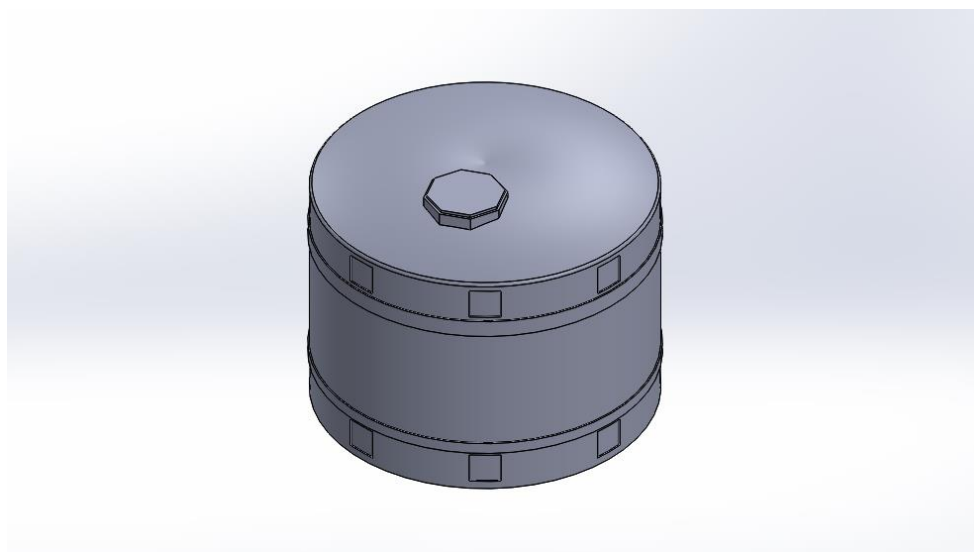


Imagen 29. Tanque de drenajes TC-06

TC-05, Tanque de biomasa: Su función es la recepción de la biomasa producida en el reactor tubular FBR-02, dicha biomasa posteriormente es enviada a

centrifugación mediante la bomba BA-108. El tanque cuenta con una capacidad de 22 m<sup>3</sup>, diámetro de 3000 mm y una altura de 3520 mm.

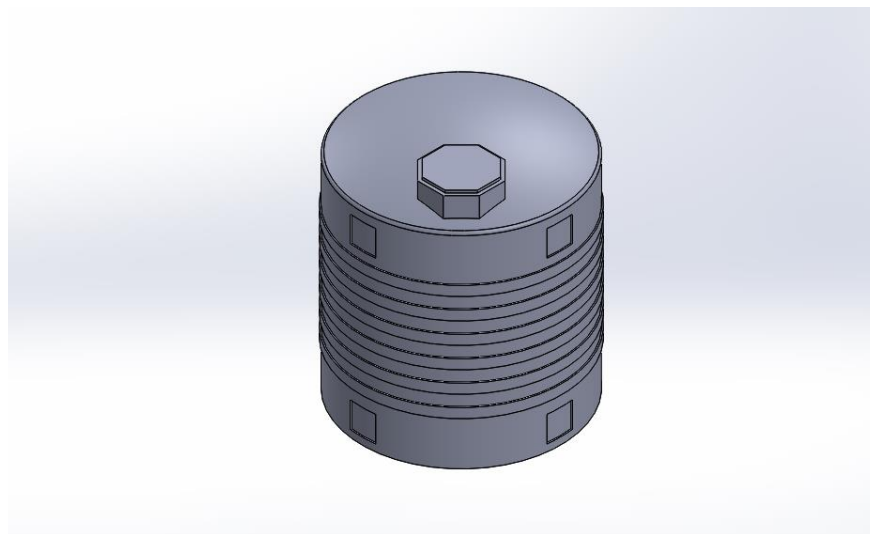


Imagen 30. Tanque de biomasa, TC-05

TV-07, Tanque de agua remanente: Se utiliza para contener el agua remanente producto de la centrifugación de la biomasa húmeda, una vez obtenida el agua se recirculará al tanque TV-03 para el aprovechamiento de los nutrientes que derivados del proceso pueda aún contener. El tanque cuenta con una capacidad de 22 m<sup>3</sup>, diámetro de 3000 mm y una altura de 3520 mm.

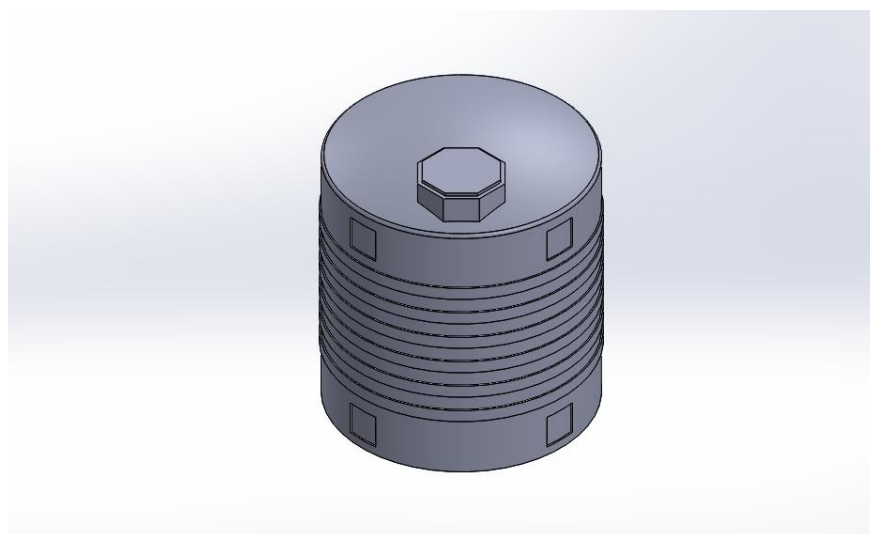


Imagen 31. Tanque de biomasa TC-07

#### 4.3.2 Bombas

La bomba BA-101 succiona el agua del tanque TV-100 con el fin de darle el tratamiento para purificación mediante osmosis inversa y ozonificación.

La imagen 32 muestra una vista isométrica de la bomba de agua potable. Presión de descarga:  $2.50 \text{ Kg/cm}^2$ , gasto:  $4.54 \text{ m}^3/\text{h}$  y una potencia de 1 Hp.

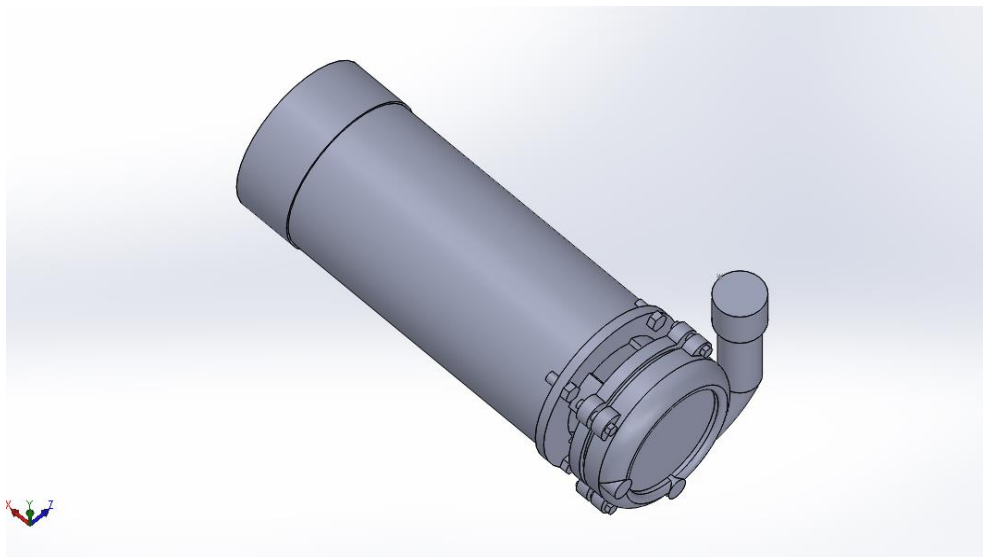


Imagen 32. Bomba de agua BA-101

La bomba a Sistema de Filtración (Ozono) BA-102 tiene la función de enviar el agua de contacto del tanque TV-101 al tanque de alimentación de nutrientes TV-03 y a los dosificadores de los tanques TC-04, TV-03 a razón de  $4.54 \text{ m}^3/\text{h}$ . La imagen 33 muestra la bomba del sistema de filtración (ozono).

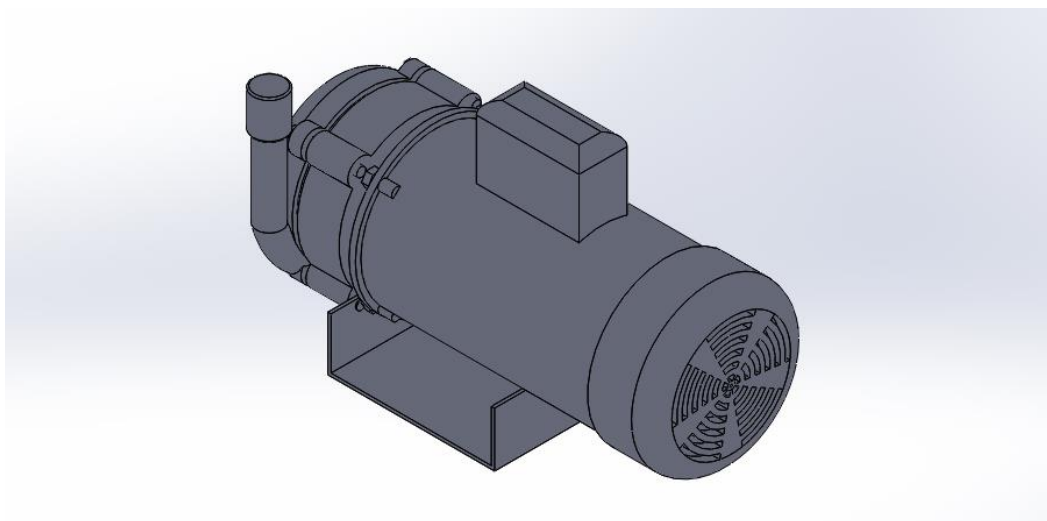


Imagen 33 Bomba a sistema de filtración BA-102

La bomba BD-01 succiona el agua tratada mediante osmosis inversa del tanque TV-01, para la alimentación de los reactores de incubación FBR-B1/B6, así como del envío de flujo de agua para lavado y retro lavado de los equipos de la planta en general.

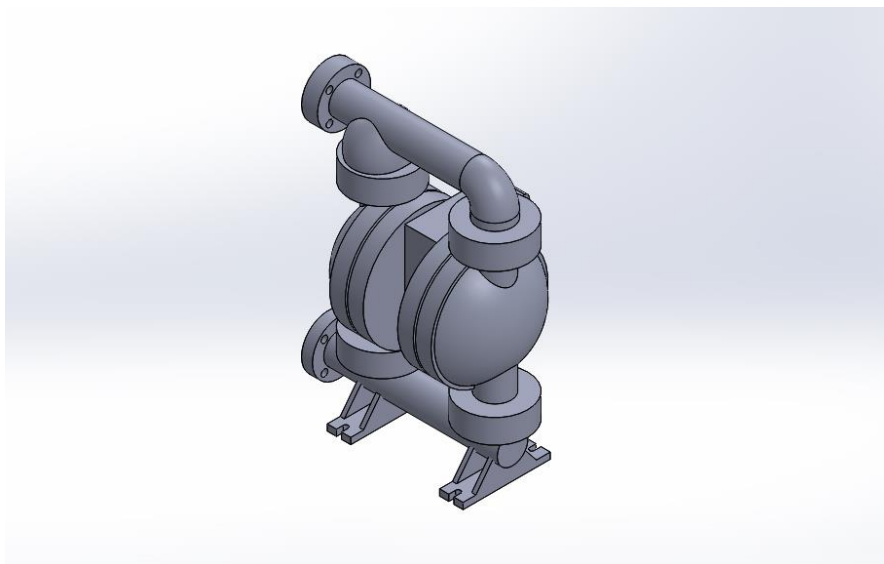


Imagen 34. Bomba BD-01

La bomba BD-02 succiona del TV-02 la mezcla de agua con nutrientes para posteriormente mezclarse con otra corriente de agua, nutriente madre, y ser depositada en el TV-03 para su envío a la bomba BD-03, la cual succiona la mezcla de agua con nutrientes para la alimentación del fotobiorreactor FBR-02.

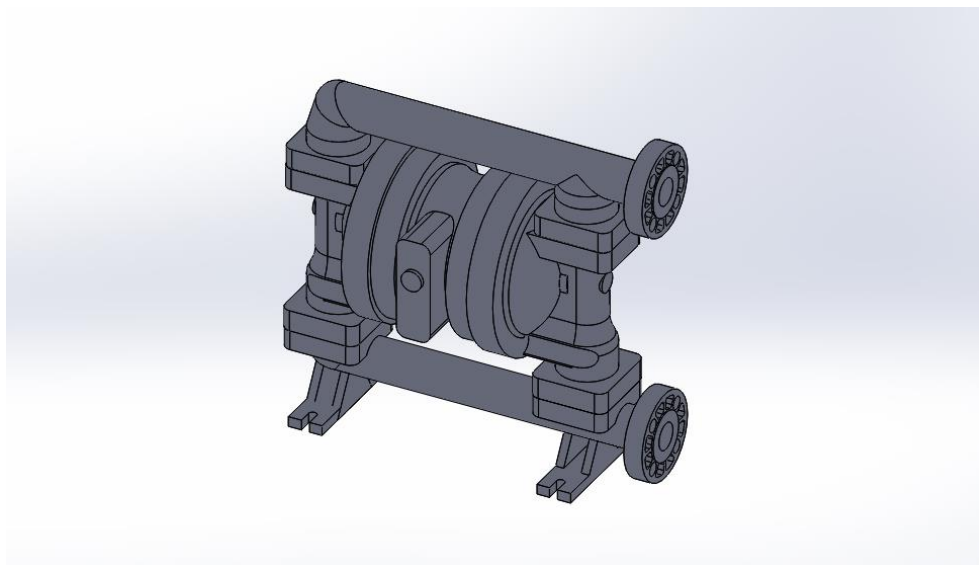


Imagen 35. Bomba BD-02



La bomba BD-04 succiona la mezcla de agua con micro algas del TC-04 al mezclador EZ-01 para posteriormente enviar a reproducción al FBR-01.

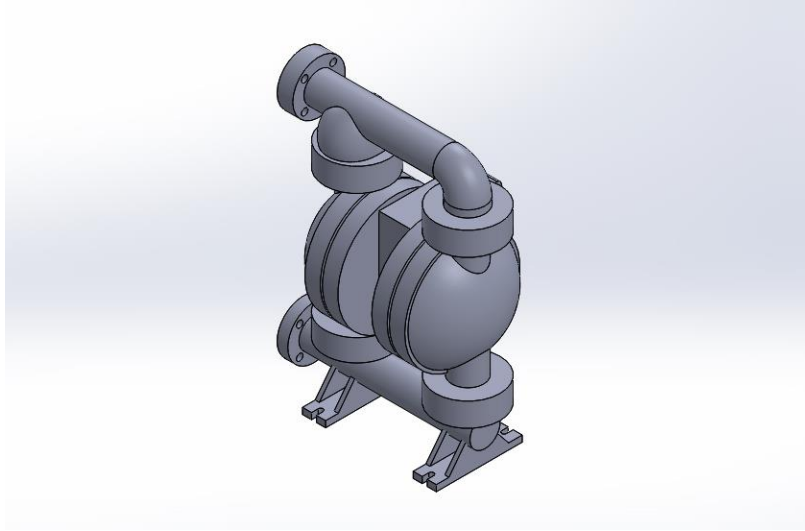


Imagen 36. Bomba BD-04

Las bombas BD-01 y BD-02 succionan flujo del FBR-01 para envío al FBR-02. Las bombas BD-02A/B/C succionan flujo del reactor de crecimiento FBR-02 enviado la biomasa obtenida al tanque TC-05. La bomba BD-106 succionará el flujo de agua remanente para el envío al TV-03 y aprovechar los nutrientes en la etapa de fabricación de los nutrientes enviados al FBR-02.

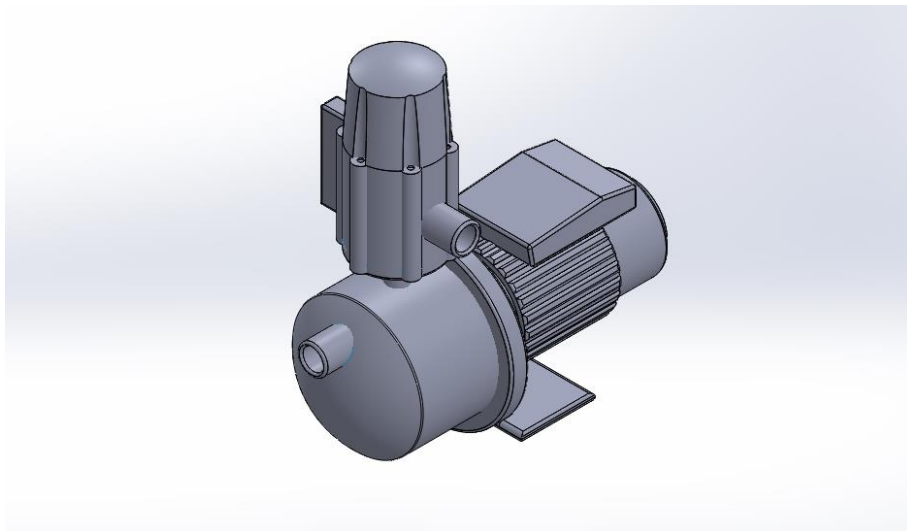


Imagen 37. Bomba a sistema de filtración BA-103

La bomba de agua remanente BA-106 tiene la función de enviar el agua remanente proveniente del tanque de floculación de la biomasa en un proceso intermitente a razón de 3.40 m<sup>3</sup>/h para su envío a tratamiento al sistema de agua de ósmosis

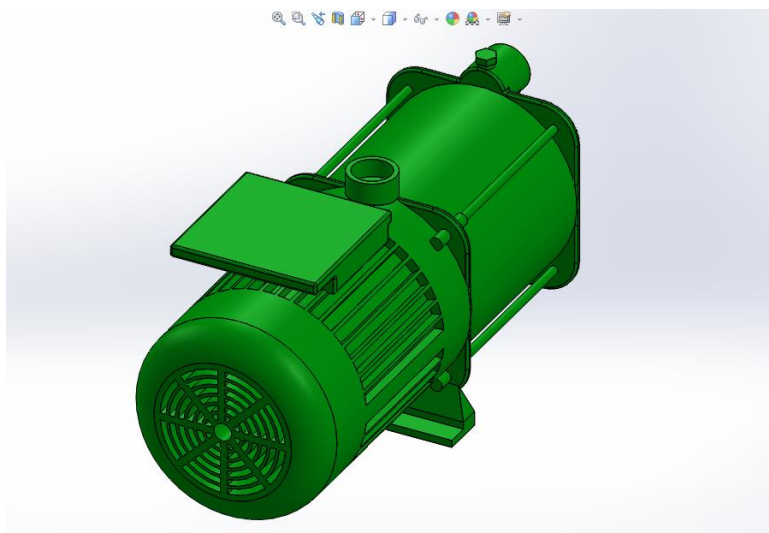


Imagen 38. Bomba de agua remanente BA-106

Imagen 39 centrifugadora con capacidad de 500 L/h y una potencia centrifuga de 14.7 HP

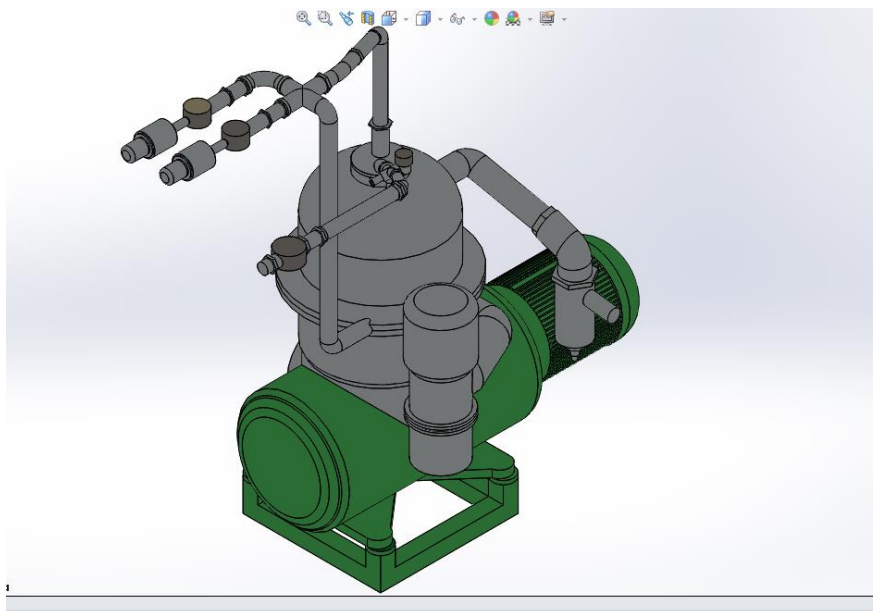


Imagen 39. Centrifugadora de biomas EC-01

Imagen 40. Centrifugadora con capacidad de 500 L/h y una potencia centrífuga de 14.7 HP

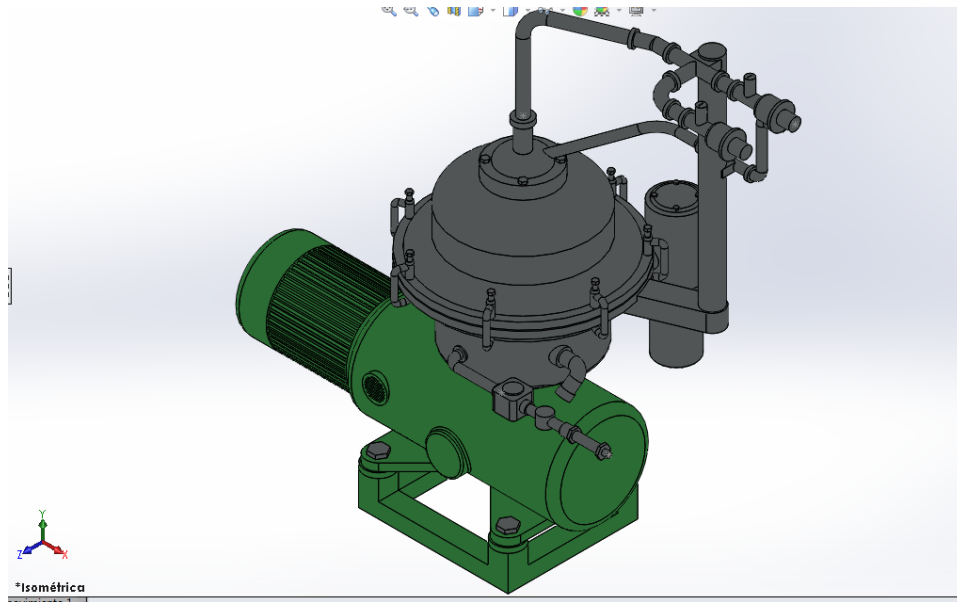


Imagen 40. Centrifugadora de biomas EC-02

#### 4.3.3 Secador de biomasa

La bomba BA-107 enviará la biomasa deshumidificada que se deposita en la tolva, a disposición del operador para su transporte manual al secador tipo charolas SE-01.

La imagen 33 muestra el secador de biomasa el cual tiene un largo de 2.20m, ancho de 1.25 y una altura de 1.62 m.

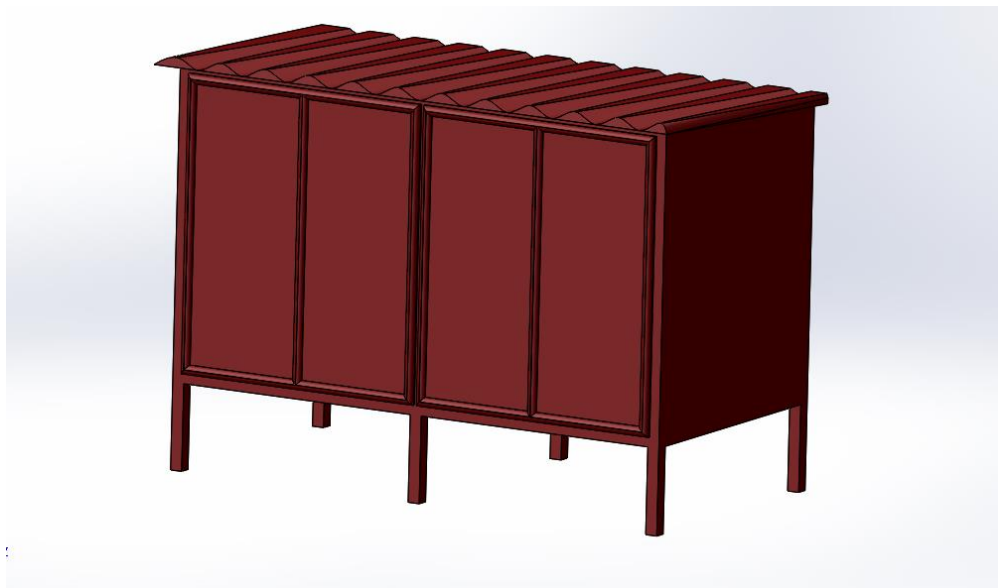


Imagen 41. Secador de biomasa SE-01

#### 4.3.4 Reactor de incubación

Imagen 42 muestra el modelado del reactor de incubación FBR B1/B6

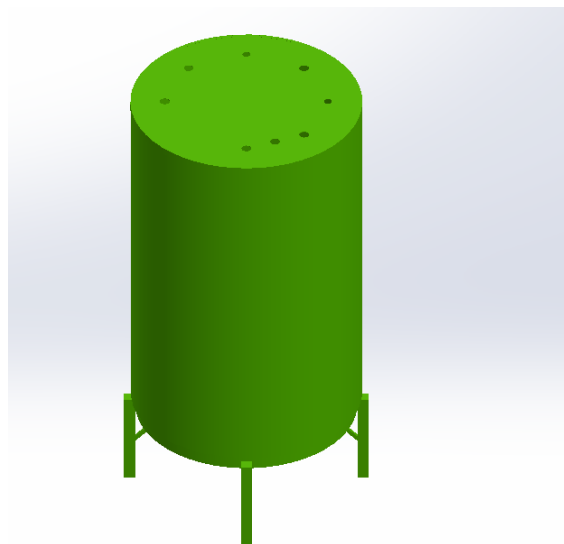


Imagen 42. Reactor de incubación

#### 4.3.5 Sistema de dosificación de cloro

La planta piloto, se integra de un sistema de tratamiento de agua mediante ozono y otro mediante osmosis inversa, los cuales suministran el flujo de agua requerido en las etapas de incubación, crecimiento y reproducción del proceso de cultivo de micro algas.

Los siguientes equipos integrarán la planta de tratamiento y purificación del agua:

FL-101/101-1, filtro de sedimentos: Su función principal es eliminar las partículas suspendidas que pueden provenir de la corrosión de las tuberías, granos de arena, materia orgánica, partículas arcillosas u otras, que estén presentes en la línea de suministro de agua de la red municipal.



Imagen 43. filtro de sedimentos

Sistema de cloración: Su función es la dosificación de cloro a la línea de alimentación al tanque TV-100, con el fin de darle la calidad para el proceso, dicha adición de cloro permite la oxidación de materia orgánica e inorgánica presentes en el agua, matando así virus y bacterias.

El sistema de cloración consta de los siguientes elementos:

Tanque de cloración, TV-100A: su función es almacenar la mezcla de agua clorada que alimenta a la bomba para la dosificación en el agua. La imagen 44 muestra una vista isométrica del tanque de cloración con capacidad de  $0.13\text{m}^3$

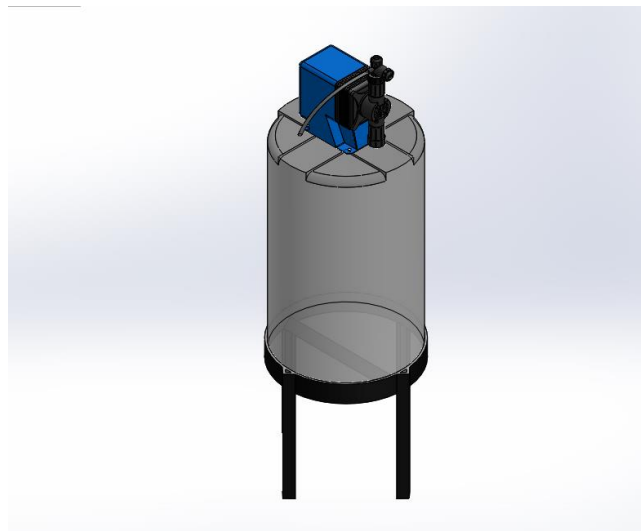


Imagen 44. Tanque de cloración TV-100A

BA-100, Bomba de cloración: su función es la dosificación del cloro mediante el ajuste de la perilla de frecuencia y longitud de pulso para mantener el nivel adecuado de cloro para operación. La Imagen 45 muestra la vista isométrica de la bomba de cloración la cual es de tipo diafragma con una potencia de 1 Hp.

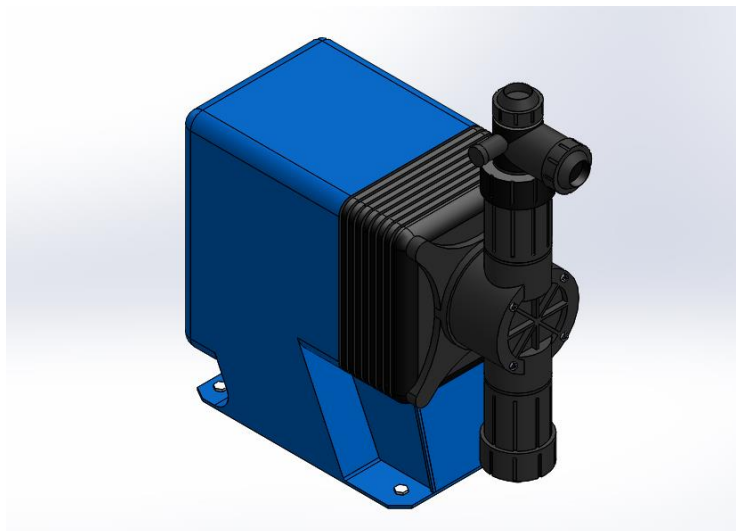


Imagen 45. Bomba BA-100

FA-100, Filtro de zeolita: su función es la retención de sedimentos que se presenten después de la cloración del agua

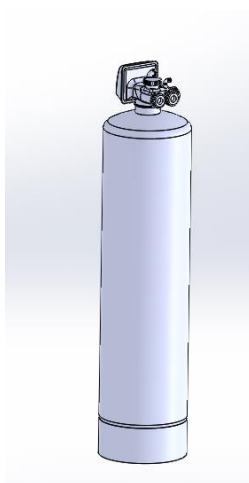


Imagen 46. Filtro de zeolita

FC-100, filtro de carbón activado: Se utiliza para eliminar los contaminantes orgánicos de bajo peso molecular y que se encuentren en bajas concentraciones, así como de eliminar olor y color que el agua pueda presentar.

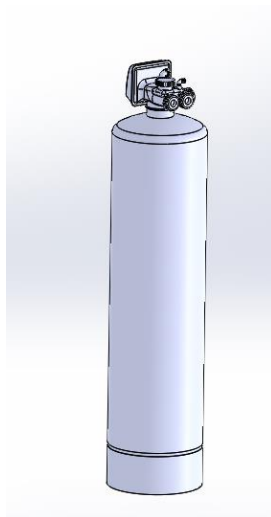


Imagen 47. Filtro de carbón activado

DO-100, Dosificador de ozono: Se requiere de dosificación de ozono para el aseguramiento de la calidad microbiana del agua en el proceso y atacar una posible contaminación del medio ambiente, eliminando bacterias y microorganismos.

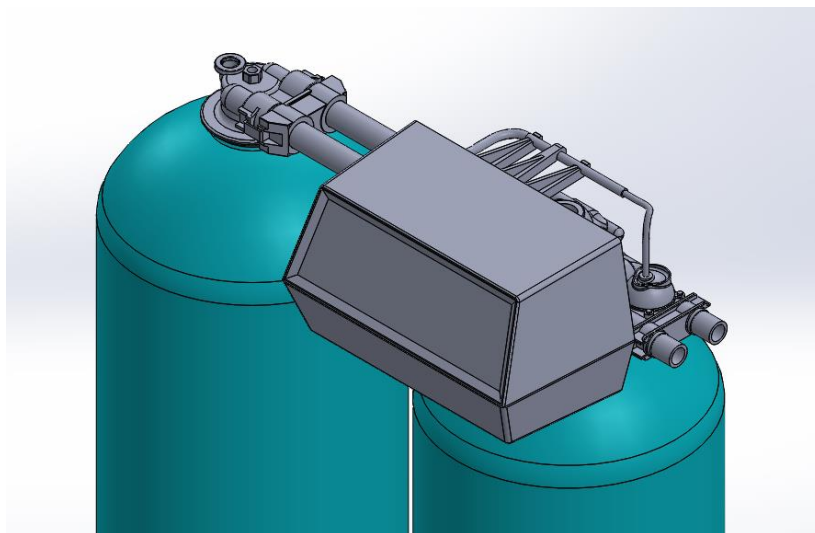


Imagen 48. Dosificador de ozono

FL-102, Filtro pulidor: su función es actuar como barrera para la retención de sedimentos y residual de ozono, acondicionando el agua para proceso.

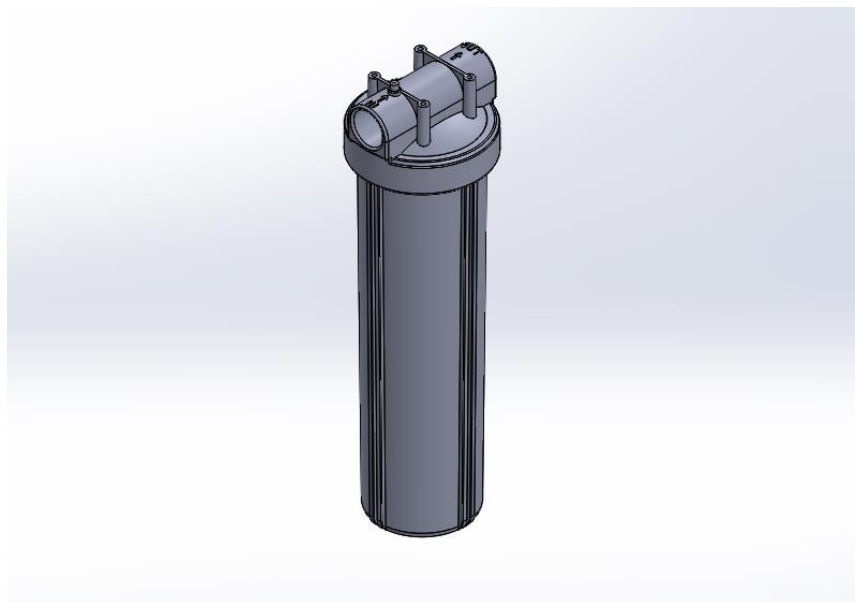


Imagen 49. Filtro pulidor

#### 4.3.6 Secador de aire de instrumentos

Imagen 50. La figura muestra una vista isométrica del secador de aire de instrumentos el cual tiene una capacidad de 327.12 m<sup>3</sup>/h

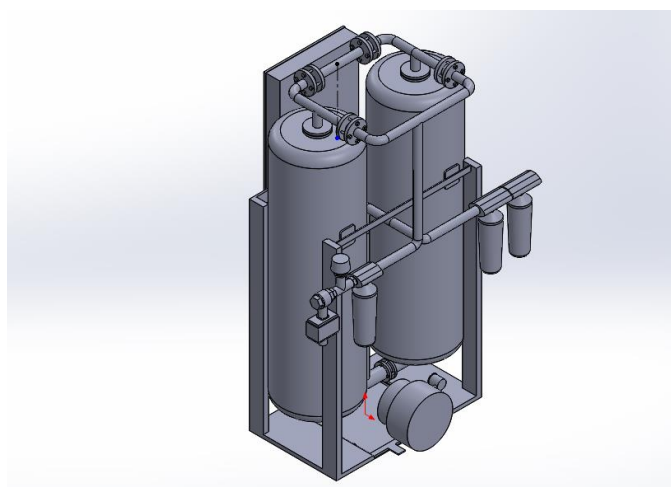


Imagen 50. Secador de aire de instrumentos SA-500



#### 4.3.7 Tolva de biomasa

La biomasa húmeda recolectada en el tanque TV-05 será enviada mediante la bomba BD-108 a centrifugado, obteniendo como productos biomasa deshumidificada que será enviada a la tolva TK-400 y agua remanente la cual se depositará en el tanque TV-107. La imagen 43 muestra la tolva para floculación de biomasa con un diámetro de 0.98 m una altura de 1.55 m y una capacidad de 0.6 m<sup>3</sup>. La imagen 51 muestra la tolva para floculación de biomasa

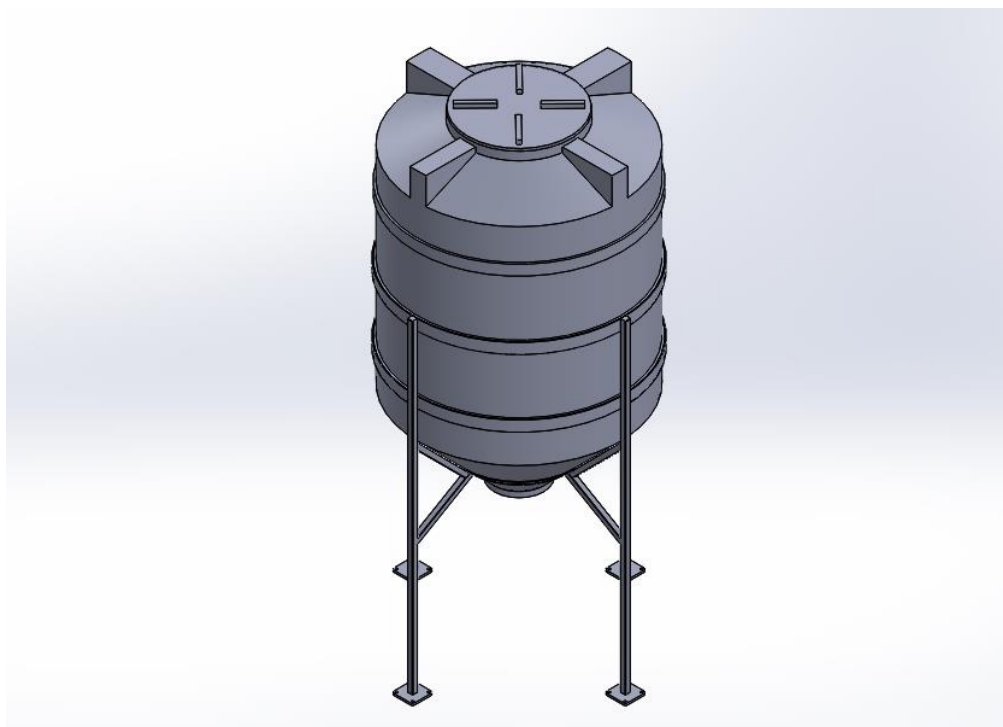


Imagen 51. Tolva de Biomasa TK-400

#### 4.3.8 Soplador de aire SO-500 A/B

El Soplador de aire SO-500A/B, tiene la función de suministrar el gas enriquecido con  $\text{CO}_2$  a tanques y fotobiorreactores para el crecimiento y reproducción de las algas en la Fase I.

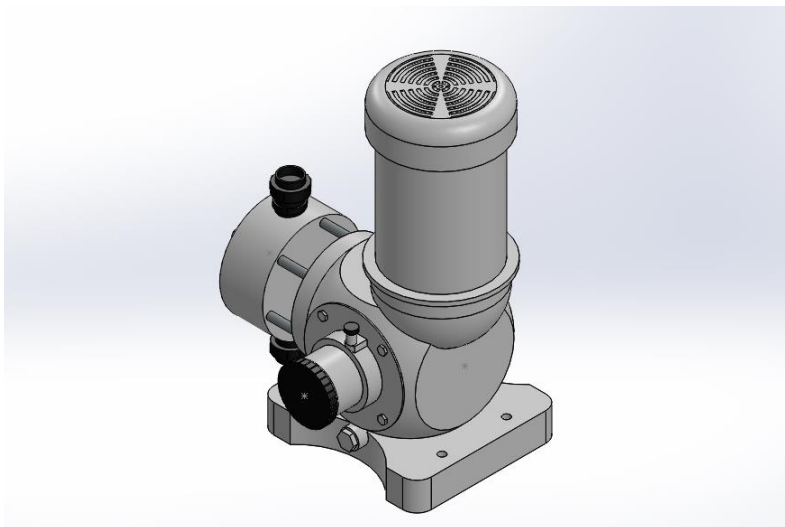


Imagen 52. Soplador de aire

#### 4.4 Ubicación de equipos mecánicos.

La imagen 53 muestra la ubicación de todos los equipos mecánicos con los que cuenta la planta

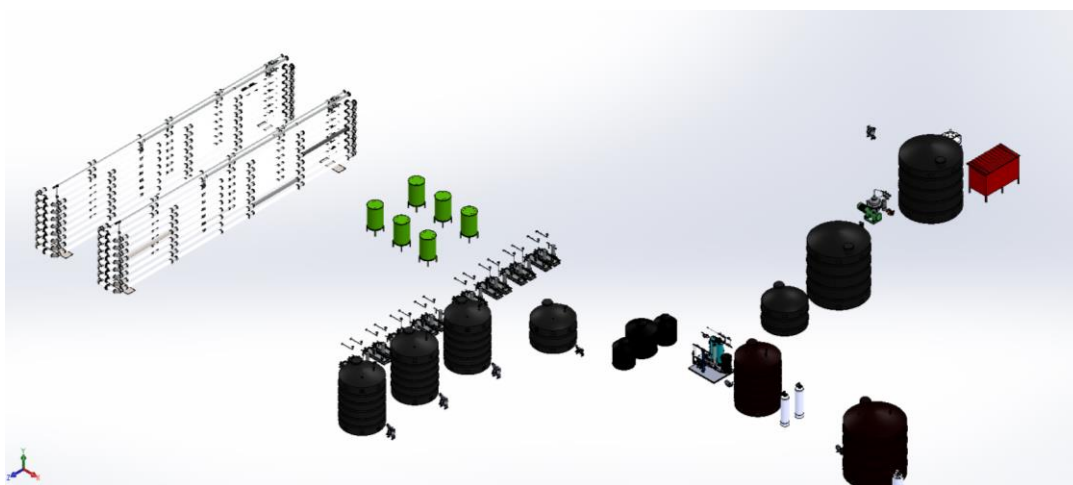


Imagen 53. Ubicación de equipos mecánicos

#### 4.4 Modelado de plano civil

Dentro de esta sección se presenta el modelado del plano civil el cual muestra las características del terreno en el cual se establece la ubicación de la planta piloto, dicho terreno se localiza concretamente en las coordenadas geográficas  $18^{\circ} 7'20.78''$  de latitud Norte y  $93^{\circ} 10'43.27''$  de longitud Oeste, así como a una altura sobre el nivel del mar de 8m aproximadamente.

La imagen 54 muestra una vista isométrica del modelado final de la parte civil planta, en dicha imagen se puede observar los laboratorios, la cama de arena del FBR 02, el área verde, así como la entrada y salida de la planta, el área de laboratorios, cuarto de máquinas y estacionamiento.

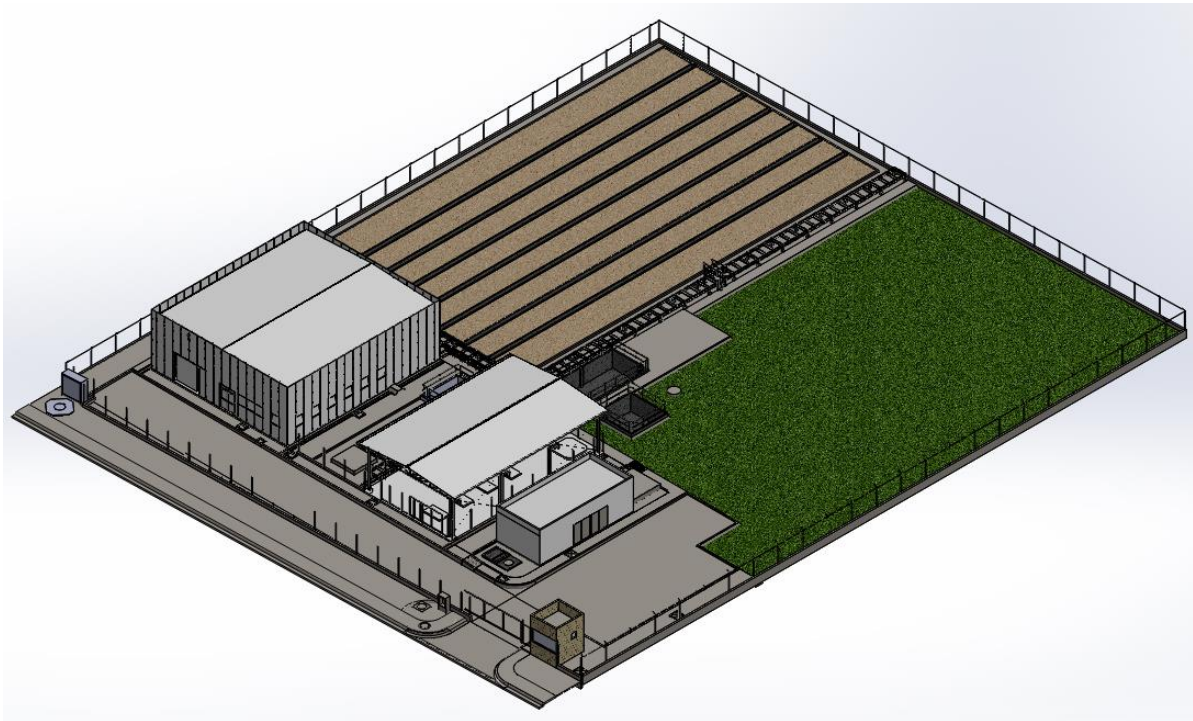


Imagen 54. Plano civil completo

La imagen 55 muestra una vista isométrica de la entrada y salida de la planta.

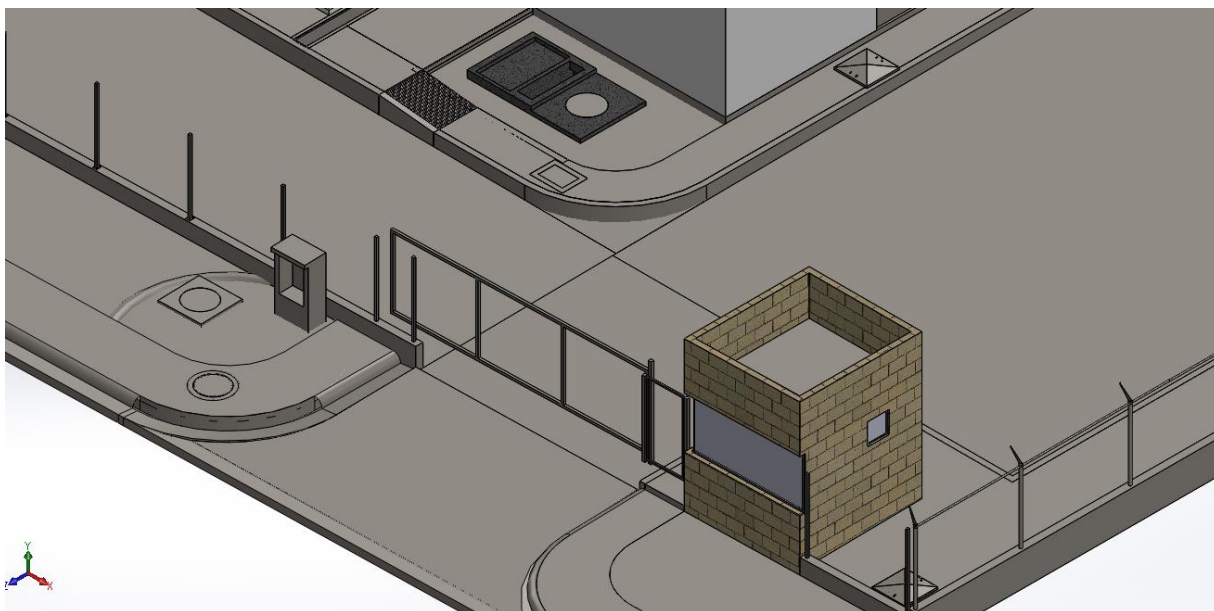


Imagen 55. Entrada a la planta

Imagen 56 muestra el modelado del interior del laboratorio químico en cual contiene el FBR-01 en el cual se da lugar la etapa de reproducción de microalgas.

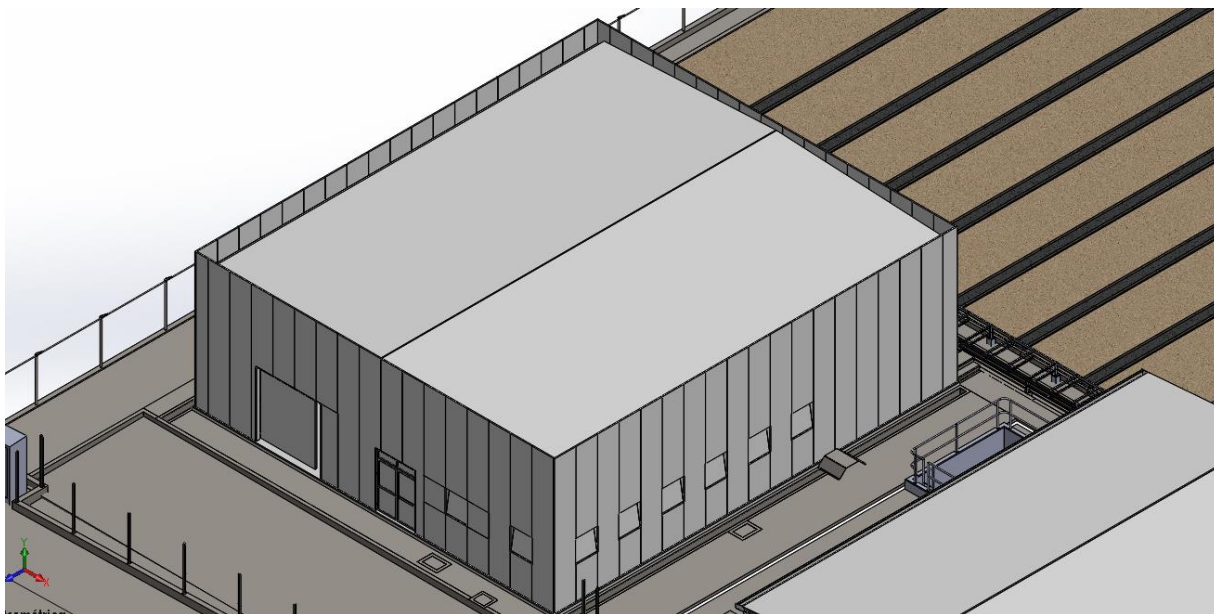


Imagen 56. Laboratorio químico FBR-01



La imagen 57 muestra una vista isométrica del laboratorio de esterilización de agua en el cual se llevan a cabo los tratamientos de ozonificación y osmosis inversa para la purificación del agua.

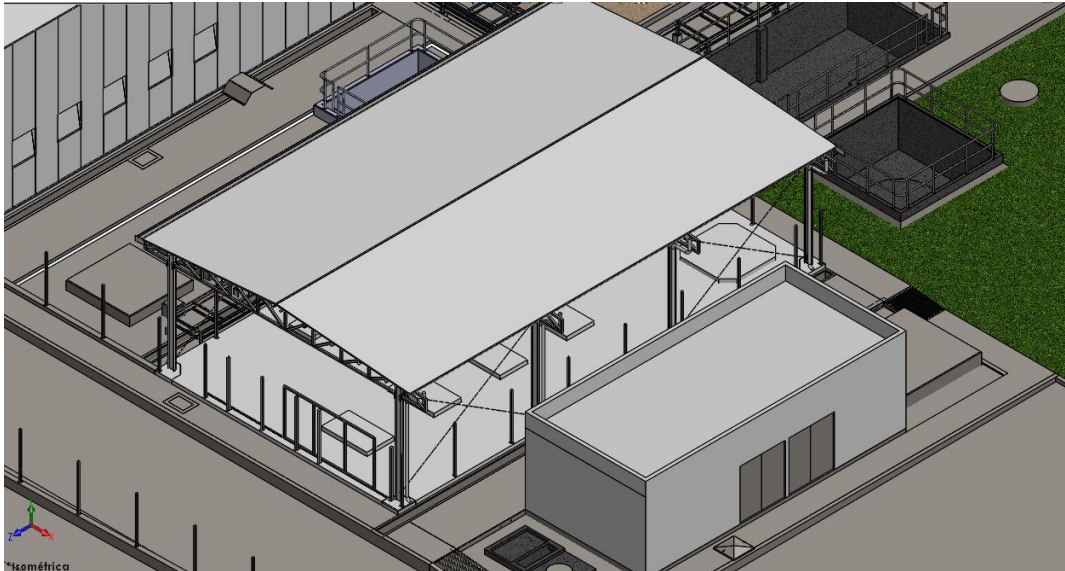


Imagen 57. Esterilización de agua

La imagen 58 muestra una vista isométrica de la cama de arena sobre la cual estará ubicada el fotobiorreactor, su principal función es la de soportar al FBR-02, cuenta con trincheras que sirven para desalojar agua de lluvia, así como para alojar las tuberías de gas.

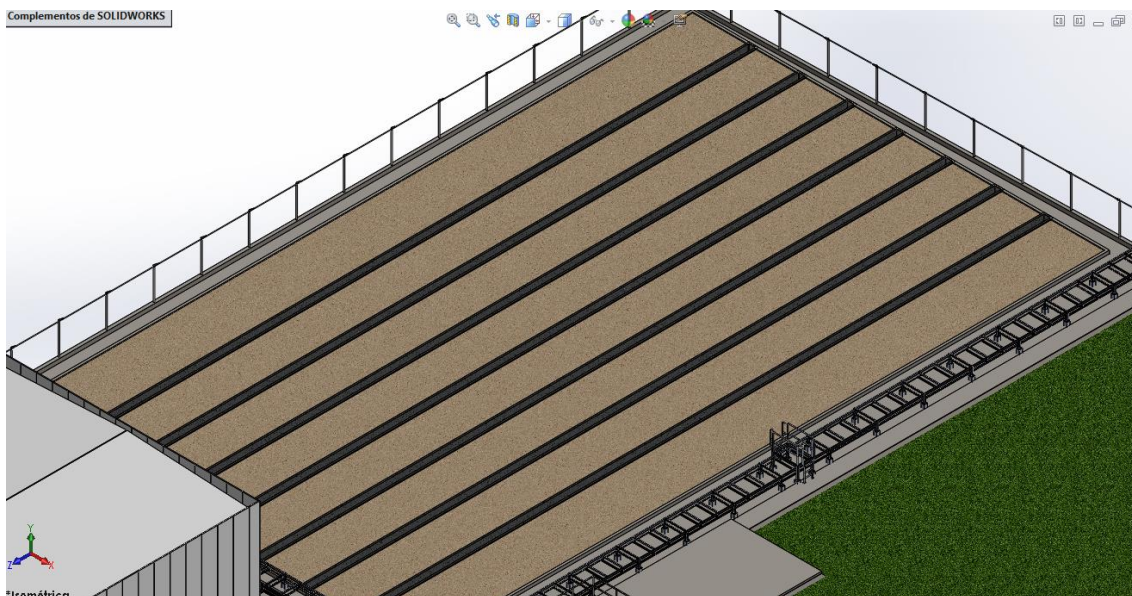


Imagen 58. Cama de arena para fotobiorreactor FBR-02



La imagen 59 muestra la ubicación de las fosas en las que van ubicados los tanques, su principal función es la de contener el material de los tanques en caso de que se lleguen a presentar fugas o roturas en el tanque.

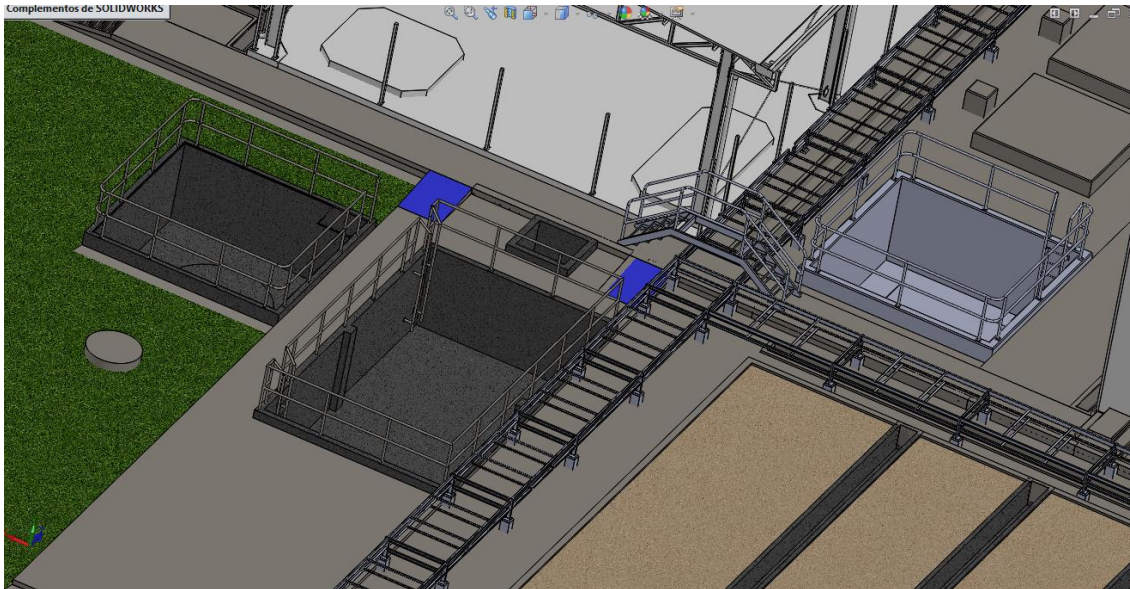


Imagen 59. Fosas para tanques y sistemas de drenajes

La imagen 60 muestra una vista isométrica del área verde de la planta, dicha área da una mejor apariencia a la planta y su principal objetivo es dar una imagen de responsabilidad ambiental.



Imagen 60. Área verde

#### 4.5 Modelado de líneas de tubería

La planta productora de biodiesel cuenta con un sistema de tuberías y equipos mecánicos los cuales brindan el servicio a toda la planta.

La nomenclatura para identificar cada uno de los servicios es la siguiente:

- **AB** Agua blanda
- **AL** Agua de lavado
- **AN** Agua con nutrientes
- **AOI** Agua de osmosis inversa
- **AO** Agua de ozonificación
- **AP** Aire de planta
- **ARE** Agua remanente
- **AR** Agua de retrolavado
- **AS** Agua potable
- **BM** Biomasa
- **DN** Dosificación de nutrientes
- **DP** Drenaje
- **MA** Microalgas
- **SAI** Suministro de aire de instrumentos
- **SGE** Suministro de gas enriquecido
- **RGA** Recolección de gas agotado

**Los materiales utilizados para el modelado de la planta son:**

- **CPVC** Policloruro de vinilo clorado
- **PT** Polímero transparente
- **AI** Acero inoxidable
- **AC** Acero al carbón
- **GAL** Galvanizado
- **PVC** Policloruro de vinilo

La tabla siguiente muestra los colores con los cuales se identificó cada uno de los sistemas de tuberías que se modelaron, así como, el servicio que proporcionan.

SERVICIO	SIGNIFICADO	NOMBRE DE LAYER	COLOR
AB	Agua blanda	LYRSS-01-AB	
AL	Agua de Lavado	LYRSS-01-AL	
AN	Agua de Nutrientes	LYRSS-01-AN	
AO	Agua de Ozonificación	LYRSS-01-AO	
AOI	Agua de Osmosis Inversa	LYRSS-01-AOI	
AP	Aire de planta	LYRSS-01-AP	
ARE	Agua remanente	LYRSS-01-ARE	
AR	Agua de Retrolvado	LYRSS-01-AR	
AS	Agua potable	LYRSS-01-AS	
BM	Biomasa	LYRSS-01-BM	
DN	Dosificación de Nutrientes	LYRSS-01-DN	
DP	Drenaje	LYRSS-01-DP	
MA	Microalgas	LYRSS-01-MA	
RGA	Retorno de Gas agotado	LYRSS-01-RGA	
SAI	Suministro de Aire de instrumentos	LYRSS-01-SAI	
SGE	Suministro de Gas Enriquecido.	LYRSS-01-SGE	

#### 4.5.1 Tubería de agua blanda.

Tubería de material CPVC que transporta agua que se caracteriza por tener una concentración de cloruro de sodio y una cantidad de iones de calcio y magnesio demasiado bajas.

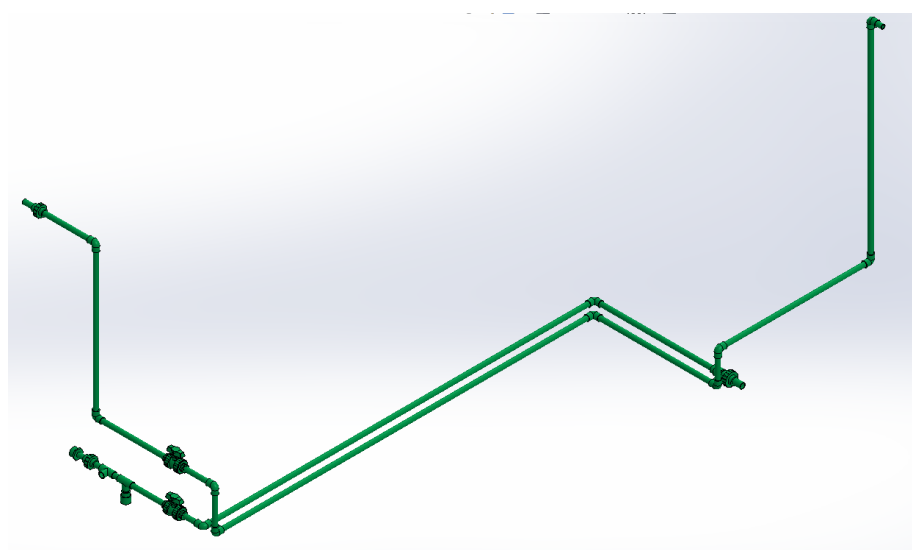


Imagen 61. Tubería de agua blanda



#### 4.5.2 Tubería de agua de nutrientes

Tubería de material CPVC, su servicio va del tanque TV-02 hacia el tanque TV-03, así como también hacia la bomba de agua BD-02.

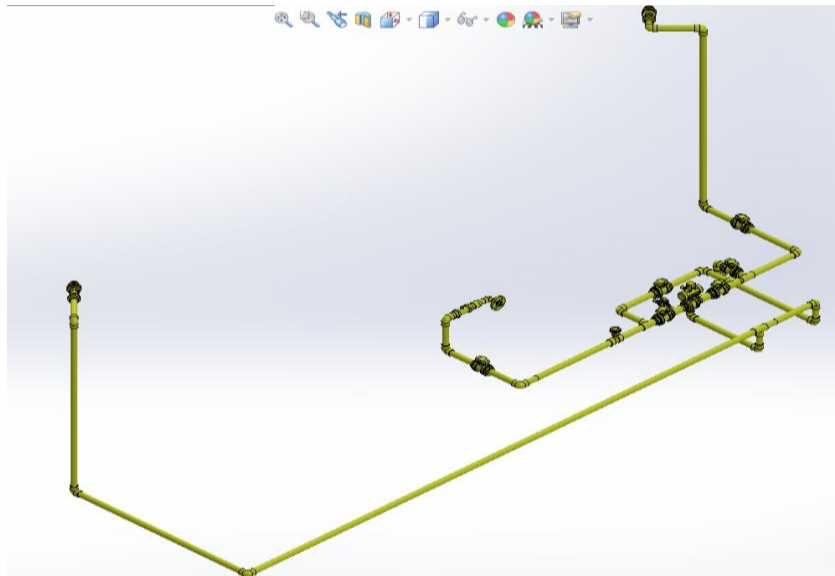


Imagen 62. Tubería de agua de nutrientes

#### 4.5.3 Tubería de agua de osmosis inversa.

Tubería de material CPVC, brinda agua purificada mediante osmosis inversa a los diferentes puntos de la planta donde se utiliza.

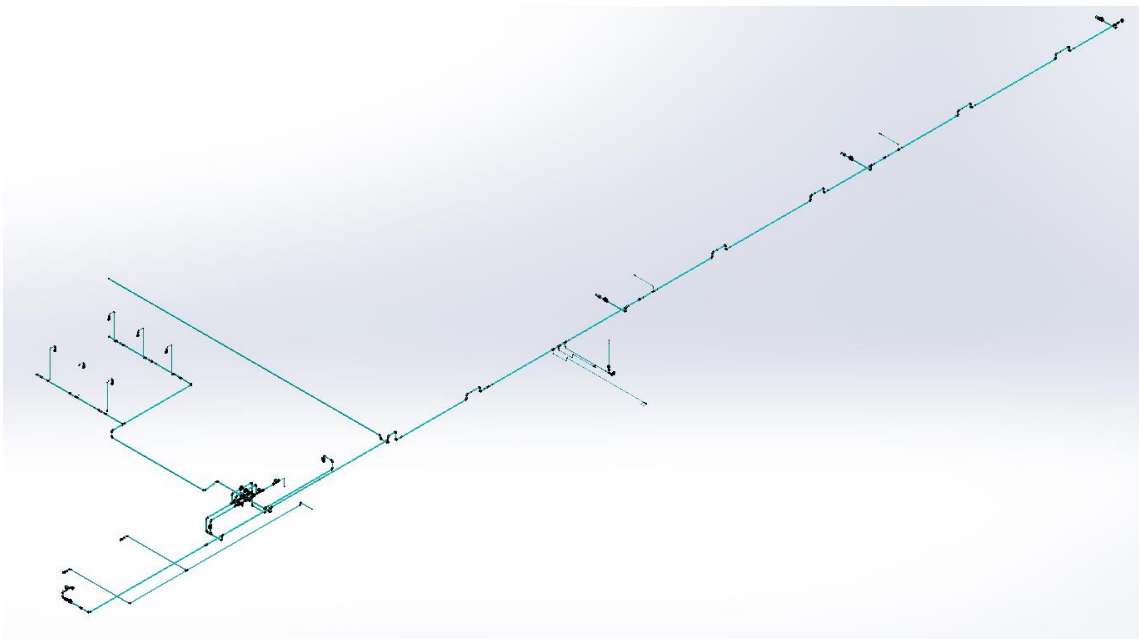


Imagen 63. Tubería de agua de osmosis inversa

#### 4.5.4 Tubería de agua de ozonificación

Tubería de material CPVC que llega agua ozonificada hacia los diferentes puntos de la planta donde se requiere.

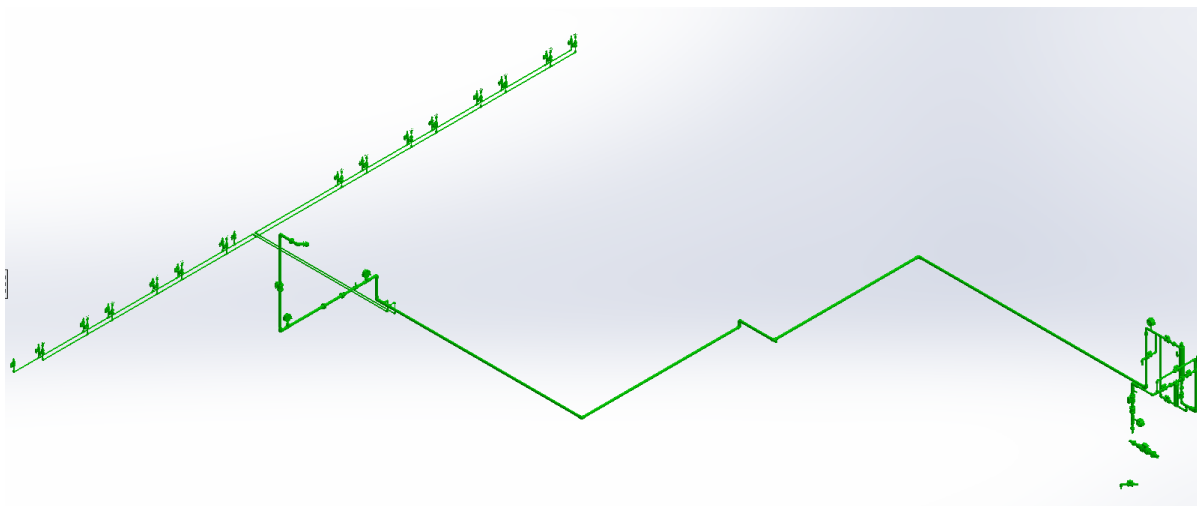


Imagen 64. Tubería de agua de ozonificación

#### 4.5.5 Tubería de aire de planta.

Tubería de acero al carbón mediante la cual se proporciona aire.

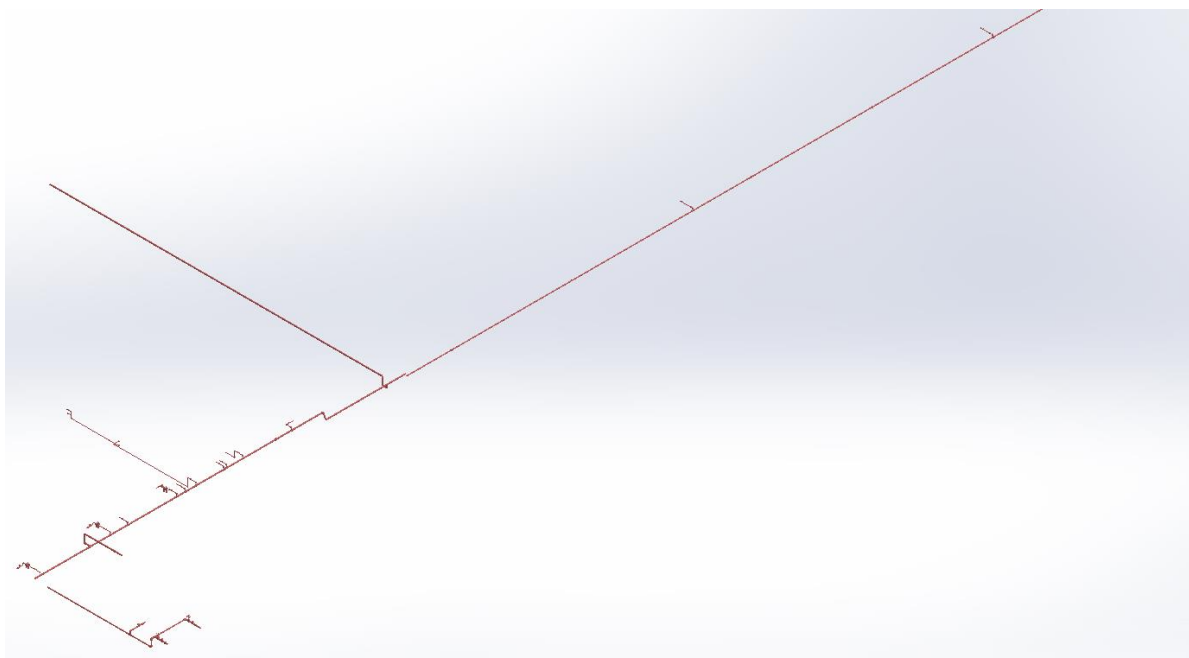


Imagen 65. Tubería de aire de planta.

#### 4.5.6 Tubería de agua remanente

Tubería de material CPVC que brinda servicio del EC-01 hacia el TV-07 posteriormente a la bomba de succión BA-106 y finaliza en el TV-03.

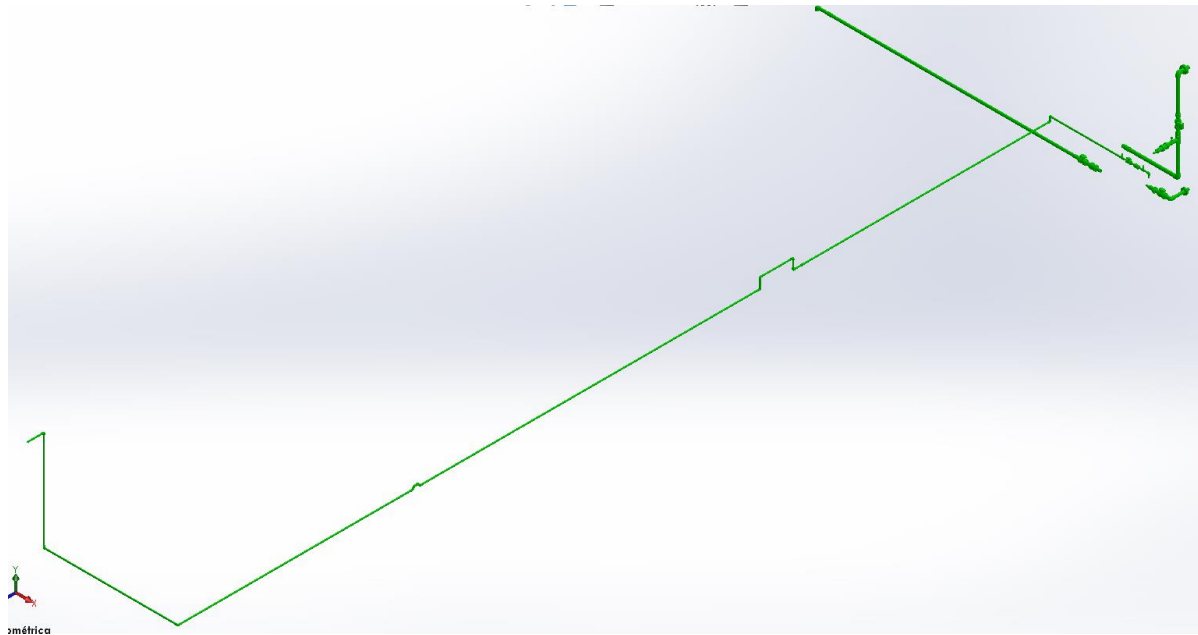


Imagen 66. Tubería de agua remanente

#### 4.5.7 Tubería de agua de retrolavado

Tubería de material CPVC que lleva agua como fluido y cuyo servicio va de la tubería AOI hacia la tubería MA y BM.

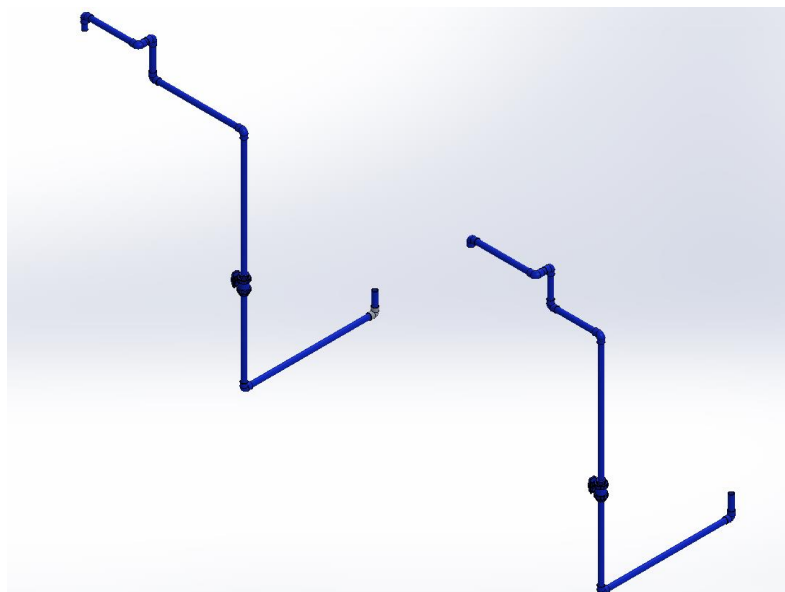


Imagen 67. Tubería de agua de retrolavado

#### 4.5.8 Tubería de agua potable.

Tubería de material CPVC, conecta con la red de agua municipal y su servicio va hacia el TV-100 la bomba BA-101n hacia el sistema de osmosis /ozono, TV-101, US-100, agua a servicios y agua a laboratorios.

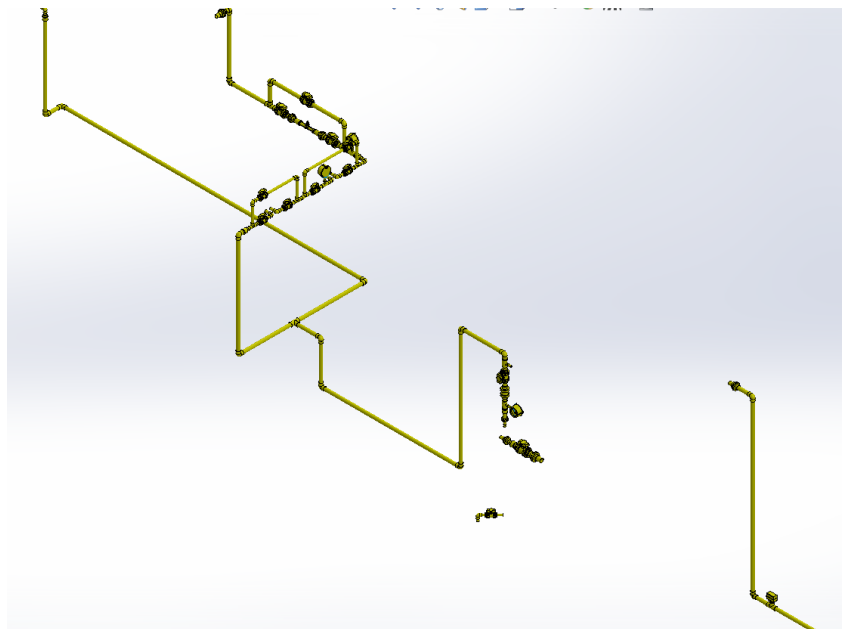


Imagen 68. Tubería de agua potable.

#### 4.5.9 Tubería de Biomasa.

Tubería que parte de la bomba de descarga BD-02C pasando por el VC-400, TC-05 y finalizando en el DREN.

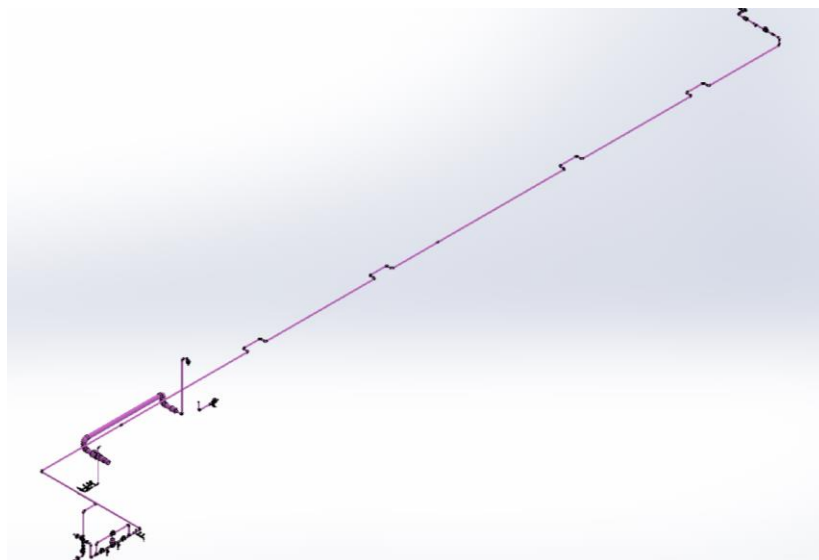


Imagen 69. Tubería de Biomasa.

#### 4.5.10 Tubería de dosificación de nutrientes

Tubería de aluminio encargada de la dosificación de nutrientes en las etapas de reproducción y crecimiento de las microalgas.

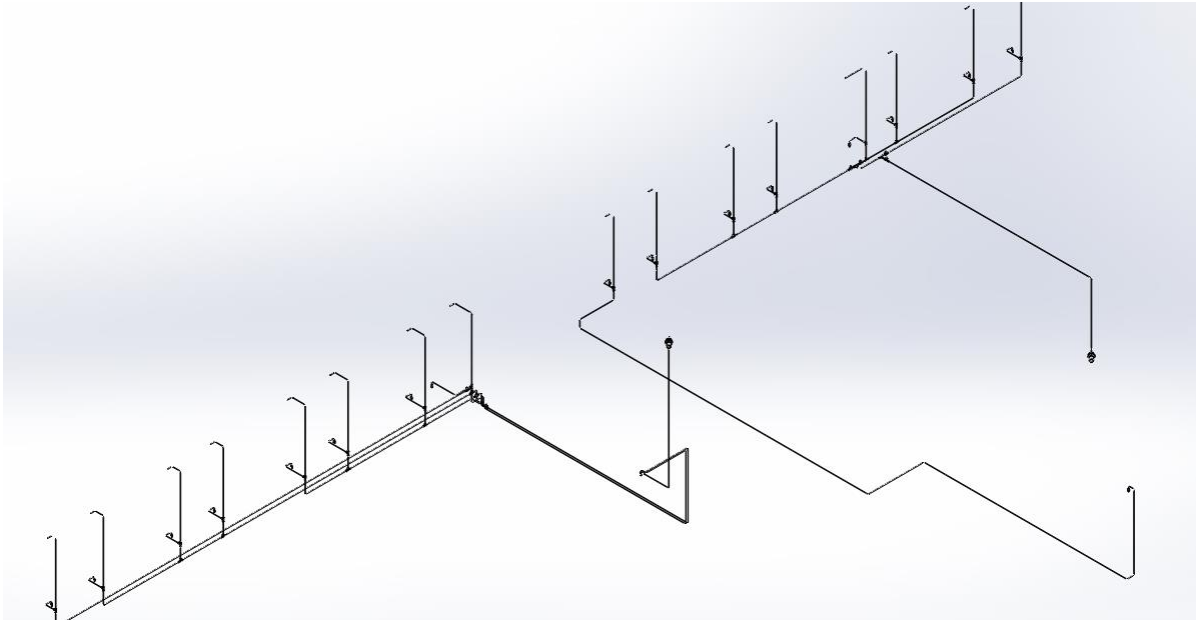


Imagen 70. Tubería de dosificación de nutrientes

#### 4.5.11 Tubería de drenaje

La tubería de drenaje es la encargada de desalojar las sustancias que han sido ocupadas y ya no se requieren en el proceso.

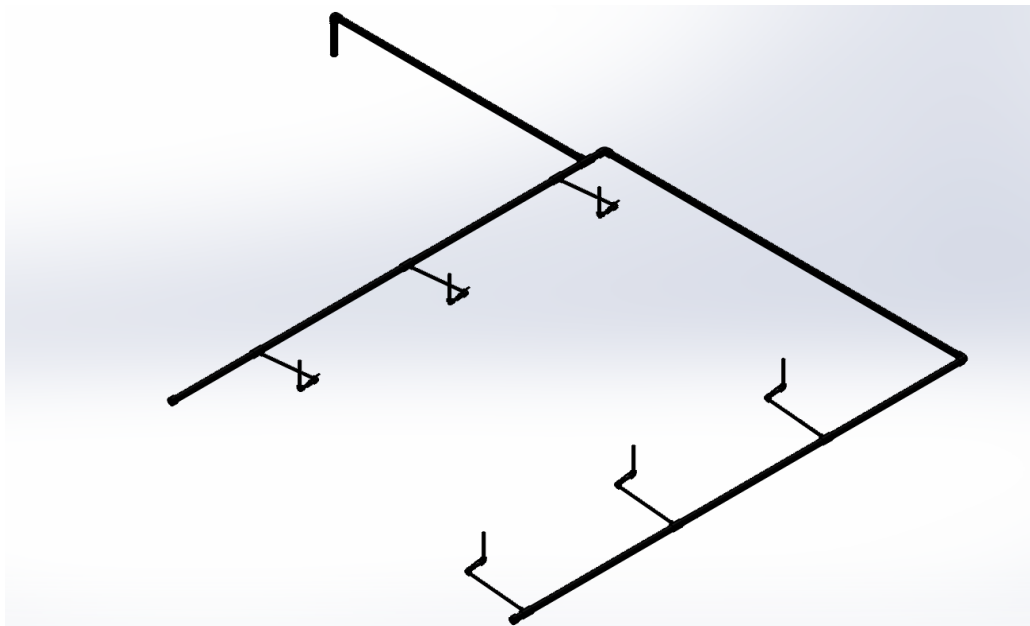


Imagen 71. Tubería de drenaje

#### 4.5.12 Tubería de microalgas

Tuberías de material CPVC y acero inoxidable encargadas del transporte y distribución de las microalgas hacia los fotobiorreactores FBR-01 y FBR-02, así como a los equipos de almacenaje TC-04 por medio de la bomba de succión BD-04.

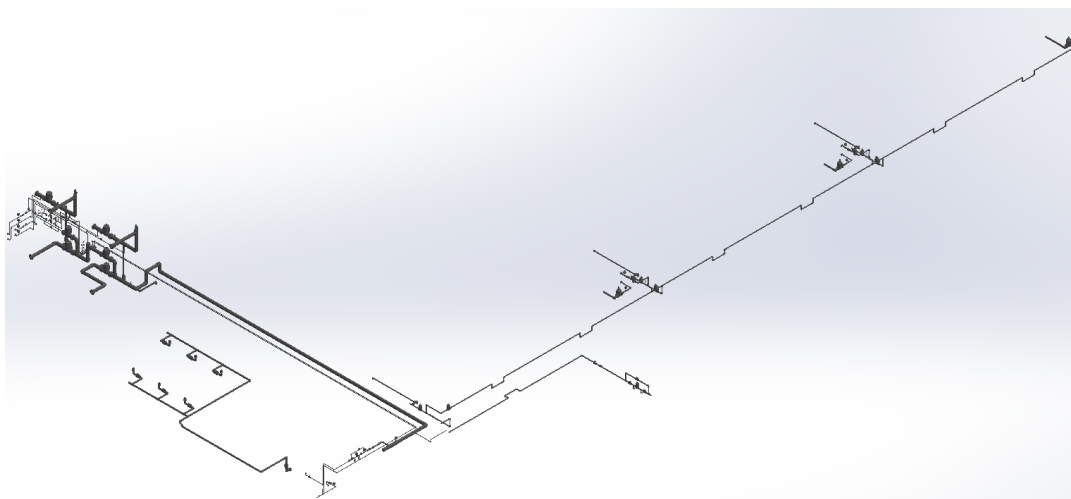


Imagen 72. Tubería de microalgas

#### 4.5.13 Tubería de suministro de aire de instrumentos.

Tubería de acero al carbón encargada de suministrar aire a los instrumentos y a la planta

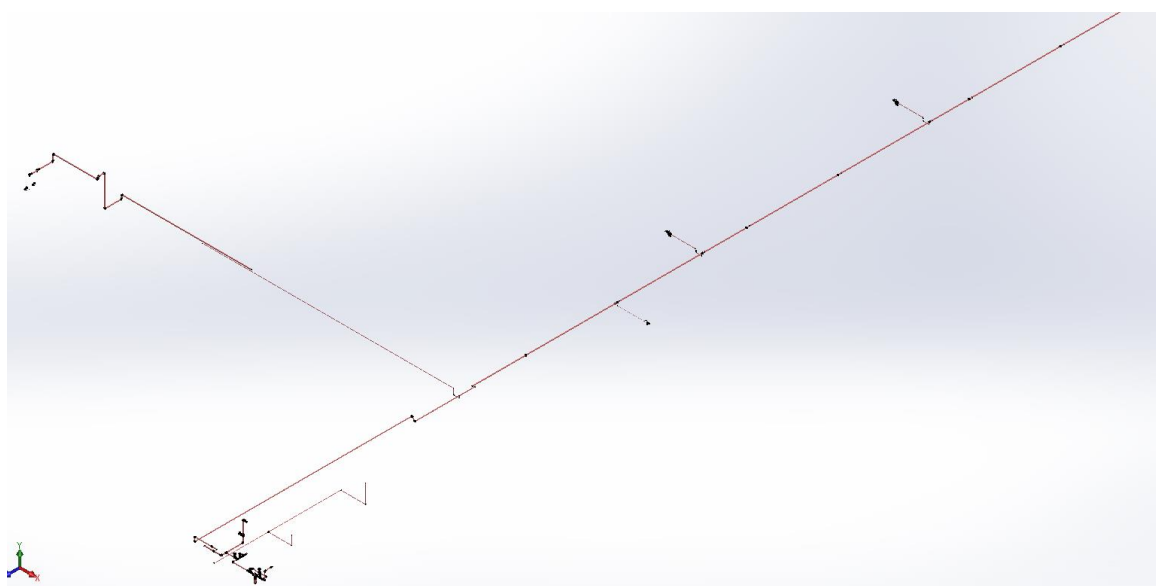


Imagen 73. Tubería de suministro de aire de instrumentos.

#### 4.5.13 Tubería de suministro de gas enriquecido

Encargada del suministro de gas enriquecido a la planta.

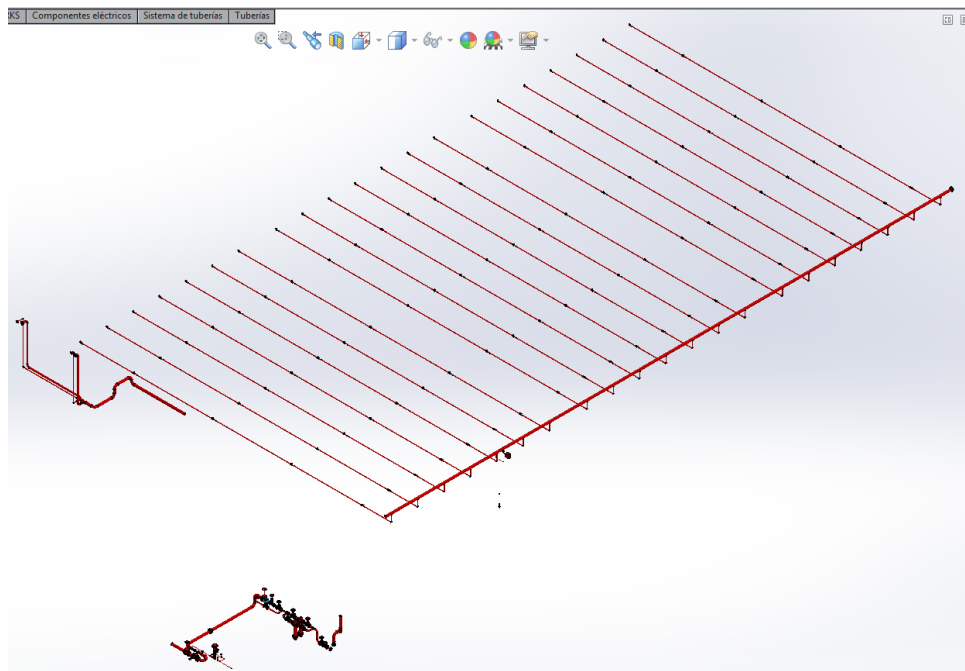


Imagen 74. Tubería de suministro de gas enriquecido

#### 4.5.14 Tubería de recolección de gas agotado.

Tubería encargada de recolectar el gas utilizado en la planta

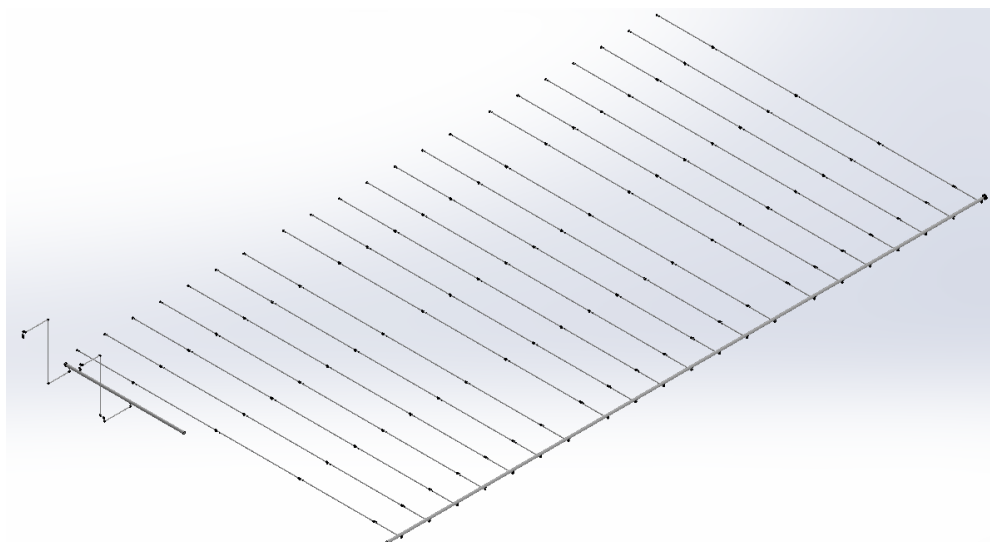


Imagen 75. Tubería de recolección de gas agotado (ver índice de líneas pag. 119).

#### 4.5.15 Tubería de suministro de gas enriquecido.

Tubería de material CPVC que lleva agua como fluido, su servicio va desde la tubería de AOI hacia el TV-02

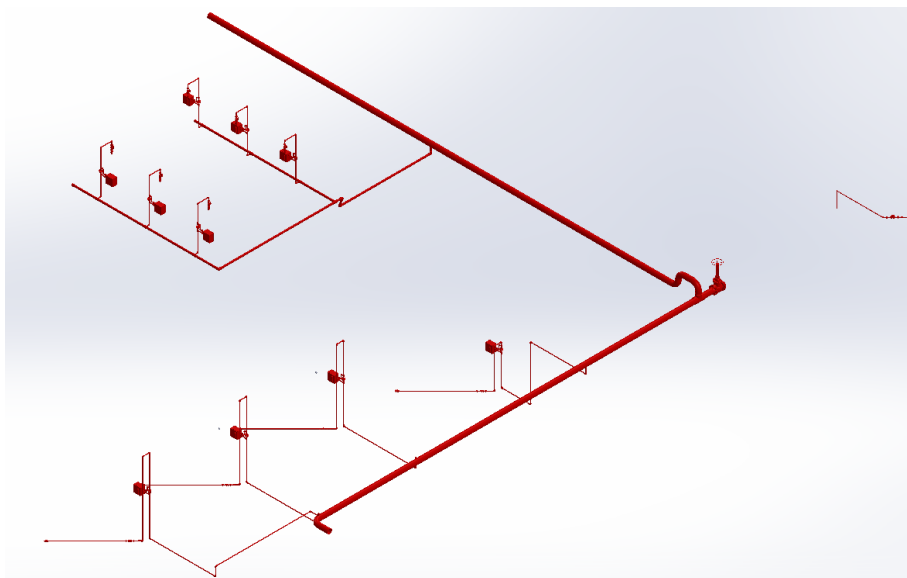


Imagen 76. Tubería de suministro de gas enriquecido

En la imagen 76 se muestran el total de los sistemas de tuberías ensamblados con los que cuenta la planta piloto.

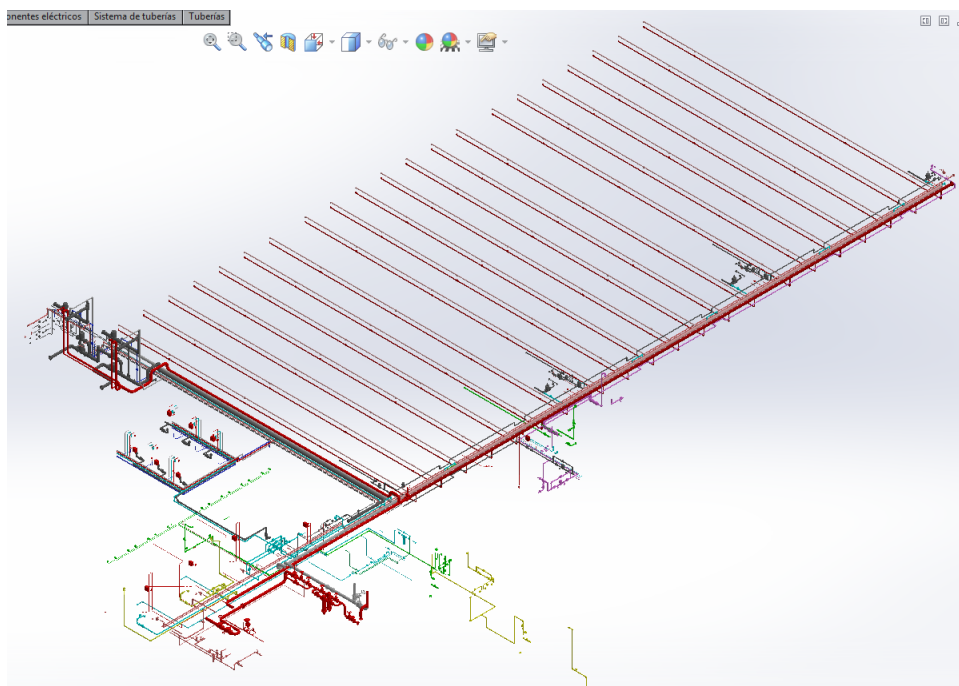


Imagen 77. Sistemas de tuberías



#### 4.6 Modelado completo de la planta

La imagen 77 muestra una vista isométrica de del modelado final de la planta, en el cual se incluyen los sistemas de tuberías, el modelado del plano civil y los equipos mecánicos.

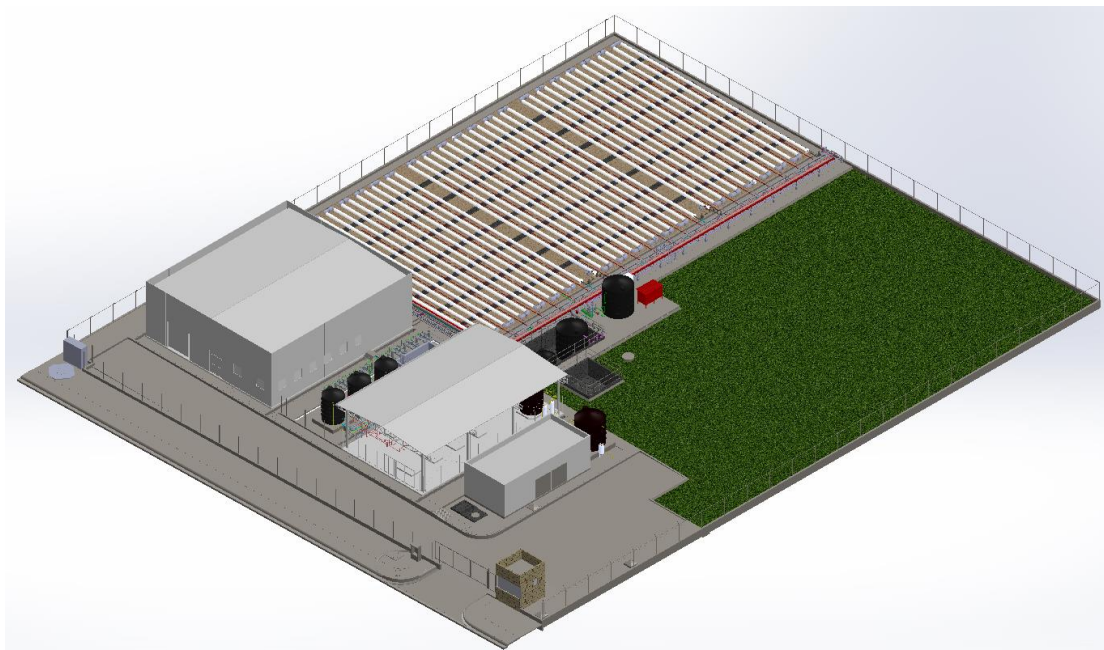


Imagen 78. Modelado completo de la planta

## CAPÍTULO V CONCLUSIONES

En conclusión, el modelado de la planta piloto para la producción de biodiesel realizado en la empresa CIATEC Hidalgo, ha sido de gran ayuda para identificar posibles errores en la construcción.

En base al modelado, se han podido reconocer de manera oportuna posibles situaciones que generarían problemáticas futuras en la planta. El modelado permite realizar las modificaciones pertinentes sin que esto genere grandes costos adicionales.

De igual manera el modelado de la planta piloto proporciona información sobre la cantidad de material que se requiere para su construcción lo que a su vez facilita la elaboración de los presupuestos en este rubro.

## Bibliografía

-BAASEL, William D. *Preliminary chemical engineering plant design*. 2da edición. Países Bajos: Springer, 1990. 572p. ISBN: 978-0-442-23440-9

GÓMEZ Sergio. *El gran libro de SolidWorks*. 1ra edición. España; Marcombo 2008. 768p. ISBN: 9788426721730

-LOERA QUEZADA, Maribel M.; OLGUÍN, Eugenia J. *“Las microalgas oleaginosas como fuente de biodiesel: retos y oportunidades”*. Instituto de Ecología, A.C. Biotecnología Ambiental. Algal, 2010,

-SHIGLEY, Joseph Edward. *Diseño en ingeniería mecánica*. 8va edición. London: McGraw-Hill, 1990. 1059p. ISBN: 970-10-3646-8

- ZAPATA, Carlos David. *“Producción de biodiesel a partir de aceite crudo de palma: Diseño y simulación de dos procesos continuos”*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 2008

## Anexos

### Lista de abreviaturas.

AB	Agua blanda
AL	Agua de lavado
AN	Agua con nutrientes
AOI	Agua de osmosis inversa
AO	Agua de ozonificación
AP	Aire de planta
ARE	Agua remanente
AR	Agua de retrolavado
AS	Agua potable
BM	Biomasa
DN	Dosificación de nutrientes
DP	Drenaje
MA	Microalgas
SAI	Suministro de aire de instrumentos
SGE	Suministro de gas enriquecido
RGA	Recolección de gas agotado
CPVC	Policloruro de vinilo clorado
PT	Polímero transparente
AI	Acero inoxidable
AC	Acero al carbón
TV	Tanque de agua
BA	Bomba de agua
FA	Filtro de zeolita
FC	Filtro de carbón activado
FL	Filtro pulidor
US	Unidad suavizadora
UV	Lámpara de luz UV
DO	Dosificador de ozono
BD	Bomba de agua de osmosis
EZ	Mesclador estático
FBR	Reactor de incubación
TC	Tanque de reproducción
DO	Tanque de dosificación
BD	Bomba de envío de microalgas
TK	Tolva para floculación

SE	Secador de biomasa
EC	Centrifuga de biomasa
SA	Secador de aire
GB	Compresor de aire
SO	Compresor de baja presión
TV	Acumulador de aire
FG	Filtro de partículas
L/año	Litros por año

## Lista de figuras

Imagen 1. Brida ciega de 6" CPVC .....	25
Imagen 2. Brida de cuello soldable.....	26
Imagen 3. Brida roscada.....	26
Imagen 4. Brida roscada 3" CPVC .....	27
Imagen 5. Codo de 90° de 2" caja soldable AC .....	28
Imagen 6. Codo FPT x FPT 90° PVC.....	29
Imagen 7. Codo S x S de 45° CPVC .....	29
Imagen 8. Unión T roscable de 1.00" AC .....	30
Imagen 9. Unión T SxSxS 1.00" CPVC .....	31
Imagen 10. Unión T reducción 6" x 3" CPVC .....	31
Imagen 11. Unión T reducción AC 1.5" x 0.75" .....	32
Imagen 12. Cople FPT x FPT de 0.75" PVC.....	32
Imagen 13. Cople reductor S x S de 2" a 1" .....	33
Imagen 14. Reducción bushing de 1" a 0.75" .....	34
Imagen 15. NPT hembra en ambos lados 0.75" .....	34
Imagen 16. Sockolet 0.75" AC .....	35
Imagen 17. Tapón FPT 0.75" CPVC .....	36
Imagen 18. Tapón MPT 0.75" CPVC .....	37
Imagen 19. Válvula de bola 0.5"-800-AC .....	38
Imagen 20. Válvula de bola FPT x FPT .....	39

Imagen 21. Válvula de globo .....	40
Imagen 22. Válvula de globo .....	41
Imagen 23. Tanque de agua potable TV-100 .....	42
Imagen 24. Tanque de agua de contacto, TV-101 .....	43
Imagen 25. Tanque de agua de osmosis, TV-01 .....	43
Imagen 26. Tanque de fabricación de nutrientes, TV-02 .....	44
Imagen 27. Tanque de alimentación de nutrientes TV-03 .....	44
Imagen 28. Tanque de reproducción, TC-04 .....	45
Imagen 29. Tanque de drenajes TC-06 .....	45
Imagen 30. Tanque de biomasa, TC-05 .....	46
Imagen 31. Tanque de biomasa TC-07 .....	46
Imagen 32. Bomba de agua BA-101 .....	47
Imagen 33. Bomba a sistema de filtración BA-102 .....	47
Imagen 34. Bomba BD-01 .....	48
Imagen 35. Bomba BD-02 .....	48
Imagen 36. Bomba BD-04 .....	49
Imagen 37. Bomba a sistema de filtración BA-103 .....	49
Imagen 38. Bomba de agua remanente BA-106 .....	50
Imagen 39. Centrifugadora de biomas EC-01 .....	50
Imagen 40. Centrifugadora de biomas EC-02 .....	51
Imagen 41. Secador de biomasa SE-01 .....	51
Imagen 42. Reactor de incubación .....	52
Imagen 43. filtro de sedimentos .....	53
Imagen 44. Tanque de cloración TV-100A .....	53
Imagen 45. Bomba BA-100 .....	54
Imagen 46. Filtro de zeolita .....	54
Imagen 47. Filtro de carbón activado .....	55
Imagen 48. Dosificador de ozono .....	55
Imagen 49. Filtro pulidor .....	56

Imagen 50. Secador de aire de instrumentos SA-500 .....	56
Imagen 51. Tolva de Biomasa TK-400 .....	57
Imagen 52. Soplador de aire .....	58
Imagen 53. Ubicación de equipos mecánicos .....	58
Imagen 54. Plano civil completo .....	59
Imagen 55. Entrada a la planta .....	60
Imagen 56. Laboratorio químico FBR-01 .....	60
Imagen 57. Esterilización de agua .....	61
Imagen 58. Cama de arena para fotobioreactor FBR-02 .....	61
Imagen 59. Fosas para tanques y sistemas de drenajes .....	62
Imagen 60. Área verde .....	62
Imagen 61. Tubería de agua blanda .....	64
Imagen 63. Tubería de agua de nutrientes .....	65
Imagen 64. Tubería de agua de osmosis inversa .....	65
Imagen 65. Tubería de agua de ozonificación .....	66
Imagen 66. Tubería de aire de planta. ....	66
Imagen 67. Tubería de agua remanente .....	67
Imagen 68. Tubería de agua de retrolavado .....	67
Imagen 69. Tubería de agua potable. ....	68
Imagen 70. Tubería de Biomasa. ....	68
Imagen 71. Tubería de dosificación de nutrientes .....	69
Imagen 72. Tubería de drenaje .....	69
Imagen 73. Tubería de microalgas .....	70
Imagen 74. Tubería de suministro de aire de instrumentos. ....	70
Imagen 75. Tubería de suministro de gas enriquecido .....	71
Imagen 76. Tubería de recolección de gas agotado . ....	71
Imagen 62. Tubería de suministro de gas enriquecido .....	72
Imagen 77. Sistemas de tuberías .....	72
Imagen 78. Modelado completo de la planta .....	73

## Glosario

**Esterificación** según la página <http://quimica.laguia2000.com/> es el procedimiento mediante el cual podemos llegar a sintetizar un éster. Los ésteres se producen de la reacción que tiene lugar entre los ácidos carboxílicos y los alcoholes

**Transesterificación** según la página [www.biodisol.com](http://www.biodisol.com) es el proceso de intercambiar el grupo alcoxi de un alcohol. Estas reacciones son frecuentemente catalizadas mediante la adición de un ácido o una base

**Elastómeros** son aquellos tipos de compuestos que están incluidos no metales en ellos, que muestran un comportamiento elástico.

**Ozonización.** procesos de tratamiento de las aguas, tanto potables como residuales que permite la eliminación de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos.

**Fotobioreactor.** Dispositivos destinados al cultivo masivo de microalgas.

**Osmosis inversa.** Proceso de presurización del agua a través de membranas, con la finalidad de purificar el agua.

**Zeolita.** Minerales aluminosilicatos microporosos. Destacan por su capacidad de hidratarse y deshidratarse de un modo reversible.

**Aluminosilicato.** Es un mineral que contiene óxido de aluminio y sílice.

**Nm<sup>3</sup>/h.** Newtons por metro cubico sobre hora.



## Índice de líneas

Las siguientes tablas describen los datos técnicos de las líneas de tuberías descritas en el capítulo IV, de igual manera cuentan con información sobre el tipo de material de estas, el fluido que transportan así como el servicio de donde provienen y hacia cual se dirigen.

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ÓSMOSIS, LAVADO, RETROLAVADO Y NUTRIENTES																		
1 ½"	AS	100	CPVC	N A	NA	AGUA	RED DE AGUA MUNICIPAL	TV-100	L	2.00	25.00	3.00	60.00	3.60	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
2"	AS	100	CPVC	N A	NA	AGUA	TV-100	BA-101	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1 ½"	AS	100-1	CPVC	N A	NA	AGUA	BA-101 (DESCARGA)	SISTEMA DE OSMOSIS/OZONO	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1 ½"	AS	100-2	CPVC	N A	NA	AGUA	FC-100	TV-101	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1 ½"	AS	101	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AS-100-1-CPVC	US-100 (E)	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1 ½"	AS	102	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AS-100-CPVC	AGUA A SERVICIOS	L	2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1 ½"	AS	103	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AS-100-CPVC	AGUA A LABORATORIO	L	2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
¾"	AB	100-2	CPVC	N A	NA	AGUA	US-100 (E)	TV-102 (E)	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¾"	AB	100-3	CPVC	N A	NA	AGUA	TV-102 (E)	BA-103 (E)	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
¾"	AB	101-1	CPVC	N A	NA	AGUA	BA-103 (E) DESCARGA	FC-101 A/B (E)	L	2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
¾"	AB	101-2	CPVC	N A	NA	AGUA	FC-101 A/B (E)	BA-104 (E) SUCCIÓN	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
¾"	AB	101-3	CPVC	N A	NA	AGUA	BA-104 (E) DESCARGA	RO-100 (E)	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
2"	AO	100-2	CPVC	N A	NA	AGUA	TV-101	BA-102	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1 ½"	AO	100-3	CPVC	N A	NA	AGUA	BA-102 DESCARGA	FL-102	L	2.00	25.00	3000	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
2"	AO	100-4	CPVC	N A	NA	AGUA	FL-102	UV-100 (E)	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1 ½"	AO	104	CPVC	N A	NA	AGUA	UV-100	1 ½"-AO-106-CPVC	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3) (3 DE 3)	NUEVA
½"	AO	104	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AO-105-CPVC	CONEXIONES RÁPIDAS	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
½"	AO	105	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AO-104-CPVC	CONEXIONES RAPIDAS DOSIFICACIÓN	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3) (3 DE 3)	NUEVA
1 ½"	AO	106	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AO-104-CPVC	EZ-03	L	1.50	25.00	1.80	60.00	2.70	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
½"	AO	300	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AO-104-CPVC	½"-AO-302-CPVC	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3) A-302	NUEVA
½"	AO	301	CPVC	N A	NA	AGUA	½"AO-300-CPVC	TOMA DE CONEXIONES RAPIDAS	L	1.50	25.00	3.00	60.00	2.70	16-40	100 2	A-302	NUEVA
½"	AO	302	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AO-300-CPVC	TOMA DE CONEXIONES RAPIDAS	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
½"	AOI	101-4	CPVC	N A	NA	AGUA	RO-100 (E)	TV-103 (E)	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.0	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1"	AOI	101-5	CPVC	N A	NA	AGUA	TV-103 (E)	BA-105 (E) SUCCIÓN	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1"	AOI	101-6	CPVC	N A	NA	AGUA	BA-105	FC-103	L	2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1"	AOI	102	CPVC	N A	NA	AGUA	TV-104	BA-105 (E) SUCCIÓN	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
½"	AOI	103	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AOI-101-4-CPVC	TV-104 (E)	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3)	NUEVA
1 ½"	AOI	110	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AOI-113-CPVC	TV-02	L	1.00	25.00	3.00	60.00	2.70	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
1 ½"	AOI	113	CPVC	N A	NA	AGUA	FL-103	TV-01	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (1 DE 3) (2 DE 3)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
3"	AOI	114	CPVC	N A	NA	AGUA	TV-01	BD-01	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
½"	AOI	117	AI	N A	NA	AGUA	TV-01	TOMA DE MUESTRA	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
2"	AOI	129	CPVC	N A	NA	AGUA	BD-01	TAPÓN	L	3.00	25.00	3.60	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
2"	AOI	130	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-129-CPVC	FBR-B4/B6	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-301	NUEVA
2"	AOI	130-1	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-CPVC	FBR-B1/B3	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301	NUEVA
2"	AOI	131	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-129-CPVC	TAPÓN	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
1"	AOI	135	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-1-CPVC	FBR-B1	L	0.06	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301	NUEVA
1"	AOI	136	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-1-CPVC	FBR-B2	L	0.06	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301	NUEVA
1"	AOI	137	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-1-CPVC	FBR-B3	L	0.06	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301	NUEVA
1"	AOI	138	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-CPVC	FBR-B4	L	0.06	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301	NUEVA
1"	AOI	139	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-CPVC	FBR-B5	L	0.06	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301	NUEVA
1"	AOI	140	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-CPVC	FBR-B6	L	0.06	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec .	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	AOI	300	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-129-CPVC	FCV-302	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-302	NUEVA
2"	AOI	301	CPVC	N A	NA	AGUA	FCV-302	EZ-01		2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
2"	AOI	302	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-300-CPVC	FCV-305	L	2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
2"	AOI	303	CPVC	N A	NA	AGUA	FCV-305	EZ-02 SUCCIÓN	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
1"	AOI	304	CPVC	N A	NA	AGUA	EZ-02 DESCARGA	1"-MA-314-CPVC	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
1 ½"	AOI	403	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	EC-01	L	2.50*	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-303	NUEVA
1"	AOI	403	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	1"-AOI-403-2-CPVC	L	2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
1"	AOI	403-1	CPVC	N A	NA	AGUA	1"-AOI-403-CPVC	MANGUERA FLEXIBLE	L	2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-303	NUEVA
1"	AOI	403-2	CPVC	N A	NA	AGUA	1"-AOI-403-CPVC	EC-01	L	2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-303	NUEVA
3"	AN	111	CPVC	N A	NA	AGUA/ NUTRIENTES	TV-02	BD-02 SUCCIÓN	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	AN	112	CPVC	N A	NA	AGUA/ NUTRIENTES	BD-02 DESCARGA	TV-03	L	3.00	25.00	3.60	60.00	5.40	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) (3 DE 3)	NUEVA
½"	AN	115	AI	N A	NA	AGUA/ NUTRIENTES	TV-02	TOMA DE MUESTRA	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
½"	AN	116	AI	N A	NA	AGUA/ NUTRIENTES	TV-03	TOMA DE MUESTRA	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
2"	AN	118	CPVC	N A	NA	AGUA/ NUTRIENTES	VC-102	TV-01	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
½"	AL	100	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-129-CPVC	TV-02	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
½"	AL	101	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-129-CPVC	TV-03	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) (3 DE 3)	NUEVA
½"	AL	101-1	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-105-CPVC	¼"-DN-101-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
½"	AL	102	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-105-CPVC	¼"-DN-103-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
½"	AL	103	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-105-CPVC	¼"-DN-105-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
½"	AL	104	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-105-CPVC	¼"-DN-107-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
½"	AL	105	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AO-105-CPVC	DESCARGA P-02ª/B/C/D/E/F/G/H	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
½"	AL	106	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AL-105-CPVC	¼"-DN-109-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
½"	AL	107	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AL-105-CPVC	¼"-DN-111-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
½"	AL	108	CPVC	N A	NA	AGUA	1 ½"-AL-105-CPVC	¼"-DN-113-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
½"	AL	109	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-105-CPVC	¼"-DN-114-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
½"	AL	300	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-CPVC	TC-04	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301 A-302	NUEVA
½"	AL	301	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-305-CPVC	¼"-DN-315-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
½"	AL	302	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-305-CPVC	¼"-DN-301-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
½"	AL	303	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-305-CPVC	¼"-DN-303-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
½"	AL	304	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-305-CPVC	¼"-DN-305-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
½"	AL	305	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-305-CPVC	¼"-DN-307-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
½"	AL	306	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-305-CPVC	¼"-DN-309-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
½"	AL	307	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-305-CPVC	¼"-DN-311-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
½"	AL	308	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AL-305-CPVC	¼"-DN-313-AI	L	1.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302	NUEVA
½"	AL	400	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	TOMA DE SERVICIO FBR-02	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
½"	AL	401	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	TOMA DE SERVICIO FBR-02	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
½"	AL	402	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	TOMA DE SERVICIO FBR-02	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3)	NUEVA
½"	AL	403	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	TC-05	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-303	NUEVA
¾"	AR	200	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-CPVC	TOMA DE MUESTRA FBR- B1/B2/B3	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301	NUEVA
¾"	AR	201	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-CPVC	TOMA DE MUESTRA FBR- B4/B5/B6	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301	NUEVA
½"	AR	100	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-129-CPVC	TOMA DE MUESTRA TV-01	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) (3 DE 3)	NUEVA
½"	AR	102	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-129-CPVC	½"-AN-116-AI	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) (3 DE 3)	NUEVA



Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
½"	AR	300	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-CPVC	½"-MA-304-AI	L	1.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301 A-302	NUEVA
½"	AR	301	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-129-CPVC	½"-MA-309-AI	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-302 (1 DE 2)	NUEVA
½"	AR	302	CPVC	N A	NA	AGUA	½"-AR-301-CPVC	½"-MA-316-AI	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-302 (1 DE 2) (2 DE 2)	NUEVA
1 ½"	AR	304	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-129-CPVC	6"-MA-310-PT	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-302A (2 DE 2)	NUEVA
½"	AR	305	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-129-CPVC	6"-MA-306-PT	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-302 (1 DE 2)	NUEVA
½"	AR	306	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-130-CPVC	TOMA DE MUESTRA TC-04	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-301 A-302	NUEVA
2"	AR	400	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	3"-MA-401-CPVC	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-303A (1 DE 3)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
½"	AR	401	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	½"-MA-403-AI	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-303A (1 DE 3)	NUEVA
2"	AR	402	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	3"-MA-404-CPVC	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-303A (2 DE 3)	NUEVA
½"	AR	403	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	½"-MA-406-AI	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-303A (2 DE 3)	NUEVA
2"	AR	404	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	3"-MA-407-CPVC	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-303A (3 DE 3)	NUEVA
½"	AR	405	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	½"-BM-410-AI	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-303A (3 DE 3)	NUEVA
½"	AR	406	CPVC	N A	NA	AGUA	2"-AOI-131-CPVC	½"-BM-420-AI	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-300 (2 DE 3) A-303	NUEVA
2 ½"	ARE	421	CPVC	N A	NA	AGUA REMANENTE	EC-01	TV-07	L	2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-303	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pulg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
2 ½"	ARE	421-1	CPVC	N A	NA	AGUA REMANENTE	EC-01	2 ½"-ARE-421-CPVC	L	2.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-303	NUEVA
2"	ARE	422	CPVC	N A	NA	AGUA	TV-07	BA-106 SUCCIÓN	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-303	NUEVA
1"	ARE	423	CPVC	N A	NA	AGUA	BA-106 DESCARGA	TV-03	L	2.50	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	100 2	A-303	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
ETAPA DE INCUBACIÓN																		
3"	MA	200	CPVC	N A	NA	MICROALGA	FBR-B1	3"-MA-206-CPVC	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
½"	MA	201	AI	N A	NA	MICROALGA	FBR-B1	DREN	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
3"	MA	202	CPVC	N A	NA	MICROALGA	FBR-B2	3"-MA-206-CPVC	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
½"	MA	203	AI	N A	NA	MICROALGA	FBR-B2	DREN	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
3"	MA	204	CPVC	N A	NA	MICROALGA	FBR-B3	3"-MA-206-CPVC	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
½"	MA	205	AI	N A	NA	MICROALGA	FBR-B3	DREN	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
3"	MA	206	CPVC	N A	NA	MICROALGA	3"-MA-200-CPCV	3"-MA-300-CPVC	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
3"	MA	207	CPVC	N A	NA	MICROALGA	FBR-B4	3"-MA-300-CPVC	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
½"	MA	208	AI	N A	NA	MICROALGA	FBR-B4	DREN	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
3"	MA	209	CPVC	N A	NA	MICROALGA	FBR-B5	3"-MA-207-CPVC	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
½"	MA	210	AI	N A	NA	MICROALGA	FBR-B5	DREN	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
3"	MA	211	CPVC	N A	NA	MICROALGA	FBR-B6	3"-MA-207-CPVC	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA
½"	MA	212	AI	N A	NA	MICROALGA	FBR-B6	DREN	L	0.095	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pulg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
ETAPA DE REPRODUCCIÓN																		
3"	MA	300	CPVC	N A	NA	MICROALGA	3"-MA-206-CPVC	TC-04	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-301 A-302	NUEVA
11/2 "	MA	301	CPVC	N A	NA	MICROALGA	TC-04	BD-04 SUCCION	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302	NUEVA
1"	MA	302	CPVC	N A	NA	MICROALGA	BD-04 DESCARGA	FCV-301	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302	NUEVA
1"	MA	303	CPVC	N A	NA	MICROALGA	FCV-301	EZ-01	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302	NUEVA
½"	MA	304	AI	N A	NA	MICROALGA	1"-MA-302-CPVC	TOMA DE MUESTRA DREN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302	NUEVA
6"	MA	305	CPVC	N A	NA	MICROALGA	EZ-01	FBR-01 (LOOP 1-11)	L	1.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302 A-302A (1 DE 2)	NUEVA
6"	MA	306	PT	N A	NA	MICROALGA	FBR-01 (LOOP 1-11)	BD-01A SUCCION	L	0.40	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302A (1 DE 2)	NUEVA
1"	MA	307	PT	N A	NA	MICROALGA	BD-01A	6"-MA-307-CPVC RED. CONC. 6"x1"	L	3.00	32.00	3.60	60.00	5.40	16-40	995	A-302A (1 DE 2)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
6"	MA	307	CPVC	N A	NA	MICROALGA	1-MA-307-PT	FBR-01 (LOOP 12-21)	L	3.00	32.00	3.60	60.00	5.40	16-40	995	A-302A (1 DE 2) A-302A (2 DE 2)	NUEVA
1"	MA	308	PT	N A	NA	MICROALGA	1"-MA-307-PT	6"-MA-306-PT	L	3.00	32.00	3.60	60.00	5.40	16-40	995	A-302A (1 DE 2)	NUEVA
½"	MA	309	AI	N A	NA	MICROALGA	6"-MA-307-CPVC	TOMA DE MUESTRA DREN	L	3.00	32.00	3.60	60.00	5.40	16-40	995	A-302A (1 DE 2)	NUEVA
6"	MA	310	PT	N A	NA	MICROALGA	FBR-01 (LOOP 12-21)	BD-01B SUCCION	L	0.40	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302A (2 DE 2)	NUEVA
1"	MA	311	PT	N A	NA	MICROALGA	BD-01B DESCARGA	1"-MA-311-CPVC	L	3.00	32.00	3.60	60.00	5.40	16-40	995	A-302A (2 DE 2)	NUEVA
1"	MA	311	CPVC	N A	NA	MICROALGA	1"-MA-311-PT	VC-303	L	3.00	32.00	3.60	60.00	5.40	16-40	995	A-302A (2 DE 2)	NUEVA
1"	MA	312	CPVC	N A	NA	MICROALGA	VC-303	TV-03	L	1.5	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302A (2 DE 2) A-300 (3 DE 3)	NUEVA
1"	MA	313	CPVC	N A	NA	MICROALGA	1"-MA-311-CPVC	VC-304	L	3.00	32.00	3.60	60.00	5.40	16-40	995	A-302A (2 DE 2)	NUEVA
1"	MA	314	CPVC	N A	NA	MICROALGA	VC-304	TC-04	L	1.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302 A-302A (2 DE 2)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
1"	MA	315	PT	N A	NA	MICROALGA	1"-MA-311-PT	6"-MA-310-PT	L	3.00	32.00	3.60	60.00	5.40	16-40	995	A-302A (2 DE 2)	NUEVA
½"	MA	316	AI	N A	NA	MICROALGA	1"-MA-311-CPVC	TOMA DE MUESTRA DREN	L	3.00	32.00	3.60	60.00	5.40	16-40	995	A-302A (2 DE 2)	NUEVA
6"	MA	317	CPVC	N A	NA	MICROALGA	6-MA-307-CPVC	1"-MA-311-CPVC	L	3.00	32.00	3.60	60.00	5.40	16-40	995	A-302 (2 DE 2)	NUEVA
6"	MA	318	CPVC	N A	NA	MICROALGA	6-MA-305-CPVC	6-MA-307-CPVC	L	1.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302A (1 DE 2)	NUEVA
½"	MA	318	AI	N A	NA	MICROALGA	TC-04	TOMA DE MUESTRA DREN	L	0.18	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-302	NUEVA



Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
ETAPA DE CRECIMIENTO																		
3"	MA	107	CPVC	N A	NA	MICROALGA	TV-03	BD-03 SUCCIÓN	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
2"	MA	400	CPVC	N A	NA	MICROALGA	BD-03 DESCARGA	ENTRADA A FBR-02	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-300 (3 DE 3) A-303A (1 DE 3)	NUEVA
3"	MA	401	CPVC	N A	NA	MICROALGA	SALIDA DE FBR-02	BD-02A SUCCIÓN	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-303A (1 DE 3)	NUEVA
2"	MA	402	CPVC	N A	NA	MICROALGA	BD-02A DESCARGA	FBR-02 LOOP 8-14	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-303A (1 DE 3) A-303A (2 DE 3)	NUEVA
½"	MA	403	AI	N A	NA	MICROALGA	2"-MA-402-CPVC	DREN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-303A (1 DE 3)	NUEVA
3"	MA	404	CPVC	N A	NA	MICROALGA	FBR-02 SALIDA LOOP 14	BD-02B SUCCIÓN	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-303A (2 DE 3)	NUEVA
2"	MA	405	CPVC	N A	NA	MICROALGA	BD-02B DESCARGA	FBR-02 LOOP 15	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-303A (2 DE 3) A-303A (3 DE 3)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám . (Pulg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
½"	MA	406	AI	N A	NA	MICROALGA	2"-MA-405-PVC	DREN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-303A (2 DE 3)	NUEVA
3"	MA	407	CPVC	N A	NA	MICROALGA	FBR-02 SALIDA LOOP 21	BD-02C SUCCIÓN	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-303A (3 DE 3)	NUEVA
2"	BM	408	CPVC	N A	NA	BIOMASA HÚMEDA	BD-02C DESCARGA	VC-400	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	995	A-303A (3 DE 3)	NUEVA
2"	BM	409	CPVC	N A	NA	BIOMASA HÚMEDA	VC-400	TC-05	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303 A-303A (3 DE 3)	NUEVA
½"	BM	410	AI	N A	NA	BIOMASA HÚMEDA	2"-BM-408-CPVC	TOMA DE MUESTRA (DREN)	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303A (3 DE 3)	NUEVA
2"	MA	411	CPVC	N A	NA	MICROALGA	2"-BM-408-CPVC	VC-401	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303A (3 DE 3)	NUEVA
2"	MA	412	CPVC	N A	NA	MICROALGA	VC-401	TV-03	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-300 (3 DE 3) A-303A (3 DE 3)	NUEVA
2"	MA	413	CPVC	N A	NA	MICROALGA	2"-BM-408-CPVC	2"-MA-400-CPVC	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303A (1 DE 3) A-303A (2 DE 3) A-303A (3 DE 3)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pulg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	MA	414	CPVC	NA	NA	MICROALGA	2"-MA-413-CPVC	2"-MA-405-CPVC	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303A (3 DE 3)	NUEVA
2"	MA	415	CPVC	NA	NA	MICROALGA	2"-MA-405-CPVC	2"-MA-413-CPVC	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303A (2 DE 3)	NUEVA
2"	MA	416	CPVC	NA	NA	MICROALGA	2"-MA-413 CPVC	2"-MA-402-CPVC	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303A (2 DE 3)	NUEVA
2"	MA	417	CPVC	NA	NA	MICROALGA	2"-MA-402-CPVC	2"-MA-413-CPVC	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303A (1 DE 3)	NUEVA
2"	BM	418	CPVC	NA	NA	BIOMASA	TC-05	BD-108 SUCCIÓN	L	-0.40	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303	NUEVA
1"	BM	419	CPVC	NA	NA	BIOMASA	BD-108	EC-01 ENTRADA DE BIOMASA	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303	NUEVA
1"	BM	419-1	CPVC	NA	NA	BIOMASA	1"-BM-419-CPVC	FASE 2 (TRANSESTERIFICACIÓN)	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303	NUEVA
½"	BM	420	AI	NA	NA	BIOMASA HÚMEDA	1"-BM-419-1-CPVC	DREN TOMA DE MUESTRA	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303	NUEVA
6"	BM	421-1	CPVC	NA	NA	BIOMASA	SALIDA BIOMASA HÚMEDA	TK-400	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303	NUEVA
2"	BM	422	CPVC	NA	NA	BIOMASA	TK-400	BA-107 SUCCIÓN	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.5	16-40	1005	A-303	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pulg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE NUTRIENTES																		
¼"	DN	100	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02A	DO-02A	P-02A SUCCIÓN	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	101	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02A	P-02A DESCARGA	TV-03	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	102	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02B	DO-02B	P-02B SUCCIÓN	L	0.00	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	103	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02B	P-02B DESCARGA	TV-03	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	104	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02C	DO-02C	P-02C SUCCIÓN	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	105	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02C	P-02C DESCARGA	¼"-DN-103-AI	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	106	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02D	DO-02D	P-02D SUCCIÓN	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	107	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02D	P-02D DESCARGA	¼"-DN-103-AI	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	108	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02E	DO-02E	P-02E SUCCIÓN	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¼"	DN	109	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02E	P-02E DESCARGA	TV-03	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	110	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02F	DO-02F	P-02F SUCCIÓN	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	111	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02F	P-02F DESCARGA	¼"-DN-109-AI	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	112	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02G	DO-02G	P-02G SUCCION	L	0.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	113	AI	NA	NA	NUTRIENTE 02G	P-02G DESCARGA	¼"-DN-109-AI	L	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)
¼"	DN	114	AI	NA	NA	NUTRIENTES H	P-02H DESCARGA	1 ½"-AO-106-CPVC	L	1.00	25.00	5.00	60.00	7.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	115	AI	NA	NA	NUTRIENTES H	DO-02H	P-02H SUCCION	L	0.11	25.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1005	A-300 (3 DE 3)	NUEVA
¼"	DN	300	AI	NA	NA	NUTRIENTE A	DO-01A	P-01A SUCCIÓN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	301	AI	NA	NA	NUTRIENTE A	P-01A DESCARGA	TC-04	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	302	AI	NA	NA	NUTRIENTE B	DO-01B	P-01B SUCCIÓN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	303	AI	NA	NA	NUTRIENTE B	P-01B DESCARGA	TC-04	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¼"	DN	304	AI	NA	NA	NUTRIENTE C	DO-01C	P-01C SUCCIÓN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	305	AI	NA	NA	NUTRIENTE C	P-01C DESCARGA	¼"-DN-303-AI	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	306	AI	NA	NA	NUTRIENTE D	DO-01D	P-01D SUCCIÓN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	307	AI	NA	NA	NUTRIENTE D	P-01D DESCARGA	¼"-DN-303-AI	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	308	AI	NA	NA	NUTRIENTE E	DO-01E	P-01E SUCCIÓN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	309	AI	NA	NA	NUTRIENTE E	P-01E DESCARGA	TC-04	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	310	AI	NA	NA	NUTRIENTE F	DO-01F	P-01F SUCCIÓN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	311	AI	NA	NA	NUTRIENTE F	P-01F DESCARGA	¼"-DN-309-AI	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	312	AI	NA	NA	NUTRIENTE G	DO-01G	P-01G SUCCIÓN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	313	AI	NA	NA	NUTRIENTE G	P-01G DESCARGA	¼"-DN-309-AI	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA
¼"	DN	314	AI	NA	NA	NUTRIENTE H	DO-01H	P-01H SUCCIÓN	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observaciones
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¼"	DN	315	AI	NA	NA	NUTRIENTE H	P-01H DESCARGA	2-AOI-303-CPCV	L	2.00	32.00	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-302	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observaciones
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													

## SISTEMA DE DRENAJES

3"	DP	700	CPVC	NA	NA	AGUA	TRINCHERA (RECOLECCION DE DRENES)	TC-06	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
½"	-	-	AI	NA	NA	AGUA	TOMA DE MUESTRA DE TV-02	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1"	-	-	CPVC	NA	NA	AGUA	FONDO DE TANQUE DE TV-02	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
½"	-	-	AI	NA	NA	AGUA	TOMA DE MUESTRA DE TV-01	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pulg)	Clave	Núm.	Espec ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
1"	-	-	CPVC	NA	NA	AGUA	FONDO DE TANQUE DE TV-01	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¾"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FONDO DE REACTOR FBR-B6	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
½"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE FBR-B6	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¾"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FONDO DE REACTOR FBR-B5	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
½"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE FBR-B5	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¾"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FONDO DE REACTOR FBR-B4	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
½"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE FBR-B4	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¾"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FONDO DE REACTOR FBR-B3	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA



Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
1/2"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE FBR-B3	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
3/4"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FONDO DE REACTOR FBR-B2	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/2"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE FBR-B2	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
3/4"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FONDO DE REACTOR FBR-B1	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/2"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE FBR-B1	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
3"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FBR-01 (LOOP 1-11)	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
-	-	-	-	NA	NA	AGUA	FILTRO / REGULADOR-LUBRIC. BD-01A	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
3"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	SUCCIÓN BOMBA BD-01A	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec .	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
½"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE BOMBA BD-01A	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
3"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FBR-01 (LOOP 12-21)	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
-	-	-	-	NA	NA	AGUA	FILTRO / REGULADOR-LUBRIC. BD-01B	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
3"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	SUCCIÓN BOMBA BD-01B	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
½"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE BOMBA BD-01B	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-02H	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-02H	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-02G	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pig)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
1/4"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-02G	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/4"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-02F	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/4"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-02F	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/4"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-02E	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/4"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-02E	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/4"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-02D	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/4"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-02D	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/4"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-02C	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec .	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-02C	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-02B	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-02B	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-02A	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-02A	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
-	-	-	-	NA	NA	AGUA	FILTRO / REGULADOR-LUBRIC. BD-03	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
½"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE TANQUE TV-03	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FONDO DE TANQUE DE TV-03	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec .	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
-	-	-	-	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-01H	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-01H	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-01G	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-01G	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-01F	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-01F	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-01E	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-01E	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec. ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-01D	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-01D	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-01C	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-01C	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-01B	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-01B	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	FONDO DE TANQUE DE DO-01A	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
¼"	-	-	AI	NA	NA	NUTRIENTE	SKID DOSIFICACIÓN DE DO-01A	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
-	-	-	-	NA	NA	AGUA	FILTRO / REGULADOR-LUBRIC. BD-04	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
½"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE BOMBA BD-04	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
½"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE TANQUE TC-04	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FOSA COLECTORA TC-04	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
½"	-	-	CPVC	NA	NA	AGUA	RO-100	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1"	-	-	CPVC	NA	NA	AGUA	FONDO DE TANQUE DE TV-104	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1"	-	-	CPVC	NA	NA	AGUA	FONDO DE TANQUE DE TV-103	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1"	-	-	CPVC	NA	NA	AGUA	FONDO DE TANQUE DE TV-102	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pulg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
1"	-	-	CPVC	NA	NA	AGUA	FONDO DE TANQUE DE TV-101	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1"	-	-	CPVC	NA	NA	AGUA	FONDO DE TANQUE DE TV-100	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
-	-	-	-	NA	NA	AGUA	EQUIPO DE SECADO SA-500	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/2"	-	-	AC	NA	NA	AGUA	FONDO DE TANQUE DE TV-500	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1"	-	-	CPVC	NA	NA	BIOMASA	FOSA COLECTORA TC-05	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
-	-	-	-	NA	NA	AGUA	FILTRO / REGULADOR-LUBRIC. BD-108	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/2"	-	-	AI	NA	NA	BIOMASA	TOMA DE MUESTRA DE BOMBA BD-108	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
-	-	-	-	NA	NA	AGUA	FILTRO / REGULADOR-LUBRIC. BD-02C	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA



Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Pulg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
1/2"	-	-	AI	NA	NA	BIOMASA	TOMA DE MUESTRA DE BOMBA BD-02C	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
2"			CPVC	NA	NA	MICROALGA	FBR-02 (LOOP 15-21)	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
-	-	-	-	NA	NA	AGUA	FILTRO / REGULADOR-LUBRIC. BD-02B	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/2"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE BOMBA BD-02B	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
2"			CPVC	NA	NA	MICROALGA	FBR-02 (LOOP 8-14)	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
-	-	-	-	NA	NA	AGUA	FILTRO / REGULADOR-LUBRIC. BD-02A	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
1/2"	-	-	AI	NA	NA	MICROALGA	TOMA DE MUESTRA DE BOMBA BD-02A	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA
2"	-	-	CPVC	NA	NA	MICROALGA	FBR-02 (LOOP 1-7)	3"-DP-700-CPVC	L	ATM.	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	1000	A-251	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.	
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec. ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C				
				Tipo	Espesor														
SISTEMA DE AIRE DE INSTRUMENTOS, PLANTA, GAS ENRIQUECIDO Y GAS AGOTADO																			
1 ½"	AP	500	AC	N A	NA	AIRE	GB-500	1 ½"-AP-502-AC	G	7.50	40.00	9.00	60.00	13.5 0	16-40	4.57	A-250	NUEVA	
1 ½"	AP	501	AC	N A	NA	AIRE	CONEXIÓN DISPONIBLE	1 ½"-AP-500-AC	G	7.50	40.00	9.00	60.00	13.5 0	16-40	4.57	A-250	NUEVA	

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
1 ½"	AP	502	AC	N A	NA	AIRE	1 ½"-AP-500-AC	TAPÓN CACHUCHA	G	7.50	40.00	9.00	60.00	13.50	16-40	4.57	A-250	NUEVA
¾"	SAI	502	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	FCV-501	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.60	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	AP	503	AC	N A	NA	AIRE	1 ½"-AP-502-AC	TOMAS DE SERVICIO AREA DE FBR-01	G	7.50	40.00	9.00	60.00	13.50	16-40	4.57	A-250	NUEVA
¾"	SAI	503	AC	N A	NA	AIRE	¾"-SAI-502-AC	FCV-500	G	7.50	40.00	9.00	60.00	13.50	16-40	4.57	A-250	NUEVA
¾"	AP	504	AC	N A	NA	AIRE	1 ½"-AP-502-AC	TOMA DE SERVICIO FBR-02	G	7.50	40.00	9.00	60.00	13.50	16-40	4.57	A-250	NUEVA
¾"	AP	505	AC	N A	NA	AIRE	1 ½"-AP-502-AC	TOMA DE SERVICIO FBR-02	G	7.50	40.00	9.00	60.00	13.50	16-40	4.57	A-250	NUEVA
¾"	AP	506	AC	N A	NA	AIRE	1 ½"-AP-502-AC	TOMA DE SERVICIO FBR-02	G	7.50	40.00	9.00	60.00	13.50	16-40	4.57	A-250	NUEVA
1 ½"	AP	507	AC	N A	NA	AIRE	1 1/2"-AP-500-AC	FG-500 A-D (EQUIPO PAQ)	G	7.50	40.00	9.00	60.00	13.50	16-40	4.57	A-250	NUEVA
¾"	SAI	100	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	BD-03	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.60	16-40	8.95	A-300 (3 DE 3) A-250	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¾"	SAI	101	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	BD-02	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-300 (2 DE 3) A-250	NUEVA
¾"	SAI	102	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	BD-01	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-300 (2 DE 3) A-250	NUEVA
¼"	SAI	300	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	BD-01A	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-302A (1 DE 2) A-250	NUEVA
¼"	SAI	301	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	BD-01B	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-302A (1 DE 2) (2 DE 2)	NUEVA
¼"	SAI	302	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	BD-04	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-302	NUEVA
¾"	SAI	400	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	BD-02A	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-303A (1 DE 3)	NUEVA
¾"	SAI	401	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	BD-02B	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-303A (2 DE 3)	NUEVA
¾"	SAI	402	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	BD-02C	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
¼"	SAI	403	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	BD-108	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-303	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¼"	SAI	403-1	AC	N A	NA	AIRE	1/4"-SAI-403-AC	CONEXIÓN	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-303	NUEVA
2"	SAI	500	AC	N A	NA	AIRE	TV-500	TAPON CACHUCHA	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
2"	SAI	501	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	TAPON CACHUCHA	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	504	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	VC-102	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	505	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	XV-100	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	506	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	XV-200	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	507	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	XV-300	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	508	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	XV-307	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	509	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	FCV-301	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	510	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	FCV-302	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	511	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	FCV-305	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	512	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	XV-301	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¾"	SAI	513	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	XV-302	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	514	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	XV-303	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	515	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	XV-304	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	516	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	XV-305	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	517	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-500-AC	XV-306	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	518	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	VC-303	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	519	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	VC-304	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	520	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-400	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	521	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-401	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	522	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-402	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	523	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-403	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	524	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-404	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¾"	SAI	525	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-405	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	526	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-406	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	527	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-407	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	528	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-408	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	529	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-409	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	530	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	XV-410	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-250	NUEVA
¾"	SAI	531	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	VC-400	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-300 (3 DE 3) A-250	NUEVA
¾"	SAI	532	AC	N A	NA	AIRE	2"-SAI-501-AC	VC-401	G	7.00	34.48	8.40	60.00	12.6 0	16-40	8.95	A-300 (3 DE 3) A-250	NUEVA
¾"	SGE	100	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-600-AC	TV-03	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-300 (3 DE 3) A-250	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
¾"	SGE	101	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-600-AC	TV-02	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-300 (2 DE 3) A-250	NUEVA
¾"	SGE	102	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-600-AC	TV-01	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-300 (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	202	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-600-AC	FBR-B1/B2/B3	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-301 A-250	NUEVA
2"	SGE	203	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-600-AC	FBR-B4/B5/B6	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-301 A-250	NUEVA
2"	SGE	300	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-600-AC	FBR-01 TURBULENCIA	G	0.725	32.34	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) A-250	NUEVA
2"	SGE	301	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6 "-SGE-600-AC	FBR-01 DISPERSIÓN	G	0.725	32.34	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) A-250	NUEVA
2"	SGE	302	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6 "-SGE-600-AC	FBR-01 DISPERSIÓN	G	0.725	32.34	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) A-250	NUEVA
2"	SGE	303	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6 "-SGE-600-AC	FBR-01 DISPERSIÓN	G	0.725	32.34	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) A-250	NUEVA



Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	SGE	304	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-600-AC	FBR-01 TURBULENCIA	G	0.725	32.34	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) A-250	NUEVA
2"	SGE	305	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	2"-SGE-300-AC	FBR-01	G	0.725	32.34	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) (2 DE 2)	NUEVA
2"	SGE	306	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	2"-SGE-301-AC	FRB-01 DISPERSIÓN	G	0.725	32.34	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) (2 DE 2)	NUEVA
2"	SGE	307	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	2"-SGE-302-AC	FBR-01 DISPERSION	G	0.725	32.34	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) (2 DE 2)	NUEVA
2"	SGE	308	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	2"-SGE-303-AC	FBR-01 DISPERSION	G	0.725	32.34	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) (2 DE 2)	NUEVA
2"	SGE	309	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	2"-SGE-304-AC	FBR-01 TURBULENCIA	G	0.725	32.34	3.00	60.00	4.5	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) (2 DE 2)	NUEVA
¾"	SGE	310	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6-SGE-600-AC	TC-04	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-302 A-250	NUEVA
¾"	SGE	311	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6-SGE-600-AC	CONEX. LABORAT.	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-302 A-250	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec. ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	SGE	400	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 1 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	401	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 2 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	402	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 3 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	403	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 4 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	404	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 5 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	405	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 6 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	406	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 7 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec. ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	SGE	407	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 8 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	408	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 9 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3 A-250)	NUEVA
2"	SGE	409	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 10 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	410	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 11 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	411	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 12 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	412	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 13 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	413	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 14 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec. ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	SGE	414	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 15 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	415	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 16 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	416	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 17 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	417	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 18 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	418	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 19 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	419	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 20 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	SGE	420	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	LOOP 21 FBR-02	G	0.72	37.61	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
¾"	SGE	421	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-601-AC	TC-05	G	0.51	36.87	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-250 A-303	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
6"	SGE	600	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	REDUCCIÓN 2"x6"	TAPÓN CACHUCHA	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-250	NUEVA
6"	SGE	601	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	6"-SGE-600-AC	TAPON CACHUCHA	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-250	NUEVA
6"	SGE	602	AC	N A	NA	AIRE ENRIQUEC.	ATM.	SO-500	G	ATM	AMB.	3.00	60.00	4.50	16-40	2.28	A-250	NUEVA
2"	RGA	200	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	FBR-B1/B2/B3	6"-RGA-600-AC	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-301 A-250	NUEVA
¾"	RGA	200	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	FBR-B1	2"-RGA-200-AC	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-301	NUEVA
¾"	RGA	202	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	FBR-B2	2"-RGA-200-AC	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-301	NUEVA
¾"	RGA	203	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	FBR-B3	2"-RGA-200-AC	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-301	NUEVA
2"	RGA	204	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	FBR-B4/B5/B6	6"-RGA-600-AC	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-301	NUEVA
¾"	RGA	205	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	FBR-B4	2"-RGA-204-AC	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-301	NUEVA
¾"	RGA	206	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	FBR-B5	2"-RGA-204-AC	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-301	NUEVA
¾"	RGA	207	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	FBR-B6	2"-RGA-204-AC	G	0.725	47.68	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-301	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. (Plg)	Clave	Núm.	Espec.	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	RGA	300	AC	NA	NA	GAS AGOTADO	6"-MA-306-PT	6"-RGA-600-AC	G	0.225	32.21	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-302A (1 DE 2) A-250	NUEVA / CAMBIO DE MATERIAL EN VÁLVULA DE BLOQUEO
2"	RGA	301	AC	NA	NA	GAS AGOTADO	6"-MA-310-PT	6"-RGA-600-AC	G	0.225	32.21	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-302A (2 DE 2) A-251	NUEVA / CAMBIO DE MATERIAL EN VÁLVULA DE BLOQUEO
2"	RGA	400	AC	NA	NA	GAS AGOTADO	LOOP 21 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	401	AC	NA	NA	GAS AGOTADO	LOOP 20 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	402	AC	NA	NA	GAS AGOTADO	LOOP 19 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	403	AC	NA	NA	GAS AGOTADO	LOOP 18 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	RGA	404	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 17 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	405	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 16 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	406	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 15 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (3 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	407	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 14 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	408	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 13 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	409	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 12 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	410	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 11 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	411	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 10 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA

Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm² g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	RGA	412	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 9 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	413	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 8 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (2 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	414	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 7 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	415	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 6 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-251	NUEVA
2"	RGA	416	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 5 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-251	NUEVA
2"	RGA	417	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 4 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	418	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 3 FBR-02	6"-RGA-600- AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA
2"	RGA	419	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 2 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA



Línea						Servicio			Fase del fluido	Condiciones normales de operación		Condiciones de diseño		Condiciones de prueba		ρ kg/m³	Diagrama de referencia	Observ.
Diám. · (Plg)	Clave	Núm.	Espec. ·	Aislamiento		Nombre del fluido	De	A		Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C	Presión kg/cm²g	Temp. °C			
				Tipo	Espesor													
2"	RGA	420	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	LOOP 1 FBR-02	6"-RGA-600-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA
6"	RGA	600	AC	N A	NA	GAS AGOTADO	TAPÓN CACHUCHA	6"-SGE-602-AC	G	0.51	37.55	3.00	60.00	4.50	16-40	1.41	A-303A (1 DE 3) A-250	NUEVA