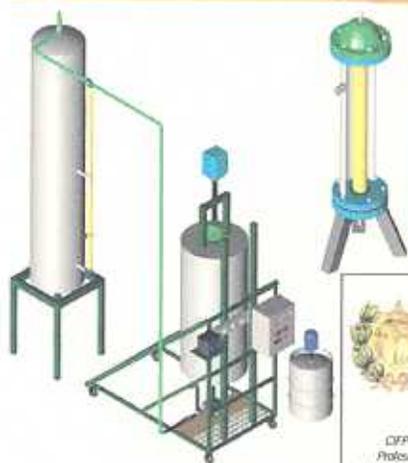


XXV edición del PREMIO NACIONAL
DON BOSCO
a la Investigación tecnológica y social.



PROYECTO:
Optimización de Recursos en
la Elaboración de Biodiesel
Casero, a partir de Aceite
Vegetal Usado



CIFP
Profesor
Rodríguez Casado

ALUMNOS:

- David Escalante Pérez.
- José Antonio Garrido Domínguez.

Tutor: Sergio Rdguez. Escobar

Colaboradora: Ana Belén Goyenechea Lozano



ÍNDICE.

1. **INTRODUCCIÓN.**
2. **JUSTIFICACIÓN Y PROPÓSITO DEL PROYECTO.**
3. **OBJETIVOS DEL PROYECTO.**
4. **METODOLOGÍA DEL PROYECTO.**
 - 4.1. Utilización del Biodiesel.
5. **DESARROLLO DEL PROYECTO.**
 - 5.1. Fundamento Químico.
 - 5.2. Diagrama del proceso de fabricación.
 - 5.3. Búsqueda de equipos y diseño de la planta piloto.
 - 5.4. Construcción de la planta piloto.
 - 5.5. Valoración de aceite usado.
 - 5.6. Fabricación de forma experimental.
 - 5.7. Fabricación.
 - 5.8. Reciclado de residuos.
6. **VALORACIÓN DEL BIODIESEL OBTENIDO EN PLANTA PILOTO.**
7. **RESULTADOS FINALES QUE SE ESPERAN OBTENER.**
8. **DIFUSIÓN PREVISTA DEL PROYECTO.**

MEMORIA DESCRIPTIVA.

1. INTRODUCCIÓN.

Los alumnos del Ciclo Grado Superior de **TÉCNICO SUPERIOR EN MANTENIMIENTO DE EQUIPO INDUSTRIAL**, en colaboración con alumnos del Ciclo de Grado Superior de **TÉCNICO SUPERIOR EN LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD**, perteneciente al Centro Integrado de Formación Profesional "Profesor Rodríguez Casado", ubicado en el Campus Universitario de la Rábida, de la localidad de Palos de la Frontera (Huelva).

En relación a la **XXV edición del PREMIO NACIONAL DON BOSCO** a la Investigación Tecnológica y Social, convocado por la **Escuela Profesional Salesiana de Zaragoza**.

Presentan el siguiente Proyecto de Investigación en las áreas de Tecnologías de la Construcción y Científica:

"OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA ELABORACIÓN DE BIODIESEL CASERO, A PARTIR DE ACEITE VEGETAL USADO".

2. JUSTIFICACIÓN Y PROPÓSITO DEL PROYECTO.

Uno de los mayores problemas del siglo XXI, es la contaminación del medio ambiente, por ello actualmente se está fomentando a todos los niveles de la sociedad la prevención, el reciclado y el aprovechamiento de los residuos, así como la utilización de la energía y de los materiales recuperados, con el fin de no malgastar los recursos naturales y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

El medio ambiente es en la actualidad no sólo una preocupación social sino también un factor importante en la gestión empresarial. La atención a los aspectos medioambientales en la empresa es una actitud nueva, surgida en la última década y que crece lentamente.

La generación como residuo de los aceites vegetales para consumo humano, aunque tiene un impacto reducido en comparación con otros residuos, no deja de tener importancia, ya que generalmente suelen ser eliminados a través de las redes de saneamiento, generando problemas tanto en la depuración de las aguas residuales, como de toxicidad en los ecosistemas receptores del residuo.

Con lo expuesto anteriormente, este proyecto busca fomentar el conocimiento de energías alternativas renovables, la optimización de recursos, la gestión de residuos, así como el funcionamiento de procesos industriales y tecnológicos.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

Con este proyecto se pretende alcanzar un doble objetivo ambiental: de una parte la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos y, de otra la obtención de energía a través de estos.

Por otra parte, hemos de mencionar que el presente proyecto es la primera fase de otro mucho más ambicioso: La creación de una empresa en régimen de cooperativa, gestionada por alumnos y exalumnos del centro en la que estarían ligadas todas las familias profesionales del mismo.

4. METODOLOGÍA DEL PROYECTO.

Actualmente, la transesterificación de aceites vegetales con alcoholes ligeros es el método más aceptado para la obtención de ésteres de ácidos grasos como alternativa al diesel de origen fósil.

La reacción de transesterificación de aceites vegetales con metanol produce ésteres metílicos de ácidos grasos (biodiesel), como producto principal, y glicerina como subproducto.

Nuestro proyecto se basa por un lado, en la construcción de una **PLANTA PILOTO** destinada a la **ELABORACIÓN** de **BIODIESEL** a partir de aceite vegetal doméstico usado, y por otro lado la **RECUPERACIÓN**, en su mayor proporción, de los residuos generados.

La mayor parte de los elementos empleados en la construcción de esta planta, son elementos reciclados, es decir, componentes destinados a ser desechados.

4.1. Utilización del Biodiesel.

El biodiesel, es un biocombustible que se obtiene a partir de aceites vegetales o grasas animales mediante el proceso de transesterificación. Sus propiedades son muy similares a las del gasóleo vendido en la estaciones de servicio, por esta razón podemos usarlo como sustituto de dicho carburante.

- La utilización de este BODIESEL, permite retirar y reciclar un residuo que normalmente desechamos en lugares inadecuados.
- La emisión de CO₂ es neutra, ya que las plantas en su crecimiento consumen la misma cantidad que la emitida por el biodiesel.
- Reduce la cantidad del resto de los contaminantes a la atmósfera (55% más bajas que el gasóleo tradicional).
- No contiene hidrocarburos cancerígenos ni metales pesados.
- Es biodegradable, desapareciendo el 98% en 21 días.
- Su almacenamiento es más seguro.
- Es un recurso renovable.
- Limita nuestra dependencia energética del exterior.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO.

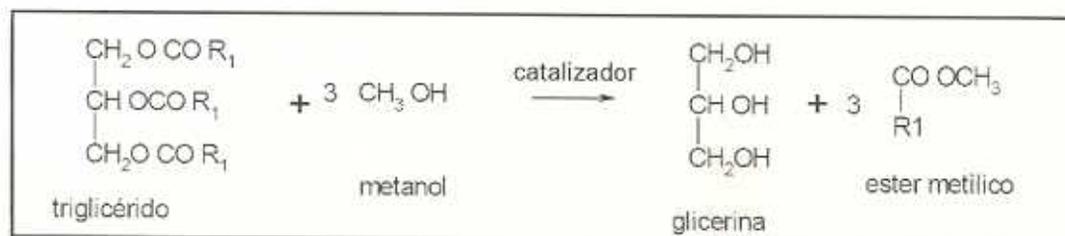
El desarrollo del proyecto se ha realizado en varias fases:

- 1ª. Recopilación y estudio de documentación.
- 2ª. Elaboración de las etapas y diagrama de proceso de fabricación.
- 3ª. Diseño de la planta piloto.
- 4ª. Búsqueda de equipos.
- 5ª. Construcción de la planta piloto.
- 6ª. Valoración del aceite usado en laboratorio.
- 7ª. Fabricación de biodiesel de forma experimental en laboratorio.
- 8ª. Obtención de resultados en laboratorio.
- 9ª. Fabricación de biodiesel en planta piloto.
- 10ª. Reciclado de residuos.
- 11ª. Valoración de biodiesel resultante en planta piloto.

5.1. Fundamento Químico.

La reacción de transesterificación (o alcoholisis) de un aceite vegetal es aquella en la cual, una molécula de triglicérido, componente mayoritario en un aceite, reacciona con un alcohol, generalmente ligero, bajo la acción de un catalizador, para producir una mezcla de ésteres de ácidos grasos y glicerina.

La figura muestra el esquema general de la reacción de transesterificación de aceite vegetal con metanol para producir ésteres metílicos de ácidos grasos y glicerina.



La reacción de transesterificación de aceites vegetales con alcoholes ligeros consta de tres etapas consecutivas reversibles en las que el triglicérido es convertido consecutivamente en diglicérido, monoglicérido y glicerina.

La reacción de transesterificación, llevada a cabo bajo un catalizador homogéneo básico, es más rápida que con un catalizador ácido y requiere condiciones de operación más moderadas. Debido a estas razones, y junto con el hecho de que los catalizadores básicos son menos corrosivos que los ácidos, en el proceso, utilizaremos el hidróxido de sodio como catalizador básico.

5.2. Diagrama de proceso de fabricación.

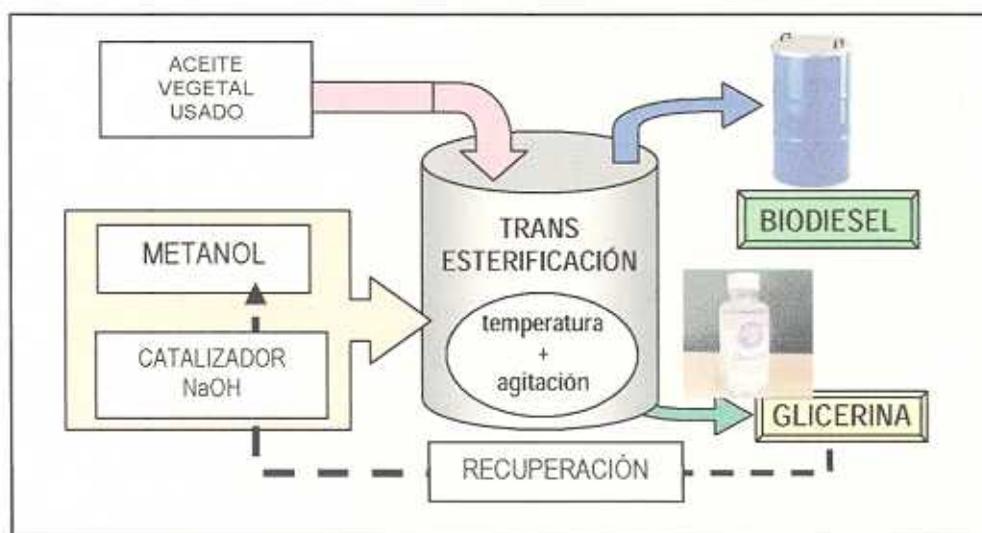


Fig.:01. Esquema del proceso.



Fig02. Etapas de fabricación.

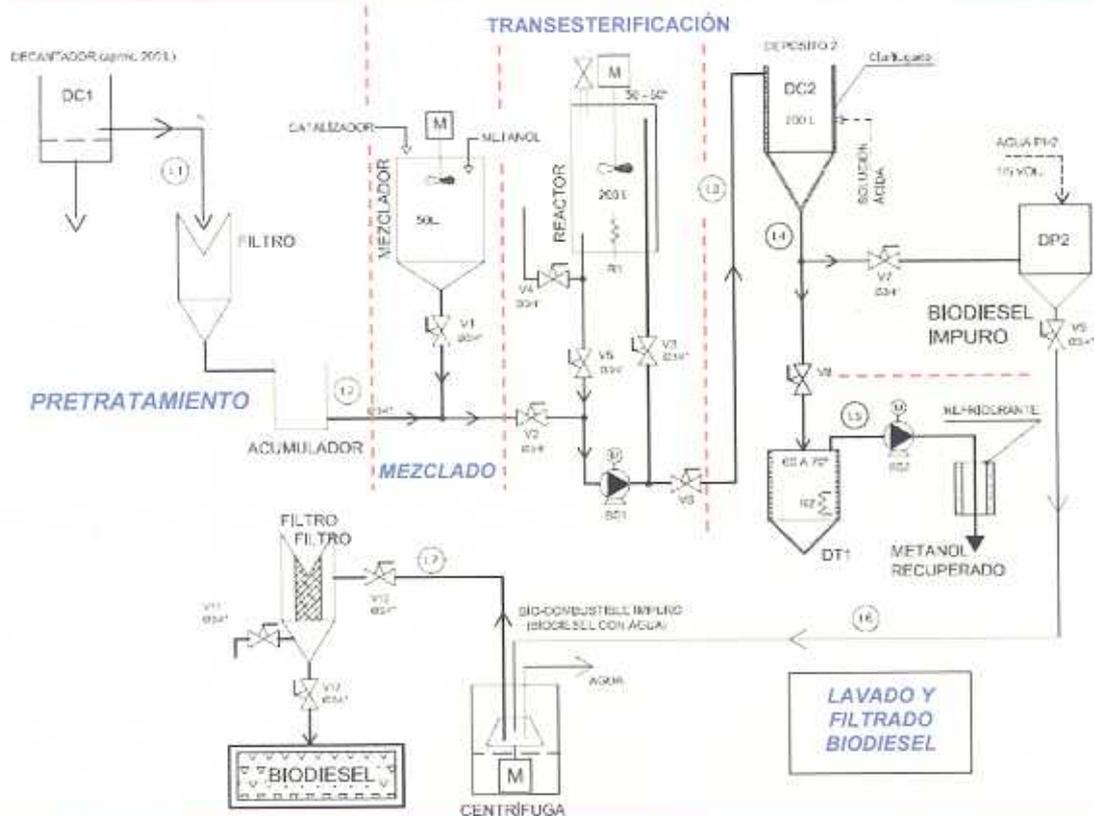


Fig03. Diagrama del Proceso

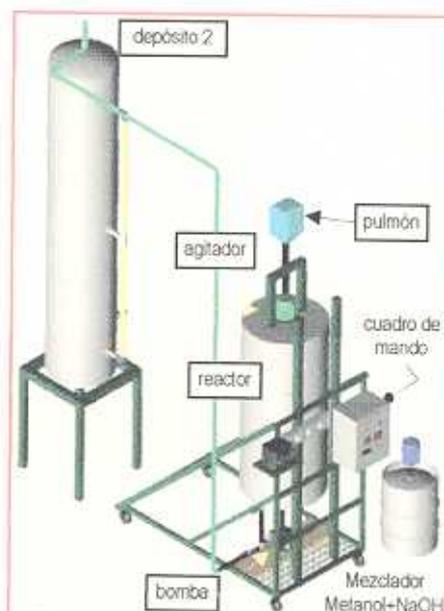


5.3. Búsqueda de equipos y diseño de la planta piloto.

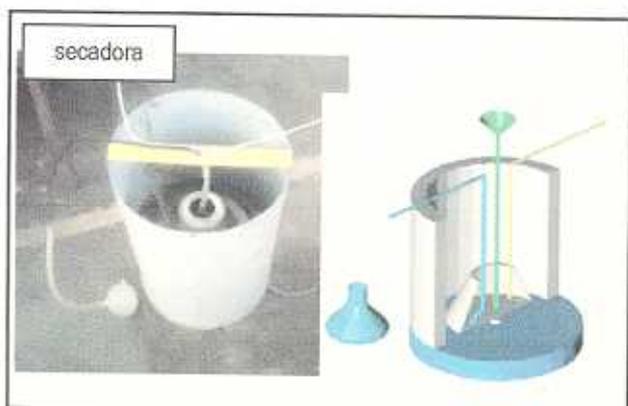
La fase previa a la construcción de la planta piloto es la recopilación de todos los elementos posible para la construcción de la misma. Con ello, podremos tomar medidas reales de los equipos, para realizar una ubicación virtual de éstos en la estructura de soportación, haciéndonos una idea más clara de la planta piloto.



PLANTA PILOTO



PLANTA PILOTO VIRTUAL



CENTRÍFUGA



FILTRO

5.4. Construcción de la planta piloto.

Como se ha mencionado en puntos anteriores, la mayor parte de los elementos empleados en la construcción de esta planta, son elementos reciclados, es decir, componentes destinados a ser desechados.

- Reactor: *termo eléctrico.*
- Mezclador: *barril de 50l. y mezclador de pinturas como agitador.*
- Agitador: *taladro de mano.*
- Decantador 2 (depósito 2): *4 barriles de cerveza de 50l.*
- Pulmón: *botella de agua de 5l.*
- Bomba: *bomba de surtidor.*
- Centrifuga: *secadora.*

5.5. Valoración de aceite usado.

Una vez recepcionado el aceite vegetal usado proveniente de freiduría doméstica, se procede a una decantación primaria, para un posterior filtrado del mismo.

Filtrado el aceite mediante papel de filtro, se procederá a una fase de reposo para la acumulación del agua en la parte inferior de un acumulador, separándose así el agua que pueda contener el aceite, eliminando el agua, evitamos que la reacción se ralentice y se genera saponificación.



En la valoración experimental desarrollada en el laboratorio, se pretende determinar la sosa a utilizar en la mezcla con el metanol, así como los grados de temperatura y tiempo necesarios en el reactor para una buena reacción de los elementos.

Para valorar la cantidad de hidróxido de sodio (sosa cáustica) necesaria, se procede a realizar una mezcla en un pequeño matraz.



En el matraz se añade 25ml de aceite disolviéndose en 50 ml de una mezcla de disolventes, todo ello se agita para su mezcla aportándose posteriormente con un cuenta gotas, 2 gotas de fenolftaleína (o agua de cocción de lombarda).

Con una bureta se añade la disolución de NaOH, sin parar de agitar el matraz. Se va anotando los ml necesarios de sosa para que la solución cambie de color a magenta y se mantenga. Normalmente se necesitan entre 0,5ml (aceites poco usados) y 2,5ml (aceites muy usados).

Cantidad de NaOH (sosa cáustica) para catalizar el biodiesel

3,5 g + el nº de gramos necesario para neutralizar el aceite

Normalmente hacen falta entre 4 y 6 gramos por litros.

5.6. Fabricación de forma experimental.

En la siguiente fotografía se muestra la instalación experimental en la que tiene lugar la reacción de transesterificación de aceites vegetales con metanol.



La instalación experimental mostrada consta de un reactor discontinuo agitado. En la parte

superior del reactor se encuentran dos bocas cuyas funciones son las siguientes:

- La primera de ellas se utiliza para cargar el aceite y acoplar el refrigerante de reflujo para evitar pérdidas de metanol por evaporación.
- La segunda boca se utiliza para la adición del catalizador diluido en metanol.

Se dispone de un toma muestra en uno de los laterales del reactor como se aprecia en la fotografía.

Se proporciona la agitación y calefacción necesaria para poder desarrollar la reacción a la velocidad de agitación y temperatura deseada por medio de un termopar de contacto que actúa de indicador y controlador.

5.7. Fabricación de biodiesel en planta piloto.

Partiendo de los datos obtenidos en la fase experimental desarrollada en el laboratorio, pasamos a la fase de fabricación del biodiesel casero en planta piloto.

Elemento	Tiempo Reacción		90 min
	Temperatura		64,5°
Aceite vegetal usado	Índice de acidez	1,83 gr NaOH/Kg aceite	
Catalizador	PM (gr/mol)	Riqueza %	
NaHO	40	> 99	
Metanol	PM (gr/mol)	ρ (gr/mol)	Riqueza %
	32,04	0,791	99,5

⊕ Fase mezclado del reactivo.

Mezclado de la cantidad de NaOH valorada con 200 ml de metanol, formándose metóxido sódico. Una vez realizada la mezcla dejamos reposar la disolución unas 24 horas.



⊕ Fase fabricación biodiesel.

Se aporta al reactor el aceite usado, así como la mezcla realizada en la fase anterior. Una vez realizada esta aportación se procede a una recirculación de estos componentes para una mejor mezcla. Se procede a la agitación y calefacción necesaria en el reactor para poder desarrollar la reacción a la velocidad de agitación y temperatura deseada por medio de un termopar de contacto que actúa de indicador y controlador.



⊕ Fase de reposo y separación.

Una vez efectuada la fase anterior se procede a un tiempo de reposo de unas 24h, en el cual la disolución se separa en dos fases; una fase superior con biodiesel y una fase inferior con glicerina.

⊕ Fase de lavado.

En esta fase de lavado extraemos todas las impurezas y restos de sosa que hayan quedado en el biodiesel, mezclándose 1/3 de agua con 2/3 de biodiesel obtenido. Después de una agitación de unos 10 minutos se deja reposar para que se efectúe una decantación del agua en una fase inferior y el biodiesel en una segunda fase de flotación. Este proceso se repite dos o tres veces, buscando siempre que el agua decantada tenga la mayor transparencia posible, indicando así la calidad del biodiesel obtenido.

⊕ Fase de centrifugado.

Decantado el biodiesel en la fase anterior, éste se somete a un centrifugado para la eliminación del agua residual.



Para el centrifugado se ha reutilizado una antigua secadora vertical, sustituyendo el bombo central por una flanera mecanizada.

Esta fase se encuentra en periodo experimental.



Aportamos lentamente el biodiesel "sucio" por el manguito central, y gracias a la fuerza centrífuga, se



desplazará hacia la pared de nuestra flanera, alojándose el biodiesel en la pared y el agua en su parte central.

⊕ Fase de filtrado.

Como última fase en el lavado, utilizaremos un filtro delicuescente con filtración inversa, es decir, de fuera hacia dentro.

La mayor ventaja que nos proporciona este tipo de filtro, es que a la hora de limpiarlo, introducimos biodiesel dentro del filtro e introduciéndole presión lo limpiaremos inmediatamente



Aportamos el biodiesel a nuestra columna de desionización hasta su llenado. Una vez llena, sólo queda esperar a que el biodiesel pase por nuestro filtro y el agua formada por micro gotas, incapaces de pasar por el papel de filtro, se convierta en gotas mas grandes que pasaran a una cámara situada al final de nuestra columna.

5.8. Reciclado de residuos.

Tras la separación de la glicerina del biodiesel obtenido, se procede a la destilación del metanol. Aumentando la temperatura, entre 60° y 70°, se produce una evaporación del metanol



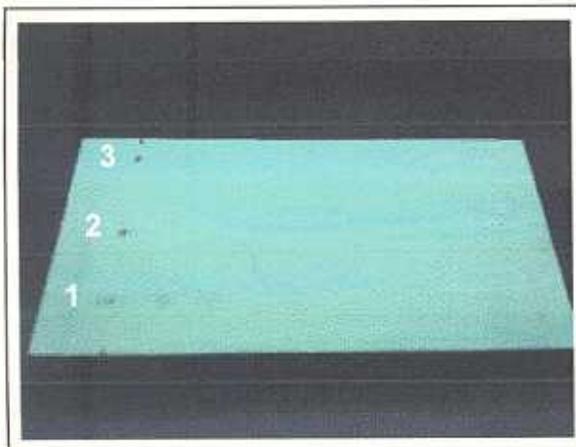
haciéndolo circular por unas conducciones enfriadas mediante la acción de un compresor proveniente de un frigorífico.

6. VALORACIÓN DEL BIODIESEL OBTENIDO EN LA PLANTA PILOTO.

Una vez obtenido el biodiesel en su fase final de lavado, procedemos a la determinación de la calidad y grado de acidez del mismo en el laboratorio. Debe de obtenerse un biodiesel con un pH entre 6-7, convirtiéndolo en un combustible apto para nuestro propio consumo y sin ningún riesgo para nuestro motor.

En un estudio de comparación realizado en el laboratorio, mediante cromatografía de capa fina, se ha comparado el biodiesel resultante con otros biodiesel comerciales.

1. **BIODIESEL OBTENIDO** sin lavar.
2. Mezcla de mono y diglicéridos.
3. Biodiesel comercial.



Cromatografía realizada con detector de billetes modificada con lámpara de 254 nm.

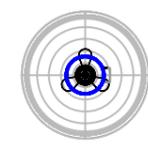
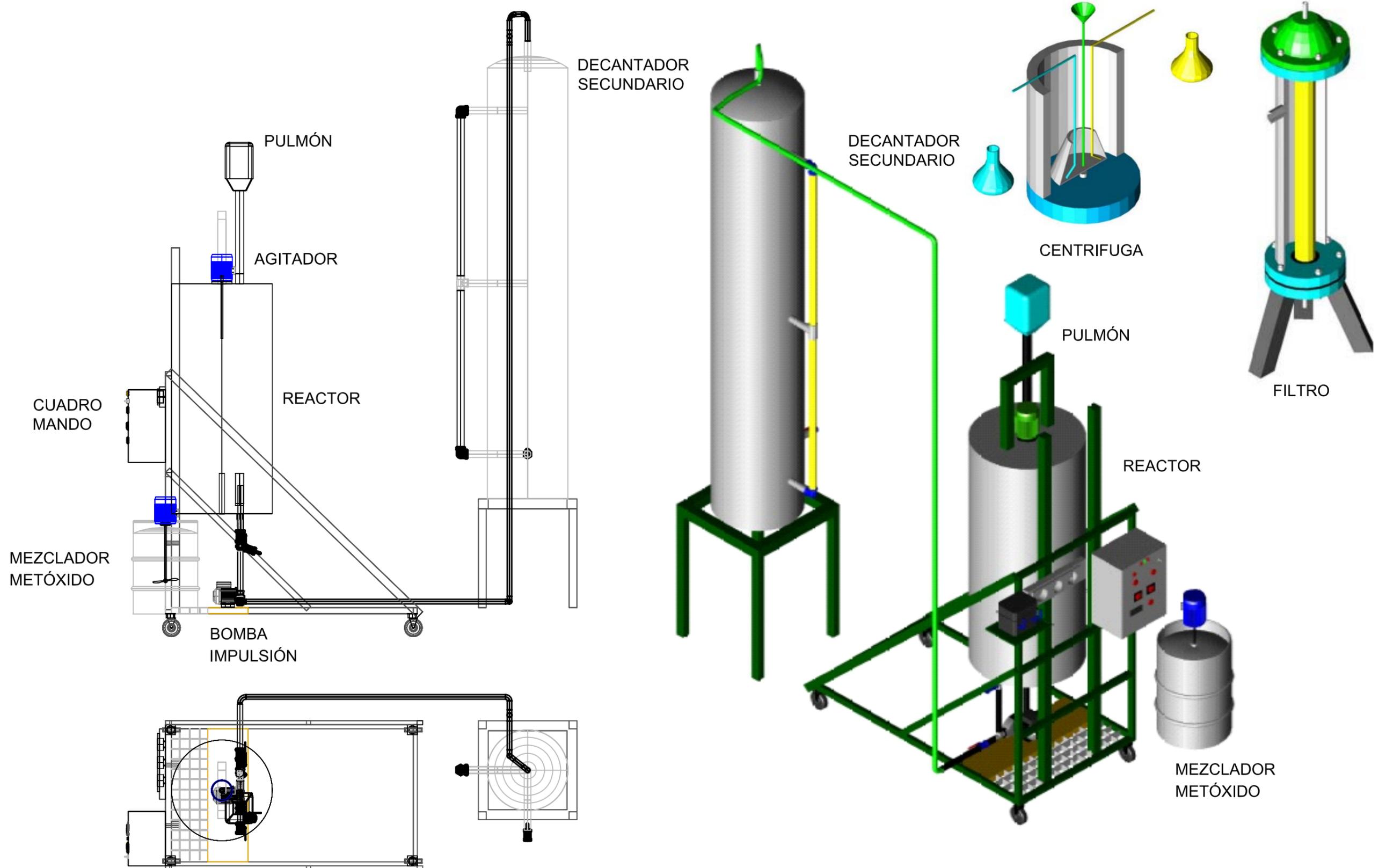
	CIFP Profesor Rodríguez Casado	<p align="center"> "OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA ELABORACIÓN DE BIODIESEL CASERO, A PARTIR DE ACEITE VEGETAL USADO" XXV edición PREMIO NACIONAL DON BOSCO a la Investigación Tecnológica y Social </p>	
--	---	---	--

7. RESULTADOS FINALES QUE SE ESPERAN OBTENER.

Con este proyecto se pretende una transferencia absoluta de conocimientos en la elaboración de biodiesel; conocimientos en la optimización de recursos en el proceso de reciclaje; conocimientos en la automatización de un proceso químico-industrial y la obtención de datos.

8. DIFUSIÓN PREVISTA DEL PROYECTO.

Con lo expuesto anteriormente además de haber adquirido nuevos conocimientos y ampliación de su conciencia medioambiental, espera difundir la idea de la sostenibilidad a través de la optimización de recursos.



PLANO Nº	FECHA
PL	OTC-11
01	
ESCALA	S/E
DIBUJADO	JAG-DE
REVISIÓN	00



OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LA ELABORACIÓN DE BIODIESEL CASERO, A PARTIR DE ACEITE VEGETAL USADO



Comprobado SergioRE



CONVOCA	ESCUELA PROFESIONAL SALESIANA DE ZARAGOZA
CONCURSO	XXV edición del PREMIO NACIONAL DON BOSCO
Ref-CAD	PDB.PL01.00.Implantación.a3

Implantación

