

Diseño de un sistema de recuperación de fuel oil a partir de los residuos obtenidos del proceso de filtración para ser reutilizados en la Central Termoeléctrica Quevedo II

Design of a fuel oil recovery system from the waste obtained from the filtration process to be reused in the Quevedo II Thermoelectric Power Plant

Alcocer Quinteros Patricio^{1*} 
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

*Pincay de la Rosa fernando*² 
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

*Murillo Villaprado Josselyn*³ 
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

*Miranda Casanova*⁴ 
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Fecha recepción: 15 de junio de 2020

Fecha aceptación: 16 de julio de 2020

© 2020 Universidad de Córdoba. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acreditan.

¹ *Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Quito, Km 1 ½ vía a Santo Domingo. Quevedo, Ecuador. E-mail: palcocer@uteq.edu.ec*

² *Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Quito, Km 1 ½ vía a Santo Domingo. Quevedo, Ecuador. E-mail: fernando.pincay2015@uteq.edu.ec*

³ *Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Quito, Km 1 ½ vía a Santo Domingo. Quevedo, Ecuador. E-mail: josselin.murillo2015@uteq.edu.ec*

⁴ *Investigadora particular. Av Jaime Roldós y la 36. Quevedo, Ecuador. E-mail: arianalcocer@hotmail.com*

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó en la empresa Tropical Pallets, con el objetivo de mejorar la línea de producción en la fabricación de los pallets mediante el estudio de trabajo; para esto, se realizó un estudio de todos los elementos que intervienen en el área producción como: las máquinas y equipos, los operarios y puestos de trabajo, que en relación de todos estos elementos pueden provocar retrasos en la producción y posibles accidentes laborales. La realización de un estudio de trabajo permite determinar de qué manera se realizan los trabajos en cada proceso, además ayuda a determinar tiempos estándar, para obtener resultados favorables a diferencia del tiempo normal, eliminando tiempos perdidos y posibles cuello de botella. Mediante la observación directa al área de producción se pudo constatar: la existencia de una mala distribución de equipos y maquinarias a distancias innecesarias que incide en el tiempo dedicado a la producción; la mala colocación de los residuos y productos terminados que dificulta la fácil movilidad entre las diferentes etapas de producción. Para el desarrollo de esta problemática se hace uso de herramientas de estudio como; diagramas de flujo, diagrama de recorrido, diagrama analítico y gráficos que permiten determinar la situación actual de la empresa. Este estudio y la redistribución de la planta permitió disminuir considerablemente el tiempo de proceso de los pallets, de 21 minutos a 13,5 minutos por unidad, es decir un ahorro del 36% de tiempo, con la consecuente reducción en costos e incremento en las ganancias.

PALABRAS CLAVE: Estudio de trabajo, tiempo estándar, Layout, pallets

ABSTRACT

This research project was carried out at the Tropical Pallets company, with the aim of improving the production line in the manufacture of pallets through the work study; For this, a study of all the elements that intervene in the production area was carried out, such as: machines and equipment, operators and jobs, which in relation to all these elements can cause delays in production and possible work accidents. Carrying out a work study makes it possible to determine how the work is carried out in each process, it also helps to determine standard times, to obtain favorable results in contrast to the normal time, eliminating lost times and possible bottlenecks. Through direct observation of the production area, it was possible to verify: the existence of a poor distribution of equipment and machinery at unnecessary distances that affects the time dedicated to production; poor placement of waste and finished products that hinders easy mobility between the different stages of production. For the development of this problem, study tools such as; flow charts, path diagram, analytical diagram and charts that allow to determine the current situation of the company. This study and the redistribution of the plant allowed to considerably reduce the processing time of the pallets, from 21 minutes to 13.5 minutes per unit, that is to say, a saving of 36% of time, with the consequent reduction in costs and increase in the Profits.

KEYWORDS: Work study, standard time, Layout, pallet.

INTRODUCCIÓN

Los combustibles tienen una función importante en nuestra sociedad, se los utiliza para el funcionamiento de máquinas industriales, en los vehículos de transporte y de carga, principalmente y a su vez el emplazamiento de Centrales Termoeléctricas que permiten mediante la quema de combustibles la obtención de la Energía Eléctrica que se utiliza para distintas finalidades. Es así, como en la actualidad los combustibles tales como el fuel oil se han convertido en una necesidad, la cual es satisfecha por las industrias dedicadas al refinamiento del petróleo. (Editorial, Importancia.org, 2013)

Una central termoeléctrica es una instalación en donde la energía mecánica que se necesita para mover el rotor del generador, y por tanto obtener la energía eléctrica, se lo hace a partir del encendido en fuel oil de las máquinas de combustión interna para así generar gases que son llevados a una caldera para hervir el agua. El vapor generado tiene una gran presión, y se hace llegar para calentar tanques, planta de tratamiento de combustible obteniendo un rendimiento óptimo para ser utilizados en las máquinas. (Boix & Morer, 2010)

Una central termoeléctrica se forma de una caldera y una turbina que mueve el generador

eléctrico. La caldera es el elemento fundamental, y en ella se produce la combustión del carbón, fuelóleo o gas. (Boix & Morer, 2010). Una caldera, en la industria, es una máquina, recipiente cerrado o un dispositivo industrial diseñado para generar vapor; en el cual el agua se evapora en forma continua por la aplicación de calor por medio de gases. Este vapor se genera a través de la transferencia de calor a presión constante, en el cual el fluido generalmente en estado líquido, se calienta y cambia ese ciclo a vapor saturado. (De la Cruz Flores, y otros, 2018)

El Diésel es un líquido denso y aceitoso con valores de densidad de 0,9 g/ml y destila a temperaturas de 275°C y 325°C, y sus componentes son formados por hidrocarburos de más de 18 átomos de carbono. (Carrillo Santana & Papacristofilou Sedano), se considera un combustible más eficiente, por lo general contiene aditivos que ayuda a mejorar las cualidades y prestaciones de motores, cuantas más cualidades tengan éstos, mejor rendimiento a nivel de potencia y de cuidado de todos los elementos que formen parte del equipo. (RO-DES, 2019) Fuel oil son derivados del petróleo, preparados mediante mezclas de fracciones pesadas (principales de la destilación y de los procesos de conversión) con diluyentes (destilados livianos) hasta cumplir los requerimientos de calidad (viscosidad,

metales, azufre) exigido fuel oil para su uso como combustible. (Editorial, Petropar.gob.py, 2013).

Uno de los problemas de ciertos combustibles, es que después de la combustión y liberación de la energía, dejan ciertos residuos en el ambiente tanto líquidos, sólidos y gaseosos. (Boned Marí, 2013) El residuo líquido generado es producto de no haber llegado a destilar y el fuel oil que se extrae de una base desde la torre es un líquido negro y viscoso de excelente poder calorífico alrededor de 10.000 cal/g, este combustible generalmente es muy usado como combustible en fábricas de cemento y vidrio, además puede ser sometido a una segunda destilación fraccionada en la que se trabajan a presiones muy reducidas. (Gómez Molina & Merchan Bermudez, 2016)

Parte del proceso de generación termoeléctrica implica el uso de combustibles fósiles como el fuel oil, en la etapa de filtración la misma que genera importantes residuos sin que sean tratados de forma adecuada, siendo llevado a tanques de almacenamiento para ser transportados a otra ciudad. (Chiluiza García, 2016)

Los sedimentos que aparecen en el combustible como polvo, suciedad, granos y

escamas, pueden provenir de estanques de alimentación, receptáculos ferrosos o container, filtros o filtros separadores, válvulas, bombas, medidores, cañerías, mangueras, empaquetaduras, diagramas y sellos. El óxido es el tipo más común de contaminación sólida. Las partículas dañinas de sedimentos pueden ser extremadamente pequeñas, las superiores a 10 micrones se consideran gruesas y las inferiores de 10 micrones se consideran finas. Las partículas inferiores a 150 micrones pueden ser retiradas por filtros separadores. (Rogel Soliz, 2015)

El objetivo de la purificación del combustible es el separar el agua y eliminar las impurezas. El fuel oil alimenta al tanque de servicio instalado en el tejado de la cámara de máquinas auxiliares, por medio de la bomba con purificadora, luego de que la pasta diluida ha sido eliminada por acción de las cuatro purificadoras. (Muentes & Jaramillo)

La sedimentación del combustible pesado se lleva a cabo en 3 tanques de capacidad de 50.000 galones cada uno. La sedimentación implica el asentamiento por gravedad de las partículas sólidas suspendidas en un líquido. Puede dividirse en dos clases: sedimentación de materiales arenosos y desimentación de limos. Por lo general, en la sedimentación conlleva la separación del agua contenida en

el combustible por efectos de condensación, o sea también por efectos mismos de la refinación, también se generarán sólidos residuales como los sedimentos arenosos, productos que se trata de un combustible pesado o residuo de petróleo. (Yunda Méndez, 2017)

Diseñar un sistema de recuperación de residuos de fuel oil, después del proceso de filtración revierte gran importancia desde el punto de vista de protección ambiental y por ende de tipo económico en industrias de generación termoeléctrica, ya que actualmente utilizan combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, manteniendo un sistema de purificación de diésel adecuado utilizados en los motores de combustión interna Hyundai 9H21/32; siendo este tipo de combustible no reutilizado para ninguna otra operación dentro de la empresa. (Chiluza García, 2016)

En el trabajo de investigación se ha realizado, mediante pruebas de campo, el nivel de sedimentación del diésel obtenido a partir de los residuos después del proceso de filtración, para ello se necesitó pruebas de laboratorio para la debida verificación del grado de inflamación del mismo; lo cual ha permitido continuar con el desarrollo de esta investigación.

Es por esto la necesidad de reutilizar este fuel oil en diferentes actividades tales como el

funcionamiento de calderas auxiliares, remoción de combustible bunker de partes y elementos de máquinas en la central termoeléctrica Quevedo II.

2. METODOLOGÍA

La presente investigación fue realizada en la Central Termoeléctrica Quevedo II, ubicada en el km1½, vía El Empalme, sector la Virginia diagonal al Club de Tropas de la Policía Nacional. Para lo cual se siguió los siguientes pasos:

- Determinación del volumen de fuel oil a recuperar
- Modelación del sistema de recuperación del fuel oil
- Determinación del grado de inflamación del fuel oil recuperado

2.1. Determinación del volumen de fuel oil a recuperar

El combustible líquido es suministrado por los carros tanques y luego es bombeado directamente a los tanques de almacenamiento. Para determinar la cantidad de producto en el tanque es necesario el uso de una vara de medir en buenas condiciones y la tabla de conversión del tanque. La tabla de conversión del tanque es un listado que indica

el volumen contenido a cada nivel de producto dado. (Muentes & Jaramillo)

El fuel oil y HFO es bombeado desde los depósitos de almacenamiento principales, hacia el tanque intermedio para combustible, a través de la línea de transferencia de fuel oil y HFO. El tanque intermedio está equipado en su interior con medidores de nivel, los mismos que controlan el accionamiento de la válvula automática de la línea de transferencia según el nivel del tanque intermedio sea alto o bajo. (Muentes & Jaramillo)

2.2. Modelación del sistema de recuperación del fuel oil

El contenido de agua y sólidos que se manifieste en el combustible debe ser controlado. El agua, por tener una densidad mayor al combustible, se depositará en el fondo del tanque. Para verificar la cantidad de agua en el fondo del tanque, se puede recurrir al sistema de control por reacción química de un medio con el agua. Se introduce un peso dentro del tanque que lleva una sustancia que reacciona con el agua verificándose así la presencia de agua. (Pastas de Agua). (Muentes & Jaramillo)

La sedimentación del combustible pesado se lleva a cabo en 3 tanques de capacidad de 50.000 galones cada uno. La sedimentación implica el asentamiento por gravedad de las partículas sólidas suspendidas en un líquido.

Puede dividirse en dos clases: sedimentación de materiales arenosos y desimantación de limos. Por lo general, en la sedimentación conlleva la separación del agua contenida en el combustible por efectos de condensación, o sea también por efectos mismos de la refinación, también se generarán sólidos residuales como los sedimentos arenosos, productos que se trata de un combustible pesado o residuo de petróleo. (Yunda Méndez, 2017)

Desde el tanque intermedio de fuel oil, el combustible pasa a la fase de purificación. La planta dispone de cuatro purificadoras, las cuales entran en funcionamiento según sea el número de motores en operación. El objetivo de la purificación del combustible es el separar el agua y eliminar las impurezas. El circuito de fuel oil alimenta al tanque de servicio instalado en el tejado de la cámara de máquinas auxiliares, por medio de la bomba con purificadora, luego de que la pasta diluida ha sido eliminada por acción de las cuatro purificadoras. (Muentes & Jaramillo)

Mediante el software SOLIWORDS 2018 se realizó la estructura del sistema de recuperación mediante el proceso de sedimentación utilizando materiales que se encuentran en nuestro medio, además

recuperándose materiales y accesorios que se encuentran dentro de la Central

2.3. Determinación del grado de inflamación del fuel oil recuperado

Para obtener resultados confiables se tomaron varias muestras respecto al residuo del fuel oil en varios volúmenes, como fueron desde 1 litro hasta 100 litros de dicho combustible, para luego en el transcurso de 72 horas ser llevadas al laboratorio químico de la

Tabla 1. Datos del tanque de residuos.

DATOS DEL TANQUE DE LODOS	
MEDIDAS DEL TANQUE	UNIDAD (cm)

En la tabla 2 se muestran dos fechas distintas de las cuales la primera es el Fuel Oil que se mantiene en reposo y la segunda es la que se obtiene al filtrar, donde el tanque 102 es de

Central Termoeléctrica Guangopolo de la ciudad de Quito.

3. RESULTADOS

3.1. VOLUMEN DE FUEL OIL RECUPERADO

En el tanque de residuos que ha pasado por el proceso de filtración de fuel oil tiene medidas de 470 cm de largo x 70 cm de ancho x 40 cm de altura con una capacidad de 1316000 cm³ que corresponden a 347.65 galones estadounidenses Tabla 1

LARGO	L	470
ANCHO	A	70
ALTURA	H	40
VOLUMEN		1316000 cm ³

Fuente: Celec Ep
Elaborado: Aurtiores

almacenamiento el cual se mantiene para la recepción de tanqueros y el 105 es el que se utiliza para el arranque de cada una de las unidades de generación.

Tabla 2. Datos para cálculo de volumen de los tanques 102 y 105 a recuperar.

VOLUMEN	FECHA	TANQUES		RADIO	UNIDADES
		102	105		
INICIAL	0/10/2019	5.312	4.013	2.64	m
FINAL	02/10/2019	3.038	6.245		m

Fuente: Celec Ep
Elaborado: Autores

En la tabla 3 se muestra la cantidad de galones que se utilizó en el proceso de filtración dando como resultado dos cantidades diferentes, la

cual T-102 representa el volumen de Fuel Oil que se encuentra almacenado y el T-105 el volumen de Fuel Oil en servicio; obteniendo un residuo de 243,4 galones.

Tabla 3. Datos de la cantidad de Fuel Oil que se encuentra almacenado y en servicio.

	DIFERENCIA DE VOLUMEN INICIAL Y FINAL	UNIDADES
T-102	13180.6	gal
T-105	12937.2	gal

Fuente: Celec Ep
Elaborado: Autores

6 HRS	186,201
12 HRS	375,165395
24 HRS	750,33079
30 DÍAS	1500,66158
12 MESES	3001,32316
60 MESES	6002,64632

Fuente: Celec Ep
Elaborado: Autores

Por cada 13180.6 gal de Fuel Oil en proceso de filtración se generan 243.4 gal de residuos y de estos se podría recuperar 186.201 gal. Tabla 4 Y 5

Tabla 4. Residuo existente en 12 hrs de generación.

ALMACENADO	EN SERVICIO	GENERACIÓN EN 12 HRS
13180.6 gal	12937.2 gal	26066.4 gal

Fuente: Celec Ep
Elaborado: Murillo, Pincay (2020)

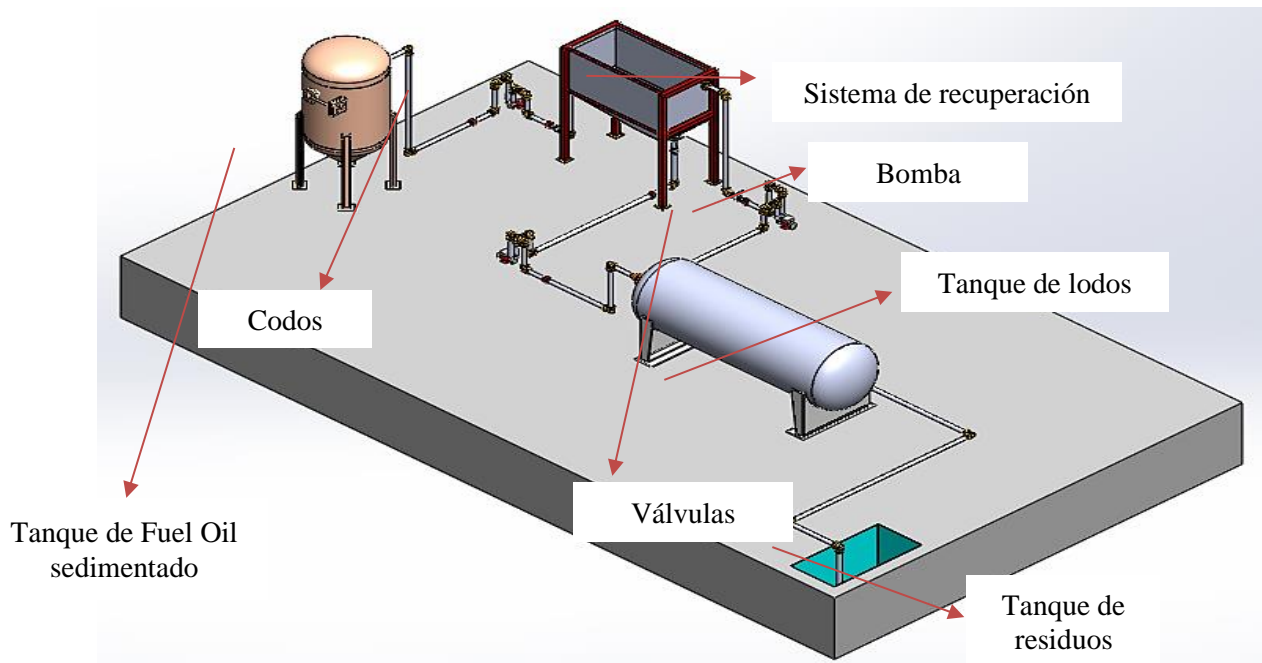
Tabla 5. Cantidad de Fuel Oil (a recuperar) en diversos escenarios.

RECUPERACIÓN	Gal
--------------	-----

3.2. MODELACIÓN DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DEL FUEL OIL

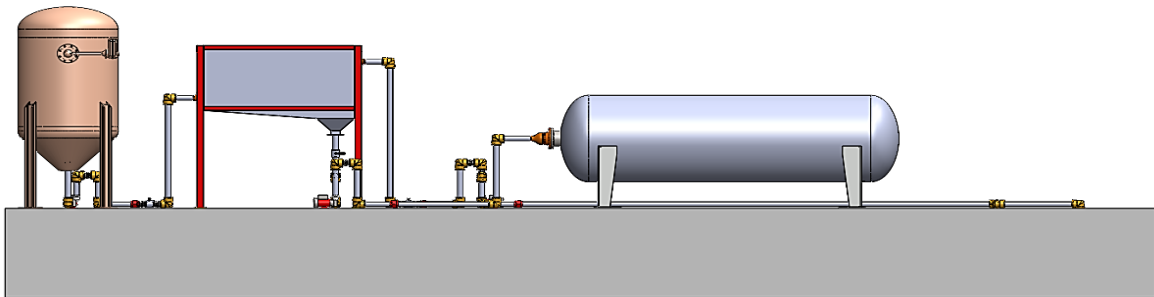
A continuación, se puede visualizar en las figuras del 1 al 6, el diseño del sistema de recuperación para los residuos de Fuel Oil con sus respectivos elementos, el cual cuenta con un tanque de residuos donde se depositan todos los restos de combustible siendo estos transferidos a un sistema de recuperación, impulsada por una bomba de 1 HP para poder reutilizar dicho recurso y a su vez poder ser almacenado dentro de un tanque donde permanecerá el Fuel Oil sedimentado.

Figura 1. Diseño del sistema de recuperación para los residuos de Fuel Oil.



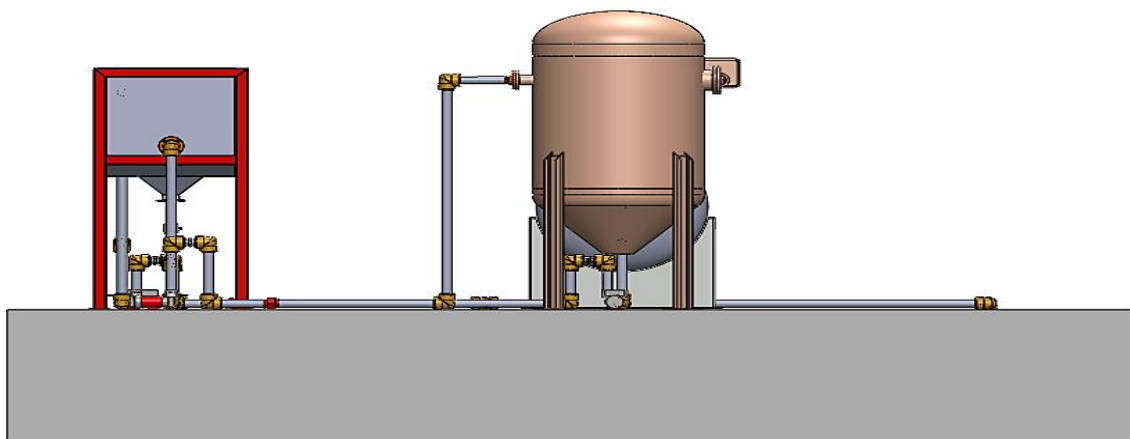
ELABORADO: AUTORES

Figura 2. Vista frontal del diseño del sistema de recuperación.



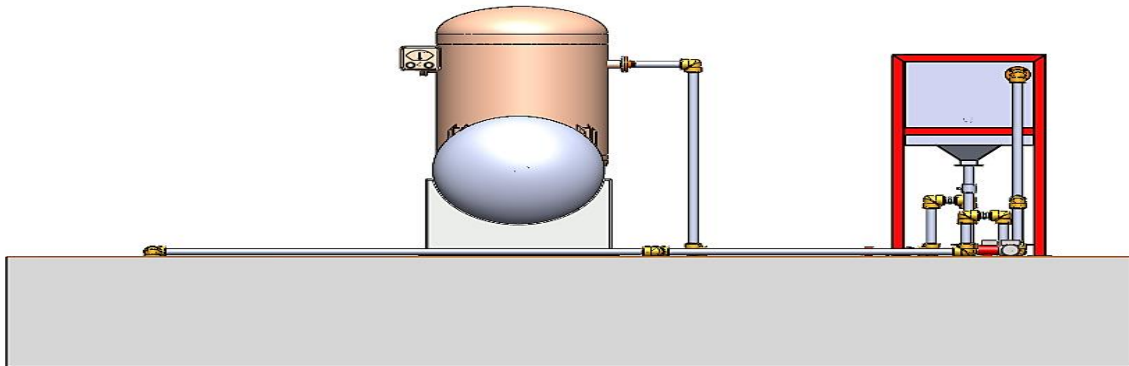
Elaborado: Autores

Figura 3. Vista lateral derecha del diseño del sistema de recuperación.



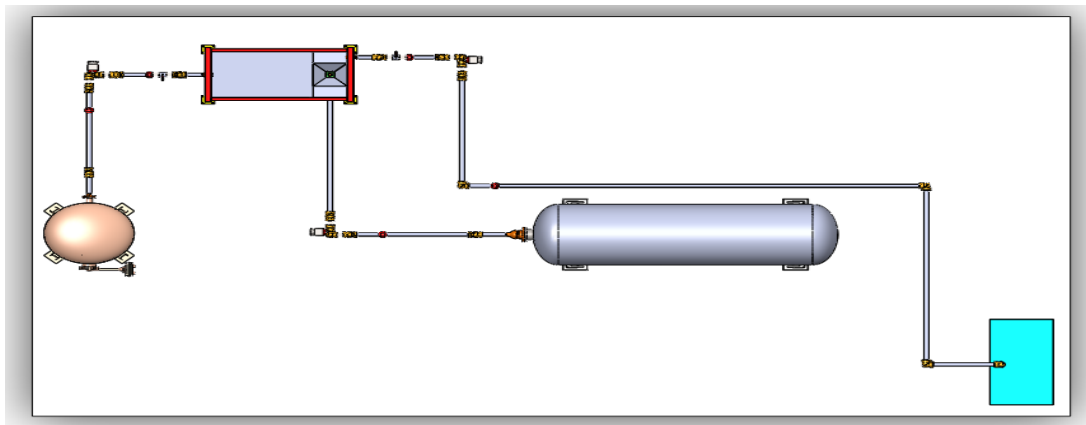
Elaborado: Autores

Figura4. Vista lateral izquierda del diseño del sistema de recuperación.



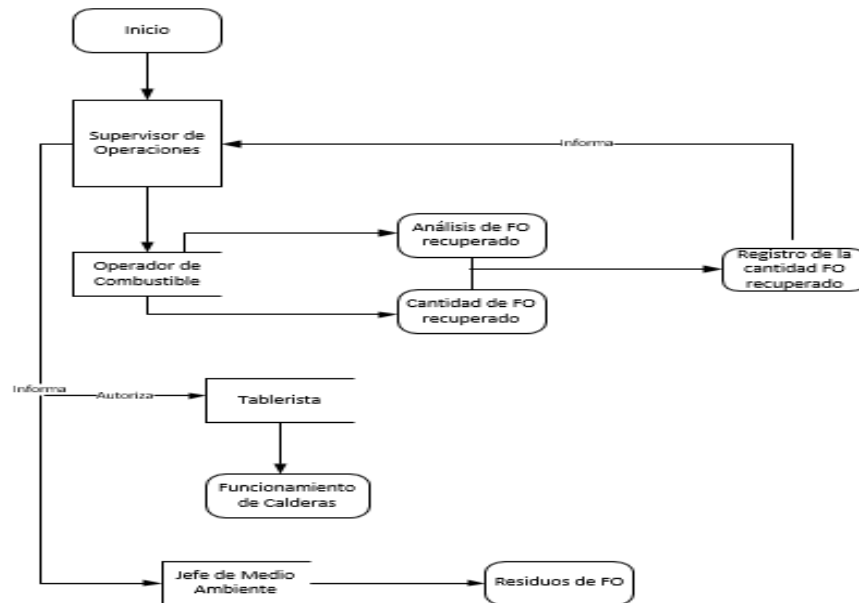
Elaborado: Autores

Figura5. Vista superior del diseño del sistema de recuperación.



Elaborado: Autores

Figura 6. Diagrama de Flujo de Información del Sistema de Recuperación de FO.



ELABORADO: AUTORES

3.3. GRADO DE INFLAMACIÓN DEL FUEL OIL RECUPERADO

Mediante las pruebas tomadas y enviadas el día 24/10/2019 a la ciudad de Quito en los laboratorios de la Central Térmica Guangopolo, los resultados se muestran en la Tabla 6.

Mediante este análisis de laboratorio se ha

llegado a la conclusión que el combustible recuperado posee mejores características físico-químicas que el combustible que actualmente se está utilizando, entre una de sus características se encuentra el grado de inflamación del Fuel Oil recuperado, obteniendo como resultado de la prueba un 73.5°C de inflamación el cual es mayor al que se emplea normalmente (62 °C)

Tabla 6. Resultados de la prueba tomada en el laboratorio.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS						
	Tanque 102 Recepción	Tanque 105 Filtrado	Tanque 103 Sin Sedimentar	Tanque 103 Sedimentado		
Ensayo realizado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Unidad	Método
Contenido de agua	39,89	62,60	282,96	54,28	mg/kg	ASTM D1533-12
Contenido de agua y sedimentos	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	% (V/V)	ASTM D1796-11 (2016)
Punto de inflamación	62,0	62,0	85,5	73,5	°C	ASTM D92-18
Viscosidad cinemática a 40 °C	2,693	2,711	3,164	2,817	mm ² /s	ASTM D445-19
Densidad a 15°C	0,8401	0,8408	0,8446	0,8419	g/mL	PE1 / ASTM D4052-18a
Densidad relativa 60/60°F	0,8406	0,8412	0,8451	0,8423	-----	PE1 / ASTM D4052-18a
Gravedad API	36,8	36,7	35,9	36,5	°API	PE1 / ASTM D4052-18a

Fuente: Laboratorio Químico De La Central De Guangopolo
Elaborado: Autores

5. DISCUSIÓN

En base a las investigaciones realizadas en artículos científicos, revistas, libros, documentos y en páginas de sitio web como sciencedirect existe una carencia en cuanto al tipo de método que se ajuste a nuestra manera por lo tanto nuestro medio se puede patentar a cualquier tipo de procedimiento en los cuales exista recuperaciones u otros tipos de procesos que requieran reutilizar este Fuel Oil o cualquier otro tipo de combustible que se ajusten a los cálculos empleados en esta investigación.

Según investigaciones realizadas en ciertos artículos científicos, revistas, libros, sitios web confiables como sciencedirect, Google académico existen actualmente carencias en diseños de sistemas de recuperación de Fuel Oil que se ajusten al modelo mostrado dentro de la investigación por lo cual se puede aceptar este diseño para futuras investigaciones que requieran de la recuperación no solo de Fuel Oil sino de cualquier tipo de combustible que sea destinado a centrales termoeléctricas.

Actualmente realizando las investigaciones necesarias en diversas fuentes se encontró que no existen pruebas que se asemejen a las que han sido llevadas a cabo mediante esta investigación las cuales fueron realizadas en el laboratorio químico de la Central Guangopolo

en la ciudad de Quito que permitan medir el grado de inflamación de Fuel Oil recuperado para verificar que si existe un Fuel Oil recuperado con mejores características físicas-químicas que ayuden a obtener un proceso de generación mejorado.

Según Martín Hamilton y Alfredo Pezo (Hamilton Wilson & Pezo Paredes, 2005) el B/C es un criterio que contribuye en la toma de decisiones de proyectos tomando en consideración los siguientes criterios: si la relación B/C es igual a la unidad, el proyecto no presenta beneficios ni pérdidas; si la relación B/C es mayor a la unidad, el beneficio es superior al costo y si es menor que la unidad, no existe beneficios, por lo tanto se registran pérdidas; esto coincide con el resultado obtenido en el desarrollo del objetivo dando una viabilidad positiva mayor a la unidad, cumpliendo con uno de los criterios de interpretación que describe el autor antes mencionado.

6. CONCLUSIONES

Cuando se realiza el proceso de filtración de fuel oil con un volumen de 243.4 gal de residuos se obtiene una cantidad de 186.201 gal recuperados durante las 6 horas de generación; además en las 12 horas se recuperan

375.1653949 gal con una eficiencia del sistema de 0.90 la cual representa un 76.5% de recuperación para ser utilizados en la Central Termoeléctrica Quevedo II.

Mediante el software SolidWorks 2018 se modeló el sistema de recuperación para los residuos de fuel oil por medio de un proceso de decantación o sedimentación para así optimizar los recursos que se utilizan dentro de la Central mostrando sus diversas vistas tanto frontales, lateral derecha, izquierda, superior y a su vez se determinó mediante cálculos de fluidos que la potencia que requiere la bomba para impulsar el FO es de 0.03HP.

Con los resultados obtenidos mediante pruebas de laboratorio se observa que el fuel oil recuperado mantiene un grado de inflamación de (73.5°C) mayor al combustible que se utiliza en la generación que es de (62.0°C); además con una viscosidad cinemática, densidad y gravedad similar al combustible que mantiene la Central.

Al recuperar 375.1653949 galones de Fuel Oil durante las 12 horas de generación se está beneficiando la empresa con \$ 636.05 en el transcurso del año, es decir que dicho beneficio es positivo y favorable para la Central al ser sus beneficios mayores que los costos; además se demuestra mediante cálculo realizado en varios períodos de generación que dicha inversión se

recupera en el transcurso de los 30 días de generación dentro de la Central.

REFERENCIAS

- [1]. Editorial, «Importancia.org,» 18 Marzo 2013. [En línea]. Available: <https://www.importancia.org/combustible.php>.
- [2]. Boix y Morer, «Foro Nuclear,» 22 Junio 2010. [En línea]. Available: <https://www.foronuclear.org/es/100957-faqs-sobre-energia/capitulo-8/115750-106-ique-es-una-central-termoelectrica>. [Último acceso: 28 11 2019].
- [3]. L. F. De la Cruz Flores, M. E. Lucero León, J. G. Cordova Garay, G. K. Rosas Vargas, J. J. Pacora Chirito y J. Yarleque Yovera, Calderos, Huacho-Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2018.
- [4]. C. N. Carrillo Santana y S. I. Papacristofilou Sedano, Derivados del Pétroleo, México: Dirección de Movilidad y Transporte CONUEE.
- [5]. «RO-DES,» 18 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ro-des.com/mecanica/el-diesel-o-gasoil/>. [Último acceso: 26 Diciembre 2019].
- [6]. Editorial, «Petropar.gob.py,»

2013. [En línea]. Available: <http://www.petropar.gov.py/index.php/2012-02-08-08-18-09/fuel-oil>. [Último acceso: 19 Diciembre 2019].
- [7]. J. M. Boned Marí, Análisis y redimensionado de un sistema de combustible a partir del remolcador "Willy-T" y el buque Ro-Pax "Murillo", Barcelona: Facultad Náutica de Barcelona UPC, 2013, p. 18.
- [8]. L. L. Gómez Molina y A. M. Merchan Bermudez, CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS LODOS PROVENIENTES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE UNA EMPRESA DE CAFÉ DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS, Manizales: Universidad Católica de Manizales, 2016.
- [9]. F. G. Chiluiza García, "DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LOS PROCESOS DE ÓSMOSIS INVERSA Y GENERACIÓN ELÉCTRICA, PARA SU POSTERIOR REUTILIZACIÓN EN LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA QUEVEDO II.", Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2016.
- [10]. E. J. Rogel Soliz, "ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS: RECEPCIÓN, TRATAMIENTO Y DESPACHO DE COMBUSTIBLE JET FUEL DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS BEATEREO", Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2015.
- [11]. Muentes y M. Jaramillo, MEJORA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE EN LA UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA-CENTRAL QUEVEDO APLICANDO PMBOK (PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE)., Quevedo: Unidad de Negocios Termopichincha-Central Quevedo.
- [12]. E. T. Yunda Méndez, ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD INTRÍNSECA DE MEZCLAS DE FUEL OIL BASE Y CUTTER STOCK PARA LA OBTENCIÓN DEL FUEL OIL COMERCIAL, Quito: Universidad Central del Ecuador, 2017.
- [13]. M. Hamilton Wilson y A. Pezo Paredes, Formulación y evaluación de proyectos tecnológicos empresariales aplicados, Colombia: Convenio Andrés Bello, 2005.