TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA RECUPERACIÓN DE LA UNIDAD DE DESTILACIÓN FISCHER AUTODEST 700DC DEL LABORATORIO OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN & RECOBRO MEJORADO CENTRO DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA (ICP).

AUTORES

Elkin Mauricio Merchán Rodríguez
1098630622

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
BUCARAMANGA
5- DICIEMBRE - 2019

TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA RECUPERACIÓN DE LA UNIDAD DE DESTILACIÓN FISCHER AUTODEST 700DC DEL LABORATORIO OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN & RECOBRO MEJORADO CENTRO DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA (ICP).

AUTORES
Elkin Mauricio Merchán Rodríguez
1098630622

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero electromecánico

DIRECTOR
MSc. Carlos Gerardo Cárdenas Arias

Grupo de investigación en diseño y materiales - DIMAT

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
BUCARAMANGA
5- DICIEMBRE - 2019

Nota de Aceptación

_____

_____

Nota de Aceptación

_____

_____

_____
Firma del jurado

_____
Firma del Jurado

DEDICATORIA

Le doy gracias a dios por darme la vida por mostrarme la luz de lo que tenía que hacer, por darme esta familia tan maravillosa que siempre ha estado conmigo incondicionalmente.

Este triunfo se lo dedico a mi esposa Ludy Patricia Villamizar, a mi hijo Gerald Mauricio Merchán, a mi querida madre María Rodríguez, que son los que me dieron la fortaleza y la moral para seguir adelante y cumplir con todo los objetivos expuestos en el transcurso de la carrera, gracias a ese apoyo soy lo que soy, voy por proyectos más grandes y con su apoyo lo conseguiremos, digo conseguiremos porque este y los logros que vienen son de todos.

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a Dios por darme la vida y mostrarme la luz en mi camino por concederme esta familia tan maravillosa que ha estado conmigo incondicionalmente.

Agradezco a mi familia que siempre me acompaño y me apoyo que estuvo conmigo en las buenas y en las malas.

Agradezco a las unidades tecnológicas de Santander por tener en su lista de carreras profesionales una carrera tan, pero tan hermosa como es la Electromecánica, agradezco la flexibilidad en canto a horarios y a esos profesionales tan ejemplares y tan bien formados que tienen de profesorados.

.

Agradezco al ingeniero y futuro doctor Carlos Gerardo Cárdenas Arias por su acompañamiento en mi proceso de formación ya que tuve la dicha de recibir clase de dinámica y de acompañarme en las practicas.

Agradezco al ICP el convenio realizado con la universidad, que gracias a esto pude hacer parte de esa empresa tan prestigiosa.

Agradezco a los ingenieros Edxon Stiven Meneses, Raul Velasco, que nos acompañaron en el proceso dentro del ICP, que aparte de brindarme orientación los considero amigos, unos personajes que no tengo palabra para describirlos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO **10**

INTRODUCCIÓN **11**

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN **12**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **12**
1.2. JUSTIFICACIÓN **13**
1.3. OBJETIVOS **14**
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14

2. MARCOS REFERENCIALES **17**

2.1. MARCO LEGAL **17**
2.2. MARCO CONCEPTUAL. **18**
2.3. MARCO AMBIENTAL **22**

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO **23**

3.1. UNIDAD DE DESTILACIÓN FISCHER AUTODEST 700DC 6 LTS **24**
3.1.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO 27
3.1.2. CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE DESTILACIÓN FISCHER AUTODEST 700 DC 28
3.1.3. SISTEMAS DE CONTROL 34
3.2. DIAGNÓSTICO DE LA UNIDAD DE DESTILACIÓN FISCHER AUTODEST 700DC **37**
3.2.1. INVENTARIO UNIDAD DE DESTILACIÓN FISCHER AUTODEST 700AC. 38
3.2.2. ESTADO ACTUAL DE LA UNIDAD DE DESTILACIÓN 43
3.3. CONSULTA DE PROVEEDORES **50**
3.4. DISEÑO UNIDAD DE DESTILACION FISCHER AUTODES 700DC **52**
3.4.1. ELEMENTOS A DISEÑAR PARA SU FABRICACIÓN 53
3.4.2. EMBUDO DE COLECTOR 55
3.4.3. COLECTOR 56
3.4.4. AMORTIGUADOR O DÁMPER 57
3.4.5. COTIZACIÓN DE ELEMENTOS HOMÓLOGOS 58
3.4.6. COTIZACIÓN DE ELEMENTOS DISEÑADOS 58
3.4.7. COTIZACIÓN UNIDAD DE DESTILACIÓN 58
3.5. OPERACIÓN **59**
3.5.1. PROCESO DE DESTILACIÓN 59
3.5.2. MÉTODO ESTÁNDAR PARA DESTILACIÓN DE PETRÓLEO CRUDO MEDIANTE COLUMNA DE 15 PLATOS TEÓRICOS ASTM D 2892 62
3.5.3. DESTILACIÓN DE ACEITES PESADOS Y CRUDOS SEGÚN EL MÉTODO DE ALTO VACÍO "POTSTILL" ASTM D-2 P196 63

3.6. PANORAMA DE RIESGOS 65
3.6.1. FRECUENCIA DE REVISIÓN Y DE CICLO DE TRABAJO 65
3.6.2. VALORACIÓN RAM 65
3.6.3. PELIGROS, RIESGOS Y CONTROLES DE SEGURIDAD 65
3.6.4. ASPECTO, IMPACTO Y CONTROL AMBIENTAL 66
3.6.5. EQUIPO PERSONAL DE PROTECCIÓN 66
3.6.6. SEGURIDAD EN EL MANEJO DEL EQUIPO 66
3.6.7. SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO 67
3.7. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD 68

4. RESULTADOS 72

5. CONCLUSIONES 73

6. RECOMENDACIONES 74

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 75

8. ANEXOS 77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología. 23
Figura 2. Planta fischer autodest 700DC 6 lts 24
Figura 3. Diagrama de flujo unidad de destilación Fischer Autodest 700DC. 25
Figura 4. Mantas de calentamiento. 28
Figura 5. Sistema de refrigeración. 29
Figura 6. Bomba de vacio. 30
Figura 7. Cristaleria 31
Figura 8. Agitador magnético. 32
Figura 9. Diagrama eléctrico agitador magnético. 32
Figura 10. Colector de fracciones. 33
Figura 11. Panel de control análogo. 35
Figura 12. Consola dc para control de destilaciones. 35
Figura 13. PC programado para controlar. 36
Figura 14. Paragon 550 37
Figura 15. Puntos con evidencia de corrosión 43
Figura 16. Manta de Boiler o Flask. 44
Figura 17. Chaqueta de calentamiento. 44
Figura 18. Columna. 45
Figura 19. Manta de la Columna. 45
Figura 20. Condensador. 46
Figura 21. Colector de Fracciones. 46
Figura 22. Termostatos. 47
Figura 23. Bomba de vacío. 47
Figura 24. Solenoide de vacío. 48
Figura 25. Manómetro de presión absoluta. 48
Figura 26. RTD Baño 49
Figura 27. Agitador Magnético. 49
Figura 28. Motor colector de Fracciones 50
Figura 32. Unidad de destilación. 51
Figura 33. Unidad de destilación 52
Figura 34. vista frontal colector 53
Figura 35 vista superior colector 54
Figura 36. Embudo colector 55
Figura 37. Colector 56
Figura 38. Amortiguador o Dámper 57
Figura 39. Temperaturas de ebullición. 60
Figura 40. Diagrama de factibilidad. 68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones de la unidad 26
Tabla 2. inventario unidad de destilación fischer autodest 700DC 38
Tabla 3. Explicación del diagrama de flujo de la figura 40. 69
Tabla 4. Evaluación de criterios para la toma de decisión 71

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito de esta investigación, se centró en el estudio de la factibilidad que permite la recuperación de la unidad de destilación Fischer Autodest 700DC del laboratorio de Optimización de producción y Recobro mejorado en el Centro de Innovación y Tecnología (ICP).

Para lograr lo anterior, se empleó una metodología llevada a cabo en cuatro etapas; en la primera de estas, se realizó la consulta de referencias técnico científicas en bases de datos especializadas y manuales del equipo, posterior a esto, se llevó a cabo un diagnóstico empleando una lista de chequeo y una secuencia programática de identificación de elementos que permiten la operación del dispositivo. Seguidamente, se procede a una homologación de piezas, pues, por la desactualización de la máquina, el fabricante no posee en stock el inventario requerido. Por último, se realiza un diseño conceptual de las piezas y los elementos de la unidad; con esto, se logra una simulación global del equipo en Software CAD/CAM SolidWorks^{R}, con la finalidad de encontrar una aproximación similar a la original.

Finalmente, al realizar el estudio de factibilidad, se puede establecer, que resulta costoso en términos económicos, llegar a fabricar y reacondicionar los elementos que componen la Unidad de destilación, teniendo en cuenta que la tecnología de esta, resulta obsoleta.

Dentro de los entregables de este trabajo, se tiene una simulación de los elementos y el ensamble de estos dentro del equipo global, además del estudio de factibilidad que permitió justificar de manera técnica, la decisión final.

PALABRAS CLAVE. Torre de destilación, columna de destilación, vacío, diseño conceptual, estudio de factibilidad.

INTRODUCCIÓN

La unidad de destilación es un equipo industrial que está diseñado para realizar el proceso más relevante en las primeras etapas del refinado del crudo, donde se separa componentes a distintos rangos de ebullición. La destilación permite separar los materiales sin que se someta a condiciones que ocasionen craqueo o descomposición molecular. Estos productos son la materia prima para las líneas de producción en las diferentes unidades de proceso donde se obtienen los productos finales de refinería. (Cepsa, 2017), (Castillo Cañon & Guerrero Salamanca, 2017).

En el laboratorio de inyección de aire existe un equipo llamado torre de destilación. Actualmente el mismo se encuentra fuera de servicio por 5 años Previo a su desincorporación se usaba como deshidratador de crudos, es decir para separar y remover el agua de las muestras. Se llevó a cabo un diagnóstico identificando sus componentes y se evaluó el funcionamiento de cada uno de ellos. Como resultado de este proceso se determinan los elementos que deben conseguirse.

El propósito del presente trabajo es verificar la posibilidad de repotenciación asegurando la operación y si esto es posible realizar un diseño tomando como base lo existente teniendo en cuenta el costo y la viabilidad de consecución.

Este documento está organizado de la siguiente manera: en el capítulo uno se describen objetivos y antecedentes del trabajo. Luego, se realiza una breve descripción de la metodología planeada. Se aclara que para esta primer entrega, el desarrollo del trabajo se limita a la finalización de las primeras dos etapas. Posteriormente, se presenta una sección de resultados donde se profundizan las etapas descritas en la metodología.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el laboratorio de inyección de aire es de suma importancia que los equipos que lo componen estén en excelentes condiciones tanto como para su uso, como por la seguridad de los que allí laboran, de esto depende el avance de las investigaciones que se obtenga de los componentes del crudo; surgiendo la necesidad de llevar a cabo esta práctica diseño conceptual y estudio de factibilidad de la unidad de destilación de 15 platos.

La destilación del petróleo es un proceso que incluye el fraccionamiento y transformaciones químicas del petróleo para generar cada uno de sus derivados y tener en cuenta todas las características del crudo, con una competencia cada vez más amplia ya que cada vez hay más demanda de producción para poder estar a la altura de los requerimientos internacionales que hacen parte del mercado. Por ende en el laboratorio de inyección de aire el destilador de 15 platos cumple un papel muy importante ya que de este dependen todos sus procesos simples y complejos que radican del crudo.

En la industria petrolera las torres de destilación forman un papel indispensable ya que en Colombia encontramos variedades de crudo respecto a su densidad a diferencia con otros países que compiten en el mercado, gracias a la diversidad de crudo que posee este país el Centro de Innovación y Tecnología (ICP). Es una de las entidades mejor posicionada y preparada para realizar esta clase de estudios. Este proyecto permite realizar un diseño conceptual de elementos que requiere la unidad de destilación para su futura operación en el laboratorio de inyección de aire.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el laboratorio es de suma importancia que los equipos que allí se usan estén en óptimas condiciones para que sus resultados estén con el menor rango de error; de aquí nace la necesidad de esta práctica que es realizar diseño conceptual y estudio de factibilidad de destilación de 15 platos, la cual es la encargada de destilar los derivados comercializables del crudo de distintas muestras.

Los laboratorios del Centro de Innovación y Tecnología (ICP). Se posicionan como las primeras de su tipo en Latinoamérica y un tercer lugar a nivel mundial con grandes estándares de producción. Esta iniciativa tiene como propósito incrementar el factor de recobro de los campos y aumentar la producción del petróleo, permitiendo al futuro ingeniero electromecánico proponer proyectos de investigación orientados a los avances tecnológicos industriales donde intervienen sistemas electromecánicos.

El éxito de esta práctica consiste en ampliar los conocimientos teórico- práctico del estudiante de las Unidades Tecnológicas de Santander, aportando a la línea de investigación asociadas a la ingeniería Electromecánica. Estas herramientas son necesarias para capacitar al estudiante en los funcionamientos de los equipos del laboratorio, llevándolo a detectar cualquier anomalía que se presente, toda vez que conociendo su funcionamiento pueda llegar a reconocer la procedencia de la falla, y de esta manera plantear posibles mejoras en los equipos. Con esta experiencia el futuro ingeniero incursionara en su campo laboral exitosamente gracias a la tecnología de punta que allí se ubica y al prestigio que tiene el Centro de Innovación y Tecnología (ICP).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. *OBJETIVO GENERAL*

Desarrollar un estudio de factibilidad basados en un diseño conceptual según especificaciones de la unidad de destilación Fischer Autodest 700DC, proyectando la operación, aplicando la norma ASTM D 2892

1.3.2. *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- Realizar una revisión bibliográfica de manuales, bases datos y documentación relacionada con el funcionamiento y operación de la unidad de destilación de 15 platos del laboratorio de inyección de aire.
- Elaborar un diagnóstico del estado actual de los elementos que componen el equipo de destilación de 15 platos del laboratorio de inyección de aire.
- Desarrollar un plan de trabajo según las necesidades identificadas en el diagnóstico del equipo de destilación de 15 platos del laboratorio de inyección de aire, y establecer el procedimiento a realizar.
- Realizar un diseño conceptual de componentes faltantes no homologables de la unidad de destilación Fischer Autodest 700DC, que cumpla con las especificaciones técnicas necesarias para su funcionamiento.
- Desarrollar un análisis de factibilidad, con el propósito de justificar la reparación o su obsolescencia.

ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

- En la Universidad Industrial de Santander. La facultad de Ingeniería Físico – Mecánicos en Bucaramanga los estudiantes ALVARO ALVAREZ FLOREZ, WILLIAM VARGAS SILVA realizan un PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE BOMBEO DE LA UNIDAD 150 PLANTA DE DESTILACIÓN DE CRUDOS DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA, este documento permite identificar mediante su diagnóstico realizado a los equipos de bombas centrifugas U 150 de destilación de crudos, que sus fallas son presentadas en sellos mecánicos, rodamientos, y anillos de desgaste esto se desarrolló en el año 2013. (Alvarez Flores, 2013).

- Los estudiantes JORGE ARMANDO ORREGO RUIZ de la universidad Industrial de Santander de la facultad de Ciencias, realizan en el año 2014 el proyecto FRACCIONAMIENTO POR DESTILACION MOLECULAR Y CARACTERIZACION DE FONDOS DE VACIO DE CRUDOS COLOMBIANOS, este documento permite conocer el proceso de destilación molecular utilizando el alto vacío, tiempos cortos y evaporador cilíndrico. Según su diseño se puede apreciar dos tipos de destiladores moleculares: El destilador de Película descendente y el destilador centrífugo. Se concluye que mediante este estudio se pudo analizar el rendimiento de destilación a partir del parámetro ACL. (Orrego Ruiz , 2014)

- Los estudiantes CARDENAS DELGADO CARLOS ALBERTO, PEREZ CALAO VICTOR YESID; STASHENKO ELENA E. de la universidad Industrial de Santander de la escuela de Química, realizan en el año 2011 el proyecto INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA DE DESTILACION DE ACEITES ESENCIALES EN EL MUNICIPIO DE SUCRE (SANTANDER) : ESTUDIO DEL EFECTO DE DIFERENTES VARIABLES SOBRE EL RENDIMIENTO Y COMPOSICION DEL ACEITE ESENCIAL DE THYMUS VULGARIS L. OBTENIDO POR ARRASTRE CON VAPOR, este documento permite conocer el proceso de extracción del aceite esencial que tiene como materia prima las plantas, logrando la

instalación y puesta en marcha del destilador de aceites esenciales. Se concluye que mediante la puesta en marcha del destilador aumento su rendimiento y mejoro la calidad del aceite de esencia. (Cardenas Delgado, Perez Calao, & Stashenko , 2011)

- Los estudiantes MONTOYA MISTRETTA ALEJANDRA de la universidad Pontificia Universidad Católica De Valparaiso de la facultad de Ingeniería, realizan en el año 2012 el proyecto "DISEÑO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN PARA RECUPERACIÓN DE UNA SUSTANCIA TERMOSENSIBLE, este documento permite conocer la importancia del tipo de destilador a utilizar según la sustancia que se desea separar y sus propiedades, al finalizar el proyecto y la construcción de este equipo, los resultados fueron satisfactorios. (Mistretta, Diseño de una columna de destilación para recuperación de una sustancia termosensible, 2012)

2. MARCOS REFERENCIALES

2.1. MARCO LEGAL

La norma ISO/TS 29001 define los requisitos para los sistemas de Gestión de Calidad para el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio de productos para las industrias del petróleo, petroquímica y de gas natural.

Norma ISO 9001 e incorpora requisitos suplementarios centrados en la prevención y reducción de la variación y de residuos de proveedores de servicios.

(Decreto 283 de 1990, art. 3°, subrogado por el Decreto 1521 de 1998, art. 2°)
Refinador: Toda persona natural o jurídica que ejerce la actividad de refinación de hidrocarburos para la producción de combustibles líquidos derivados del petróleo, en los términos del artículo 2.2.1.1.2.2.3.75. y siguientes del presente Decreto.

(Decreto 283 de 1990, art. 3°, subrogado por el Decreto 1521 de 1998, art. 2°)
Mantenimiento: Actividades tendientes a lograr el adecuado funcionamiento de equipos, elementos, accesorios, maquinarias, etc., con el fin de garantizar una eficaz y eficiente prestación del servicio al usuario.

(Decreto 318 de 2003; art. 3°)
ARTÍCULO 2.2.1.1.2.2,2.1. Requisitos para el almacenamiento transitorio de aceite combustible de motor ACPM. Los interesados en obtener del Ministerio de Minas y Energía la autorización para almacenar en forma transitoria ACPM, en sus instalaciones deberán cumplir con los siguientes requisitos Técnicos:

c) Cada planta de abastecimiento deberá tener o contratar un laboratorio para el análisis de los productos, dotado como mínimo con equipos para la determinación del punto de chispa, ensayo de destilación y densidad;
(Decreto 283 de 1990, art. 16)

2.2. MARCO CONCEPTUAL.

Torre de destilación

Consiste en una serie de elementos esenciales para la refinería de petróleo, ya que en ella se realiza la destilación del crudo lo cual es un proceso de separación de los distintos componentes de esta materia prima, toda vez que se realiza calentando con presión atmosférica hasta 600 °C, llevando el crudo a vapor se eleva en la torre y se enfría con el cual se condensa en distintos niveles logrando su separación en los diferentes platos. (Compañía Española de Petróleos S.A.U. (CEPSA))

Petróleo Crudo

Los crudos constituyen una mezcla compleja de hidrocarburos acompañados de algunas sustancias que contienen azufre, nitrógeno y oxígeno, la refinería están condicionadas a la densidad y los componentes que contiene el crudo para su proceso de refinería.

C_nH_{2n+2}, C_nH_{2n}, C_nH_{2n-2}, C_nH_{2n-4}, C_nH_{2n-6}, C_nH_{2n-8}, C_nH_{2n-10}, C_nH_{2n-14} y C_nH_{2n-20}

De esta encontramos algunas de suma importancia industrial como parafinica, olefinica naftenica, aromatica, diolefinica y acetilinica (Schwarz, 1993)

Peso especifico

Es la relacion entre peso y volumen de una sustancia

Pe=p/v ; Pe =m.g/v

Viscosidad

Es una propiedad importante de los fluidos, como la resistencia que tienen los fluidos para fluir o deformar, eso define su viscosidad Constituido de 0 a 100 todo en función a su temperatura. (Garrido, 2010)

Destilacion

Es un proceso que consiste en separar componentes del crudo, lo cual se logra gracias a las de temperaturas de ebullición de sus componentes (Garrido, 2010)

Tipos de destilacion:

Destilacion primaria

Abarca una serie de operaciones que permiten separar los componentes del crudo y producir utilidades comerciales. (Garrido, 2010)

Filtrado

Consiste en retirar partículas sólidas indeseables del crudo, Para poder llevarlo a la torre de destilación. (Garrido, 2010)

Desalinización

Es un proceso que se realiza mediante un equipo desalinizador utilizando electrodos que producen un campo electrostático, permitiendo de esta manera separar del crudo sales indeseables que a lo largo del tiempo producen corrosión en la maquinaria. (Garrido, 2010)

Calentamiento

Se eleva el horno a 335°C proceso en el cual el crudo vaporiza la gasolina, kerosene y diésel. Toda vez vaporizado el hidrocarburo se introduce al destilador. (Garrido, 2010)

Fraccionamiento

Se puede entender como un proceso físico, donde la mezcla de líquidos y vapores pueden desintegran sin sufrir cambios químicos; esto se logra atreves de la evaporización y condensación en diferentes puntos de ebullición.

El destilador compuesto con un conjunto de platos cumple la función de fraccionamiento, donde ascendientemente condensa los vapores gradualmente, siendo estos a su vez enfriados en la misma torre. (Garrido, 2010)

Destilación al Vacío

Partiendo de los residuos obtenidos del proceso de destilación primaria, estos son aprovechados y llevados a una torre especial con el fin de que las fracciones que se evaporicen hiervan a temperaturas moderadas obteniendo un aceito viscoso llamado gasóleo. El residuo de este proceso es extraído para ser utilizado como asfalto. (Garrido, 2010)

Productos de refinería

Pueden clasificarse en;

- Productos volátiles
- Aceites ligeros
- Destilados
- Aceites lubricantes
- Grasas y parafinas
- Residuos
- Especialidades

Pre tratamiento del crudo

Ya fuera de los tanques de almacenamiento antes de entrar el crudo a la torre de destilación el crudo debe ser desalado, luego se somete a altas temperaturas en un horno. (Compañía Española de Petróleos S.A.U. (CEPSA))

Entrada del crudo

Ya afuera del horno el crudo se encuentra a altas temperaturas y se conduce atreves de los ductos de entrada de la torre, los componentes que poseen mayor temperatura de destilación caen al fondo de la torre los productos que se consideran más ligeros están dentro de un rango de 60% y 70% se evaporan y ascienden por el interior de la torre de destilación. (Compañía Española de Petróleos S.A.U. (CEPSA))

Extracción de los componentes

Los vapores que se han elevado se filtran atreves de los platos al ya no estar sometido a calor se produce un enfriamiento y se comienza a condensar en los platos de destilación para luego recoger los líquidos en las cubetas de extracción en la cual se almacenan (Compañía Española de Petróleos S.A.U. (CEPSA))

Reciclo de queroseno y gasoil ligero

Estos componentes se extraen dela torre se conducen por un intercambiador de calor y se retorna en la torre a menor temperatura proceso genera el enfriamiento al interior de la torre (Compañía Española de Petróleos S.A.U. (CEPSA))

Proceso de depuración con vapor de agua

Cada línea de extracción posee un stripper que es un deposito, donde se aplica a cada producto vapor de agua a 150°C el propósito de este es tener un fluido lo más puro y sin residuos. Los vapores generados del stripper regresan al interior de la torre y los componentes más densos se conducen al fondo de la torre. (Compañía Española de Petróleos S.A.U. (CEPSA))

Salida de los gases de cabeza condensados

Los elementos más ligeros de trasladan por la tubería que se encuentra en la parte superior de la torre que son los gases licuados del crudo, que se conocen como propano, butano, pentanos y nafta. (Compañía Española de Petróleos S.A.U. (CEPSA))

Salida del fondo

El fuel oíl es el componente con un punto de destilación mayor por lo que no se evapora sino que se almacena en el fondo de la torre de destilación este producto es utilizado como asfalto. (Compañía Española de Petróleos S.A.U. (CEPSA))

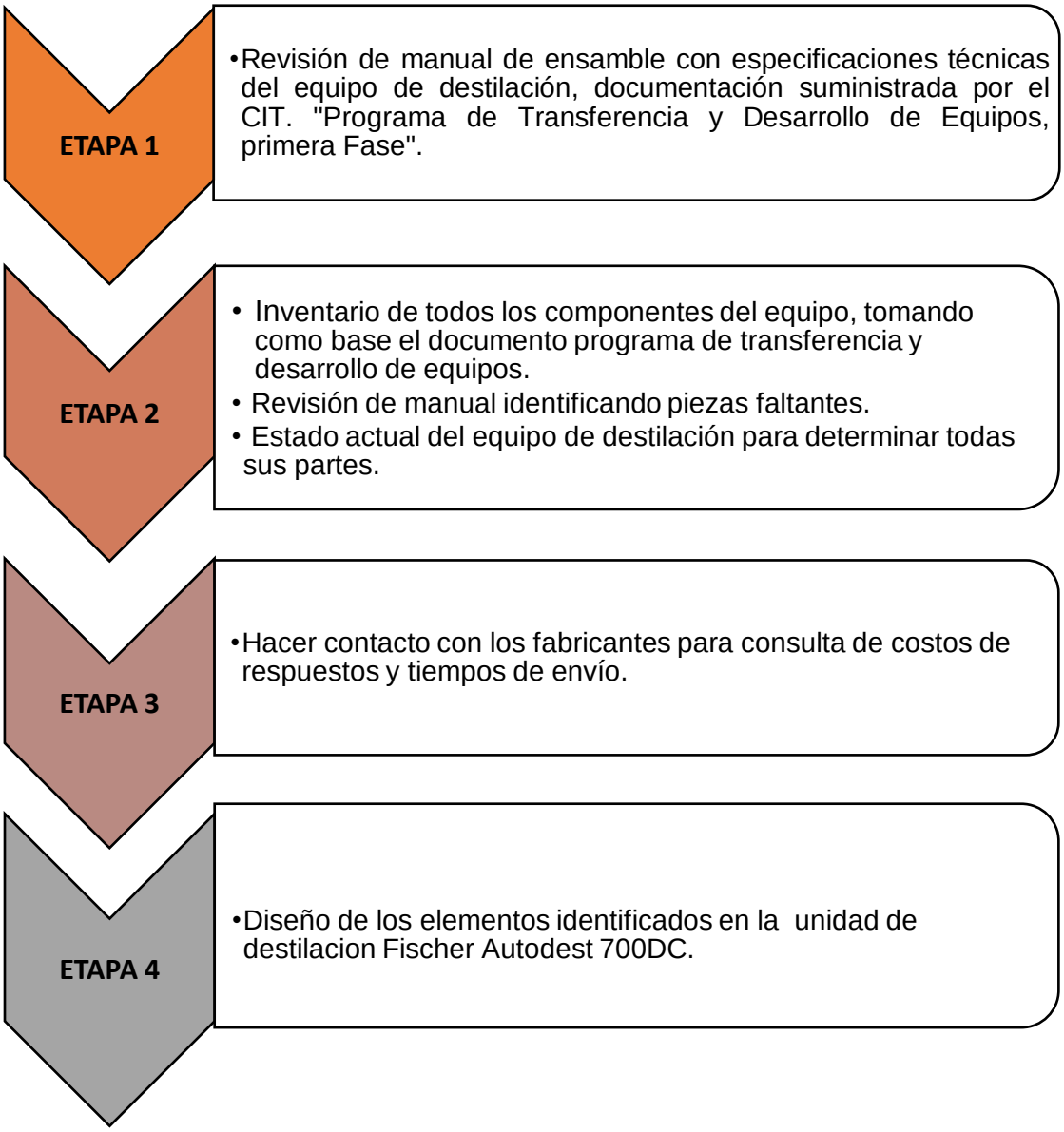
2.3. MARCO AMBIENTAL

En el marco ambiental la destilación del crudo implica un proceso que se lleva a cabo para convertirlo en productos útiles, esto genera emisiones de gases contaminantes que llegan al medio deteriorando de esta manera el ecosistema. Es por esto que atreves de este proyecto se propone poner a punto el destilador de 15 platos, ya que una torre de destilación defectuosas se estaría produciendo un producto de mala calidad lo que genera pérdidas financieras para la compañía, y para el planeta sería perjudicial la emisión de gases que este generaría.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

Este proyecto se desarrolla de acuerdo a la siguiente metodología en la Figura 1.

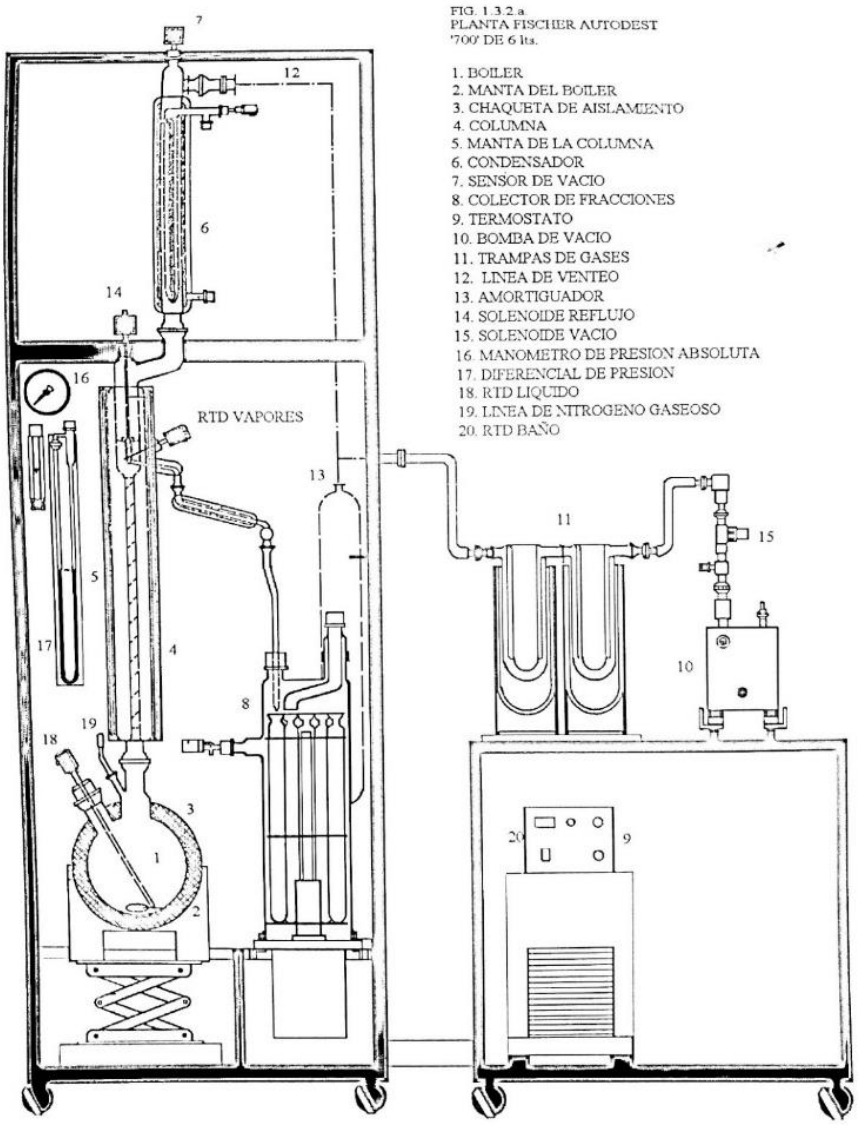
Figura 1. Metodología.



3.1. UNIDAD DE DESTILACIÓN FISCHER AUTODEST 700DC 6 LTS

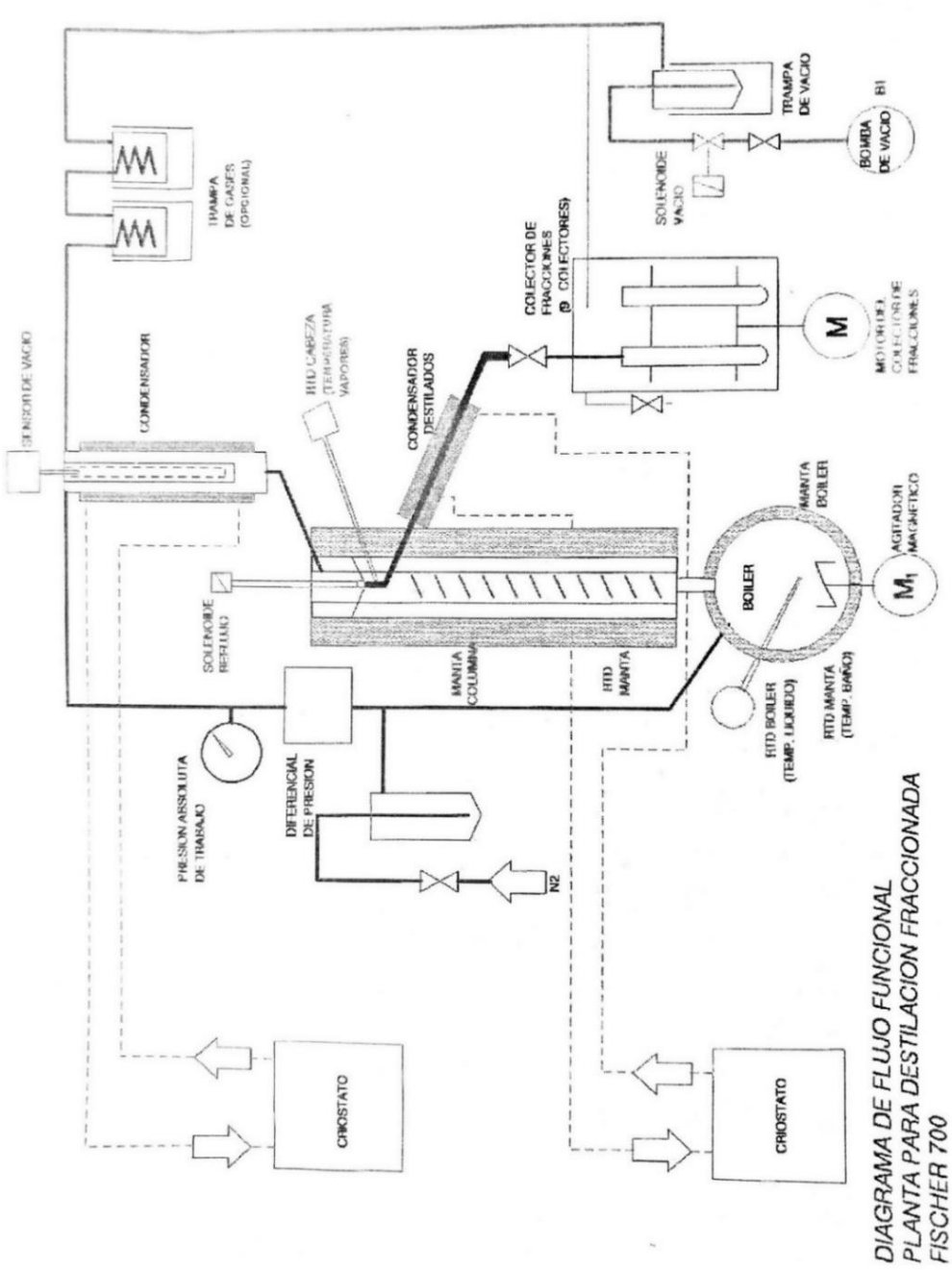
En la figura 2 se puede observar los elementos principales que componen la unidad de destilación Fischer Autodest 700DC.

Figura 2. Planta fischer autodest 700DC 6 lts



Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

Figura 3. Diagrama de flujo unidad de destilación Fischer Autodest 700DC.



Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

Las especificaciones técnicas de la unidad se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Especificaciones de la unidad

Características / Modelo	***700 DC***
Norma Astm	*D 2892*
Tipo De Destilación	*combinada*
Dimensiones (L X A X H)	*1.8 * 0.8*2.8*
Volumen Del Flask O Boiler	*6 lts*
Capacidad Máxima De La Muestra	*4 lts*
Presión De Vacío (mmhg)	*0.75- 750 (1-1000 mbar)*
Rango De Temperatura (°F) Aet	*0°F – 700°F O (-17°C – 371.11°C)*
Termostato (Marca Lauda)	*RC 6*
Bomba De Vacío (Marca Alcatel)	*2012A*
Numero De Colectores	*9*
Capacidad De Colectores	*250 ml*
Manta Boiler	*2.5 KW*
Manta De Aislamiento	*1.4 KW*
Manta De Columna	*700 W*
Solenoide De Reflujo	*24 V*
Tipo De Agitador	*MAGNETICO*
Diferencial De Presión	*SI*
Requerimiento De Energía	*4.5KW*

Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

3.1.1. **Principio de funcionamiento**

Las torres de destilación son la base de la industria petrolera ya que en la destilación del crudo se obtienen los derivados del petróleo como son; la gasolina, naftas, keros, acpm, propano, butano, etc. Esto se realiza en toda la industria de las refinerías ya que estas son las encargadas de entregar los derivados del crudo, este proceso se genera debido a las distintas temperaturas controladas de evaporación, se obtienen de la siguiente orden (ECURED, 2011):

- ***Asfalto*** más de 500°C
- ***Cremas*** 400°C a 500°C
- ***Aceites y lubricantes*** 350°C a 400°C
- ***Gasóleo o fuel*** 300°C a 350°C
- ***Naftas*** 200°C a 300 °C
- ***Gasolinas*** 30°C a 200 °C
- ***Disolventes*** 30°C a 90 °C
- ***Gases licuados del petróleo*** -165 °C a 30°C

(Geo inova, s.f.)

La unidad de destilación marca Fischer modelo Autodest 700DC es un equipo diseñado para fraccionar muestras de crudo. La muestra máxima de 6 lts se hace bullir a temperaturas controladas gradualmente, obteniendo sus diferentes derivados desde los más livianos hasta los más pesados. Luego, se recoge en un colector de fracciones, si la presión y temperatura se mantienen constantes llegará un momento donde no sucederá nada. Luego, se graduará la temperatura y se cambia de colector para obtener su próximo derivado y así sucesivamente hasta los límites permitidos en el manual de operación de la torre Fischer Autodest 700, de acuerdo a la norma astm 2892 (Araoz Quiñonez, 1994).

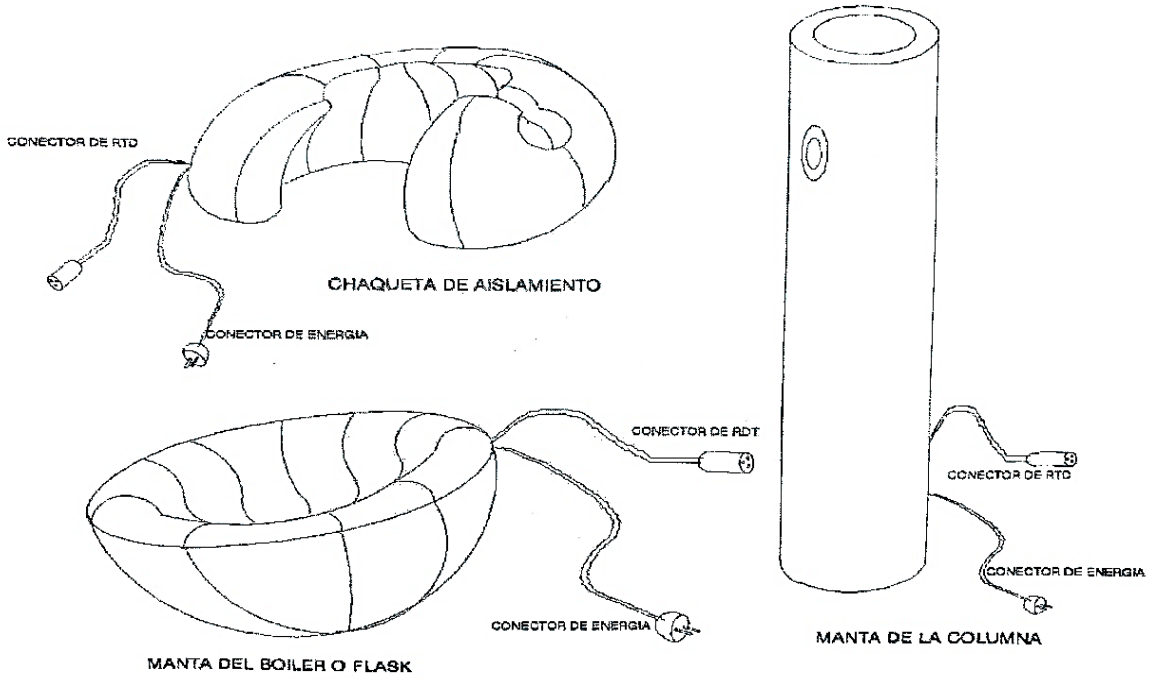
3.1.2. **Clasificación de la unidad de destilación Fischer Autodest 700 DC**

La unidad de destilación se compone de varios sistemas identificados de acuerdo a la figura 2.

A continuación, se describen cada uno de los sistemas.

3.1.2.1 Sistema Térmico

Figura 4. Mantas de calentamiento.



Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

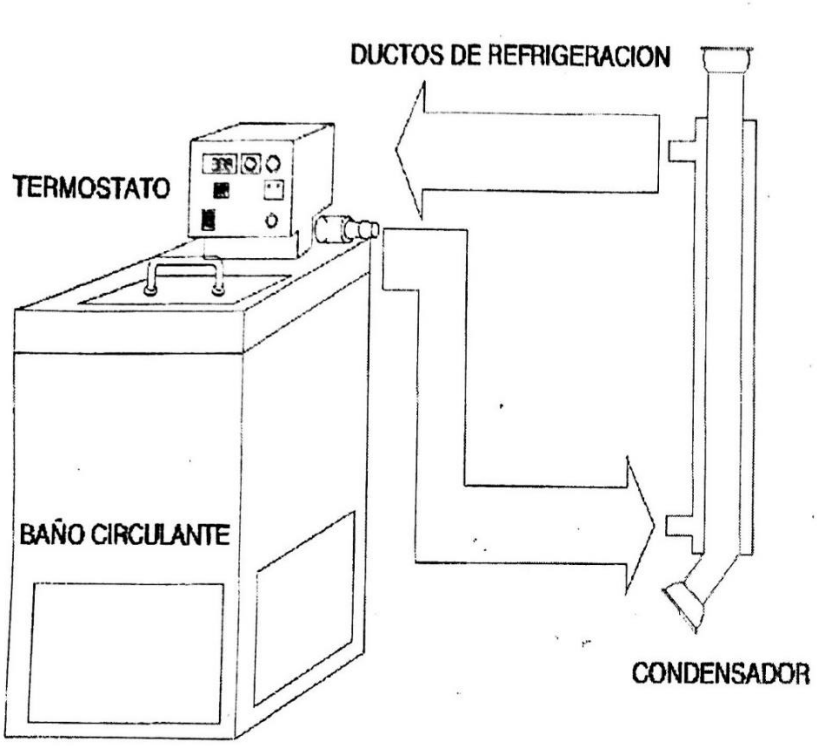
Las mantas son un elemento que se usa para proporcionar temperatura estable, uniforme y controlada de forma segura a los diversos recipientes, actúan bajo el principio de transferencia de calor por conducción, utilizado en diferentes procesos tales como extracción, ebullición, destilación, etc. Este equipo lo conforman tres mantas calefactoras fabricadas de fibra de vidrio tejida que cubren unas resistencias eléctricas aisladas las cuales transmiten potencia en forma de calor. Este calor es utilizado para el calentamiento de los recipientes, utilizan unas termocuplas que ayudan a monitorear la temperatura se alimentan por medio de fuente de 220V-60 HZ. Este equipo puede elevar temperaturas hasta de 700°F = 371.11 °C sin destruirse, la manta de la columna es para mantener la

adiatividad de esta y que el proceso sea isotérmico. (Cienytec, s.f.) (Araoz Quiñonez, 1994) (sevmexico.com, 2019).

3.1.2.2 Sistema de refrigeración

- **Sistema refrigerante**

Figura 5. Sistema de refrigeración.

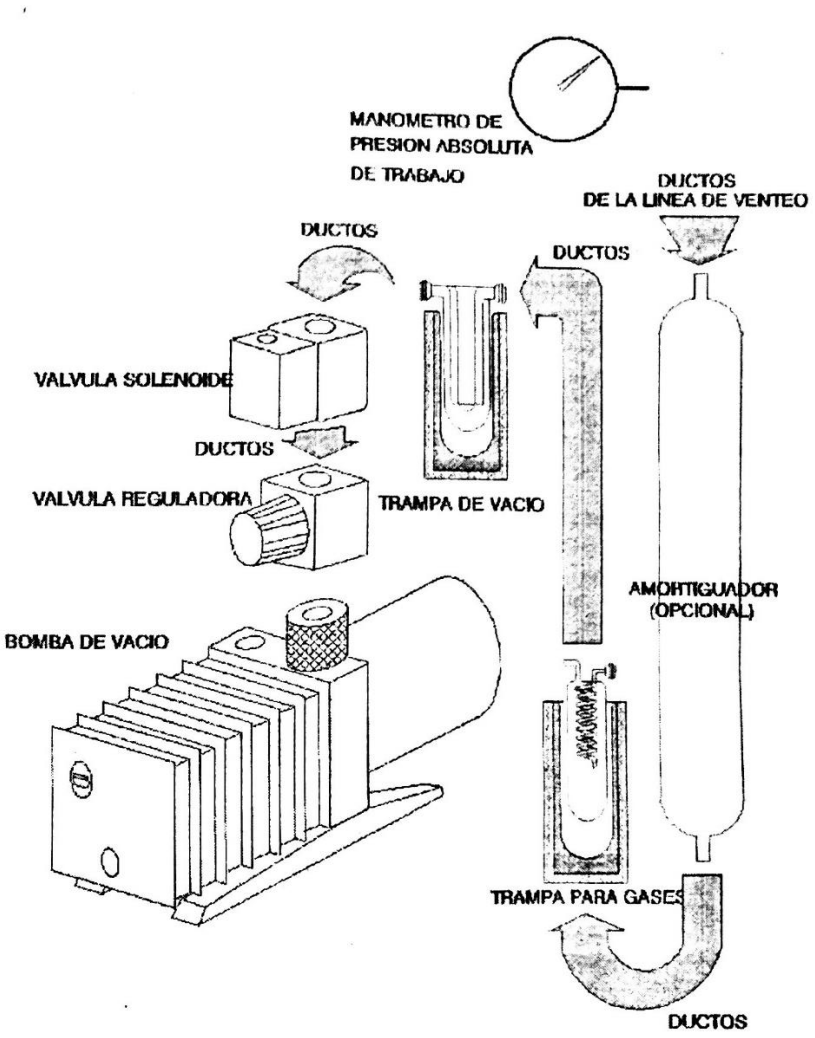


Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

Lo conforman los condensadores de vapores, los criostatos, termostatos y líquidos refrigerantes. El equipo de destilación posee un sistema de refrigeración por condensadores, alimentados por líquido refrigerantes que recirculan por los condensadores que conforman el sistema (Mistretta, 2012).

- **Sistema de vacío.**

Figura 6. Bomba de vacio.



Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

Las bombas de vacío (ver figura 7) son equipos diseñados con el propósito de extraer los gases contenidos en recipiente hermético. Su propósito es reducir la presión que allí se encuentra, también llegan a extraer sustancias no deseadas de un sistema sea tuberías o recipientes, su funcionamiento está definido por la velocidad de bombeo capaces de llegar a alcanzar presiones de vacío de hasta 76 µm Hg. (mundocompresor.com, s.f.).

3.1.2.3 Sistema de gas inerte

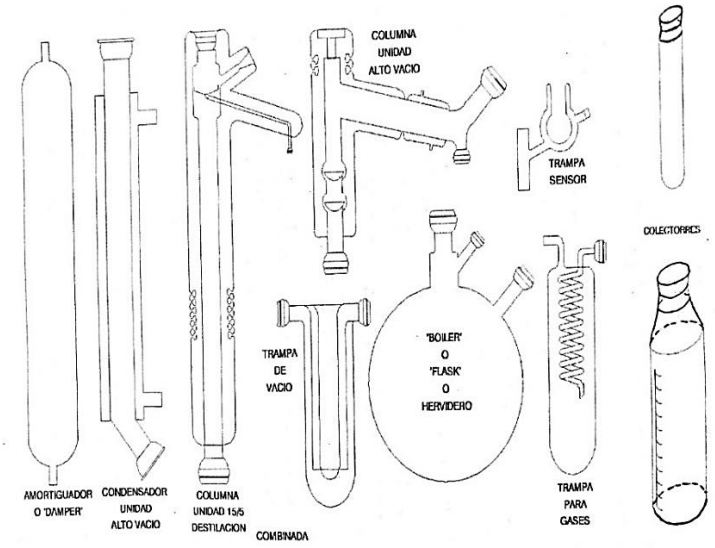
Líneas y válvulas para el suministro de un gas inerte como el nitrógeno, (se inyecta al proceso a un determinado caudal como este así lo requiera), válvulas de regulación, un manómetro de presión absoluta de trabajo y un dispositivo medidor de presión diferencial (ASMT 2892), consiste en una U de cristal donde la presión se da en mm de agua como la diferencia de la presión del boiler y la parte superior del condensador en la cabeza (Araoz Quiñonez, 1994).

3.1.2.4 Cristalería

Son diseños específicos de acuerdo a la unidad de destilación Fischer Autodest 700DC conformado por:

- Columna.
- Boiler.
- Las trampas.
- Los colectores.
- Condensadores.

Figura 7. Cristaleria.

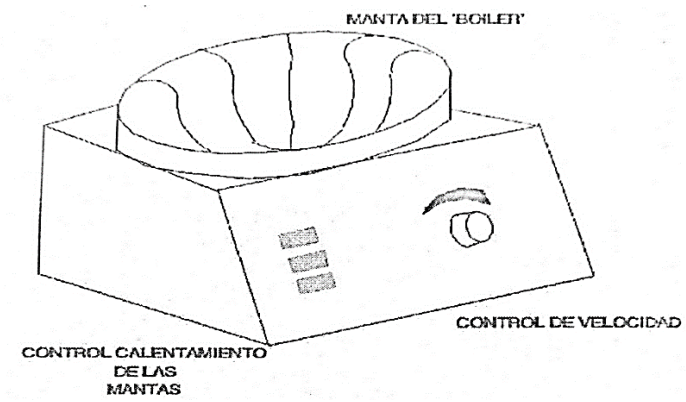


Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

3.1.2.5 Sistema agitador

Consiste en un dispositivo magnético dentro del boiler (ver figura 9), una barra ferromagnética se introduce en el boiler y un campo magnético inducido por dos devanados en el soporte de la mana del boiler, se hace girar sin que exista contacto físico con las paredes del boiler, la velocidad del agitador es controlable y depende de la densidad de la muestra de crudo.

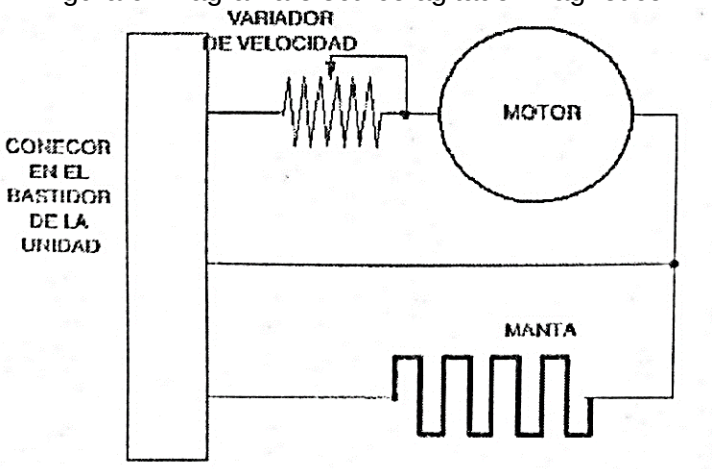
Figura 8. Agitador magnético.



Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

.

Figura 9. Diagrama eléctrico agitador magnético.

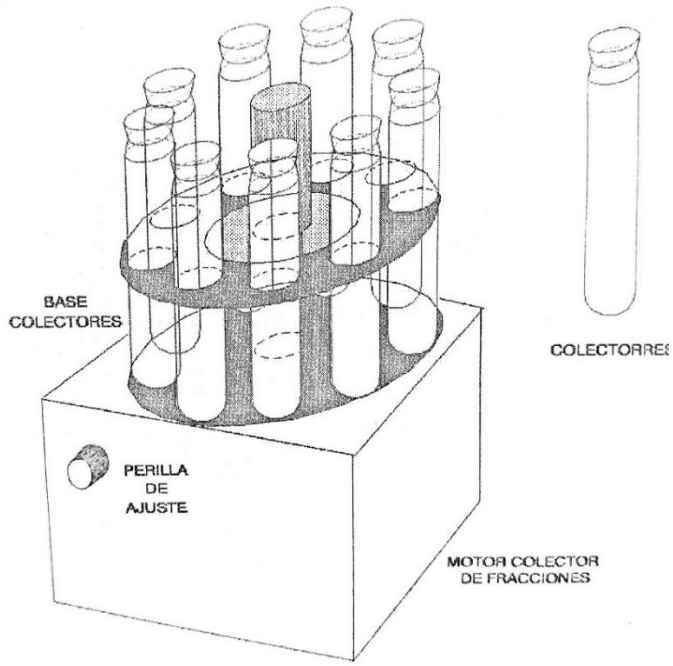


Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

3.1.2.6 Sistema de colector de fracciones

Se conforma por un motor eléctrico controlado, un envase o campana donde hay 9 colectores con una capacidad de 250 mlts cada uno con control de nivel.

Figura 10. Colector de fracciones.



Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

3.1.2.7 Sistema de transductores y actuadores

Compuesto por reles, contactores, solenoides, sensores de temperatura. Los transductores son de dos tipos, de vacío y temperatura, los cuales son RTD y termocuplas. Estos son elementos que miden el comportamiento de temperatura de las mantas. Estos instrumentos son usados para medir las temperaturas de las mantas, la muestra de crudo en el boiler, la temperatura de la cabeza, los actuadores corresponden a los reles, contactores, válvulas solenoides para vacío y reflujo, todo controlado por un solo sistema de control.

3.1.2.8 Sistema sellado

Sellos mediante O-rings, metal-metal, rotulex, pinzas de presión, en las juntas de los elementos.

3.1.2.9 Sistema eléctrico

Formado por motores “bomba de vacío y motor agitador, mantas de calefacción, termostatos, criostatos, los conectores y cableados, que los comunican elementos de protección como disyuntores termo magnéticos, fusiles automáticos cuyas condiciones están de acuerdo con las especificaciones pertinentes a la necesidad.

3.1.3. Sistemas de control

Es el encargado de controlar sincronizada mente el proceso de destilación.

3.1.3.1 Medición y control de temperatura

Sistema de control lazo cerrado con parámetros definidos y controlados por el operario durante el proceso de destilación con límites máximos para alarmas y seguridad de la unidad del proceso y los operarios.

3.1.3.2 Medición y control de vacío

Es un sistema lazo cerrado.

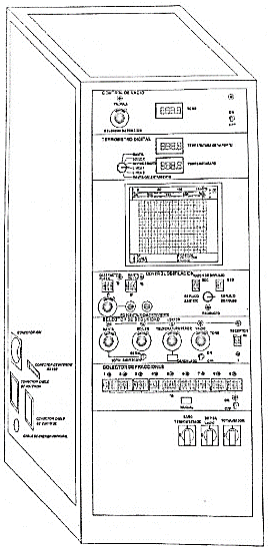
3.1.3.3 Seguridad y alarmas

Son de lazo abierto y son sincronizadas al iniciar el proceso, aunque hay algunas ya predeterminadas en el sistema. Los encontramos en diferentes equipos que controlan el proceso de destilación.

3.1.3.4 Control electrónico modular para el control de mediciones

Es un panel electrónico-análogo lo conforman siete módulos tipo RACK.

Figura 11. Panel de control análogo.



Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

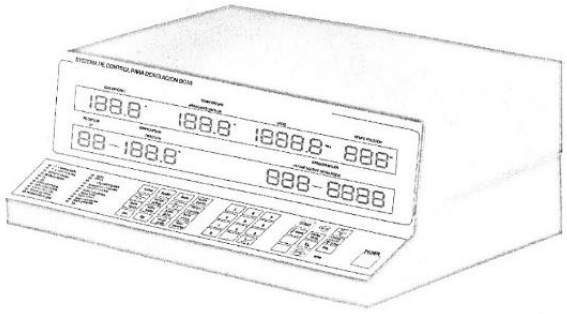
3.1.3.5 Medición de control de vacío

Es un circuito lazo cerrado.

3.1.3.6 Sistema digital dc-10 para control de destilación.

Es una consola para escritorio de tipo digital, controlado por microprocesador y con una memoria programada por el fabricante.

Figura 12. Consola dc para control de destilaciones.

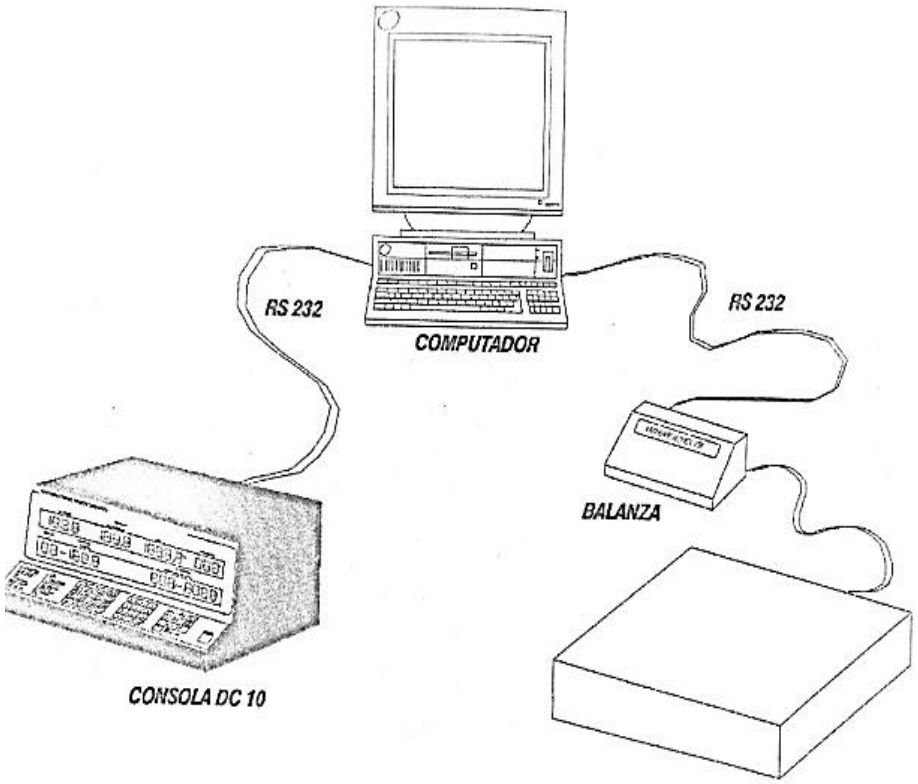


Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

3.1.3.7 Pc programado para controlar destilaciones e incluye sistemas de pesaje

Consola DC es un programa para destilar de forma automática, el cual controla todo el proceso de destilación según los valores fijados por el operario.

Figura 13. PC programado para controlar.

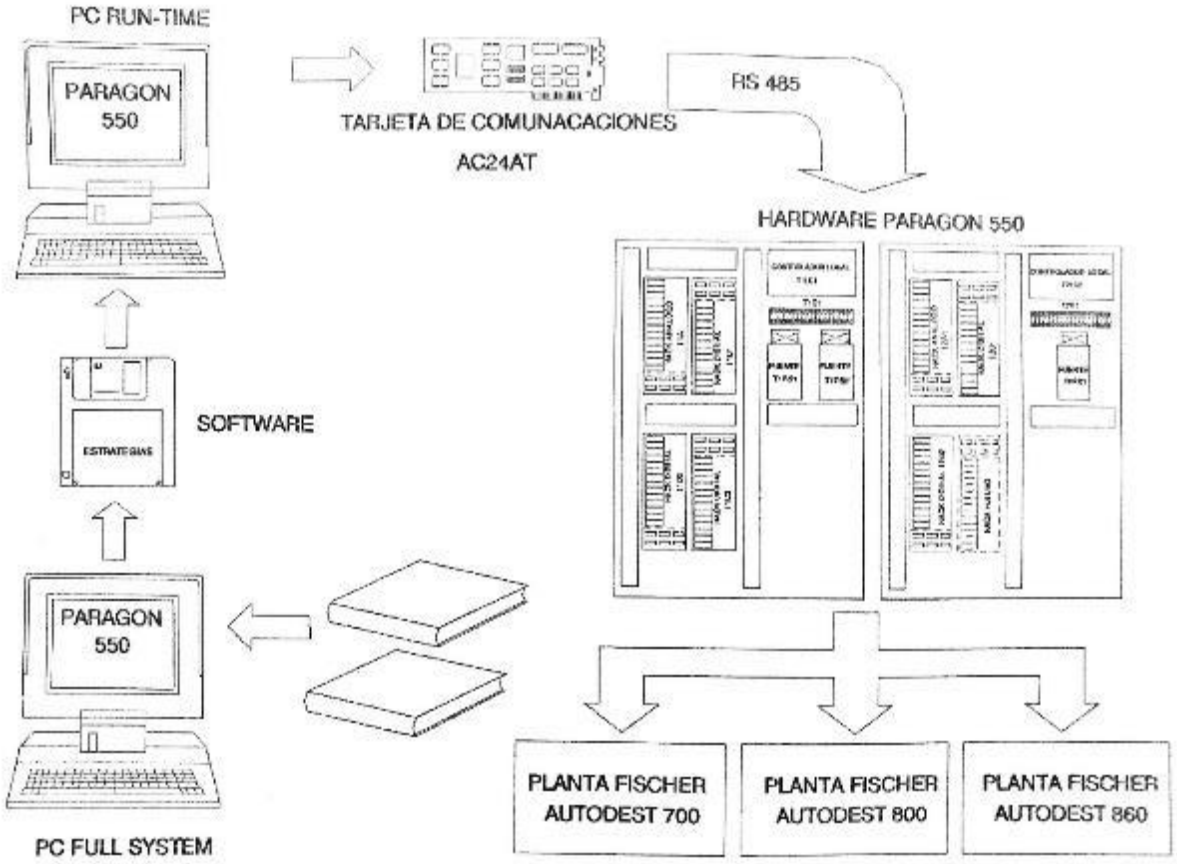


Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

3.1.3.8 Paragón 550

Sistema para automatización completa. Conformado una parte de hardware y otra de software.

Figura 14. Paragon 550



Fuente (Araoz Quiñonez, 1994)

3.2. DIAGNÓSTICO DE LA UNIDAD DE DESTILACIÓN FISCHER AUTODEST 700DC

Se realizara el diagnóstico de la unidad de destilación, documentando el estado actual de todos sus elementos existentes, defectuosos y ausentes, con el fin de cuantificar la magnitud del trabajo a realizar y la viabilidad para una posible repotenciación del equipo. Para conseguir este fin, se procede a la ejecución del inventario mediante una lista de chequeo.

3.2.1. **Inventario unidad de destilación Fischer Autodest 700ac.**

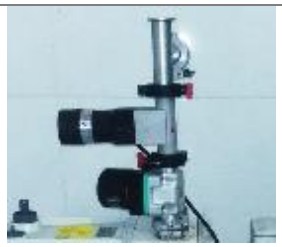
El presente inventario se realiza en base a los elementos mencionados en la figura 3. Se aclara que en este no se presentan accesorios o piezas pequeñas como o ring, pinzas, mangueras, acoples, etc.

Tabla 2. inventario unidad de destilación fischer autodest 700DC

Inventario unidad de destilación Fischer Autodest 700DC				
Dependencia o Entidad**: Laboratorio de Optimización de Producción y Recobro Mejorado – Área de Recobro Térmico**				
Área de investigación**: Área de inyección de aire**				
EQUIPO	**Unidad de destilación**	**marca**	**Fischer Autodest 700DC**	
UNIDADES	**IMAGEN**	**DESCRIPCIÓN**	**OBSERVACIONES**	**EXISTENCIA**
1		Boiler o flask.	Se observa en condiciones de operación normal.	Si
1		Manta de boiler, suministra energía por transferencia de calor al boiler por medio de una resistencia controlada.	Se observa deterioro en recubrimiento de la manta.	Si

1		Chaqueta de aislamiento, suministra energía por transferencia de calor al boiler por medio de una resistencia controlada.	Se observa físicamente su envoltorio de fibra de vidrio tejido con deterioro evidente.	Si
1		Columna, se produce la destilación y entrega los diversos componentes del crudo.	Se observa defectuosa requiere mantenimiento para funcionamiento.	Si
1		Manta de la columna, produce temperaturas.	Se observa en condiciones normales para su funcionamiento.	Si

1		Condensador, condensa los gases que no se logran destilar para almacenamiento.	Se observa en condiciones normales para su funcionamiento.	Si
1	Ver figura 9, elemento 7	Sensor de vacío.	No existe en el equipo.	No
1		Colector de fracciones, recolecta las muestras según las temperaturas suministradas a la torre.	Se observa ausencia de mantenimiento y faltan 2 colectores de 9.	Si faltan 2 colectores de 9.
1		Termostato.	Se observa en condiciones normales de funcionamiento.	Si
1		Bomba de vacío.	Se observa en condiciones normales de funcionamiento	Si
1	Ver figura 4, elemento elemento11	Trampa de gases.	No existe.	No

1	Ver figura 4, elemento12.	Línea de venteo.	No existe.	No
1	Ver figura 4, elemento 13	Amortiguador.	No existe.	No
1	Ver figura 4, elemento 14	Solenoide de reflujo.	No existe.	No
1		Solenoide de vacío.	Se observa en condiciones normales de funcionamiento.	Si
1		Manómetro de presión absoluta.	Se observa en condiciones normales.	Si
1	Ver figura 4, elemento 17	Diferencial de presión.	No existe.	No
1		RTD líquido.	No existe.	No
1	Ver figura 4, elemento 19	Línea de nitrógeno gaseoso.	No existe.	No
1	Ver figura 10	Condensador de destilados.	No existe.	No
1		RTD cabeza.	Se observa en condiciones normales de funcionamiento.	Si
1	Ver figura 10	Agitador, agita toda la muestra de crudo para mantener una temperatura uniforme.	No existe.	No

1		Motor selector colector, hace girar el colector de fracciones el cual gira para recibir los diferentes productos.	Se le observa deterioro a causa de ausencia de mantenimiento	Si
1		Agitador magnético, compuesto por dos devanados en l fondo del soporte de la manta	Se le observa deterioro a causa de ausencia de mantenimiento	Si
15		Oring, se encargan de garantizar el sellado de algunas uniones de elementos	No existen	No
1	Ver figura 14	Consola DC 10 de control para destilaciones, tiene funciones específicas en toda la unidad	No existe	No
1	Ver figura 15	Sistema de control de pesaje, controla todos los procesos de destilación según los valores fijados por el operario.	No existe	No

3.2.2. **Estado actual de la unidad de destilación**

- **Estructura de la unidad de destilación**: Se evidencia ausencia de mantenimiento preventivo para evitar corrosión y la falta de un vidrio.

Figura 15. Puntos con evidencia de corrosión

- **Manta del boiler o flask:** Se evidencia fatiga en recubrimiento de la manta por el tiempo de uso.

Figura 16. Manta de Boiler o Flask.

- **Chaqueta de calentamiento:** Se puede observar deterioro en el recubrimiento de la manta.

Figura 17. Chaqueta de calentamiento.

- **Columna:** Se pueda observar ausencia de un conector, ausencia de mantenimiento preventivo, conector de corriente deteriorado (ver figura 19)**.**

Figura 18. Columna.

- **Manta de la columna**: Se evidencia anomalía y/o pérdida de material.

Figura 19. Manta de la Columna.

- **Condensador:** No posee el sensor de vacío, ni la línea de venteo (ver figura 21).

Figura 20. Condensador.

- **Colector de fracciones*:*** Se evidencia ausencia de mantenimiento preventivo, 2 de sus 9 colectores no existen y faltan accesorios para su operación.

Figura 21. Colector de Fracciones.

- **Termostato:** Se evidencia ausencia de accesorios para su óptima operación.

Figura 22. Termostatos.

- **Bomba de vacío*:*** Se evidencia falta de accesorios y la bomba no posee base de empotramiento para reducir su vibración y ruido.

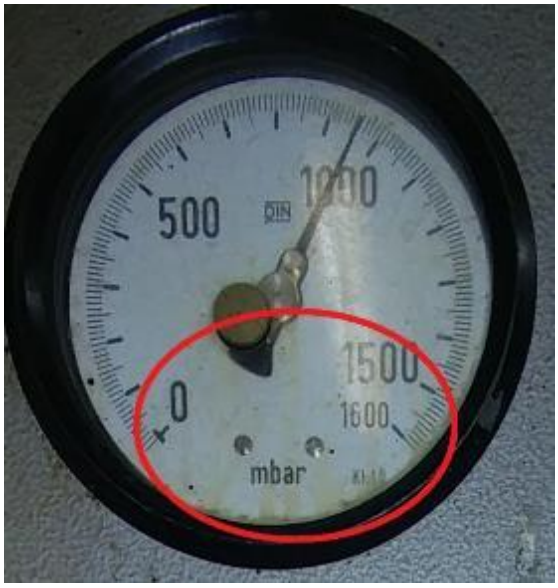
Figura 23. Bomba de vacío.

- **Solenoide de vacío*:*** Se encuentra en buenas condiciones.

Figura 24. Solenoide de vacío.

- **Manómetro de presión absoluta*:*** Se evidencia deterioro, poca vida útil

Figura 25. Manómetro de presión absoluta.



- **RTD BAÑO:** Se evidencia ausencia de accesorio para su óptimo funcionamiento.

Figura 26. RTD Baño

- **Agitador magnético.** Se puede observar deterioro del elemento, no posee la perilla que regula la agitación y presenta ausencia de mantenimiento preventivo.

Figura 27. Agitador Magnético.

- **Motor colector de fracciones.** Se evidencia falta de elementos que componen el motor colector, se puede observar corrosión en el elemento.

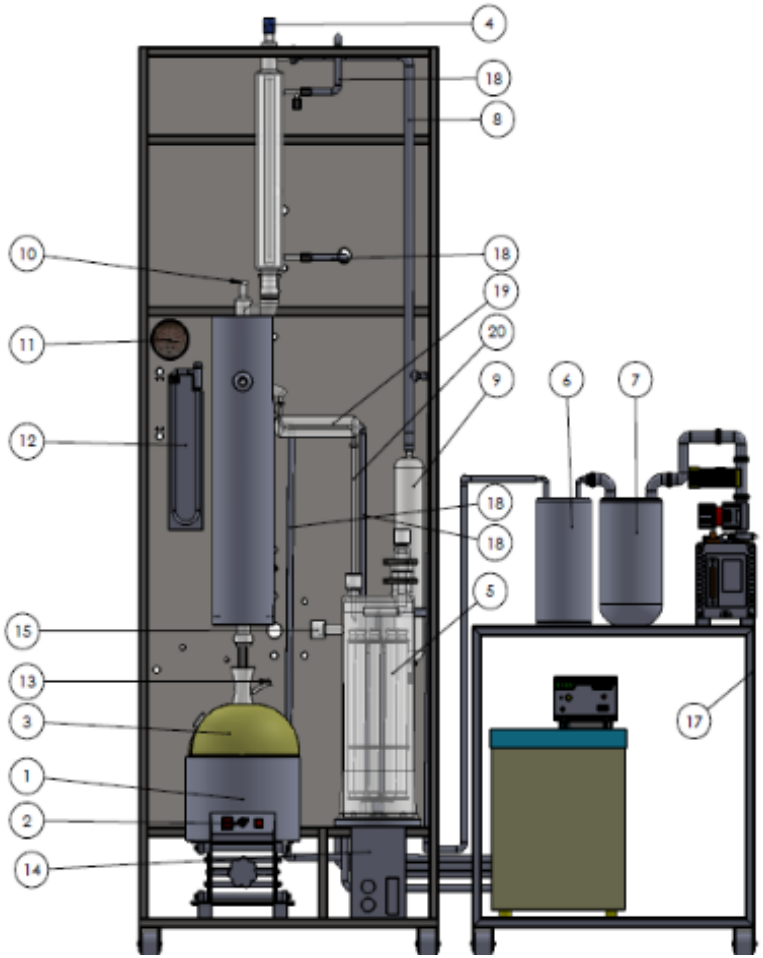
Figura 28. Motor colector de Fracciones

3.3. CONSULTA DE PROVEEDORES

Identificada la necesidad de los elementos de la unidad de destilación Fischer autodest 700DC se procedió a realizar la búsqueda de proveedores y fabricantes locales de la marca, se encontró un proveedor en la ciudad de Bogotá la empresa PETROLEUM TOTAL EQUIPMENT S.A.S. Importadora de los elementos de la marca Fischer Autodest. Por medio de correo electrónico se le solicita la información necesitada “manuales de operación y despiece para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto, ya que de esto dependen los alcances del mismo. Respuesta a esto manifiestan que no tiene en existencia documentación u elementos de la presente unidad y que se comunicaran con el fabricante ya que ellos son distribuidores directos de Fischer.

Obtenida la respuesta del fabricante en la que manifiestan, que no poseen documentación de la unidad que es obsoleta y no tienen en bodega ni para fabricación elementos de la unidad debido a su antigüedad, lo anterior se sustenta con el correo ver anexo A.(correo 1,2). Considerando la respuesta del fabricante se procede a buscar elementos homólogos que permitan el funcionamiento de la unidad ver figura 31.

Figura 29. Unidad de destilación.



Fuente: Autor

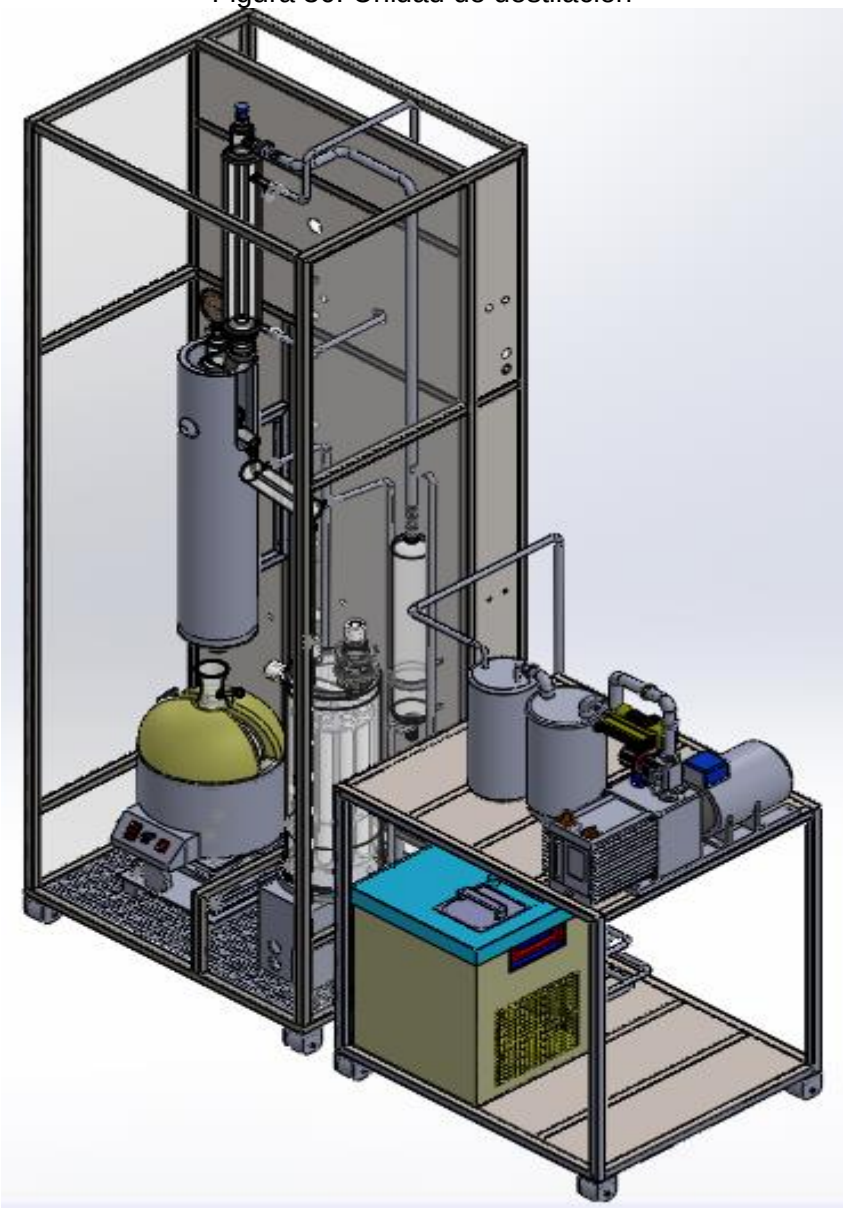
1. Manta del boiler
2. Agitador
3. Chaqueta de aislamiento
4. Sensor de vacío
5. Colector x 4 probetas
6. Trampa de gases
7. trampa de vacío
8. Línea de venteo
9. Amortiguador o Dámper
10. Manómetro de presión absoluta
11. Sensor de nivel
12. O-rings
13. Conducto de condensadores
14. Condensador de destilados
15. Embudo de colector
16. Estructura de bomba de vacío y baño circulante
17. Embudo de colector
18. Conducto de condensadores
19. Condensador de destilados

Identificados los elementos a cotizar se encuentra la necesidad de realizar el diseño de la unidad puesto que se encontró elementos con especificaciones únicas.

3.4. DISEÑO UNIDAD DE DESTILACION FISCHER AUTODES 700DC

Conocidas las respuestas del fabricante y las características singulares de algunos elementos, se procede a realizar el dibujo completo de la unidad Fischer ver figura 33, con el propósito de conocer las medidas exactas de los elementos necesarios para su fabricación y futura operación.

Figura 30. Unidad de destilación



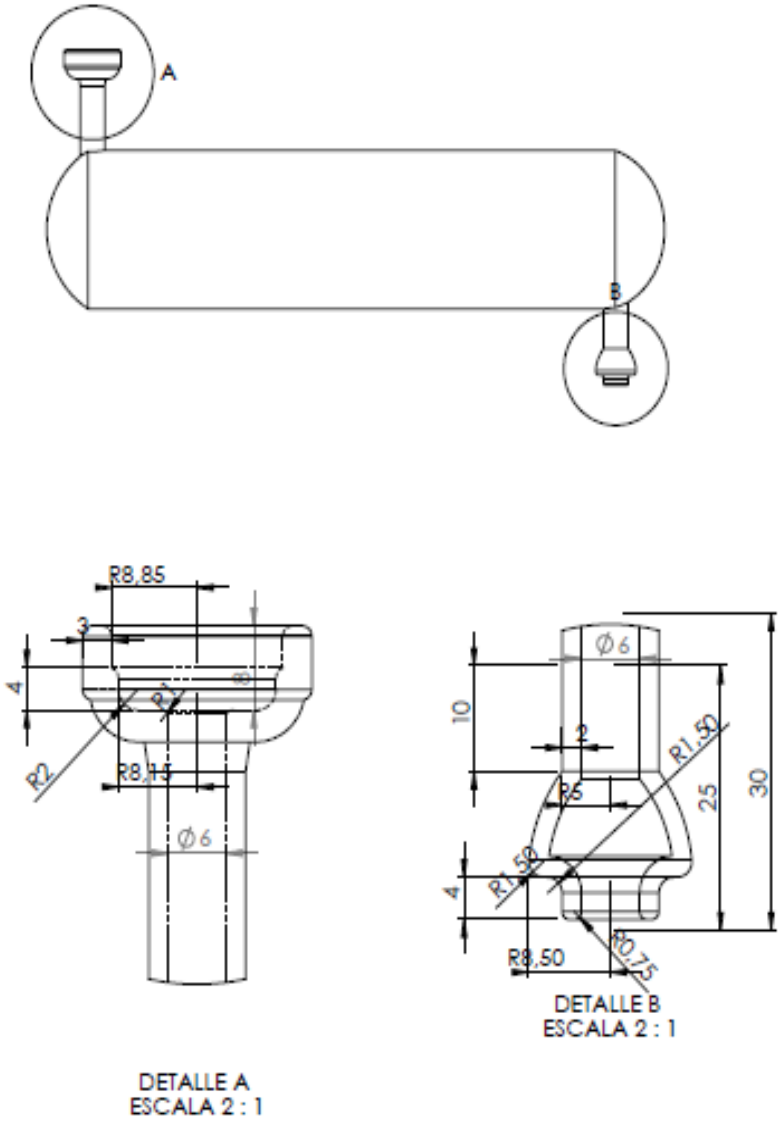
Fuente: Autor

3.4.1. **Elementos a diseñar para su fabricación**

3.4.1.1 Condensador colector

Para lograr conseguir las medidas exactas para su fabricación, se tuvo la necesidad de realizar diseño conceptual de la unidad de destilación en su totalidad, para así, el programa nos suministrara las medidas exactas para su correcto funcionamiento. Los parámetros que se tomaron en cuenta, la posición en todos los planos de la torre y el colector de fracciones las dimensiones obtenidas se presentan en el plano de la figura 34,35.

Figura 31. vista frontal colector



Fuente: Autor

Figura 32 vista superior colector

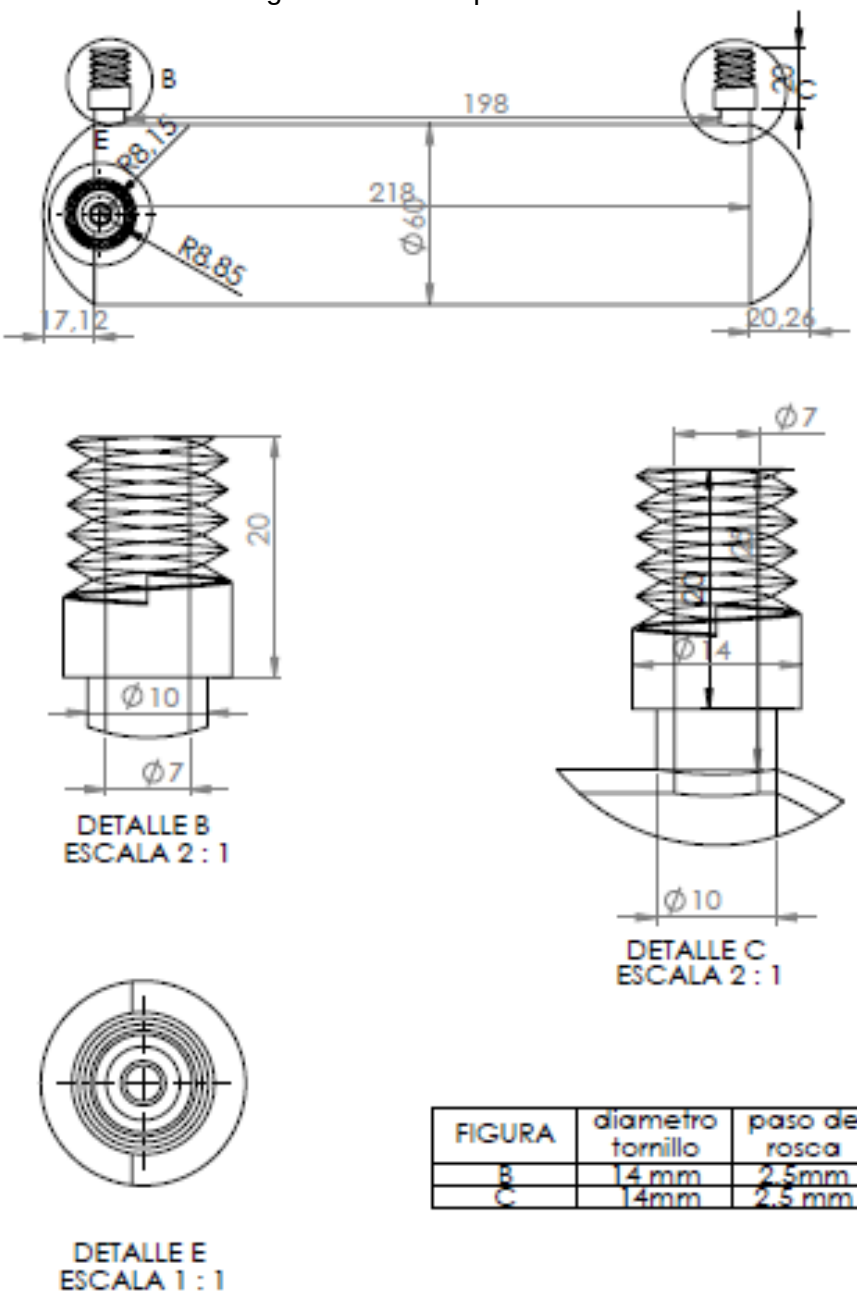


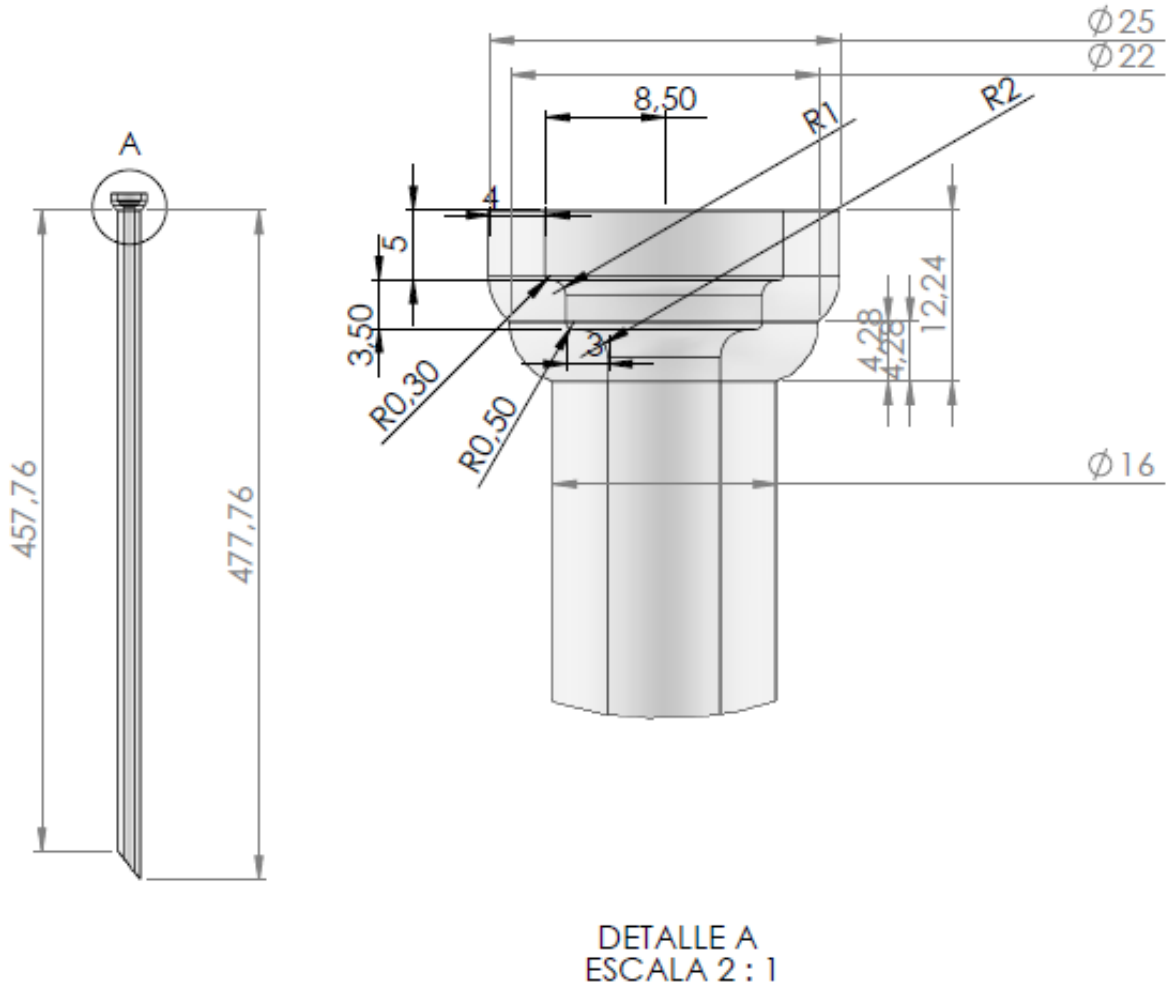
FIGURA	diametro tornillo	paso de rosca
B	14 mm	2,5mm
C	14mm	2,5 mm

Fuente: Autor

3.4.2. **Embudo de colector**

Para este diseño se tomó como referencia las dimensiones del plano de la figura 34 Detalle B condensador colector y la longitud suministrada por el ensamble ver figura 36.

Figura 33. Embudo colector

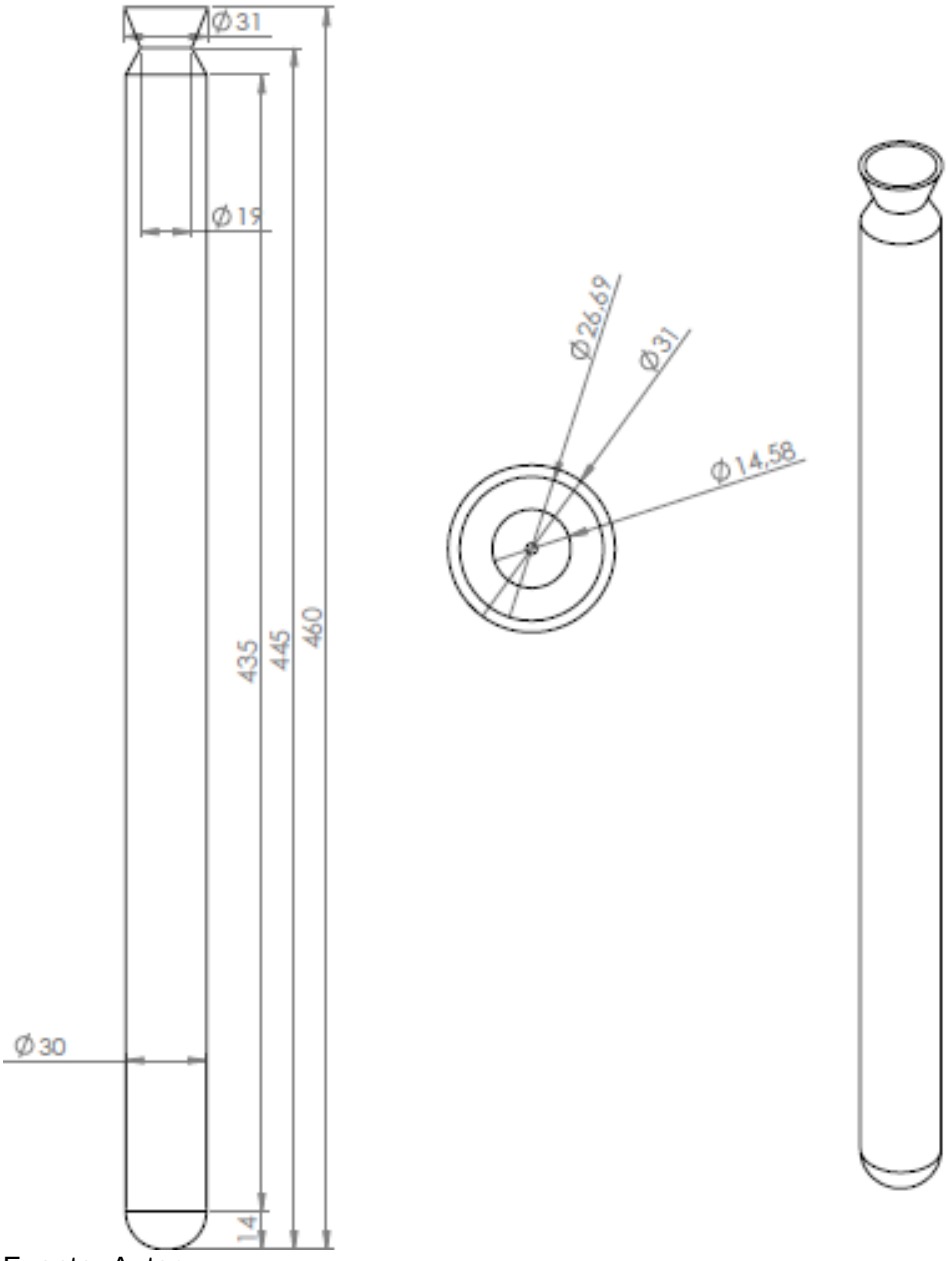


Fuente: Autor

3.4.3. **Colector**

Las dimensiones utilizadas se obtuvieron de los colectores existentes de la unidad de destilación puesto que existe 6 de 9 colectores. Su capacidad es de 250 cm^3 ver figura 37

Figura 34. Colector



Fuente: Autor

3.4.4. **Amortiguador o Dámper**

Los parámetros a seguir del amortiguador o Dámper (Ver figura 38) son la ubicación de funcionamiento en los planos x, y, z y la capacidad del boiler de 6lts, este se encuentra solo en unidades que contienen boiler de vidrio cuya función es la de evitar que al ser accionada la válvula de vacío estando la bomba energizada, implosione el Boiler, los cálculos matemáticos correspondientes son:

Volumen: 6L

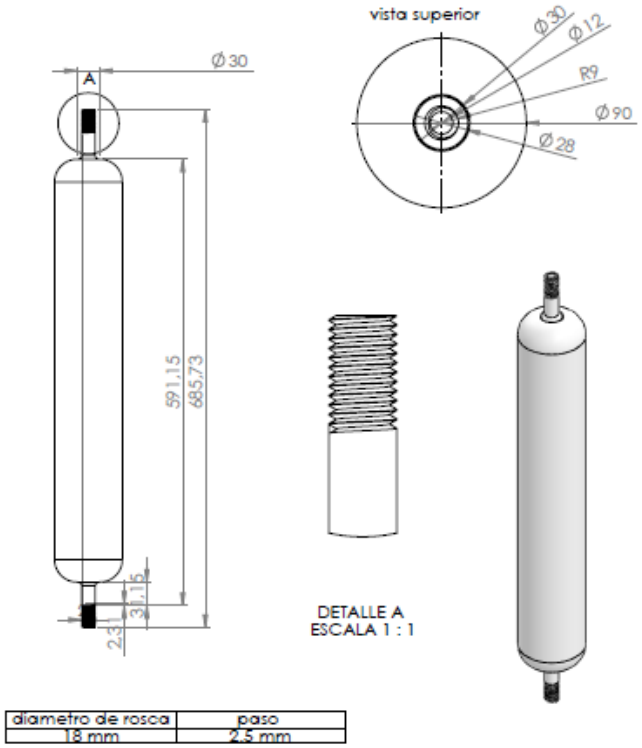
Diámetro de sujeción: 9.4 cm

h= altura

Basados en la ecuación de volumen de un cilindro ($\pi * r^2 * h$), se determina la altura, realizando despeje de la ecuación

$$\pi * r^2 * h = v$$
$$\pi * (4.2cm)^2 * h = 6000cm^3$$
$$h = 6000cm^3/\pi * (4.2cm)^2$$
$$h = 108.26 \text{ cm}$$

Figura 35. Amortiguador o Dámper



Fuente: Autor

3.4.5. **Cotización de elementos homólogos**

Como resultado de la investigación se obtuvo la viabilidad de homologar los componentes:

1. Manta del boiler. (ver anexo B)
2. Chaqueta de aislamiento. (ver anexo B)
3. Agitador. (Ver anexo B)
4. Sensor de vacío. (Ver anexo C)
5. Trampa de gases. (Ver anexo C)
6. trampa de vacío. (Ver anexo C)
7. Línea de venteo. (Ver anexo D)
8. Conducto de condensadores. (Ver anexo D)
9. Manómetro de presión absoluta. (Ver anexo C)
10. Diferencial de presión. (Ver anexo C)
11. Motor colector de fracciones. (Ver anexo B)
12. Sensor de nivel. (Ver anexo B)
13. O-rings. (Ver anexo H)
14. Estructura de bomba de vacío y baño circulante. (Ver anexo F)

3.4.6. **Cotización de elementos diseñados**

Diseñados los elementos para su fabricación se procedió a buscar fabricante para su respectiva cotización, de lo presente el fabricante género una cotización global (Ver anexo G) puesto que todos los elementos son cristal, los cuales son:

- Condensador colector
- Embudo de colector
- Colector de fracciones*4
- Amortiguador o dámper

3.4.7. **Cotización unidad de destilación**

Observada y cuantificada la necesidad que tiene la unidad de destilación para su funcionamiento se tomó la opción de cotizar una unidad de destilación nueva con características similares de

operación, con el fin de soportar si es viable su reparación o obsolescencia. La unidad seleccionada es la unidad de destilación Pilodist 105 ver anexo H.

3.5. OPERACIÓN

De acuerdo a los procesos de 15 platos teóricos o destilación fraccionada y destilación simple de crudos pesados por alto vacío. Inicialmente el proceso completo que se realiza en el laboratorio al crudo y luego un resumen extraído de las normas que rigen a las plantas la ASTM D 2892 y ASTM D 5236.

La norma ASTM D 2892 DE 1990 es el método de prueba para la destilación de aceite crudo por el método de 15 platos teóricos, y la norma ASTM DE 5236 de 1992 es el método de prueba para la destilación de mezclas pesadas de hidrocarburos cuya temperatura de ebullición es superior a los 700°F (371.11°C). (Araoz Quiñonez, 1994)

3.5.1. **Proceso de destilación.**

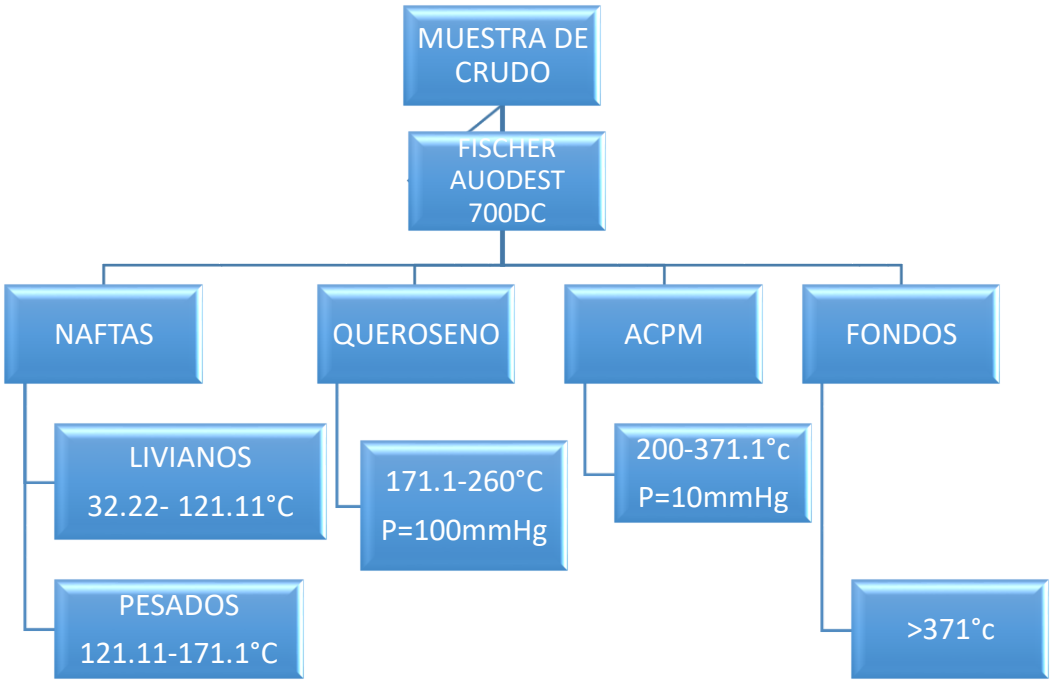
De la destilación del petróleo crudo se obtiene todos sus derivados, como son las NAFTAS (gasolinas), KEROS Y ACPM entre otros. Este proceso se realiza en las refinerías en forma industrial y en los laboratorios con mayor precisión y exactitud, para caracterizar los diferentes tipos de crudos, ya que sus características varían de un yacimiento a otro.

La destilación de crudo para tener los diferentes productos se hace en condiciones específicas, porque las características de cada producto son determinadas por su punto de ebullición, así que las variables a controlar en los equipos son la temperatura de vapores y la presión de vacío.

Cada sustancia tiene su propio punto de ebullición, y de acuerdo al comportamiento de las sustancias, la temperatura de vapor varia directamente con la presión, al disminuir la presión, disminuye la temperatura de vapor, luego a determinadas condiciones de presión y temperatura, estables se obtiene un solo producto. Como cada crudo es una mezcla de diferentes productos, mediante la destilación a presión y temperatura controlada se puede separar sin que se destruyan las moléculas de hidrocarburos, se estabiliza cierta presión de vacío y no hay necesidad de elevar la temperatura hasta la ruptura de las moléculas, lo que variaría el producto. (Araoz Quiñonez, 1994)

Es de este modo como se obtiene las diferentes fracciones. Esto es destilar una muestra de crudo a presiones reducidas, para disminuir así la temperatura de ebullición para los diferentes derivados y como estos puntos a presión atmosférica son elevados, el alcanzarlos descompone las muestras debido a que estas temperaturas las cadenas de hidrocarburos se rompen. (Araoz Quiñonez, 1994)

Figura 36. Temperaturas de ebullición.



De la desalación fraccionada de 15 platos teóricos se obtiene las diferentes clases de NAFTAS, KEROS Y ACPM, y de los fondos de este proceso obtenidos se llevan a una segunda destilación simple de alto vacío para muestras de hidrocarburos pesados, obteniéndose fracciones denominadas destilados livianos, destilados medio y destilados pesados.

Se toma una muestra de crudo y se carga en la planta, en una esfera diseñada para tal fin, denominada “Boiler” y se sella. El operario mediante el sistema de control programa los parámetros para el proceso de destilación, y mediante los transductores monitorea todo el proceso regulando su operación obteniendo las diferentes fracciones destiladas para su caracterización. (Araoz Quiñonez, 1994)

Inicialmente el proceso es a presión atmosférica y se conoce como 'debutanización' y su finalidad es la de recolectar los hidrocarburos livianos, cuyas moléculas son c_3, a c_4, metano, butano en las trampas para gases, con temperatura de vapores de hasta 15°C (60°F).

El segundo evento, también a presión atmosférica, es decir, a 760 mmHg, es denominado depentanización y recoge los hidrocarburos c_5 con temperatura de vapores entre 15°C y 32°C (60°F- 90°F). Con la misma presión, se obtienen en el siguiente evento las naftas o gasolinas, hidrocarburos c_6 a c_{10} cuyas temperaturas de vapores si están entre 32°C y 120°C (90°F- 250°F) son conocidas como naftas livianas o naftas pesadas si están entre 120°Cy 180°C (250°F-340°F). Las fracciones cuya temperatura de vapores está entre 180°C y 260°C (340°F-500°F) se conocen como KEROS, de estas saca JET A o gasolina de avión y para su destilación se hace un vacío de 100 mmHg. (Araoz Quiñonez, 1994)

Para las siguientes fracciones, el vacío en la unidad debe ser de 10 mmHg pues la temperatura de vapores a una atmósfera de presión esta entre 260°C y 371 °C (500°F- 700°F) y se conocen como ACPM. De las siguientes fracciones obtenidas con presiones de vacío inferiores a 5 mmHg, alto vacio, se denominan destilados livianos a los productos que bullen entre 371.4°C y 426.6°C AET (700°F-800°F AET), destilados medios si bullen entre 426.6°C y 482.2°C AET (800 F-900°F AET) y destilados pesados si bullen entre 482.2°Cy 537.7°C AET (900°F-1000 F AET) Los residuos de la destilación que no se fraccionaron a temperatura menor a 537.7C AET (1000°F AET) se conocen como fondos de vacío y son hidrocarburos muy pesados que no se dejan destilar. (AET Atmosferical Equivalent Temperature, temperatura equivalente a presión atmosférica). (Araoz Quiñonez, 1994)

La secuencia completa de destilación de un crudo y la finalidad del automatizar el proceso es realizarla desde el principio hasta el final sin la atención del operador Esta secuencia se muestra a continuación

- Debutanización
- Destilación a presión atmosférica
- Destilación con presión de vacío de 100 mmHg (vacío 1).
- Destilación con presión de vacío de 10 mmHg (vacío 2).
- Destilación con presión de vacío de 1 mmHg (vacío 3)

Entre los pasos de destilación se debe hacer un intervalo de enfriamiento del crudo para hacer el cambio de presión y durante este periodo de refrigeración, la destilación puede ser interrumpida para continuarse después. (Araoz Quiñonez, 1994)

La finalidad de esta destilaciones es la de obtener que cantidad o porcentaje de cada fracción está presente en el crudo destilado, y para ello se determina la densidad del crudo una vez deshidratada la muestra (la unidades aceptan un máximo del 5% del contenido en agua) por cualquiera de los métodos normalizados, para establecer la densidad de un crudo en el laboratorio en este caso, el instrumento utilizado para ello es el viscosímetro. Obtenido este dato, la muestra de crudo se pesa antes de cargarla en la unidad y una vez terminada la destilación se hace balance de masas, pesando cada fracción o corte, junto con los residuos o fondos, y así obtener el rendimiento del crudo en masa y volumen; de esta información se obtiene el diagrama TBP, que es la relación del porcentaje de masa de cada corte y la temperatura del corte. La curva de destilación o diagrama TBP corresponde a la técnica de laboratorio definida como 15/5, columna de 15 platos teóricos y razón de reflujo de 5:1 (ver norma ASTMD 2892). (Araoz Quiñonez, 1994)

3.5.2. *Método estándar para destilación de petróleo crudo mediante columna de 15 platos teóricos ASTM D 2892*

La norma describe el método de procedimiento para la destilación de crudo cuya temperatura de corte final es de 400°C AET. El método emplea una columna de fraccionamiento con una eficiencia de 14 a 18 platos teóricos operada con una relación de reflujo de 5:1

El procedimiento de destilación se inicia determinando la densidad de la muestra de crudo a caracterizar de acuerdo a los métodos D941, D1217 ó D1298, y cargándolo en el 'boiler con un máximo de carga de 2/3 del volumen total del 'boiler'.

Para la debutanización se circulará un líquido refrigerante a temperatura no mayor a -20°C en los condensadores, y se calentará el 'boiler' a una rata tal que los vapores alcancen la cima de la columna entre 20 y 50 minutos después de iniciar la destilación, de tal forma que la pérdida de presión sea inferior a 1 mmHg para la columnas empaquetadas y de 0.5 mmHg para las columnas con platos reales. Durante la corrida de la destilación siempre deberá estarse agitando la muestra de crudo y la relación de reflujo será total mientras alcanza el equilibrio térmico y hasta un máximo de 15 minutos después que la primera gota de condensado cae en el divisor de reflujo.

Las trampas de gases en termos con hielo seco son de diseños tales que impidan la pérdida de volátiles y en ellas se recogerán las muestras de los hidrocarburos más livianos. (Araoz Quiñonez, 1994)
En la destilación a presión atmosférica la temperatura de las líneas de refrigeración de los destilados se mantendrá por debajo de -20°C, así como en el condensador de vapores.

La temperatura de la manta de la columna se debe mantener hasta 5°C por debajo de la temperatura de vapores y se mantendrá la razón de reflujo 5:1 con un tiempo total por ciclo entre 20" y 30 segundos. Se toman cortes hasta que se alcance la máxima temperatura de vapor deseado sin exceder 210 °C en la temperatura de vapores o 310 °C en el líquido, o que la carga muestra signos de craqueo.

El siguiente paso en el proceso es la destilación a 100 mmHg, ya que los cortes requieren temperaturas mayores a las anteriores de esta forma se puede continuar con el proceso sin que se presente craqueo de la muestra de crudo.

Las destilaciones a bajas presiones se realizan cuando el punto de corte final no ha sido alcanzado en las etapas anteriores y se permiten valores comprendidos entre 100 mmHg y 2 mmHg, donde el punto máximo de corte es a 400°C AET (para estos últimos cortes la mínima presión es recomendada. Para estos casos se debe tener en cuenta la temperatura de los condensadores que debe ser tal que no permita la cristalización de las fracciones, y generalmente es superior a 0°C hasta la temperatura ambiente.

Finalizada la destilación, las fracciones y residuos se pesan y se determinan sus respectivas densidades y volumen para calcular el porcentaje de masa de cada fracción destilada. (Araoz Quiñonez, 1994)

3.5.3. *Destilación de aceites pesados y crudos según el método de alto vacío "potstill" ASTM D-2 P196*

La ASTM D-2 P196 es un método propuesto que describe el procedimiento de destilación de crudos que contienen menos del 1% de naftas; destilados de petróleos y residuos cuyo punto de ebullición inicial es superior a 150°C (300°F), tales como los residuos del método ASTM D2892,

Este emplea una columna de destilación simple con una baja pérdida de presión y alto vacío. Este método permite la destilación de fracciones en el rango de gasóleos y aceites lubricantes teniendo en cuenta que algunos de sus residuos pueden ser utilizados en la fabricación de asfaltos.

La determinación del rendimiento se hace por peso y volumen, además de obtenerse las curvas de destilación de temperatura versus porcentaje de peso y de temperatura versus porcentaje de volumen destilado.

Una muestra se carga y se destila a una temperatura máxima de 565 °C AET y los cortes pueden ser tomados en cualquier punto deseado en este rango, con presión absoluta entre 10 mmHg y 0.1 mmHg. El rendimiento de la destilación por peso es calculado de la masa de cada fracción y el peso total recuperado. La densidad de cada corte o fracción se determina con el fin de obtener el rendimiento la destilación por volumen. (Araoz Quiñonez, 1994)

Este método de prueba es uno de un número de pruebas establecidas para caracterizar las fracciones pesadas en las refinerías o para los compradores, proporcionando el estimado para las fracciones. Las fracciones obtenidas por este método pueden ser usadas solas o en combinación con otras con el fin de producir muestras para estudios analíticos y evaluación de la calidad.

Antes de iniciar la destilación, se determina la densidad de la muestra de crudo deshidratado y se carga, conocidos su masa y volumen, en el 'boiler' y se mantiene la muestra agitándose durante la corrida.

Se eleva la temperatura de la carga gradualmente hasta alcanzar 300°C y sin que la temperatura de la cubierta del flask' exceda los 400°C, reduciendo la presión del sistema progresivamente hasta que se inicie la destilación.
Se mantiene la toma de productos, haciendo cortes hasta que el punto final de corte es alcanzado o hasta que la temperatura en el líquido bullendo alcanza aproximadamente 300°C con la presión al mínimo. (Araoz Quiñonez, 1994)

3.6. Panorama de riesgos

Los métodos de operación segura y confiable de las unidades de destilación tanto para el operario de la máquina en la ejecución de los procesos, como para el mantenimiento de la misma. Es recomendable seguir estos lineamentos de seguridad para evitar lesiones personales o daños en el equipo. (ecopetrol, 2016)

3.6.1. Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo

- Fecha de próxima revisión del instructivo: Cada dos años. Esta fecha puede ser modificada, antes de los dos años de planeación si se actualiza la Norma ASTM o por derogación de la norma.
- Revisión del ciclo de trabajo: Cada 24 meses o por cualquier cambio que genere la necesidad de capacitar al personal o realizar una inducción al trabajador. (ecopetrol, 2016)

3.6.2. Valoración RAM

- H.

3.6.3. Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

RIESGO	Peligro y consecuencias	Control
Irritación, pérdida de conocimiento por inhalación de Productos Químicos	Tipo: Químico Petróleo: Irritación de los ojos, la nariz y boca, resequedad en la garganta con tos y opresión en el pecho si se entra en contacto directo, puede afectar el sistema nervioso central. Puede dar mareo, vértigo dolor de cabeza, inconciencia o paro respiratorio. Puede ser fatal si es ingerido. Puede ser absorbido por la piel produciendo toxicidad sistémica. La exposición prolongada puede producir anemia o leucemia. Tolueno: Líquido inflamable, puede causar irritación en la piel, vías respiratorias y tracto digestivo, causa efectos adversos reproductivos y fetales. Puede causar depresión en el sistema nervioso central, los vapores pueden causar temblores o agitación.	Uso de Elementos de protección Personal; Guantes de nitrilo, gafas de seguridad, ropa y botas de trabajo, Mascara media cara con filtros para vapores ácidos y orgánicos. Conocer las fichas de seguridad de los productos. Evitar contacto con chispas y puntos calientes. Mantener una buena ventilación en el área de trabajo, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional.

Quemaduras por contacto con redes eléctricas	Tipo: Eléctrico Tomas eléctricas en mal estado o conexiones de corrientes con fluctuación de voltaje pueden causar daños a los equipos y/o al operador.	Usar sólo extensiones ensambladas de fábrica, conectar el equipo a una UPS. Mantener el equipo bajo condiciones controladas.
Daños al Operador.	Tipo: Físico Desgaste físico por posiciones inadecuadas, iluminación deficiente, caídas a nivel, mal manejo de las herramientas y Accesorios del equipo, desorden y desaseo en el área.	Mantener el orden y aseo del área, reportar fallas en las instalaciones, manipular las herramientas de acuerdo a la función y actividad a realizar.

(ecopetrol, 2016)

3.6.4. **Aspecto, impacto y control ambiental**

Aspecto/Impacto	Control
Generación de residuos sólidos contaminados con combustibles (servilletas, trapos, guantes). Pueden generar condiciones de desaseo y desorden en el área/ contaminación del suelo. Generación de aguas aceitosas producto de la destilación de las muestras, pueden generar derrames si no se disponen rápidamente/Contaminación del agua.	Deseche los residuos sólidos en una caneca de color negro y dispóngalos de acuerdo al manual de manejo y disposición de residuos del Departamento de Inspección de la Calidad. Disponga los residuos líquidos y deséchelos en el sumidero conectado a separador de SLOP. Verifique el funcionamiento de las cabinas de extracción y en caso de ser necesario encienda los extractores. (ecopetrol, 2016)

3.6.5. **Equipo Personal de Protección**

- Uniforme: Bata blanca de manga Larga, Camisa y pantalón normativo de trabajo.
- Botas de seguridad, antideslizante con punta reforzada.
- Guantes de nitrilo para manipulación en laboratorio.
- Gafas de seguridad.
- Protección respiratoria Máscara media cara.
- Guantes de Carnaza.

3.6.6. **Seguridad en el manejo del equipo**

El personal que operará las unidades de destilación tiene que atender las siguientes recomendaciones para que el equipo funcione en óptimas condiciones.

1. El operario de las unidades debe tener pleno conocimiento del funcionamiento en general, de los procesos que realiza y de los comandos de ejecución previstos para su realización.
2. Si el equipo es movido o trasladado de lugar, se deberán revisar todas sus conexiones será recalibrado y ajustado.
3. Las unidades de destilación se deben instalar en sitios ventilados y con flujo renovado de aire con el fin de disminuir la contaminación ambiental, y eliminar los residuos a través de filtros.
4. Si se nota algo extrañó en la operación de alguna de las unidades, suspenda la ejecución del proceso. Verifique las condiciones del equipo y que personal calificado los solucione si es el caso. (Araoz Quiñonez, 1994)

3.6.7. **Seguridad en el mantenimiento**

Se debe tener especial cuidado al desarrollar las rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo. Es de resaltar que las causas más comunes de accidente son las tareas realizadas defectuosamente o con afán.

5. Se debe capacitar a los operarios de las unidades de destilación para que desarrollen las rutinas de mantenimiento preventivo. Además tendrán el conocimiento para definir y decidir cuales problemas necesitan de solución por el personal de mantenimiento.
6. El mantenimiento correctivo debe ser asignado exclusivamente a personal calificado en el área.
7. Cuando se realicen tareas de mantenimiento se apaga y desconecta de la red de suministro eléctrico la respectiva unidad. También se pondrá un aviso de "EQUIPO EN REPARACION".
8. Haga el mantenimiento en un buen banco de trabajo y en área suficientemente ventilada
9. Las ropas para mantenimiento deben ser las adecuadas para éste, batas, bragas, guantes gafas, mascarilla con filtro adecuado, según sea el caso del mantenimiento.
10. Nunca se debe utilizar algún tipo de solvente al limpiar las tarjetas electrónica Para esta labor se recomienda emplear un limpiador electrónico apropiado y que garantice el no deterioro posterior a la limpieza de los elementos o tarjetas. Si la suciedad en las tarjetas es de difícil remoción se puede emplear alcohol isopropílico.
11. Antes de romper vacío, se revisa su nivel, para evitar daños a la unidad por un cambio brusco de presión y se descomprime suavemente si es requerido.

12. El mantenimiento de las bombas de vacío se hace con solventes y sin el uso de ninguna sustancia química o elemento, abrasivos o reactivos para limpieza.

3.7. Estudio de factibilidad

Utilizado para justificar la viabilidad del proyecto ver figura 40.

Figura 37. Diagrama de factibilidad.

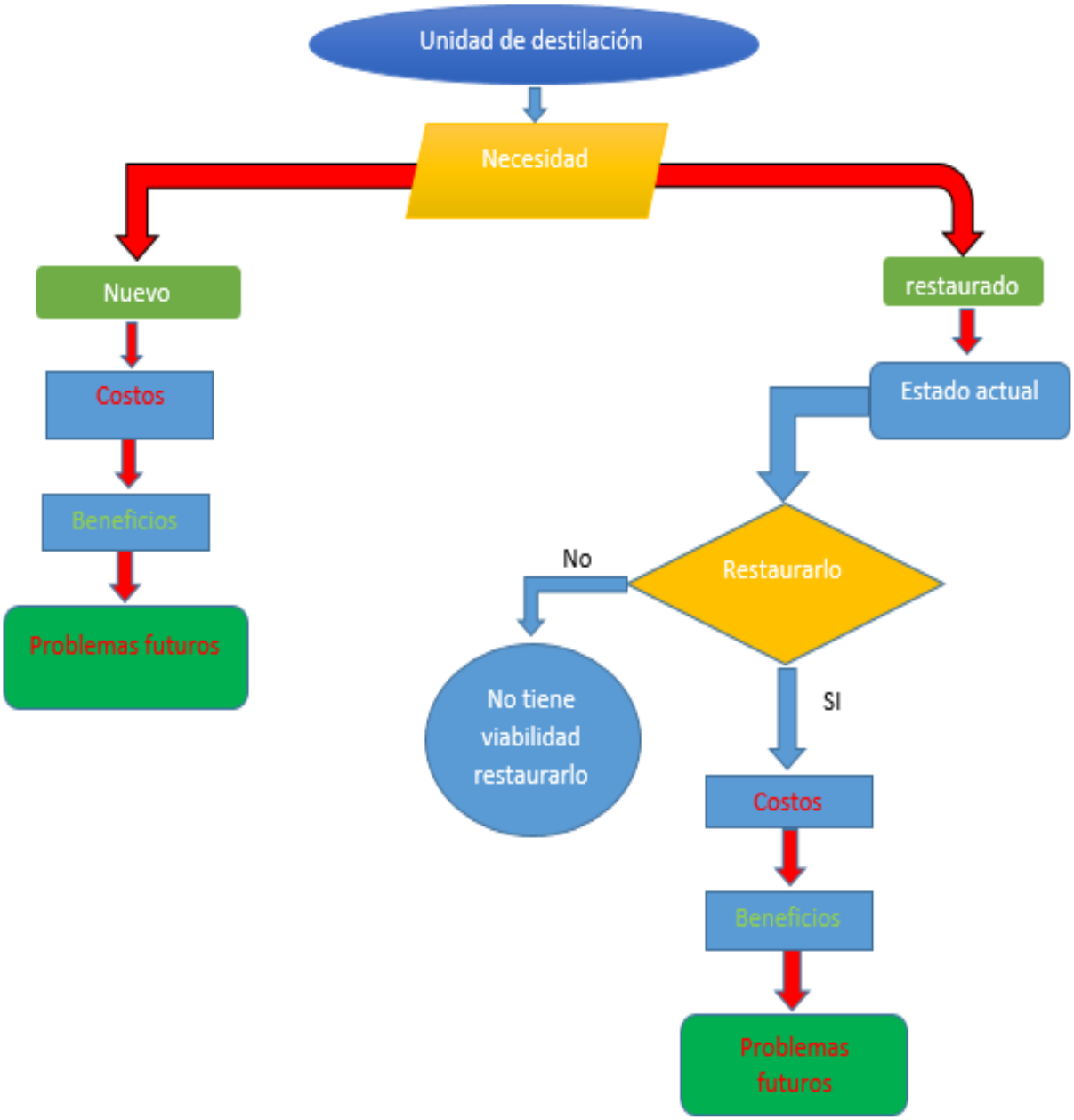


Tabla 3. Explicación del diagrama de flujo de la figura 40.

Unidad	Restaurada Fischer Autodest 700DC	Nueva Pilodist 105
Necesidad	Deshidratación y remoción de agua en el crudo la cual interfiere en el resultado de las muestras, ya el crudo libre de agua mejoraría los resultados de procedimientos en equipos: • Viscosímetro • Unidad de oxidación a temperatura (RTO) • Celda isotérmica	
Estado actual	Se consideró con un alto grado de deterioro y requiere reemplazar una gran cantidad de elementos que lo componen, todo esto se soporta en el presente informe	Contiene garantía de fabricante. -Tecnología nueva -Garantía del fabricante -Soporte técnico -Facilidad en Adquisición de repuestos y accesorios
Beneficios	Mejoraría los procesos realizados en el laboratorio de otros equipos.	Mejoraría los procesos realizados en el laboratorio de otros equipos. La unidad nueva tiene: -Tecnología nueva -Garantía del fabricante -Soporte técnico -Facilidad en Adquisición de repuestos y accesorios
Costos	Reparación de unidad $130.000.000 en insumos, más costos de servicio técnico, accesorios adicionales, sistema de cómputo para recolección de datos.	Unidad completa: Euro 46200 Al cambio a moneda peso colombiano 170.000.000

Problemas futuros	- Retrasos en operaciones más prolongados Debido a su complejidad de adquirir repuestos estos pueden durar meses. - HSE mayores	- Retrasos en operaciones cortos debido a su existencia de repuestos estos pueden durar días. - HSE menores

En La tabla 3 se relaciona los factores principales de un estudio de factibilidad de la unidad a restaurar y una unidad nueva con características muy similares, los cuales son:

- Necesidad: es la importancia que tiene la unidad de destilación en el laboratorio para mejorar los resultados en procesos de otros equipos.
- Estado actual: es la valoración de lo que se tiene y lo que se necesita para su funcionamiento
- Beneficios: es la mejora en los procesos que brinda la funcionalidad de la unidad en los resultados de equipos que trabajan en paralelo
- Costos: es la valoración que puede llevar todos los procesos de restauración para su funcionamiento relacionándolos con el precio de una unidad nueva con características similares a la actual.
- Problemas futuros: son sucesos que pueden llegar a ocurrir en la unidad nueva y la restaurada los cuales elevarían los costos y los riesgos de HSE.

En la tabla 4 se puede observar la evaluación de criterios para la toma de decisiones y los parámetros de valores que se tomaron son de 1 hasta 5, entre mayor sea el número, mejor es el beneficio. Se relaciona la unidad a recuperar con una nueva, los criterios son un producto de un análisis o reducción didáctica y definen lo que se espera de algo que se evalúa. A continuación se relaciona los criterios de evaluación de acuerdo a su valoración.

1: Más bajo, muy malo, peligroso.
2: Insuficiente, malo, bajo.
3: Regular, aceptable.
4: Bueno, buena.
5: Excelente, muy bueno, alto.

Tabla 4. Evaluación de criterios para la toma de decisión

Criterios / Unidad de destilación	Precio de la unidad	Garantía de la unidad	Tecnología	Garantía de entrega	Tiempo de entrega	Especificaciones técnicas	HSE	Repuestos adicionales	Menores costos Mantenimientos	Precisión	total
RESTAURACION FISCHER AUTODEST 700DC	4	1	2	4	4	3	3	1	2	3	27
NUEVA PILODIST 105	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	48

Los criterios se evaluaron de 1 hasta 5, donde mayor sea el numero mejor es el beneficio.

De acuerdo a los criterios evaluados se establece que la adecuación de las partes faltantes no justifica el costo y una unidad nueva presta más confiabilidad y mejores servicios por su tecnología.

4. RESULTADOS

Concluida las capacitaciones de seguridad por el Centro de Innovación y Tecnología ICP, se procede al reconocimiento del área de trabajo y se verifica las normas de seguridad que allí se requieren. Cumplido esto, se procede a la recolección de información del equipo con el líder del laboratorio de inyección de aire (lugar donde se encuentra la unidad de destilación Fischer Autodest 700DC). Se estudia la norma que rige el funcionamiento y operación de la torre de destilación ASTM D2892. Por último, se realiza la lectura del documento suministrado por el centro de investigación tecnológica CIT. Posteriormente, se lleva a cabo una inspección de la unidad de destilación Fischer Autodest 700DC. Se elaboró un inventario para cuantificar las piezas actuales, defectuosas y faltantes junto con el estado actual de cada elemento y se realiza el estudio de viabilidad de reparación de la unidad de destilación Fischer Autodest 700DC, todo esto teniendo en cuenta los factores de costos que conllevaría el proceso de reparación.

Dentro de los resultados tangibles para resaltar, se tiene el diseño conceptual de la unidad, realizado con el propósito de definir las medidas exactas de los elementos, proyectando la fabricación de los mismos, cotizaciones y un análisis de factibilidad.

5. CONCLUSIONES

Realizar un estudio de factibilidad contribuye a la toma de decisión de si o no restaurar la unidad, la revisión de la documentación, inventario, diagnostico, estado actual, búsqueda de proveedores fueron fundamentales para justificar la elaboración del diseño conceptual y así cumplir con la necesidad para la operación de la unidad.

En este sentido el estudio de factibilidad permite concluir, con respecto a la variable costo (Ver tabla 3), se compararon los costos de recuperación con los de adquisición de una nueva, se concluye que no es viable la restauración, en lo que se refiere a costos con la unidad a restaurar, los problemas futuros se tendrán que solucionar a base de diseños, puesto que el fabricante no tiene en stock ni para fabricación elementos (Ver anexo A correo 2), los cuales se tendrán que mandar a fabricar. En cuanto los cristales requerirían la fabricación de moldes, lo cual al fabricarse generaría costos de fabricación en masa (Ver anexo G)

En la investigación se concluye que la unidad nueva traería mejores beneficios a otros equipos del laboratorio de inyección de aire. (Ver tabla 3.)

.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar otro estudio de viabilidad visualizando y utilizando otros parámetros importantes “análisis de exactitud, características del equipo” con el fin de comparar resultados y tomar la decisión más adecuada para el beneficio del laboratorio.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez Flores, A. (2013). *Plan de mantenimiento para os equipos de bombeo de la unida 150 planta de destilacion de crudos de la refineria de Barrancabermeja.* Bucaramanga: Univesidad Industrial de Santander.

Araoz Quiñonez, J. H. (1994). *Plantas fischer autodest 700, 800 y 860.* Bucaramanga: Unidades Tecnologicas de Santander.

Cardenas Delgado, C. A., Perez Calao, V. Y., & Stashenko , E. (2011). *Instalacion y puesta a marcha de la planta de destilacion de aceites esenciales en el municipiode sucre (Santander): estudio del efecto de diferentes variables sobre el rendimiento y composicion de aceite esencial de thymus vulgaris l.* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

cepsa. (3 de novimbre de 2017). *LA TORRE*. Obtenido de Infografia_Torre_DEF.pdf: https://www.cepsa.com/stfls/corporativo/INFOGRAFIAS/Infografia_Torre_DEF.pdf

Cienytec. (s.f.). *MANTAS DE CALENTAMIENTO*. Obtenido de Cienytec: https://www.cienytec.com/lab2mantas.htm

ECURED. (15 de SEPTIEMBRE de 2011). *Destilación del petróleo*. Obtenido de ECURED: https://www.ecured.cu/Destilaci%C3%B3n_del_petr%C3%B3leo

Geo inova. (s.f.). *Qué objetos de nuestra vida diaria son derivados del petróleo*. Obtenido de Geo inova: https://geoinnova.org/blog-territorio/objetos-derivados-del-petroleo/

Mistretta, A. M. (2012). *DISEÑO DE UNA COLUMNA DE*. Obtenido de UCF3374_01.pdf: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-3000/UCF3374_01.pdf

mundocompresor.com. (s.f.). *Bomba de vacío*. Obtenido de mundocompresor.com: https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/bomba-de-vacio

Orrego Ruiz , J. A. (2014). *Fraccionamiento por destilacion molecular y caracterizacion de fondos de vacio de crudos colombianos.* Bucaramanga: Universidad Industrial de Sanander.

sevmexico.com. (2019). *Mantas de*. Obtenido de sevmexico.com: http://www.sevmexico.com/catalogos/MANTAS_140312.pdf

wikipedia. (3 de agosto de 2019). *Destilación fraccionada*. Obtenido de wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Destilaci%C3%B3n_fraccionada

www.educarchile.cl. (s.f.). *destilacion fraccionada del petroleo*. Obtenido de www.educarchile.cl: http://el

8. ANEXOS

Anexos A

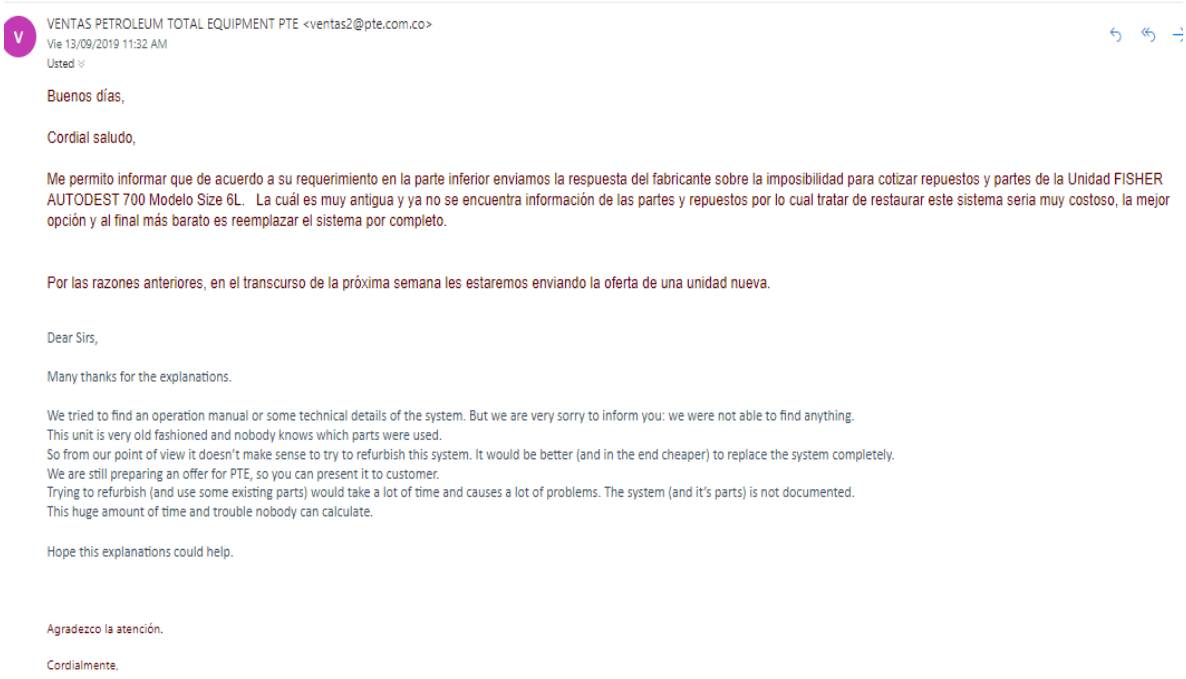
Gerencia Petroleum Total Equipment <gerencia@pte.com.co>
Mié 11/09/2019 12:13 PM
Usted

Buenos dias Sr. Merchan,
Lo mas seguro es que la respuesta del fabricante sea descartar la unidad y reemplazarla por una nueva. Sinembargo, para hacerlo de la manera correcta les solicitamos informarnos un poco mas acerca del estado de los componentes: controlador, sensores, válvulas, partes mecánicas, columna, boiler, etc. Sino es viable, en su defecto compartir otras fotografías que puedan indicar con mayor claridad cual es el estado actual de la unidad.

Entendemos que no se cuenta con manual o diagrama que permita definir los componentes originales de la Unidad. Ya hemos solicitado al fabricante nos comparta este documento en caso de que ellos aun dispongan de esta información y les estaremos informando.

Cordialmente,

PETROLEUM TOTAL EQUIPMENT



VENTAS PETROLEUM TOTAL EQUIPMENT PTE <ventas2@pte.com.co>
Vie 13/09/2019 11:32 AM
Usted

Buenos días,

Cordial saludo,

Me permito informar que de acuerdo a su requerimiento en la parte inferior enviamos la respuesta del fabricante sobre la imposibilidad para cotizar repuestos y partes de la Unidad FISHER AUTODEST 700 Modelo Size 6L. La cuál es muy antigua y ya no se encuentra información de las partes y repuestos por lo cual tratar de restaurar este sistema seria muy costoso, la mejor opción y al final más barato es reemplazar el sistema por completo.

Por las razones anteriores, en el transcurso de la próxima semana les estaremos enviando la oferta de una unidad nueva.

Dear Sirs,

Many thanks for the explanations.

We tried to find an operation manual or some technical details of the system. But we are very sorry to inform you: we were not able to find anything.
This unit is very old fashioned and nobody knows which parts were used.
So from our point of view it doesn't make sense to try to refurbish this system. It would be better (and in the end cheaper) to replace the system completely.
We are still preparing an offer for PTE, so you can present it to customer.
Trying to refurbish (and use some existing parts) would take a lot of time and causes a lot of problems. The system (and it's parts) is not documented.
This huge amount of time and trouble nobody can calculate.

Hope this explanations could help.

Agradezco la atención.

Cordialmente,

Anexos B. En el siguiente encontramos cotización de manta de calentamiento, chaqueta boiler, agitador magnético, motor colector de fracciones.

González Tascón sas.

PETROLEUM AND PETROCHEMICAL EQUIPMENT
NIT : 800.107.853-9
CALLE 114 No. 11 A 40 BOGOTA, 110111, COLOMBIA. TEL: 571 6204653 MOBIL+57 311 443 2906 USA+1 832 301 4527
E-MAIL: gotas@claro.net.co - dggtcorporation@gmail.com - presidencia@gonzaleztascon.com - www.gonzaleztascon.com - Skype: dionisio210
Vinci Technologies, Xytel, Poweltec, Pilodist, Amar Equipment, Hoke-Gyrolok, Hip, Hyspan, Crystal, Noshok, Versa Valves, ControlAir.

To / Para	*ECOPETROL ICP*			**QUOTE**	
Attention	**Elkin Mauricio Merchán Rodríguez**			**GT-2019-5000.1** / PILODIST	
Telephone:	**3182844818**	elkin mauricio merchan rodriguez <elkinmerchan@hotmail.com>			
Delivery:	*40 DAYS ARO*			*VALIDITY:*	***60 DAYS***
Terms/Payment	*DDP PIEDECUESTA / 30 days*	*CURRENCY: COP*		*DATE:*	**20/nov/19**

ITEM	DESCRIPTION	QTY	UNIT	U.PRICE	TOTAL
1	REF. 10011-260-WI flask heating device for 6 l flask, complete w. stirrer drive without insulation hood (PD100/200)	1	EA	$39.000.000,00	39.000.000,00
2	REF. 10011-260-01 distillation flask 6l, made of stainless steel (PD100)	1	EA	$24.000.000,00	24.000.000,00
3	REF. 10011-206-QC quench cooler (stainless steel) with PT100 sensor for 6l flask	1	EA	$11.500.000,00	11.500.000,00
4	10011-100-06 distillation column ASTM D-2892, 6l	1	EA	$32.000.000,00	32.000.000,00
5	Automatic Fraction Collector consisting of: 1fraction collector for 18 x 250 ml or 9 x 1 L 1connection line head / fraction collector, with sample take-off valve 1set of sealings, connections and accessories overfill protection sensor Order-No.: 10500-OPF-00	1	EA	$64.000.000,00	64.000.000,00
6	Head temperature sensor PT100, NS14	1	EA	$ 5.200.000,00	5.200.000,00
				SUBTOTAL	$ 175.700.000,00
				I.V.A. 19%	$ 33.383.000,00
				TOTAL DDP	$ 209.083.000,00

Página 1

Eng. Dionisio Gonzalez /Ceo / *Skype: Dionisio210*
Gonzalez Tascon Corporation, *8458 N.W. 70th Street Miami, FL. 33166 Mobil: + 832 301 4527 / +57 3114432906*
E-mail: *dggtcorporation@gmail.com / presidencia@gonzaleztascon.com* www.gonzaleztascon.com

Anexos C. En el siguiente encontramos cotización de accesorios de la bomba.

VPC Ingeniería S.A.S.
Calle 161ª # 21-89 Parque Industrial Toberín. Tel: (571)7557100 Movil (57)310.244.69.67
Bogotá, D.C., Colombia, Suramérica, www.vpcingenieria.co

Fecha	viernes, 01 de noviembre de 2019	Oferta	97341
Señores	ECOPETROL ICP - Innovación Ciencia y Tecnología –Ecopetrol	Repuestos	
Contacto	Elkin Mauricio Merchán Rodríguez - Ingeniero electromecánico- uts		
E-Mail	elkinmerchan@hotmail.com	Fecha	01/11/2019
Dirección	Kilometro 7 Vía Piedecuesta - Santander	Vigencia	60 Días
Ciudad	Piedecuesta, Santander - Colombia	Negociació	DDP
Teléfonos	3002558884		

Propósito		Suministro de trampas de entrada para gases y vacío en bomba Edwards E2M28			
N	Referencia	Detalle Productos Ofertados	Cant.	P.Unitario COP	TOTAL COP
1	P102737	VisiTrap Transparent Sump Inlet Trap 3/4" NPT, 9.5" Sump	2	899,556	1,799,113
2	P102739	VisiTrap ADAPTER KF25 to 3/4" NPT for 9.5" Sump (1 each)	4	125,000	125,000
3	P102744	Filter Element for 9.5" Sump Trap (Soda Sorb) - Filters corrosion particles, chemicals and neutralizes acid vapors	2	386,117	772,235
4	P102743	Filter Element for 9.5" Sump Trap (Molecular Sieve) - Reduces pump backstreaming and water vapor	1	125,000	125,000
5	P101199	Hinge Clamp KF-25 Vacuum Fittings, ISO-KF Flange Size NW-25, Aluminum	3	125,000	125,000
6	P101243	Centering Ring KF-25 Vacuum Fittings, ISO-KF Flange Size NW-25, Stainless Steel & Viton® O-ring	3	48,092	144,275
		Son Tres Millones Noventa Mil Seiscientos Ventitres Pesos	Total	COP	3,090,623
		Tiempo de entrega estimado entre	**4**	**6**	**Semanas**

Información Técnica y características de productos/partes cotizados se anexan al final de la oferta

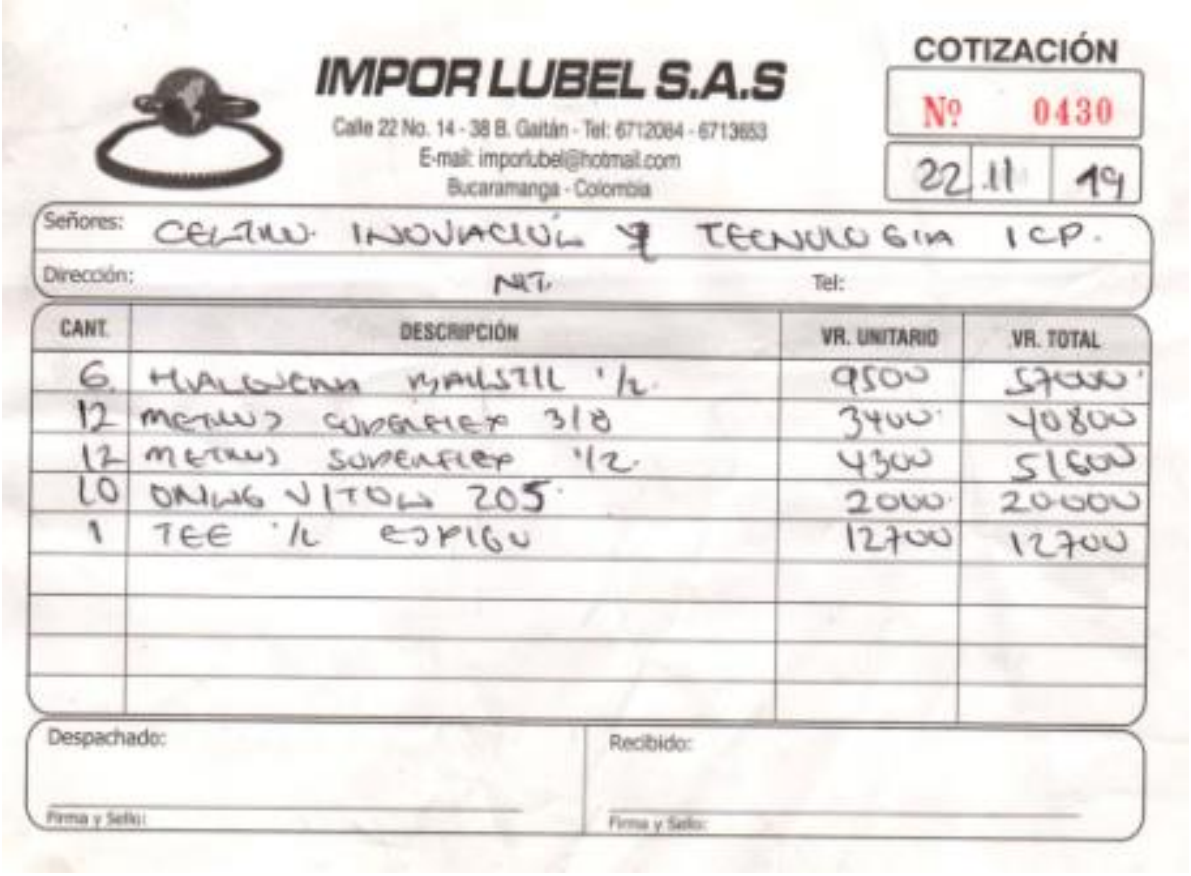
Términos y Condiciones Comerciales	
Impuestos	A los valores ofertados se debe adicionar el impuesto a las ventas (IVA) vigente en la fecha de emisión de cada factura
Facturación	En Pesos Colombianos (COP).
Negociación	DDP Kilometro 7 Vía Piedecuesta - Santander Incoterm 2010
Forma de Pago	Crédito 30 Días
Tiempo Entrega	4 a 6 Semanas después de recibida la orden de compra

Reglas de Entendimiento Comercial	
Plazo Entrega	Tiempo de entrega estimado, basados en términos de entrega del proveedor y condiciones de Negociación. El plazo real de entrega dependerá de la carga de producción del proveedor, en el momento de recibir la orden de compra correspondiente. VPC no será responsable por pérdidas o sobrecostos causados por demoras razonables y justificadas; por lo tanto, no se aceptan penalidades ni sanciones, sin previa notificación y aceptación por parte de VPC.
Orden Compra	Para ser aceptada esta oferta se debe tener una Orden de Compra por parte del cliente.
Garantía	Equipos ofertados tienen Garantía de doce (12) meses. Repuestos y mano de obra garantía de tres (3) meses. En caso de existir reclamación por garantía y se demuestre que la misma no es procedente, por existir factores externos al equipo que impiden su operación normal, se cobrará el servicio a razón de $150.000 (o su equivalente en USD) + IVA por hora. Cualquier trabajo a realizarse bajo garantía será hecho por personal de **VPC**. Intervención de personas ajenas a **VPC** en el equipo anula la garantía. Garantías son válidas bajo condiciones normales de operación y de acuerdo a lo estipulado por el fabricante.
Retorno Material	Cualquier retorno al proveedor por Garantía debe ser autorizado por **VPC** y deberá estar acompañado por un número **RMA** (Return Material Autorization) generado por el vendedor. Los gastos de retorno deberán ser cubiertos por el cliente.
Cancelación	Cancelación parcial o total de la orden ocasionará cargo del 50% sobre material devuelto, más gastos de retorno al país de origen del material.
Pago	Si el comprador no paga en las fechas establecidas, tiene adeudos, o su condición financiera no es segura, VPC se reserva el derecho de procesar nuevas órdenes de compra y de detener envíos hasta nuevo aviso, así como exigir pago 100% anticipado en las siguientes operaciones. Todo pago por el cliente que exceda los términos establecidos en la oferta, causara el interés de mora vigente en el mercado.
Procedimiento Solicitud Garantía	Para solicitar garantía es necesario diligenciar el formato **"Solicitud de garantía"**; este debe ser revisado y autorizado por **VPC**. Aceptada la solicitud, **VPC** se encarga de la logística para atender la misma, excepto los gastos expuestos en la Cláusula Retorno Material.

Cordialmente,
Ing. José Alfredo Quincos *jose.q@vpcingenieria.co*
Asesor Comercial y de Servicios *Móvil (57)312.450.5286*

Revisó
Versión 18.06.30

Anexos D. En el siguiente encontramos cotización de ductos refrigeración condensadores de condensadores y línea de venteo.



IMPOR LUBEL S.A.S

Calle 22 No. 14 - 38 B. Gaitán - Tel: 6712084 - 6713653
E-mail: imporlubel@hotmail.com
Bucaramanga - Colombia

COTIZACIÓN

Nº 0430

22 | 11 | 19

Señores: CELTEC INNOVACIÓN Y TECNOLOGIA ICP.

Dirección: N/T. Tel:

CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
6.	MANGUERA MANGUERA 1/2.	9500	57000
12	METROS SUPERFLEX 3/8	3400	40800
12	METROS SUPERFLEX 1/2.	4300	51600
10	ONLINE VITOLA 205.	2000	20000
1	TEE 1/2 ESPIGO	12700	12700

Despachado: Recibido:

Firma y Sello: Firma y Sello:

Anexos E. En el siguiente encontramos la cotización manómetro de presión absoluta, diferencial de presión.

Cienytec
Tecnologías de la Educación

Bogotá, nov.13 del 2019

Cotización No.30371

Señores
Innovación Ciencia y Tecnología –Ecopetrol
Elkin Mauricio Merchán Rodriguez
Ingeniero electromecánico- UTS
Celular: 3182844818
Vía Piedecuesta #Km. 7, Piedecuesta, Santander
Piedecuesta- Santander

Cordial saludo.

Es muy placentero para nuestra empresa el atender su solicitud y presentarle la siguiente Cotización.

ITEM	CANT	DESCRIPCION	VrUNIDAD	VrTOTAL
1	1	Ref. SD700 EXTECH Registrador de datos de presión barométrica / humedad / temperatura, 32 a 122 ° F con tarjeta SD El registrador de datos de presión barométrica, humedad y temperatura SD700 de Extech es ideal para monitorear los niveles de presión barométrica, humedad y temperatura en salas limpias, almacenes, almacenes, congeladores y en proyectos de restauración de daños por agua.	$1.428.000	$1.428.000
			SUB/TOTAL	$1.428.000
			IVA19%	$271.320
			TOTAL	$1.699.320

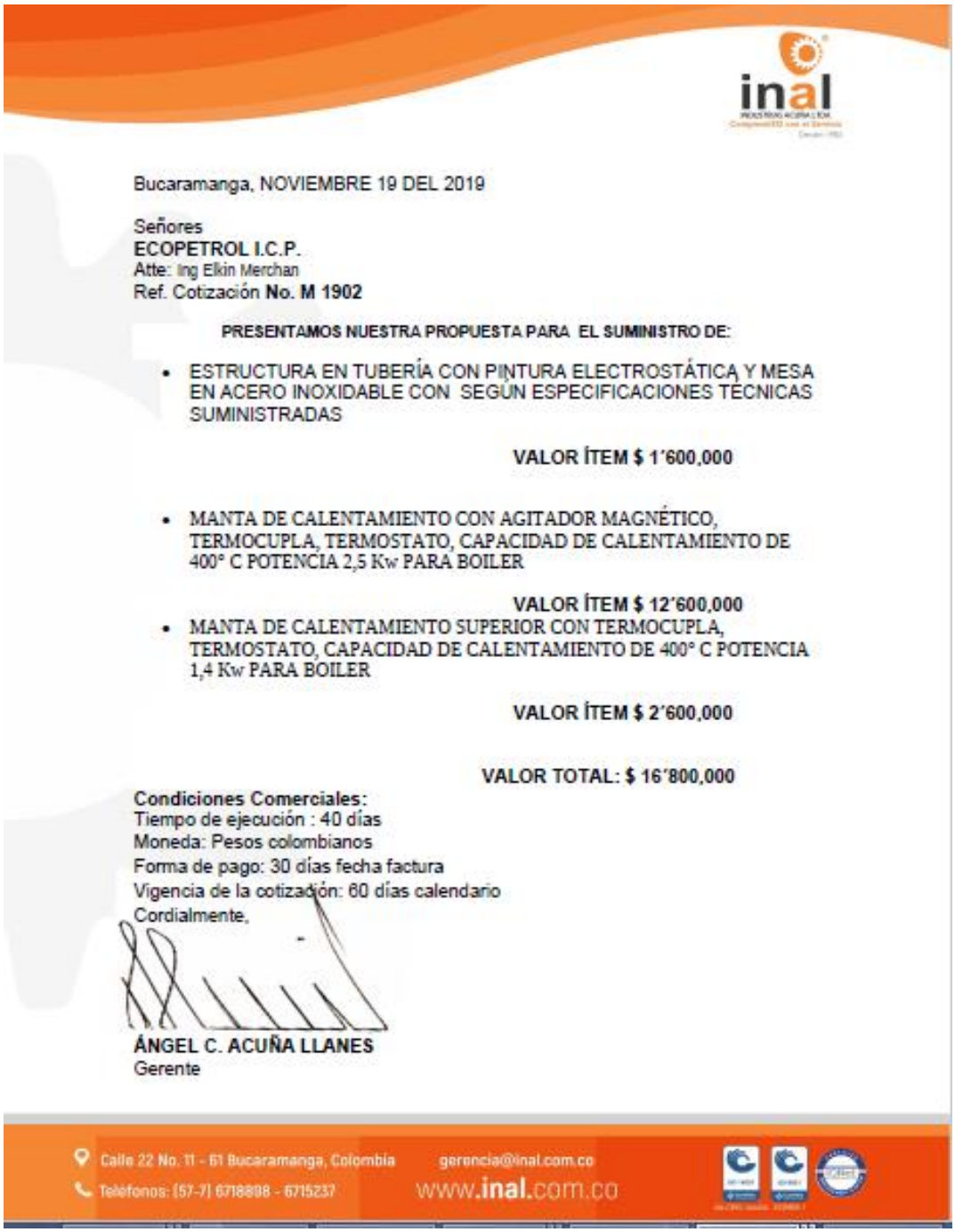
CONDICIONES COMERCIALES

- Forma de pago así: 50% anticipado,50% para entrega del equipo
  Tiempo de entrega 45 a 60 días, después de recibir orden de compra y pago
- Consignación en nuestra cuenta Corriente de (BANCOLOMBIA)
- Validez de la oferta 15 días
- Transporte a Piedecuesta Santander, por cuenta del cliente.

Atentamente,

Nubia Mateus
Cienytec Ltda
Calle 84 No. 18-38 Of. 509
Tel. 4672719
Bogotá-Colombia

Anexos F. En el siguiente encontramos la cotización de la estructura de bomba vacío y baño circulante.



Bucaramanga, NOVIEMBRE 19 DEL 2019

Señores
ECOPETROL I.C.P.
Atte: Ing Elkin Merchan
Ref. Cotización **No. M 1902**

PRESENTAMOS NUESTRA PROPUESTA PARA EL SUMINISTRO DE:

- ESTRUCTURA EN TUBERÍA CON PINTURA ELECTROSTÁTICA Y MESA EN ACERO INOXIDABLE CON SEGÚN ESPECIFICACIONES TECNICAS SUMINISTRADAS

VALOR ÍTEM $ 1'600,000

- MANTA DE CALENTAMIENTO CON AGITADOR MAGNÉTICO, TERMOCUPLA, TERMOSTATO, CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO DE 400° C POTENCIA 2,5 Kw PARA BOILER

VALOR ÍTEM $ 12'600,000

- MANTA DE CALENTAMIENTO SUPERIOR CON TERMOCUPLA, TERMOSTATO, CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO DE 400° C POTENCIA 1,4 Kw PARA BOILER

VALOR ÍTEM $ 2'600,000

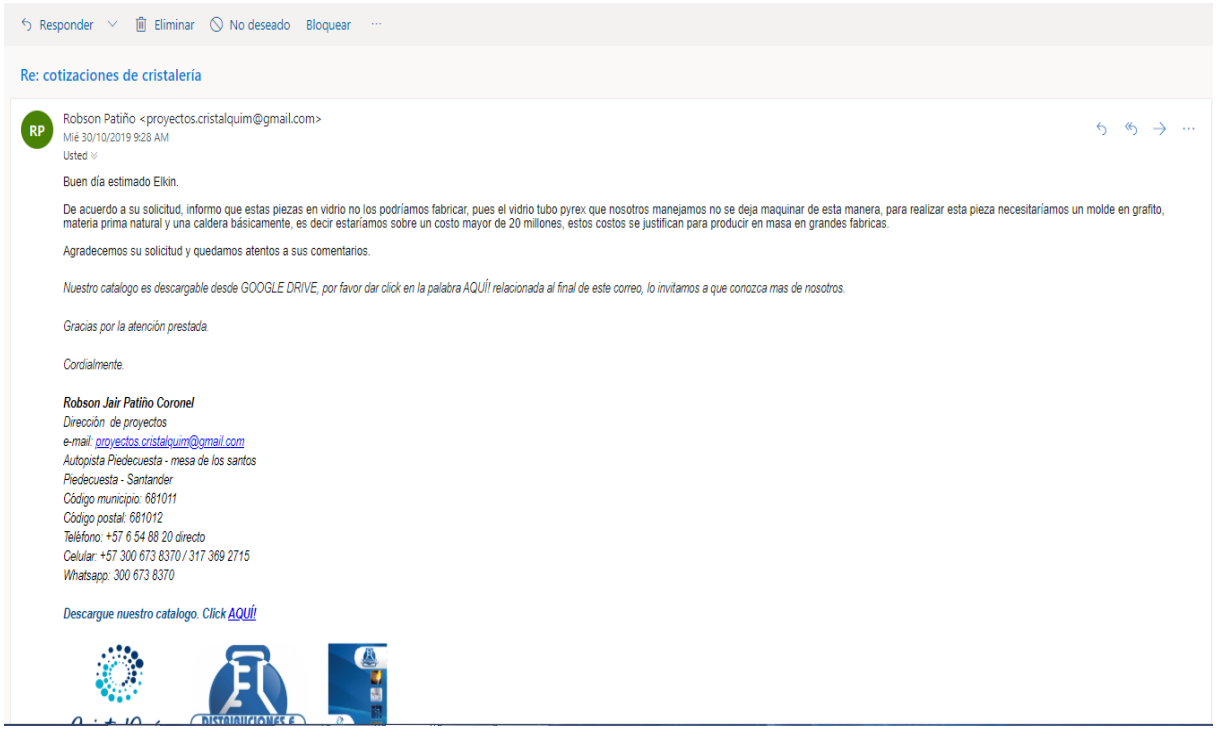
VALOR TOTAL: $ 16'800,000

Condiciones Comerciales:
Tiempo de ejecución : 40 días
Moneda: Pesos colombianos
Forma de pago: 30 días fecha factura
Vigencia de la cotización: 60 días calendario
Cordialmente,

ÁNGEL C. ACUÑA LLANES
Gerente

Calle 22 No. 11 - 61 Bucaramanga, Colombia gerencia@inal.com.co
Teléfonos: (57-7) 6718898 - 6715237 www.inal.com.co

Anexos G. En el siguiente encontramos la cotización de diseño de cristalería



Responder Eliminar No deseado Bloquear ···

Re: cotizaciones de cristalería

RP

Robson Patiño <proyectos.cristalquim@gmail.com>
Mié 30/10/2019 9:28 AM
Usted

Buen día estimado Elkin.

De acuerdo a su solicitud, informo que estas piezas en vidrio no los podríamos fabricar, pues el vidrio tubo pyrex que nosotros manejamos no se deja maquinar de esta manera, para realizar esta pieza necesitaríamos un molde en grafito, materia prima natural y una caldera básicamente, es decir estaríamos sobre un costo mayor de 20 millones, estos costos se justifican para producir en masa en grandes fabricas.

Agradecemos su solicitud y quedamos atentos a sus comentarios.

Nuestro catalogo es descargable desde GOOGLE DRIVE, por favor dar click en la palabra AQUÍ! relacionada al final de este correo, lo invitamos a que conozca mas de nosotros.

Gracias por la atención prestada.

Cordialmente.

Robson Jair Patiño Coronel
Dirección de proyectos
e-mail: proyectos.cristalquim@gmail.com
Autopista Piedecuesta - mesa de los santos
Piedecuesta - Santander
Código municipio: 681011
Código postal: 681012
Teléfono: +57 6 54 88 20 directo
Celular: +57 300 673 8370 / 317 369 2715
Whatsapp: 300 673 8370

Descargue nuestro catalogo. Click AQUÍ!

Anexos H. En el siguiente encontramos la cotización de unidad de destilación Pilodist 105

PILODIST®

Laboratorio y tecnología de procesos

Cotización. No: 0447-2019

Sistema de destilación Versátil

PILODIST 105-6 L

Para

Instituto Colombiano del Petróleo

(ICP)

Presentado por: González Tascón SAS

GT-2019-10-7500

citada moneda: EURO (€)

53340 Meckenheim, Alemania 16 de noviembre ◦ 2019

www.pilodist.de

Tel: ++ 49 (0) 2225 955910 *Fax: ++ 49 (0) 2225 9559111* *e-mail: info@pilodist.de*

PILODIST GmbH
Eichelkamp Straße 2
D-53340 Meckenheim

12941 registrada AG Bonn HRB
Sede: Bonn
Director General Jürgen K. Fischer
Ust.-Id.-Nr. DE 813408398

banqueros:
Caja de ahorros de Colonia-Bonn
IBAN DE 05 3705 0198 0033 3023 65 BIC: COLSDE33XXX
German Bank AG
IBAN DE 46 3707 0060 0333 2673 00 BIC: DEUTDEDKXXX

PILODIST® 105

Tel: ++ 49 (0) 2225 955910 Fax: ++ 49 (0) 2225 9559111 e-mail: info@pilodist.de

PILODIST GmbH
Eichelkamp Straße 2
D-53340 Meckenheim

12941 registrada AG Bonn HRB
Sede: Bonn
Director General Jürgen K. Fischer
Ust.-Id.-Nr. DE 813408398

banqueros:
Caja de ahorros de Colonia-Bonn
IBAN DE 05 3705 0198 0033 3023 65 BIC: COLSDE33XXX
German Bank AG
IBAN DE 46 3707 0060 0333 2673 00 BIC: DEUTDEDKXXX

Foto darstellt el nuevo controlador de pantalla táctil PILODIST,

la sustitución de PCs y portátiles en nuestras nuevas series. El controlador puede ser instalado de forma remota o, alternativamente, se puede instalar en el marco del sistema. Frente de cristal completa, IP 65, puede funcionar con guantes de laboratorio.

www.pilodist.de

Tel: ++ 49 (0) 2225 955910 *Fax: ++ 49 (0) 2225 9559111* *e-mail: info@pilodist.de*

PILODIST GmbH
Eichelkamp Straße 2
D-53340 Meckenheim

12941 registrada AG Bonn HRB
Sede: Bonn
Director General Jürgen K. Fischer
Ust.-Id.-Nr. DE 813408398

banqueros:
Caja de ahorros de Colonia-Bonn
IBAN DE 05 3705 0198 0033 3023 65 BIC: COLSDE33XXX
German Bank AG
IBAN DE 46 3707 0060 0333 2673 00 BIC: DEUTDEDKXXX

DESTILACIÓN SISTEMA PILODIST ® 105

aparato de destilación versátil con alta eficiencia de separación. Adecuado para la solución de problemas de separación difíciles y para la producción de sustancias puras, compuestos aromáticos de alto peso molecular, ácidos grasos, etc.

El sistema está equipado con dos tipos de columna diferentes para diferentes aplicaciones de uso alternativa, Ambas columnas se encajan en la columna de la manta de calentamiento eléctrica para asegurar adiabática Operación: columna de tubos concéntricos y columna rellena con fango columna de malla packing.the de tubos concéntricos es amor especialmente versátil unidad con la más alta eficiencia de separación y el control de procesador-up-hasta la fecha.

La columna de tubos concéntricos es amor especialmente versátil con la más alta eficiencia de separación y el control de procesador up-todate.

Las ventajas especiales de la columna de la de tubos concéntricos son:

- caída de presión extremadamente baja
- más alta eficiencia de separación
- mínimo atraco
- de cristal de construcción
- diseño estático (no hay piezas giratorias dentro de la columna)

La eficiencia de separación en la columna de tubos concéntricos se basa en el principio físico de la transferencia de masa entre verticalmente ascendente de vapor y la película en espiral de goteo de líquido en un espacio de diseño anular concéntrica hecha de vidrio. El besteht columna de dos concéntricamente funde-en el amor especialmente seleccionado y calibrado tubos de vidrio.

La columna de tubos concéntricos es perfectamente adecuado para la separación de sustancias sensibles a la temperatura.

El sistema puede alternativamente estar equipada de manera con otros envases de columna.

destilación Gentle por la temperatura controlada baño con circulación de productos eléctricos. Gama de la operación de ATM hasta vacío.

Equipado con base procesador dispositivo de control de destilación DCD4001 con el calentamiento de controlador para baño de aceite y calentar manto, reflujo control automático, controlador de vacío, control colector de fracciones, así como dispositivos de seguridad.

Las partes en contacto con el producto se componen de vidrio, acero inoxidable, Viton. Otros materiales para juntas como Kalrez pueden ser entregados a un precio adicional!

Tel: ++ 49 (0) 2225 955910 Fax: ++ 49 (0) 2225 9559111 e-mail: info@pilodist.de

PILODIST GmbH
Eichelkamp Straße 2
D-53340 Meckenheim

12941 registrada AG Bonn HRB
Sede: Bonn
Director General Jürgen K. Fischer
Ust.-Id.-Nr. DE 813408398

banqueros:
Caja de ahorros de Colonia-Bonn
IBAN DE 05 3705 0198 0033 3023 65 BIC: COLSDE33XXX
German Bank AG
IBAN DE 46 3707 0060 0333 2673 00 BIC: DEUTDEDKXXX

Datos técnicos:

Temperatura de funcionamiento:	Hasta 350 ° C
La eficiencia de separación:	Hasta 80 platos teóricos, en función de la carga y la columna de tipo
Frasco tamaño:	6 L
Presión de funcionamiento:	1000 a 0,4 mbar (con la opción de vacío)
Material:	Vidrio de borosilicato
Alimentación de red:	230 V, 50-60 Hz
Dimensiones (An) aprox:.	1,00 x 0,60 m x 2:50

El sistema de besteht:

1	base del sistema para el montaje de todos unidad de partes, con todos los accesorios
1	dispositivo de calentamiento eléctrico para matraz de 6 L matraz, completo con integrado PT100 acumulación sensor de temperatura en una carcasa de aluminio con motor agitador montado sobre una plataforma de elevación manual, incluyendo el aislamiento matraz para la parte superior del matraz
1	destilación de vidrio matraz de 6 l, con conexiones 3
1	sensor de temperatura matraz de PT-100 para temperatura del matraz
1	sensor de nivel para protección hasta seca
1	concéntrico-tubo-columna, construcción de cristal, aprox. 60-80 platos teóricos, mantener arriba aprox. 1,5 ml, amor adecuado especialmente para productos sensibles a la temperatura o agresivo, rendimiento aprox. 0,1-1,5 l / h, DN 25, juntas de conexión 41/25
1	columna, rellena con un tapón de gasa de alambre goteando DN25, la separación longitud 1235 mm, 1365 mm longitud del manto, conexión matraz 41/25, NS29 cabezal de conexión con camisa de vacío plateado, capacidad de separación aprox .. hasta 30/40 platos teóricos
1	manta de calentamiento torre con medición integrada sensor Pt 100
1	cabeza de la columna para la división de vapor automático, con émbolo de la válvula, camisa de vacío y la bobina de solenoide
1	receptor final de destilado, hecho de vidrio con 1 l de volumen, con grifo de ventilación y conexión de vacío con llave de paso

Tel: ++ 49 (0) 2225 955910 *Fax: ++ 49 (0) 2225 9559111* *e-mail: info@pilodist.de*

PILODIST GmbH
Eichelkamp Straße 2
D-53340 Meckenheim

12941 registrada AG Bonn HRB
Sede: Bonn
Director General Jürgen K. Fischer
Ust.-Id.-Nr. DE 813408398

banqueros:
Caja de ahorros de Colonia-Bonn
IBAN DE 05 3705 0198 0033 3023 65 BIC: COLSDE33XXX
German Bank AG
IBAN DE 46 3707 0060 0333 2673 00 BIC: DEUTDEDKXXX

1 dispositivo de control Destilación DCD4001

universales de la unidad controlada por ordenador para sistemas de destilación PILODIST así como para una actualización de sistema de destilación existente. La unidad está diseñada para funcionamiento y control de temperatura, vacío, divisor de reflujo, límite y sistema de alarma, así como colector de fracciones. El área de servicio está protegido por contraseña y proporciona herramientas para cambiar la configuración del controlador. Por lo que proporciona herramientas para la calibración de los sensores al vacío y temperatura. Todos los parámetros actuales se visualiza continuamente como una tendencia gráfica (curvas) durante el proceso de destilación para informar al operador sobre el estado real. El sistema de control se basa en un sistema de bus serie multifuncional, conectado a un PC con las ventanas nuevas y más modernas basadas en software operativo.

1 pantalla PILODIST IP65 touch (15.6 ") controlador del panel con conectividad WIFI

Fin -. No: 10500-000-06

Precio del sistema completo: EUR 46,200.00

Tel: ++ 49 (0) 2225 955910 Fax: ++ 49 (0) 2225 9559111 e-mail: info@pilodist.de

PILODIST GmbH
Eichelkamp Straße 2
D-53340 Meckenheim

12941 registrada AG Bonn HRB
Sede: Bonn
Director General Jürgen K. Fischer
Ust.-Id.-Nr. DE 813408398

banqueros:
Caja de ahorros de Colonia-Bonn
IBAN DE 05 3705 0198 0033 3023 65 BIC: COLSDE33XXX
German Bank AG
IBAN DE 46 3707 0060 0333 2673 00 BIC: DEUTDEDKXXX

opciones

1.Accessories-para vacío operacional que consiste en:

1 Frío vacío trampa 1

un conjunto de líneas de conexión para vacío 1

Bomba de vacío 8 m³ / h, con la boquilla de gas de escape, DN 12 mm 1

Sonda de medición de vacío 1

Aspiradora solenoide de la válvula con válvula de estrangulación 1

Conjunto de sellamientos, conexiones y accesorios

Order-No.:10500-OPV-00
Precio: 9,975.00 EURO

Fracción 2.Automatic Collector Compuesto de:

1 Colector de fracciones para 18 x 250 ml o 1 L 9 x 1

conexión de cabeza de línea / colector de fracciones, con el despegue de la válvula 1 muestra

conjunto de sellamientos, conexiones y accesorios de sobrellenado
sensor de protección

Núm. De pedido: 10500 OPF-00
Precio: EUR 10,680.00

Medición de la caída 3.Pressure (sólo es necesario mediante el uso de columnas de relleno)

1 caída de presión dispositivo con enfriador de seguridad en la medición y la conexión de sistema de línea de

Pedido:. 10500-OPP-00
Precio: 2.250,00 euros

termostato 4.Cooling

1 enfriamiento termostato
rango de temperatura
F25MA -28 ... + 200 ° C

Núm. De pedido: THERM-F25-MA
Precio: EUR 5,375.00

Tel: ++ 49 (0) 2225 955910 Fax: ++ 49 (0) 2225 9559111 e-mail: info@pilodist.de

PILODIST GmbH
Eichelkamp Straße 2
D-53340 Meckenheim

12941 registrada AG Bonn HRB
Sede: Bonn
Director General Jürgen K. Fischer
Ust.-Id.-Nr. DE 813408398

banqueros:
Caja de ahorros de Colonia-Bonn
IBAN DE 05 3705 0198 0033 3023 65 BIC: COLSDE33XXX
German Bank AG
IBAN DE 46 3707 0060 0333 2673 00 BIC: DEUTDEDKXXX

Tamaño de frasco 5.Additional y accesorios

1 dispositivos eléctricos de calefacción para matraz 4L matraz, completo con integrado acumulación sensor de temperatura PT100 en a carcasa de aluminio con motor agitador, incluyendo capó aislamiento climatizada con cable y el enchufe (para Upperhalf de matraz), matraz de vidrio de 4L y PT100

Núm. De pedido: FRASCO-SET-04
Precio: EUR 6,575.00

6. tamaño matraz adicional y accesorio

1 dispositivos eléctricos de calefacción para matraz de 2L matraz, completo con integrado acumulación sensor de temperatura PT100 en a carcasa de aluminio con motor agitador, incluyendo capó aislamiento climatizada con cable y el enchufe (para Upperhalf de matraz), matraz de vidrio de 2L y PT100

Pedido:. FRASCO SET-02
Precio: EUR 5,560.00

Tel: ++ 49 (0) 2225 955910 Fax: ++ 49 (0) 2225 9559111 e-mail: info@pilodist.de

PILODIST GmbH
Eichelkamp Straße 2
D-53340 Meckenheim

12941 registrada AG Bonn HRB
Sede: Bonn
Director General Jürgen K. Fischer
Ust.-Id.-Nr. DE 813408398

banqueros:
Caja de ahorros de Colonia-Bonn
IBAN DE 05 3705 0198 0033 3023 65 BIC: COLSDE33XXX
German Bank AG
IBAN DE 46 3707 0060 0333 2673 00 BIC: DEUTDEDKXXX

consumibles recomendados piezas para dos años operativo de la siguiente manera

pcs. artículo	partNumber	Precio / EUR	Precio Total
10 Viton junta tórica 11x3 (ROT19 / 9)	ORING-113-00	1,56 €	15,60
5 Viton junta tórica 18x4 (ROT29 / 15)	ORING-184-01	1,92 €	9.60
5 Viton junta tórica 28x4 (ROT41 / 25)	ORING-284-01	€ 2,76	13.80
2 PTFE junta de silicona-plana 22x12 mm para GL25	GASKT-220-01	7,10 €	14,20
5 PTFE junta de silicona-plana 12x6 mm para GL14	GASKT-126-01	3,80 €	19,00
1 juego de fusibles	FUSIBLES-DCD-41	15,00 €	15.00
5 l de aceite para la bomba de vacío (para la opción "A")	VPUMP-900-00	€ 76.00	380.00

refacciones

pcs. artículo	partNumber	Precio / EUR	Precio Total
sensor de medición de temperatura 1 la cabeza de cristal	PRTHD-001-01	468.00	468.00
1 barra agitadora magnética 50 x 20 mm, revestida de PTFE	STBAR 250-10	30.00	30.00
matraces de destilación 1 de vidrio 6l con 3 conexiones	FRASCO-104-06	456.00	456.00
sensor de temperatura 1 matraz para matraz 6l con GL14	FLPRT-006-14	468.00	468.00
matraces de destilación 1 de vidrio 4L con 3 conexiones (para la opción "E")	FRASCO-104-04	443.00	443.00
sensor de temperatura 1 frasco de 4 l matraz con GL14	FLPRT-004-14	468.00	468.00
matraces de destilación 1 de vidrio 2l con 3 conexiones (para la opción "F")	FRASCO-104-02	366.00	366.00
sensor de temperatura 1 frasco de 2000 ml matraz con GL14	FLPRT-002-14	468.00	468.00
1 conjunto de receptores finales (18x250 ml)	100S0-400-00	1,224.00	1,224.00
o			
1 conjunto de receptores finales (9x1000 ml)	100S0-410-00	790.00	790.00

Tel: ++ 49 (0) 2225 955910 Fax: ++ 49 (0) 2225 9559111 e-mail: info@pilodist.de

PILODIST GmbH
Eichelkamp Straße 2
D-53340 Meckenheim

12941 registrada AG Bonn HRB
Sede: Bonn
Director General Jürgen K. Fischer
Ust.-Id.-Nr. DE 813408398

banqueros:
Caja de ahorros de Colonia-Bonn
IBAN DE 05 3705 0198 0033 3023 65 BIC: COLSDE33XXX
German Bank AG
IBAN DE 46 3707 0060 0333 2673 00 BIC: DEUTDEDKXXX

condiciones

precios:	EXW (Ex Works), Incoterms 2000 sin embalaje
embalaje:	EUR 725,00 NET , Aprox. 550 kg
Tiempo de entrega:	Approx.8-12 semanas ARO y el pago inicial
País de origen:	República Federal de Alemania
Arancel aduanero. No:	841940 000
garantía:	Damos una garantía para el sistema completo durante 12 meses después de la instalación, Máximo 18 meses después de la fecha de facturación. La garantía se limita a los defectos no Lo que no resulten de un desgaste y deterioro natural o tratamiento inadecuado.
documentación:	Se pueden suministrar todas las instrucciones de operación necesarios.
De piezas de repuesto:	Están disponibles en el menor tiempo desde el almacén.
instalación:	Por PILODIST ingeniero EUR 5.850,00
pago:	-30% con la colocación de orden, el 70% con la entrega
validez:	03/30/2020

PILODIST se reserva el derecho a efectuar modificaciones técnicas Gemäß zu weiterer Desarrollos. La cita se basa en (www.pilodist.de/general-terms-conditions/).
Todos los pedidos están sujetos a la autorización de exportación de la Oficina Federal de Economía y Control de las Exportaciones (BAFA) y la aceptación final de las órdenes por PILODIST depende de la aprobación BAFA!

K.-Jürgen Fischer
director general

www.pilodist.de

Tel: ++ 49 (0) 2225 955910 *Fax: ++ 49 (0) 2225 9559111* *e-mail: info@pilodist.de*

PILODIST GmbH
Eichelkamp Straße 2
D-53340 Meckenheim

12941 registrada AG Bonn HRB
Sede: Bonn
Director General Jürgen K. Fischer
Ust.-Id.-Nr. DE 813408398

banqueros:
Caja de ahorros de Colonia-Bonn
IBAN DE 05 3705 0198 0033 3023 65 BIC: COLSDE33XXX
German Bank AG
IBAN DE 46 3707 0060 0333 2673 00 BIC: DEUTDEDKXXX