



**Plan de tratamiento y aprovechamiento para la tierra de blanqueo usada en la planta de**  
**GRASCO Barranquilla**

Ángel Andrés Padilla Ebratt

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Químico

Asesores

Adriana Marcela Osorio Correa, Ingeniera Química

Wilson Yáñez Estarita, Ingeniero Químico

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería

Ingeniería química

Medellín, Antioquía, Colombia

2022

<b>Cita</b>	(Padilla Ebratt, 2022)
<b>Referencia</b>	Padilla Ebratt, A (2022). Plan de tratamiento y aprovechamiento para la tierra de blanqueo usada en la planta de GRASCO Barranquilla [Proyecto práctica empresarial]. Universidad de Antioquia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Lina María Gonzales Rodríguez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Tabla de contenido**

RESUMEN .....	6
INTRODUCCIÓN .....	8
OBJETIVOS .....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
METODOLOGÍA .....	17
RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	21
CONCLUSIONES .....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
ANEXOS .....	35

## Lista de tablas

Tabla 1. Contenido de fosfolípidos y fosforo según el tipo de aceite.....	13
Tabla 2. Matriz de selección basada en pesos relativos.....	18
Tabla 3. factores de decisión con su peso ponderado. ....	20
Tabla 4. Aplicación y resumen de su posible uso para el aprovechamiento de tierras de blanqueo usadas.....	20
Tabla 5. Resultados caracterización de acidez del aceite de palma residual. ....	23
Tabla 6. Resultados caracterización de acidez del aceite de soya residual.....	23
Tabla 7. Resultados cuantificación de palma residual en tierra de blanqueo. ....	23
Tabla 8. Resultados cuantificación de soya residual en tierra de blanqueo.....	23
Tabla 9. Resultados de la caracterización de las tierras de blanqueo proveniente del blanqueo de palma y soya. ....	23
Tabla 10. Matriz de factores para selección de alternativa. ....	31

## Lista de figuras

Ilustración 1. Diagrama del proceso de refinación del aceite de palma cruda.....	11
Ilustración 2. parte 1 diagrama de proceso de refinación aceite crudo de soya GRASCO Barranquilla.....	12
Ilustración 3. tierra de blanqueo usada en contenedores de almacenamiento de residuos. ..	16
Ilustración 4. tierra de blanqueo SEPIGEL ACTIVE M200 en presentación bolsa de 25kg.	21
Ilustración 5. relación de cantidad de tierra de blanqueo usada de junio a diciembre de 2021. .....	22
Ilustración 6. diagrama de flujo de las tierras de blanqueo en la planta. ....	22
Ilustración 7. Ficha técnica de la tierra de blanqueo SEPIGEL M200. ....	35
Ilustración 8. Formato propuesto para el control de incidentes zona de descargue de vagones de tierra usada. ....	37
Ilustración 9. muestra recolectada en la planta. ....	38
Ilustración 10. pesaje de la muestra para extracción de aceite y determinación de acidez...38	
Ilustración 11. montaje con extracción de equipo Soxhlet. ....	39
Ilustración 12. recolección de aceite residual en las tierras. ....	39
Ilustración 13. muestra de aceite residual con solución de etanol. ....	40
Ilustración 14. pesaje de la muestra para determinación de humedad. ....	41
Ilustración 15. determinación de humedad en calentador de halógeno. ....	41

## **RESUMEN**

La tierra de blanqueo usada, uno de los residuos principales y más voluminosos del proceso de refinación de grasas y aceites vegetales se ha convertido en un foco de atención debido a las grandes cantidades desechadas anualmente por la industria, genera altos costos en transporte para su disposición final y un detrimento ambiental por su alto contenido de ácidos grasos libres y carotenos. Es por esto por lo que se estudiaron diferentes opciones para su aprovechamiento de acuerdo con las características de esta en la planta de GRASCO barranquilla. Se caracterizó la tierra proveniente tanto del proceso de refinación de palma como de soya, a través de técnicas de determinación de aceite mediante equipo SOXHLET, obteniendo que estas tierras cuentan con un porcentaje en peso del 35.76% de aceite, poseen un pH de 3.5, una humedad relativa de 1.5%, aparte de esto se evidenció su capacidad de autoignición. Se propone un procedimiento estándar de verificación y de rocío con agua, en caso de presentarse combustión o humo, para prevenir la auto ignición. De acuerdo con las características de estas tierras obtenidas con los métodos y la utilización de una matriz de selección por pesos relativos la opción adecuada sería el compostaje de las tierras de blanqueo usada con estiércol para la producción de metano en una planta de biogás.

**Palabras claves:** Blanqueo, tierra de blanqueo usada, refinación, aceite vegetal, ignición.

## **ABSTRACT**

The spent bleaching earth, one of the main and most voluminous residues of the refining process of fats and vegetable oils has become a focus of attention due to the large quantities discarded annually by the industry, generates high transport costs for its final disposal and an environmental detriment due to its high content of free fatty acids and carotenes. That is why different options for its use were studied according to the characteristics of this in GRASCO barranquilla. The land coming from both the palm and soy refining process was characterized, through oil determination techniques using SOXHLET equipment, obtaining that these lands have a percentage by weight of 35.76% of oil, have a pH of 3.5, a relative humidity of 1.5%, apart from this its autoignition capacity was evidenced. A standard verification procedure and spraying with water is proposed, in case of combustion or smoke, to prevent self-ignition. According to the characteristics of these lands obtained with the methods and the use of a selection matrix by relative weights, the appropriate option would be the co-composting of the used bleaching lands with manure for the production of methane in a biogas plant.

**Keywords:** Bleaching, used bleaching earth, refining, vegetable oil, ignition.

## INTRODUCCIÓN

La refinación de grasas vegetales se ha convertido en un proceso vital para diversas industrias a nivel mundial en una amplia gama de sectores, desde cosméticos, automotriz, jabonería, pintura hasta alimentos. La alta demanda de aceites refinados ha impulsado el avance tecnológico de este sector y la mejora en los procesos, que en principio se fundamentan en técnicas empíricas utilizadas desde hace cientos de años. Este un proceso que consta de cuatro etapas vitales: desgomado, blanqueo, desodorización y winterización. Cada uno de estos está diseñado para la remoción de compuestos que le brindan a la grasa características que no son deseables para el producto final. Así, por ejemplo, las etapas de desgomado y blanqueo son necesarias para la remoción de fósforo presente en la materia prima, además de los compuestos glicéricos y no glicéricos, que son fosfoacigliceroles, ácidos grasos libres, pigmentos, componente volátiles y contaminantes. El winterizado y desodorizado, dos de los cuatro procesos nombrados previamente, se basan en cambios en la temperatura, presión, tiempo de residencia y agitación como agentes para la remoción de impurezas, mientras que los procesos de desgomado y blanqueo dependen de la adición de ácido fosfórico concentrado y tierras especiales de blanqueo, respectivamente, para la remoción de impurezas (Norazlan, 2006). Con la mejora de la eficiencia y rendimiento de estos procesos se tienen también retos operacionales en cuanto al manejo de residuos que anteriormente no se tenían en cuenta por falta de regulaciones ambientales. Actualmente el residuo más voluminoso y peligroso en el proceso global, es la tierra de blanqueo utilizada en el desgomador. Estas tierras consisten en arcillas naturales que pueden tener una actividad blanqueadora intrínseca o se pueden activar mediante tratamientos específicos. Después de su uso éstas se encuentran cargadas con diferentes impurezas adsorbidas del aceite. En el pasado la disposición de estas tierras no resultaba ser problema debido a que, como se mencionó anteriormente, las regulaciones ambientales no eran tan estrictas y se tenía la facilidad de realizar una extracción con hexano para recuperar el aceite adsorbido y luego llevarla a un relleno sanitario público (Loh, S. K., James, 2013, p. 49).

Actualmente, en Grasco Barranquilla se utiliza un proceso llamado desgomado seco, en el cual el desgomado y el blanqueo se dan en el mismo recipiente o reactor, para el aceite de palma, teniendo así que la adición de la tierra de blanqueo SEPIGEL se da después de cumplido un tiempo de contacto estipulado para el ácido fosfórico. Mientras que para el aceite de soya se realiza el proceso de blanqueo con la adición de ácido cítrico y la tierra de blanqueo SEPIGEL. Diariamente

se consumen aproximadamente dos toneladas de esta tierra, la cual actualmente es recolectada en contenedores y llevado a una zona destinada a este residuo. Posteriormente es recogida por volquetas y llevada a una cantera o relleno sanitario para su disposición final, por lo que la búsqueda de alternativas que sirvan para cumplir con regulaciones ambientales, disminuir costos o generar utilidades es de vital importancia.

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Proponer un plan para el aprovechamiento de la tierra de blanqueo usada en el proceso de refinación de aceites de palma y soya.

### **Específicos**

- Caracterizar fisicoquímicamente diferentes muestras de la tierra de blanqueo después de su uso en el proceso de refinación.
- Establecer un procedimiento para reducción del carácter inflamable de la tierra de blanqueo acorde con la cantidad diaria utilizada.
- Plantear una alternativa para el uso y aprovechamiento del residuo de acuerdo con las características de éste.

## **MARCO TEÓRICO**

En la industria de producción de aceites y grasas refinadas se tienen las siguientes definiciones en el ámbito de la refinación química, sus productos y residuos:

**Aceites comestibles:** estos aceites consisten alrededor de un 96% de triglicéridos, que se componen de diferentes ácidos grasos, junto con otros tipos de compuestos tales como ácidos grasos libres, fosfolípidos, fitoesteroles, tocoferoles entre otros antioxidantes y provienen de diversas semillas oleaginosas o animales en donde se extrae su contenido para elaborar los aceites líquidos que comúnmente se utilizan en la manufactura de comida a nivel industrial y casero, los cuales son una rica fuente de vitamina E y grasas insaturadas ( DECKER, 2016, p. 432). En el caso en particular de la planta de Grasco barranquilla, se procesan principalmente los aceites provenientes de la fruta de palma y las semillas de soya.

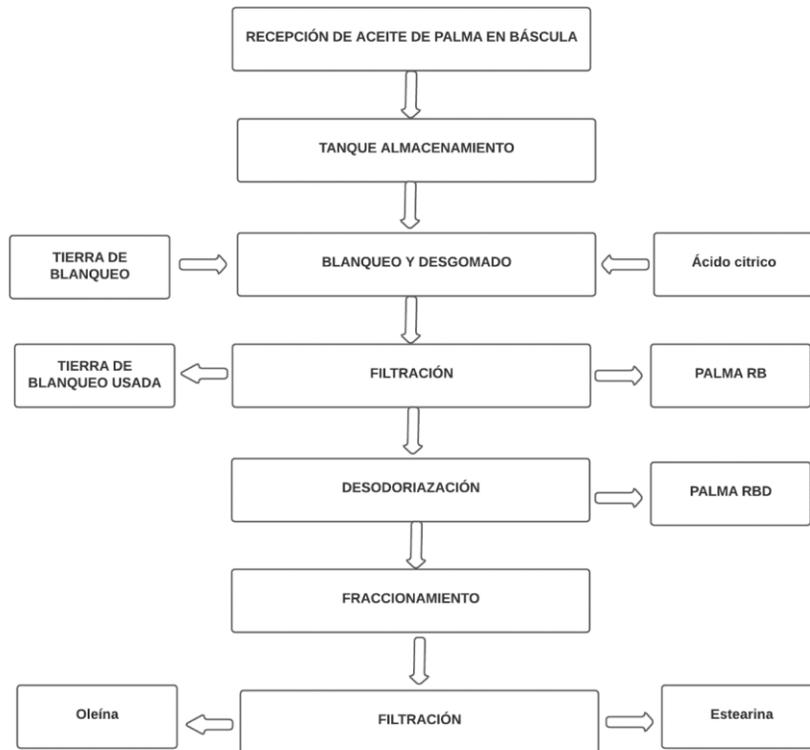
**Aceite crudo de palma:** proviene del fruto de la palma tropical de la cual se extrae a su vez el aceite de palmiste. El aceite de palma se deriva del mesocarpio, mientras que el aceite de palmiste se deriva del endospermo de este fruto. Este aceite crudo tiende a tener bajo contenido de fosfátidos (5-20 ppm P) y un contenido relativamente alto (>3%) de ácidos grasos libres (Gupta, 2017, p. 7).

**Aceite crudo de soya:** el aceite de crudo de soya es extraído de las semillas de soya mezcladas con hexanos. El solvente es removido para producir el aceite crudo inicial que está compuesto de triglicéridos solubilizados y material no glicérico suspendido: ácidos grasos, fosfáticos, esteroides, tocoferoles, metales, hidrocarburos, pigmentos y fragmentos de proteínas. Su mayor componente es el triglicérido (TAG) y la composición de este mismo es determinada por la composición de ácidos grasos.

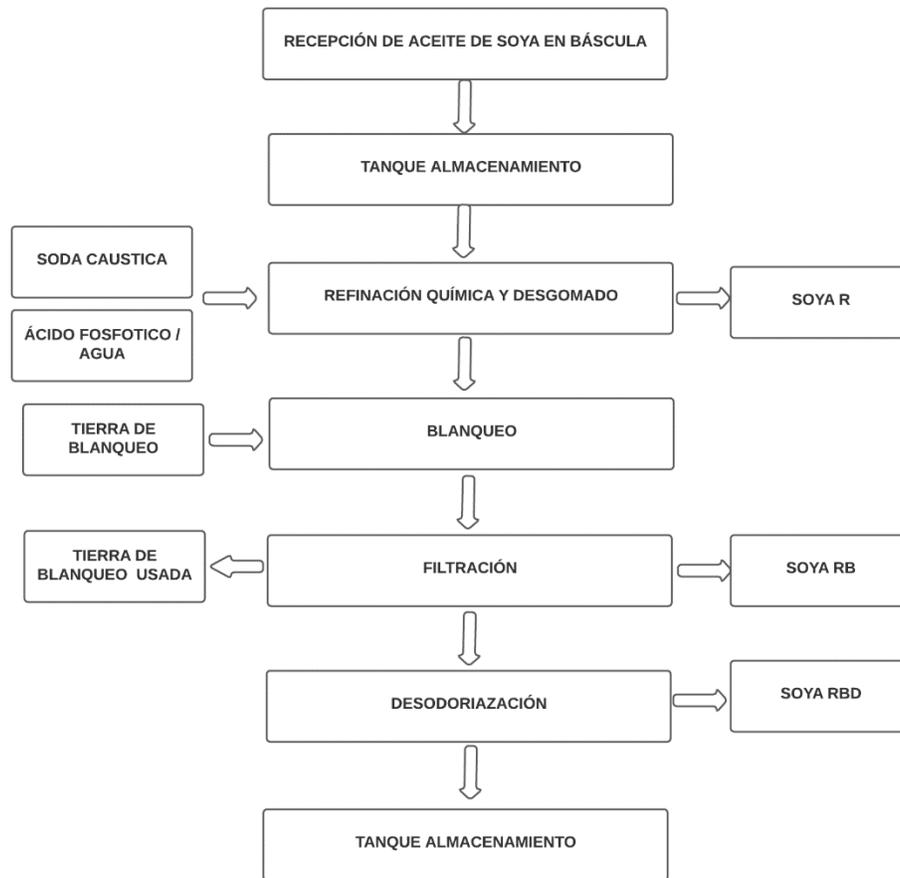
**Refinación de aceite:** Es un proceso necesario para la producción de aceites comestibles. El objetivo de este proceso es remover las impurezas y otros componentes que afectan la calidad del producto terminado. Las características del producto terminado que se han de monitorear son el sabor, estabilidad del producto, durabilidad y color. Este proceso varía entre los diferentes tipos de aceite, pero en general se puede resumir en los siguientes 4 procesos: desgomado, blanqueado, desodorizado, fraccionamiento o winterizado.

En general existen diferentes métodos de refinación que varían de acuerdo con la calidad deseada del producto final y al requerimiento del cliente o consumidor final, estos pueden ser: refinado físico, refinado químico, refinado enzimático, entre otros. Estos métodos se diferencian en el tipo de químicos a utilizar, las condiciones de operación y el modo en el que se remueven los ácidos grasos libres (De Greyt, 2013, p. 127). Para cada tipo de aceite en particular, sea de palma o de soya, la duración o aplicación del proceso de refinación depende de la naturaleza del crudo y la calidad requerida del aceite para el mercado objetivo en específico.

En el caso de la planta de Grasco barranquilla se realiza el proceso de refinación principalmente al aceite crudo de palma y de soya. A continuación, se tienen los diagramas del proceso actual:



*Ilustración 1. Diagrama del proceso de refinación del aceite de palma cruda.*



*Ilustración 2. parte 1 diagrama de proceso de refinación aceite crudo de soya GRASCO Barranquilla.*

Se listan métodos analíticos para caracterización de propiedades en las diferentes etapas del proceso de refinación y los valores típicos para los diversos tipos de aceites (Gupta, 2017, p.10):

**Deteriorización del índice de blanqueabilidad (DOBI):** es un parámetro simple que indica el estado oxidativo de la palma cruda, su refinabilidad y la durabilidad de esta. Es afectado por la calidad de los frutos de la palma.

**Valor de yodo:** este método determina el grado de insaturación del aceite. Los resultados se expresan en gramos de yodo absorbidos por cada 100 g de aceite de muestra. Los aceites con altos niveles de insaturación presentan valores mayores de yodo.

**Ácidos grasos libres (FFA):** se forman cuando los ácidos grasos en moléculas de triglicéridos, diglicéridos, mono glicéridos se dividen en hidrolisis química o enzimática. El contenido de FFA siempre es usado como un índice de la calidad del crudo. Por lo general los resultados se expresan como porcentaje de ácido palmítico en el aceite de palma y como porcentaje de ácido láurico para el aceite de coco y de kernel.

**Valor de peróxido:** este método mide el estado primario oxidativo de los ácidos grasos insaturados en el aceite. Los ácidos grasos pueden estar presentes en forma de ácidos grasos libres o como una molécula de triglicéridos.

**Valor de saponificación o ácido:** este método se define como el número de miligramos de KOH requeridos para saponificar 1 g de muestra del aceite.

**Desgomado:** es el primer proceso en el proceso de refinación que comienza con un calentamiento gradual del aceite de palma crudo en donde se agrega ácido fosfórico para la remoción de gomas y/o fosfolípidos presentes en la materia prima (Ycw, 2015). Esto debido a que el contenido de fósforo en el aceite tiene una profunda influencia en el sabor, color, estabilidad oxidativa e hidrolítica del aceite refinado, blanqueado y desodorizado además de que ocasiona un bajo rendimiento en el proceso de refinación. Existen diferentes métodos para llevar a cabo el desgomado que varían dependiendo de la cantidad de fósforo presente en el aceite y las características particulares de cada uno de estos:

- Desgomado con agua: utilizado para la remoción de gomas hidratables de aceite que proviene de semillas o granos de buena calidad, en las cuales estas gomas, que contienen fosfatos, se separan con facilidad.
- Desgomado profundo: Ciertos procesos que son capaces de reducir la concentración de fósforo del aceite desgomado a 5-10 ppm, tales como el súper desgomado, desgomado top, proceso de refinado orgánico. Estos procesos son generalmente desarrollados por compañías privadas para cumplir objetivos específicos con altos estándares de calidad y rendimiento.
- Desgomado ácido: Este desgomado proporciona una separación más eficaz de los fosfolípidos en el aceite crudo. Se utiliza principalmente para aceites difíciles de refinar provenientes de semillas o granos dañados, viejos u oxidados (Gupta, 2017, p. 7).

*Tabla 1. Contenido de fosfolípidos y fósforo según el tipo de aceite.*

Tipo de aceite	Contenido de fosfolípidos (%)	Contenido de fósforo (ppm)
Crudo de soya	1-3	400-1200
Soya desgomada	0.32-0.64	79-158
Crudo de maíz	0.7-2.0	250-800
Crudo de canola	0.5-3.5	200-1400
Canola super desgomada	0.13-0.16	52-64
Crudo de girasol	0.4-0.6	200-500

**Tierra de blanqueo:** las tierras de blanqueo se producen con minerales como la paligorsita, sepiolita, bentonita y otros minerales que hacen parte de la familia de los silicatos de aluminio. Estas poseen características específicas que afectan la eficiencia en la absorción de contaminantes indeseados, tales como: capacidad de absorción, propiedades ácidas, propiedades catalíticas, capacidad de intercambio iónico y distribución de tamaño de partícula (List, 2010). El uso de estas radica principalmente en la remoción de carotenos, sustancias catalizadoras de reacciones de oxidación, hidroperóxidos, aldehídos y acetonas, fosfolípidos hidratados y ácidos grasos libres para así mejorar la apariencia, sabor, olor y estabilidad del producto final. La tierra de blanqueo natural y la tierra de blanqueo activada son los dos tipos básicos de tierras comerciales para el blanqueado. Esta última es la más utilizada debido a que posee una mayor capacidad de absorción. La activación de estas tierras para mejorar sus características químicas y físicas se da con técnicas con ácidos, orgánicos y alcalinos (Hussing, 2011, p. 90).

**Blanqueado:** es la siguiente etapa en el proceso de refinación que consta de la adición de tierra de blanqueado a la mezcla desgomada de aceite con el fin de remover pigmentos de color contenidos en el aceite vegetal, a través de la atracción entre estas impurezas y los sitios activos del adsorbente por la acción de las fuerzas de van der waal (Gupta). El nivel de atracción depende de varios factores: la cantidad de fuerza electrostática en cada una de las impurezas y el adsorbente, el tamaño de cada componente, la distancia entre ellos y el grado de mezclado entre el aceite y el adsorbente, la porosidad del adsorbente y la superficie específica del adsorbente. Es importante reconocer que el blanqueado no solo tiene efecto en el color del aceite, sino que también impacta en la reducción de metales como el calcio, magnesio, hierro y sodio, reduce los niveles de fosfolípidos no hidratables en el aceite refinado y remueve productos de la descomposición tales como alquenos, cetonas, polímeros y productos no triglicéridos provenientes de la oxidación. (Gupta)

Con respecto a las condiciones de operación generales es imperativo tener en cuenta los factores que influyen en la efectiva adsorción de las impurezas que son: el grado de contacto entre el medio de blanqueo y el adsorbente, la temperatura del aceite y el tiempo de residencia o de contacto (Gupta). Para llevar a cabo este proceso teniendo en cuenta las condiciones previamente

mencionadas se pone en contacto el aceite con las tierras de blanqueo a temperaturas elevadas y generalmente a condiciones de vacío. Se utiliza un sistema de agitación mecánico para homogenizar y beneficiar el contacto entre el medio y el adsorbente y se adiciona ácido fosfórico para favorecer la remoción de trazas de metales. El tiempo de contacto es de aproximadamente 30-40 minutos antes de pasar al filtrado en prensas que comprimen el aceite y la tierra para que estas queden atrapadas en ellas. Finalmente se procede a soplar las tortas de tierras húmedas que terminan cargadas con altos porcentajes de aceite residual.

**Desodorización:** es el último paso de la refinación y tratamiento de los aceites vegetales. En este proceso el aceite es destilado con vapor bajo condiciones de vacío (1-6 mmHg) en una torre desodorizadora, la cual opera a diferentes temperaturas dependiendo de la ubicación del aceite. En primera instancia el aceite se desaña a una temperatura de alrededor 80°C bajo las mismas condiciones de presión y luego se calienta hasta una temperatura de alrededor de 250°C, momento en el cual se reduce el color rojizo y amarillo causados por los carotenos presentes. El resultado del vacío y la alta temperatura es el sabor y olor característico del producto terminado que cumple con los requisitos establecidos por el consumidor. Luego de esto, dentro del mismo desodorizador, se utiliza un sistema de enfriamiento para bajar la temperatura del aceite antes de ser enviado a los tanques de almacenamiento.

**Fraccionamiento o winterización:** es un procedimiento que inicialmente se planteó para mejorar la estabilidad del aceite líquido mediante la remoción de pequeñas cantidades de impurezas sólidas, pero hoy en día se practica para la separación de fracciones líquidas y sólidas de aceite y grasas con características físicas particulares. El winterizado es una forma simplificada del fraccionamiento en la cual el aceite se enfría de manera lenta y paulatina en tanques cristalizadores, siguiendo una curva de enfriamiento establecida, a temperaturas inferiores a los 10°C, por periodos de más de 18 horas con agitación gradual, controlada a través de sistemas de control integrados. En el caso del aceite de palma, este proceso permite la cristalización de la estearina, separándola así de la oleína líquida. Luego de la cristalización se aumenta la temperatura para favorecer el proceso de filtración en filtros SMECT de membrana.

**Tierra de blanqueo usada (SBE):** Las tierras de blanqueo que salen del proceso de desgomado, ricas en residuos orgánicos y con un alto porcentaje en peso de aceite residual resultado del proceso de refinación. Esto debido a que las tierras activadas tienen una alta capacidad de adsorción y no solo adsorbe componentes no deseados sino cierta cantidad de triglicéridos, a lo cual se le conoce

como retención de aceites. Normalmente se manejan rangos entre el 35% y el 40% de aceite, valor el cual puede reducirse a un 20%-25% soplando con aire comprimido.

Después de su uso la tierra de blanqueo se encuentra cargada con impurezas proveniente del aceite adsorbido, lo cual depende de la calidad y el tipo de aceite blanqueado. Teniendo en cuenta estas impurezas es que se decide la reutilización o el destino final de las tierras de blanqueo ya que de esto dependerá el impacto ecológico y también los aspectos económicos de la disposición de esta. Las características principales que sirven para determinar sus posibles usos son: contenido de aceite, contenido de humedad, solubilidad de metales pesados y la auto ignición.

Esta última característica es por la cual se clasifica este desecho como un material peligroso de acuerdo con la clase 4.2, número 5c, número Rand 2431 como se dicta en las normas de transporte de desechos peligrosos de la comisión europea de economía. (tomado de bleaching process). Debido a esto se deben tener precauciones en el almacenamiento y transporte para evitar que las tierras se calienten de manera descontrolada y por el contacto con el aire se genere la combustión de estas.



*Ilustración 3. tierra de blanqueo usada en contenedores de almacenamiento de residuos.*

**Extracción Soxhlet:** Es un método analítico de extracción que se aplica a analitos que son suficientemente termoestables. El solvente de extracción se circula continuamente a través de un matraz mediante condensación y ebullición, con la muestra que se recolecta en el solvente caliente. Esta técnica no es selectiva y generalmente se necesita limpieza y concentración de analitos. Este

método es generalmente empleado en la extracción del aceite residual presente en las tierras de blanqueo que se utilizando en el proceso de desgomado.

Actualmente, en la planta de refinería de GRASCO en barranquilla se practica el proceso de refinación física moderno, en el cual se tiene una combinación de los procesos de desgomado y blanqueado en un mismo recipiente a condiciones operativas similares. Debido a que estas dos etapas son claves para que el proceso de refinado sea adecuado esta simplificación resulta altamente ventajosa, debido a que en comparación con los métodos tradicionales se tiene una configuración más simple y se obtienen resultados satisfactorios de acuerdo con los estándares de calidad establecidos. En general, en este proceso los desechos tales como: ácidos grasos, pigmentos, fosfolípidos, entre otros, son recuperados y aprovechados en los procesos de saponificación de la fábrica adyacente a la refinería. La cantidad de ácido fosfórico es mínima y esta no es recuperada o es tratada en ninguna parte del proceso. Por otro lado, la tierra de blanqueo usada es el desecho más voluminoso, peligroso y difícil de disponer.

Normalmente este desecho se dispone en rellenos sanitarios sin ningún tratamiento o recuperación de aceite residual, lo cual es económicamente ineficiente y tiene efectos adversos en materia ambiental, por lo que se han realizado muchos estudios para mejorar la efectividad de la tierra y posibles usos para el material descartado.

## **METODOLOGÍA**

### **2. Revisión del proceso actual:**

- Referencias de tierras utilizadas en el proceso. Información de calidad, consumo y costos.
- Esquema del proceso actual con el que se desechan las tierras usadas: se realizó un recorrido por la planta y se evidenció el recorrido de estas en la planta, desde el lugar de recepción de materia hasta el lugar en donde se carga para su posterior transporte al relleno sanitario.
- Información sobre cantidades consumidas diaria, mensual y anualmente: se consultó en el sistema de control de la empresa con ayuda del ingeniero de proceso para la obtención de los datos de salida de la planta de las tierras de blanqueo usadas.
- Visita al sitio actual de desecho de las tierras: no se realizó ya que no era posible distinguir el residuo de estudio de los demás residuos en el relleno.

### **3. Análisis de características de tierra de blanqueo:**

- Revisión ficha técnica de las tierras utilizadas actualmente: SEPIGEL ACTIVE M200. Se solicitó al laboratorio la ficha técnica de la tierra de blanqueo utilizada actualmente.
- Toma de muestras de los contenedores en las que se depositan los residuos sólidos dentro de la planta: se tomaron muestra de tierra de blanqueo usada, provenientes del proceso de refinación tanto de la soya como de la palma
- Determinación de humedad, material volátil, cenizas y carbón fijo con métodos gravimétricos: Se emplea un desecador infrarrojo y halógeno para la determinación de la humedad. Se recolectaron 10g de muestra que se distribuyeron de manera uniforme en un platillo, previamente tarado en la balanza. Se ingresó el platillo con muestra al equipo y se esperó a obtener el resultado de humedad arrojado por este mismo.
- Determinación de cantidad de aceite retenido mediante una extracción en un equipo Soxhlet: En el laboratorio de aceites de la planta se homogenizó una muestra de 10 g de tierras provenientes del proceso de blanqueo y se ubicó en papel filtro Whatman. Esta muestra se introdujo en el equipo Soxhlet utilizando alrededor de 100 ml de disolvente (benzina de petróleo) que posteriormente se asienta en un matraz. Se encendió el calentamiento de la estufa del montaje y se abrió el flujo de agua refrigerante al sistema de condensación. Se dejó el montaje funcionando durante un periodo de 8 horas, después de esto se apagó la estufa y se retiró el matraz. Por último, se realizó la recuperación del disolvente empleando el mismo Soxhlet.
- Determinación del pH de las muestras: Se preparó una mezcla heterogénea 40% en peso de sólidos con agua destilada y se utilizó papel indicador para establecer el pH de la muestra.

4. Propuesta de tratamientos, usos y posibles mejoras al proceso actual de disposición según las características obtenidas de los análisis realizados.

Se utilizó una matriz de selección basada en pesos relativos a designados a los factores implicados en la decisión de la selección del procedimiento o estrategia.

La selección del criterio de calificación se realizó asignando un valor máximo y/o mínimo al respecto.

*Tabla 2. Matriz de selección basada en pesos relativos.*

<b>Factores /Estrategias</b>	$w_i$	<b>Estrategia 1</b>	...	<b>Estrategia j</b>	...	<b>Estrategia m</b>
------------------------------	-------	---------------------	-----	---------------------	-----	---------------------

<b>Factor 1</b>	$w_{11}$	$v_{11}$		$v_{1j}$		$v_{1m}$
...						
<b>Factor <math>i</math></b>	$w_{1i}$			$v_{ij}$		
...						
<b>Factor <math>n</math></b>	$w_{1n}$	$v_{1n}$		$v_{nj}$		$v_{mn}$
<b>Puntuación total =</b> $\sum_{i=1}^n w_i v_{ij}$	1					

A continuación, se presentan los factores a evaluar con su respectivo peso para la ponderación. Estos son asignados basados en la importancia y el impacto para la empresa, en los ámbitos económicos y ambientales, la viabilidad de la alternativa y la utilidad de acuerdo con las características del desecho sólido de la planta. La escala asignada para la evaluación de cada uno de los criterios de acuerdo con las alternativas fue de 0 a 5, siendo 0 lo menos favorable y 5 lo más favorable.

Tabla 3. factores de decisión con su peso ponderado.

<b>Factores</b>	<b>Peso</b>	<b>Justificación</b>
<b>Económico</b>	0.25	Este factor tiene gran importancia dado que es el aspecto primordial y el motivante del trabajo, ya que reducir costos o generar ingresos adicionales es objetivo de la empresa, esto para mantenerse posicionada en un mercado altamente competitivo.
<b>Ambiental</b>	0.20	A pesar de que actualmente en Colombia, a diferencia de Europa y norte América, no se encuentra regulado el desecho de las tierras de blanqueo en rellenos sanitarios, las consecuencias de tratar de forma irresponsable este tipo de desecho se ven a largo plazo y son altamente costosas. Es por esto por lo que se le asigna este valor a este factor, ya que la estrategia o el procedimiento que sea más eficiente en términos ambientales tendrá un gran impacto a largo plazo.
<b>Contexto</b>	0.20	La aplicabilidad del procedimiento o estrategia va de la mano del contexto a nivel de ubicación en el que se aplique y su efectividad se verá reflejada en la asertiva elección en un contexto social, geográfico y político adecuado.
<b>Reglamentación</b>	0.15	Este factor está relacionado con las herramientas, procedimientos, insumos y producto o resultado final. Ya que en algunos casos existen normas y limitaciones con ciertos insumos por reglamentación nacional o internacional, por lo que la viabilidad de la aplicación se puede ver limitada.
<b>Aplicabilidad</b>	0.08	La materialización del procedimiento o proceso tiene relevancia ya que, si no se tiene una justificación para la inversión de recursos o tiempo en negociaciones, la propuesta no resulta ser atractiva.
<b>Aceite retenido</b>	0.06	La cantidad de aceite retenido definirá en parte en que aplicaciones se podrá utilizar de tal manera que resulte ser provechoso para el proceso.
<b>Presencia metales pesados</b>	0.06	Esta limitante impactará en aquellas aplicaciones que en las que no se puedan inmovilizar o resulten perjudiciales para el uso del producto obtenido.
<b>Puntuación total</b>	<b>1</b>	

Tabla 4. Aplicación y resumen de su posible uso para el aprovechamiento de tierras de blanqueo usadas.

<b>APLICACIÓN</b>	<b>USO</b>
<b>EXTRACCIÓN DE ACEITE RESIDUAL</b>	Se utilizan solventes orgánicos para la obtención del aceite residual provenientes de las tierras de blanqueo usadas.
<b>ADICIÓN A ALIMENTO DE ANIMALES</b>	Se aprovecha el contenido de aceite residual y su contenido nutricional para la

	formulación de bloques de alimento para animales.
<b>FERTILIZANTE BIO-ORGÁNICO</b>	El co-compostaje de la tierra de blanqueo usada con otros residuos sólidos para la fertilización de suelos en cosechas.
<b>PLANTA DE BIOGÁS</b>	La biodegradación de la tierra de blanqueo usada en conjunto con estiércol para la producción de metano para la generación de energía mediante la quema de este.
<b>ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO</b>	La adición de tierras de blanqueo usadas en el proceso de producción de concreto y el aprovechamiento energético del contenido de aceite residual en esta.

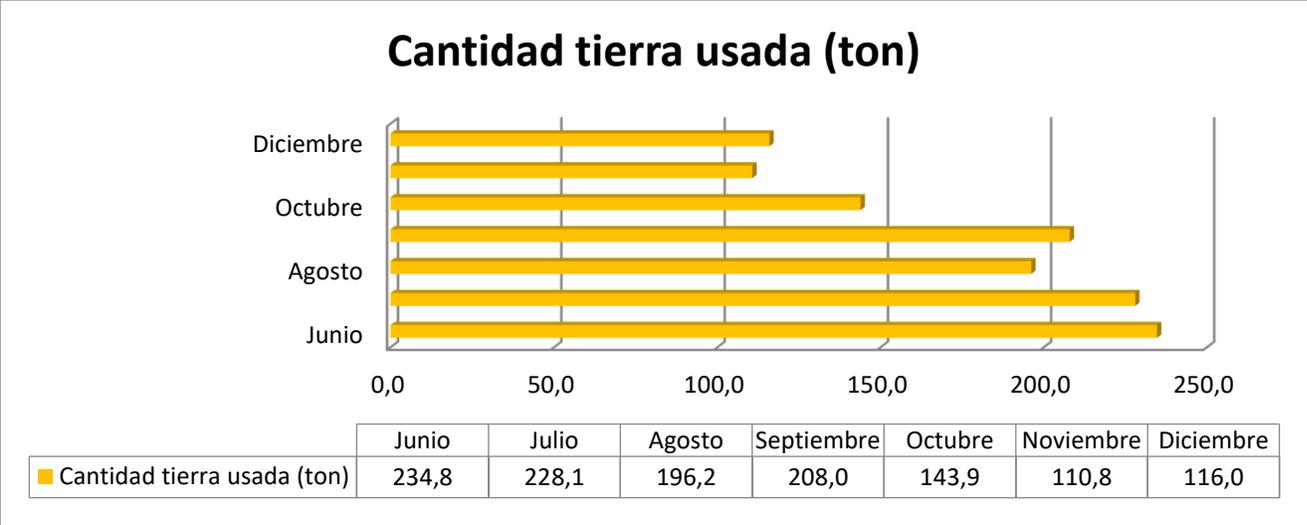
## RESULTADOS Y ANÁLISIS

La tierra para el blanqueo utilizada actualmente en los procesos de blanqueo y desgomación en la planta de Grasco Barranquilla es la SEPIGEL ACTIVE GM, en presentación de 25 kg la cual se encuentra activada para mejorar la remoción de cuerpos coloridos, metales y fosfátidos. Esta cuenta con las propiedades y precauciones presentes en su ficha técnica.



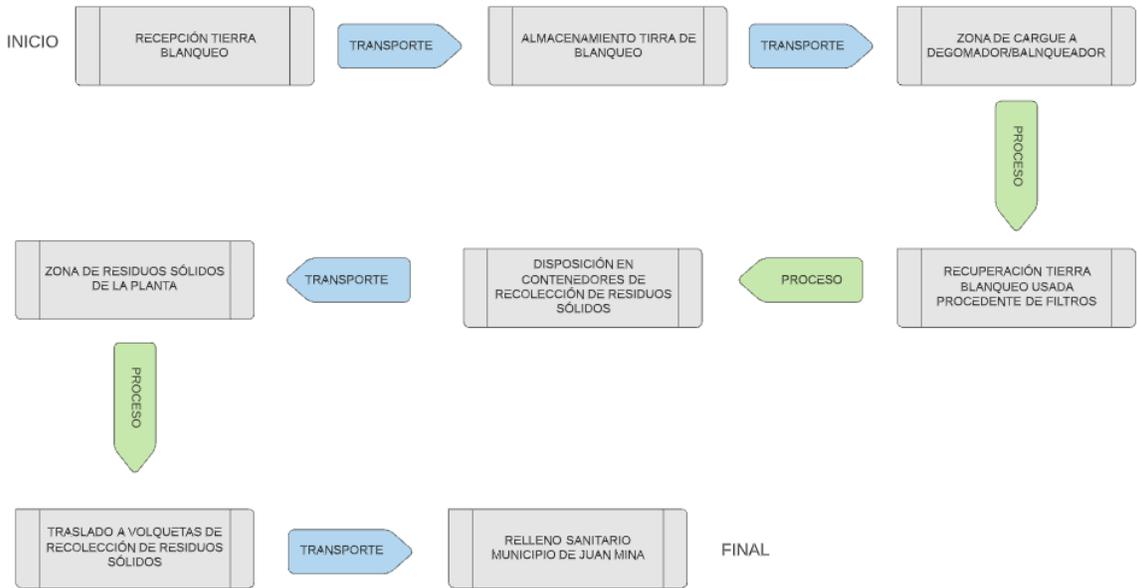
*Ilustración 4. tierra de blanqueo SEPIGEL ACTIVE M200 en presentación bolsa de 25kg.*

Actualmente se están consumiendo en promedio 2500kg a 2900kg por día acumulado de los 3 turnos de trabajo en la planta. Teniendo en cuenta esto, se presentan a continuación un balance de la cantidad de tierra usada de tierra de blanqueo en los procesos de los últimos 6 meses de trabajo del año 2021. Es claro al ver las cifras que la cantidad de tierras usadas contabilizadas a la salida del proceso de desgomado que son niveles altos de desechos que además de ser peligroso tiene un olor fétido y es capaz de auto inflamarse.



*Ilustración 5. relación de cantidad de tierra de blanqueo usada de junio a diciembre de 2021.*

A continuación, se realizó un modelo esquemático del proceso desde la recepción de la tierra directamente de los proveedores hasta el transporte a la zona de recolección de residuos sólidos.



*Ilustración 6. diagrama de flujo de las tierras de blanqueo en la planta.*

Se denominó “*transporte*” a lo que concierne cambios de ubicación de la tierra en la planta y a proceso a lo que se relaciona con el proceso de blanqueo e involucre la intervención de 3 o más ayudantes de planta. El recuadro de recuperación de tierra procedente de los filtros hace referencia al soplado de las lonas llenas de tierra, con el cual se reduce la cantidad de aceite retenido en estas, para su posterior almacenamiento en los contenedores. Es en esta parte del proceso donde se tomaron las muestras de la tierra.

Los resultados obtenidos de la caracterización se presentan de manera resumida en la Tabla 9. Estos muestran que los procedimientos realizados y el cálculo de estas características es adecuado, ya que los valores obtenidos tanto para la tierra no varían de gran manera con los obtenidos por los analistas del laboratorio de aceites de la planta y con los reportados en la literatura. En las tablas 4-7, se presentan los resultados individuales con los datos obtenidos de las mediciones.

Tabla 5. Resultados caracterización de acidez del aceite de palma residual.

<b>PALMA</b>	
<b>Peso muestra inicial (g)</b>	10,156
<b>Volumen KOH (ml)</b>	13,900
<b>N OKH (Normal)</b>	0,100
<b>%acidez</b>	3,504

Tabla 6. Resultados caracterización de acidez del aceite de soya residual.

<b>SOYA</b>	
<b>Peso muestra inicial (g)</b>	10,182
<b>Volumen KOH (ml)</b>	6,750
<b>N OKH (Normal)</b>	0,100
<b>%acidez</b>	1,869

Tabla 7. Resultados cuantificación de palma residual en tierra de blanqueo.

<b>PALMA</b>	
<b>%Aceite retenido</b>	35,889
<b>W Peso muestra (g)</b>	10,031
<b>P.T Peso tarado (g)</b>	32,000
<b>P.M Peso muestra seca (g)</b>	35,600

Tabla 8. Resultados cuantificación de soya residual en tierra de blanqueo.

<b>SOYA</b>	
<b>%Aceite retenido</b>	33,478
<b>W Peso muestra (g)</b>	10,156
<b>P.T Peso tarado (g)</b>	31,400
<b>P.M Peso muestra seca (g)</b>	34,800

Tabla 9. Resultados de la caracterización de las tierras de blanqueo proveniente del blanqueo de palma y soya.

<b>Característica</b>	<b>Tierra proveniente del blanqueo de:</b>	
	<b>Palma</b>	<b>Soya</b>
<b>%Humedad</b>	2.5	2.7
<b>%Acidez (á. grasos)</b>	3.50	1.87

<b>%Aceite retenido</b>	35.60	34.80
-------------------------	-------	-------

Dada la similitud obtenida en el porcentaje de humedad, porcentaje de acidez y aceite residual retenido entre las tierras provenientes del blanqueo de palma y de soya, el análisis para la selección de la alternativa se hizo sin discriminar el tipo de aceite blanqueado.

### **Criterios para selección del proceso**

Para dar paso a la selección de los posibles usos alternativos entre las distintas opciones para las tierras de blanqueo se utilizó una matriz de calificación en la cual se tuvieron en cuenta diversos factores tales como el económico, ambiental, el contexto, ubicación y reglamentación para definir la opción más viable dadas las características de la tierra y lo anteriormente mencionado.

#### **Extracción de aceite:**

<b>Factor</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Justificación</b>
<b>Económico</b>	2.5	La inversión en equipos para el proceso designado de extracción ya sea prensado hidráulico, extracción con solventes orgánicos, extracción con CO <sub>2</sub> super críticos, resulta ser costosa y el valor comercial del producto final no difiere en gran magnitud de la tierra de blanqueo sin reutilizar y el aceite residual no tiene buena calidad y tendría que ser reprocesado.
<b>Ambiental</b>	5	En esta aplicación este factor resulta ser favorable ya que, según lo consultado en la literatura, este proceso es viable a escala industrial mediante prensado hidráulico (tesis extracción) y tiene la ventaja de ser útil para recuperar tanto el aceite retenido, que en el caso de las muestras analizadas es de más del 30% en peso, como la tierra de blanqueo para su posterior reutilización en el proceso de blanqueo.
<b>Contexto</b>	4	La aplicación puede llevarse a cabo en un espacio definido dentro de la misma planta (se cuenta con

		zonas suficientemente amplias sin uso actual) y se encuentra ubicada cerca de un puerto marítimo con lo que los costos de transporte de equipo se reducen.
<b>Reglamentación</b>	3	En algunos de los posibles métodos de extracción se presentan restricciones dada la naturaleza de las sustancias (hexano, acetona, percloroetileno) y su regulación en Colombia.
<b>Aplicabilidad</b>	2	Debido a la alta inversión que se requeriría para el montaje de la planta de extracción, el bajo costo del producto final, en el contexto de una posible comercialización y la poca diferencia en costo con respecto al producto nuevo, su aplicabilidad resulta ser baja.
<b>Aceite retenido</b>	4	En este caso resulta ser ventajoso desde el punto de vista del aceite recuperado, pero desde el punto de vista de la reactivación de las tierras aumenta los costos operativos.
<b>Presencia metales pesados</b>	5	No afecta esta aplicación ya que el aceite que se obtiene de estos procesos no presenta afectaciones por las trazas de metales pesados. (Tesis extracción)

**Adición a alimentos animales:**

<b>Factor</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Justificación</b>
<b>Económico</b>	5	Resulta ser altamente favorable ya que el proceso de adecuación del residuo, el proceso de elaboración del producto final no es de alta complejidad, por lo cual en términos de costos para su desarrollo resulta ser una opción económica y generadora de valor agregado al residuo.

<b>Ambiental</b>	3	Actualmente esta aplicación es utilizada por terceros a pequeña escala, pero debido al tamaño de la operación, no resulta conveniente para la planta ya que por normativas de sistema de gestión ambiental este residuo no se puede ceder a terceros sin autorización de autoridades ambientales para manejarlo o disponer correctamente de ellos. Además, las cantidades de tierra aprovechadas no son significativas con las más de 100 toneladas de residuo generadas mensualmente.
<b>Contexto</b>	5	Es altamente favorable ya que se aborda un sector principal en la economía colombiana con un proceso de bajo costo con diversas patentes disponibles para la generación de valor agregado a un residuo en un mercado. Dado que Colombia cuenta con un alto inventario en el sector ganadero tanto a nivel de América latina como a nivel mundial y que este sector tiene un crecimiento potencial superior al 20% y más de 700 mil colombianos viven del sector esta aplicación resulta ser idónea.
<b>Reglamentación</b>	5	No hay norma vigente en Colombia que reglamente el uso de este desecho en actividades agropecuarias.
<b>Aplicabilidad</b>	5	Se cuentan con variedad de patentes y procedimientos para la fabricación de este producto en los cuales se evidencia la facilidad del proceso y su practicidad para ejecutarse casi en cualquier espacio con equipo de baja complejidad tales como extrusores, mezcladores y moldes.
<b>Aceite retenido</b>	4	El alto porcentaje de aceite favorece la obtención de materia orgánica rica en triglicéridos, que son compuestos biológicamente degradables con un alto valor energético. Lo que es de alta importancia en la alimentación y en la dieta de la especie que consume el producto. Por lo que el alto (<35%) contenido de aceite favorece este factor.
<b>Presencia metales pesados</b>	2	El alto contenido de trazas de metales pesados es contraproducente para esta aplicación ya que se tienen controles

		estrictos en los planes de alimentación del sector agrícola, por lo que trazas de algunos de estos metales pueden estar restringidas por su nocivo efecto.
--	--	--

### Fertilizante bio orgánico:

Factor	Puntaje	Justificación
<b>Económico</b>	3	La implementación de esta alternativa implica altos tiempos de compostaje con otro tipo de desechos orgánicos, resulta ser económico en el aspecto de consumo de materias primas, pero no tan beneficioso ya que el valor agregado y las cantidades a utilizar están limitadas por los tiempos de compostaje por lo que no se puede disponer del residuo en su totalidad.
<b>Ambiental</b>	5	En pruebas realizadas para el compostaje de este residuo, se encontró que este posee buenas características para la recuperación de suelos, lo que mejora la productividad en los cultivos (Loh, 2013, p. 775).
<b>Contexto</b>	4	Dado que Colombia es un país con enfoque hacia el campo y la productividad de este es de vital importancia, esta aplicación se adecua de manera satisfactoria al contacto productivo del país.
<b>Reglamentación</b>	5	No hay norma vigente en Colombia que reglamente el uso de este desecho en actividades agrícolas.
<b>Aplicabilidad</b>	5	Colombia depende en gran medida de las actividades agrícolas de cultivo de diversos tipos de frutas, verduras y vegetales, la literatura muestra una gran eficiencia de la tierra utilizada en co-compostaje y una gran versatilidad con diversos cultivos.

<b>Aceite retenido</b>	2	El alto contenido de aceite en estas tierras ocasiona un comportamiento de tipo hidrofóbico además de su carácter ácido por la cantidad de ácidos grasos presentes
<b>Presencia metales pesados</b>	5	La superficie cargada negativamente de la tierra puede inmovilizar metales pesados y pesticidas para controlar la lixiviación de contaminantes en los canales de agua, por lo que la presencia de estos no resulta de gran impacto para esta aplicación.

### **Planta biogás:**

<b>Factor</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Justificación</b>
<b>Económico</b>	5	Los costos relacionados con este proceso para el procesamiento de la tierra de blanqueo no son altos ya que la fermentación de la biomasa no requiere reactores de alta complejidad técnica, además de permitir utilizar el desecho como sustrato sin necesidad realizar extracciones de aceite residual, lo que resulta ser económicamente viable.
<b>Ambiental</b>	5	El hecho de poder utilizar la tierra en grandes cantidades para el co-compostaje con estiércol proveniente principalmente de ganado, resulta ambientalmente de gran importancia tanto en el aspecto de mitigación del efecto de erosión y contaminación en rellenos sanitarios, como en la producción de energía proveniente de un combustible alternativo.
<b>Contexto</b>	3	La continua búsqueda de alternativas a los combustibles fósiles y reservas de gas natural debido a su bajo tiempo restante de autosuficiencia (reserva de combustibles fósiles en Colombia) es un

		indicativo claro de la necesidad de suplir la demanda energética con otro tipo de fuentes, como en el caso de esta aplicación que resulta ser económicamente viable, ambientalmente beneficiosa y de baja inversión en recursos planta y equipo.
<b>Reglamentación</b>	5	No hay normas vigentes en la ley colombiana que reglamenten el uso de tierras de blanqueo usadas en plantas de biogás. Por el contrario, la ley 1715 permite que la energía surplus de energía de las plantas auto generadoras de los cultivadores de palma, puede ser entregado a la red nacional.
<b>Aplicabilidad</b>	3	La poca presencia de plantas de procesamiento de residuos sólidos en Colombia a diferencia de su aplicación en países europeos y de Asia resulta ser un punto negativo de esta aplicación ya que, dada las grandes cantidades de este residuo, solo en Grasco Barranquilla más de 100 toneladas mensuales, es necesario tener una alta capacidad de procesamiento para que la aplicación sea viable.
<b>Aceite retenido</b>	4	Este factor resulta ser beneficioso ya que estas tierras entran cargadas con más del 30% en peso de aceite, el cual es una excelente fuente de lípidos que tienen el mayor porcentaje de producción de metano entre los compuestos orgánicos (Moshi, 2017, p).
<b>Presencia metales pesados</b>	5	La presencia de trazas de metales pesados no inhibe la co-digestión del estiércol para la generación de metano, por lo que la presencia de estos no afecta esta aplicación.

**Reemplazo de cemento para la producción de concreto y fuente de energía:**

<b>Factor</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Justificación</b>
<b>Económico</b>	5	Esta alternativa resulta ser altamente eficiente en términos económicos ya que la parte orgánica de este residuo se puede utilizar como fuente de energía con valores energéticos de del orden de 14 MJ/kg. En la parte inorgánica se cuenta con la presencia del silicato de aluminio que es una materia prima en la producción de cemento y materiales de construcción, de tal manera se aprovechan ambas partes del residuo sin tener que procesarlo.
<b>Ambiental</b>	3	El aprovechamiento total del residuo cumple con lo buscado en ámbito ambiental, pero al ser utilizado en una industria altamente contaminante, de igual manera se tendrá un cierto impacto ambiental.
<b>Contexto</b>	4	La ubicación de la planta resulta ser ideal para esta aplicación dada que en la ciudad se tienen 3 plantas cementeras, Argos, Cemex, otra, con lo cual los costos de transporte y la logística de este mismo son equiparables con las actuales. Pero la baja
<b>Reglamentación</b>	5	No se encuentran reportadas normativas que no permitan el uso de las tierras de blanqueo usadas para esta aplicación.
<b>Aplicabilidad</b>	3	Dada la importancia del sector cementero y la cercanía geográfica, que facilita los temas de transporte que resultan ser de alto uno de los mayores gastos asociados con este residuo, esta alternativa resulta ser altamente viable. Pero falta profundizar en los porcentajes a utilizar de tierra y los procedimientos adecuados para la inclusión de esta misma en el proceso (Lalitha, 2019, p. 3).

<b>Aceite retenido</b>	5	El interés de las industrias cementeras radica en gran medida en la cantidad de aceite retenido ya que sirve de como combustible para calentar los hornos de proceso, por lo que resulta ventajoso el porcentaje en peso obtenido además de ser posible disponer de grandes cantidades de este residuo.
<b>Presencia metales pesados</b>	5	Se tiene tolerancia en este proceso con las trazas de metales pesado ya que estas se inmovilizan a altas temperaturas a las cuales se trabaja en la industria cementera.

*Tabla 10. Matriz de factores para selección de alternativa.*

<b>Factores /Estrategias</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>Extracción aceite</b>	<b>Adición a alimentos animales</b>	<b>Planta de biogás</b>	<b>Compostaje bio orgánico</b>	<b>Cemento o producción de ladrillos</b>
<b>Económico</b>	0.25	2.5	5	3	5	5
<b>Ambiental</b>	0.2	5	3	5	5	3
<b>Contexto</b>	0.2	4	5	4	3	4
<b>Reglamentación</b>	0.15	3	5	5	5	5
<b>Aplicabilidad</b>	0.08	2	5	5	3	3
<b>Aceite retenido</b>	0.06	4	4	2	4	5
<b>Presencia metales pesados</b>	0.06	5	2	5	5	5
<b>Puntuación total</b>	1	3.575	4.36	4.12	4.38	4.24

La aplicación que resulta más viable de acuerdo con la matriz de la Tabla 10 es la utilización de la tierra de blanqueo usada en la producción de metano a partir de estiércol en plantas de biogás, es de aclarar que esta selección se da de manera cualitativa y teniendo en cuenta algunas de las

características de la tierra de blanqueo que se tiene en la planta. Por lo que se recomienda profundizar en la investigación de esta aplicación tanto para el uso en la planta para generar vapor en las calderas o producir energía eléctrica, como para la comercialización de estas tierras para las plantas ya establecidas como es la planta de biogás Doña Juana S.A.S.

## **CONCLUSIONES**

- De acuerdo con el recorrido que tienen las tierras en la planta y las condiciones a las que salen del proceso, se propuso un procedimiento estándar para la revisión y la disminución del carácter inflamable de estas que se encuentra consignado en los anexos de este trabajo.
- Se obtuvo que la tierra proveniente del proceso de blanqueo de palma y soya tiene porcentajes de aceite retenido de 35.8% y 33.4%, una humedad relativa de 2.5% y 2.7%, y una acidez basada en la presencia de ácidos grados de 3.5% y 1.8% respectivamente.
- La producción de biogás a través del proceso de descomposición del estiércol en conjunto con la tierra de blanqueo usada resulta ser una aplicación viable para el aprovechamiento de este residuo teniendo en cuenta los resultados de la caracterización y los factores económicos, ambientales, la aplicabilidad, el contexto y la reglamentación.

## RECOMENDACIONES

- Profundizar en el estudio de la implementación de las tierras de blanqueo usada en plantas de biogás para el montaje de pruebas piloto con este residuo como materia prima.
- Realizar una caracterización más profunda de las tierras de blanqueo usadas generadas en la planta para identificar posible presencia de metales o impurezas que impidan el uso de estas en plantas de biogás.
- Recalcar a los operadores de la planta la importancia de reducir el carácter inflamable de las tierras de blanqueo ya que estas se oxidan con mucha facilidad después del proceso de filtrado del aceite blanqueado y generan humo y fuego, lo que pone en riesgo la seguridad dentro de la planta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Greyt, W., (2013). Edible Oil Refining: Current and Future Technologies. Edible Oil Processing, pp.127-151.

Finagro.com.co. (2022). [online] Available at: <[https://www.finagro.com.co/sites/default/files/2014\\_09\\_09\\_perspectivas\\_agropecuarias.pdf](https://www.finagro.com.co/sites/default/files/2014_09_09_perspectivas_agropecuarias.pdf)> [Accessed 5 May 2022].

Gupta, M., 2017. Basic Oil Chemistry. Practical Guide to Vegetable Oil Processing, pp.7-25.

Herrero, M., (2020). Nicholas Snow (Ed.): Basic multidimensional gas chromatography. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 412(25), pp.6637-6638.

Hussin, F., Aroua, M. and Daud, W., (2011). Textural characteristics, surface chemistry and activation of bleaching earth: A review. Chemical Engineering Journal, 170(1), pp.90-106.

Loh, S., James, S., Ngatiman, M., Cheong, K., Choo, Y. and Lim, W., (2013). Enhancement of palm oil refinery waste – Spent bleaching earth (SBE) into bio organic fertilizer and their effects on crop biomass growth. Industrial Crops and Products, 49, pp.775-781.

Norazlan, M., Aziz, M.K., & Zin, R.M. (2006). Process design in degumming and bleaching of palm oil.

Optimization of bleaching process. (n.d.). Retrieved (November 22, 2021), from <https://lipidlibrary.aocs.org/edible-oil-processing/optimization-of-bleaching-process>.

Pollard, S. J. T., Sollars, C. J., & Perry, R. (1993). The reuse of spent bleaching Earth: A feasibility study in waste minimisation for the edible oil industry. *Bioresource Technology*, 45(1), 53–58. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(93\)90143-y](https://doi.org/10.1016/0960-8524(93)90143-y).

Procurement-notice.undp.org. (2022). [online] Disponible en: <[https://procurement-notice.undp.org/view\\_file.cfm?doc\\_id=33180](https://procurement-notice.undp.org/view_file.cfm?doc_id=33180)> (Accessed 28 March 2022).

STRENGTH AND Durability Research on Concrete with Partial Replacement of Cement by Rice Husk Ash and Spent Bleaching Earth [Anónimo]. En: *International Journal of Recent Technology and Engineering* [en línea]. (2, noviembre, 2019). vol. 8, 2S11 [consultado el 28, marzo, 2022], p. 1035-1040. Disponible en Internet: <<https://doi.org/10.35940/ijrte.b1174.0982s1119>>. ISSN 2277-3878.

TINYTECH UDYOG, tinytech@oil-refinery.com. (n.d.). Dewaxing process, oil dewaxing process, sunflower oil dewaxing, edible oil dewaxing, winterization process, sunflower oil dewaxing process. Oil Refinery. Retrieved November 30, 2021, from <https://www.oil-refinery.com/process-solutions/dewaxing-process/>.

ycw, P. (2022). [online] Available at: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-4522.2005.00009.x>> [Accessed 5 May 2022].

ycw, P. by. (2015, December 26). Physical refining – degumming. Oil Palm Knowledge Base. Retrieved November 22, 2021, from <https://oilpalmblog.wordpress.com/2015/12/26/physical-refining-degumming/>.

# ANEXOS

Active RF

0019100

**SEPI GEL**  
ESPECIALISTAS EN DECOLORACION · BLEACHING SPECIALISTS

RGSEAA 31.01762/GU

## FICHA TÉCNICA

### Descripción del Producto

**Sepigel® Active RF** es una gama de tierras decolorantes altamente activadas, especialmente elaboradas para el tratamiento de aceites y grasas de difícil decoloración

#### Características físico-químicas

##### Propiedades típicas

Aspecto	Polvo
Humedad (IR)	Máx. 8 %
Densidad Bulk	450 - 550 g/l
pH (10 % suspensión)	4,0-6,0

##### Distribución de tamaño de partículas (tamizadora de aire):

> 75 µm	Máx. 12 %
> 63 µm	Máx. 20 %
> 45 µm	Máx. 38 %

##### Análisis químico (FRX - b.s.)

SiO <sub>2</sub>	57,7 %
MgO	21,2 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,0 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,0 %
K <sub>2</sub> O	0,8 %
CaO	1,5 %
Na <sub>2</sub> O	0,1 %
PC 1.000°C	9,5 %



SEPIOLSA

www.sepiolsa.com  
Telf: +34 949 010 000  
Bleachingearth@sepiolsa.com

Ilustración 7. Ficha técnica de la tierra de blanqueo SEPIGEL M200.



## PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR REVISIÓN CONTENEDORES DE TIERRAS DE BLANQUEO USADAS

### 1. OBJETO

Establecer un procedimiento para el seguimiento y la reducción de las combustiones o intentos de estas que se presentan en los contenedores de almacenamiento de tierras usadas.

### 2. ALCANCE

Este procedimiento se establece para la zona de refinería, específicamente la zona de descargue de tierras de blanqueo de los filtros de aceite tipo Kurita.

### 3. RESPONSABILIDAD

Los operadores lo filtros tipo Kurita de cada uno de los tres turnos son responsables del cumplimiento del seguimiento y la revisión de los contenedores de tierras de blanqueo y de ser necesario su posterior reducción de temperatura para evitar la combustión de estas mismas.

### 4. PROCEDIMIENTO

- Las tierras de blanqueo usadas provenientes del proceso de blanqueo y desgomado tanto de palma y soya son descargadas por un ducto hacia los contenedores de estas mismas, las cuales son ubicadas por los montacargas en la zona de reposo de estas mismas para su posterior enfriamiento por convección.
- El operador de turno de la sección de blanqueado debe verificar al momento que estos contenedores sean descargados, si se presenta presencia de humo, olor a quemado o presencia de fuego.
- En caso de presentarse alguno de los casos anteriormente mencionado, se deberá rociar con xxx L de agua de manera uniforme sobre la tierra, dejar reposar y verificar pasado 5-10 minutos si persiste la presencia de humo.
- En caso de la presencia de fuego, se deberá utilizar el extintor tipo X, ubicado en la sección de la delta 5 para extinguir las llamas de la tierra.



**PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR REVISIÓN  
CONTENEDORES DE TIERRAS DE BLANQUEO  
USADAS**

•  
**5. DOCUMENTOS Y REGISTROS RELACIONADOS**

Formato de reporte de incidentes con desechos sólidos en refinería.

*Ilustración 8. Formato propuesto para el control de incidentes zona de descargue de vagones de tierra usada.*



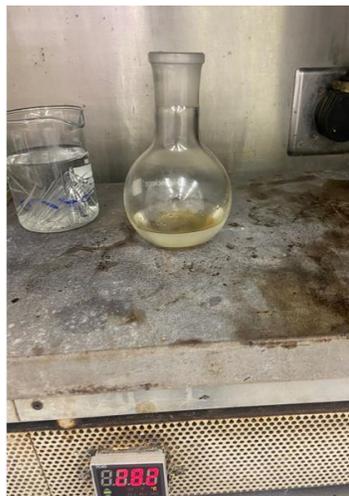
*Ilustración 9. muestra recolectada en la planta.*



*Ilustración 10. pesaje de la muestra para extracción de aceite y determinación de acidez.*



*Ilustración 11. montaje con extracción de equipo Soxhlet.*



*Ilustración 12. recolección de aceite residual en las tierras.*



*Ilustración 13. muestra de aceite residual con solución de etanol.*





*Ilustración 14. pesaje de la muestra para determinación de humedad.*



*Ilustración 15. determinación de humedad en calentador de halógeno.*