

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA
Facultad de Ingeniería de Alimentos
Maestría en Ingeniería



“Metodología para el desarrollo de logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo del aceite lubricante usado”.

Opción de titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Magister en Ingeniería

Presenta:
PAOLA GARCÍA SANTANA

Dirigido por:
MARÍA PAULA MONTOYA

Presidente

Firma

Nombre del evaluador
Secretario

Firma

Nombre del evaluador
Vocal

Firma

Nombre y Firma
Director de la Maestría

Nombre y firma
Decano de la Facultad de Ingeniería de
Alimentos

Bogotá D.C.

Febrero 2022 Fecha (será el mes y año de aprobación del Consejo Técnico, Académico y Curricular)

RESUMEN

Este proyecto busca definir el proceso de la logística inversa en el sector de servicios de la industria de hidrocarburos en el manejo de aceite lubricante usados, basados en los lineamientos de la disposición de residuos y su aprovechamiento. Dicho análisis será enfocado hacia el enrutamiento y los puntos de recolección del aceite lubricante usado, ya que las distancias o facilidades de acceso a los puntos donde se generan este tipo de residuos son una de las mayores dificultades para lograr el aprovechamiento de los aceites usados e incorporarlos como una cadena de valor.

La metodología de investigación a utilizar será mixta y se desarrollará en dos fases una de investigación y consulta teórica, identificación y planteamiento, la segunda fase será la construcción y el desarrollo de una encuesta en las empresas del sector para obtener como resultado de estas dos fases la definición del proceso de la logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos, esta segunda fase tendrá como población objeto una muestra de conveniencia para llegar a los protagonistas directos en este proceso, en total 13 empresas de la industria de servicios del sector de hidrocarburos serán objeto de la aplicación de la encuesta. Esta logística inversa será aplicada en el manejo del aceite lubricante usado para que este residuo no sea dispuesto y se pague por ello (como se viene haciendo hasta el momento) sino por el contrario sea aprovechado, las empresas generadoras reciban un rubro por esto y el aceite sea refinado para dar nuevos usos incluso, el volver a emplearlo en actividades de mantenimiento.

Palabras clave: aceite lubricante usado, re refinamiento, logística inversa, punto de acopio

ABSTRACT

This project seeks to define the process of reverse logistics in the service sector of the hydrocarbon industry in the management of used lubricating oil, based on the guidelines for waste disposal and its use. Said analysis will be focused on the routing and collection points of used lubricating oil, since the distances or access facilities to the points where this type of waste is generated are one of the greatest difficulties to achieve the use of used oils and incorporate them as a value chain.

The research methodology to be used will be mixed and will be developed in two phases, one of research and theoretical consultation, identification and approach, the second phase will be the construction and development of a survey in the companies of the sector to obtain as a result of these two phases the definition of the process of reverse logistics in the service industry of the hydrocarbon sector, this second phase will have as its target population a sample of convenience to reach the direct protagonists in this process, a total of 13 companies in the service industry of the hydrocarbon sector will be the object of the application of the survey. This reverse logistics will be applied in the management of used lubricating oil so that this residue is not disposed of and paid for (as has been done up to now) but instead is used, the generating companies receive an item for this and the oil is re-refined to give new uses, including reuse in maintenance activities.

Keywords: used lubricating oil, re refinement, reverse logistics, collection point

AGRADECIMIENTOS

Sin la fortaleza que me da Dios no hubiese culminado con éxito este peldaño en mi vida, agradezco a su sabiduría, a su amor infinito y al verlo reflejado en todo lo que hago y todo lo que soy. A mi esposo, mi papá, mi mamá, mi hermano, mi hermana y a mi hermoso sobrino por la paciencia y espera durante el proceso de ejecución de este proyecto, quienes como núcleo principal de mi vida fueron tolerantes a tantas ausencias por mi dedicación al desarrollo de este trabajo.

A María Paula Montoya como directora de este trabajo de grado quien con su tenacidad, disposición y conocimiento hizo parte de los cimientos de este gran resultado.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)	11
2.1 GENERALIDADES	11
2.2 LOGÍSTICA INVERSA.....	15
2.3 PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD	20
2.4 MARCO NORMATIVO	22
3. JUSTIFICACIÓN	24
4. OBJETIVOS	27
4.1 OBJETIVO GENERAL	27
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
5. METODOLOGÍA	28
5.1 INVESTIGACIÓN MIXTA	28
5.1.1 <i>Fase 1: Identificación del proceso de la logística inversa en el sector de servicios de la industria de hidrocarburos</i>	29
5.1.2 <i>Fase 2: Desarrollo de la encuesta al sector de servicios en la industria de hidrocarburos ...</i>	32
5.2 DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA	34
5.2.1 <i>Fase Cualitativa</i>	35
5.3 DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS.....	43
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
6.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
6.2 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE LOGÍSTICA INVERSA EN LA INDUSTRIA DE SERVICIOS DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS EN EL MANEJO DEL ACEITE LUBRICANTE USADO.	55
6.3 DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS.....	59
7. CONCLUSIONES	63
8. BIBLIOGRAFÍA	65
9. ANEXOS	68

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 Histórico Pozos Exploratorios en Colombia.....	11
Figura 2 Producción de Crudo.....	12
Figura 3 Aprovechamiento.....	14
Figura 4 Porcentaje de empresas que tercerizan el servicio de logística.....	16
Figura 5 Porcentaje de empresas que han implementado Logística Verde.....	17
Figura 6 Niveles de implementación de acciones de Logística Verde.....	18
Figura 7 Principales municipios donde se registra la mayor generación de Res-Pel.21	

ÍNDICE GRÁFICAS

Gráfica 1 Resultados pregunta 2.....	46
Gráfica 2 Resultados pregunta 3.....	47
Gráfica 3 Resultados pregunta 4.....	48
Gráfica 4 Resultados pregunta 5.....	49
Gráfica 5 Resultados pregunta 6.....	50
Gráfica 6 Resultados pregunta 7.....	51
Gráfica 7 Resultados pregunta 8.....	52
Gráfica 8 Resultados pregunta 9.....	53
Gráfica 9 Resultados pregunta 10.....	54
Gráfica 10 Resultados pregunta 11.....	55

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Documentos sobre Logística Verde y Re refinamiento.	31
Tabla 2 Expertos consultados para la fase cualitativa.	36

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Escenarios de economía.	19
Ilustración 2 Marco Normativo.	23
Ilustración 3 Cadena de Suministro.	29
Ilustración 4 Reincorporación de aceite.	34
Ilustración 5 Modelo SCOR.	43
Ilustración 6 Metodología para el desarrollo de la logística inversa.	58
Ilustración 7 Desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios.	59

1. Introducción

El manejo de aceite lubricante usado en el país, considerado como residuo peligroso por sus componentes altamente tóxicos (Congreso de la República 1996 , está definido en la Legislación Colombiana bajo las diferentes directrices que se enmarcan en el compendio legal del presente documento, sin embargo, este manejo en la industria de servicios del sector de hidrocarburos que es el nicho en el cual se enfoca este trabajo de grado no refleja un aprovechamiento que se puede dar a este tipo de residuo y que genere la aplicación de la logística inversa en la cadena de valor de las diferentes actividades u operaciones en las cuales se involucra el uso del aceite lubricante.

Esta situación ha conllevado a ver en la disposición del aceite lubricante usado en un egreso en los procesos y si bien se comienza a dar un giro a la aplicación del modelo SCOR dentro de los actores que involucra el manejo, generación y disposición del aceite lubricante usado, nos encontramos con la transformación de un proceso en el manejo, generación y aprovechamiento del aceite lubricante usado como propuesta de valor que genere ingresos en el proceso productivo y que a su vez pueda reincorporarse en su primera etapa de uso.

Finalmente, esto se lograría involucrando la alternativa de re refinamiento del aceite lubricante usado y el acoplamiento de una logística inversa en el manejo de este producto basados en los resultados que arrojados en la encuesta a desarrollar en la Asociación LADS, buscando de esta manera un aumento en la aplicabilidad del aprovechamiento

y/o valorización de este residuo peligroso(Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 2015).

2. Marco Teórico (Estado del arte)

2.1 Generalidades

La actividad de perforación en el país se vio seriamente afectada a causa de la pandemia por COVID-19, sin embargo, dicha actividad ha acompañado durante los años diferentes procesos productivos en la industria. Muestra de ello es el comportamiento de los pozos exploratorios a nivel nacional como lo muestra la figura 1. De esta actividad nace el interés de investigación del presente proyecto frente al manejo de aceite lubricante usado y su potencial desarrollo de logística inversa en el gremio de servicios del sector de hidrocarburos.

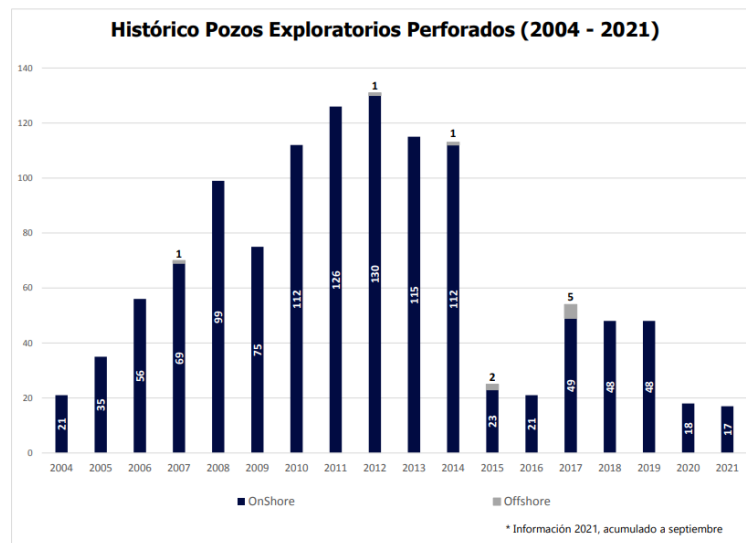


Figura 1. Histórico Pozo Exploratorios en Colombia. **Fuente:** Agencia Nacional de Hidrocarburos 2021

Por su parte y en complemento a la información presentada, la Asociación Colombiana del Petróleo y Gas refleja en las cifras presentadas en la figura 2, el comportamiento de

la producción de crudo en Colombia; esta información demuestra la necesidad de la incorporación de estrategias de logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos como un modelo de competitividad y sostenibilidad acordes a las necesidades de la industria y los enfoques gubernamentales.

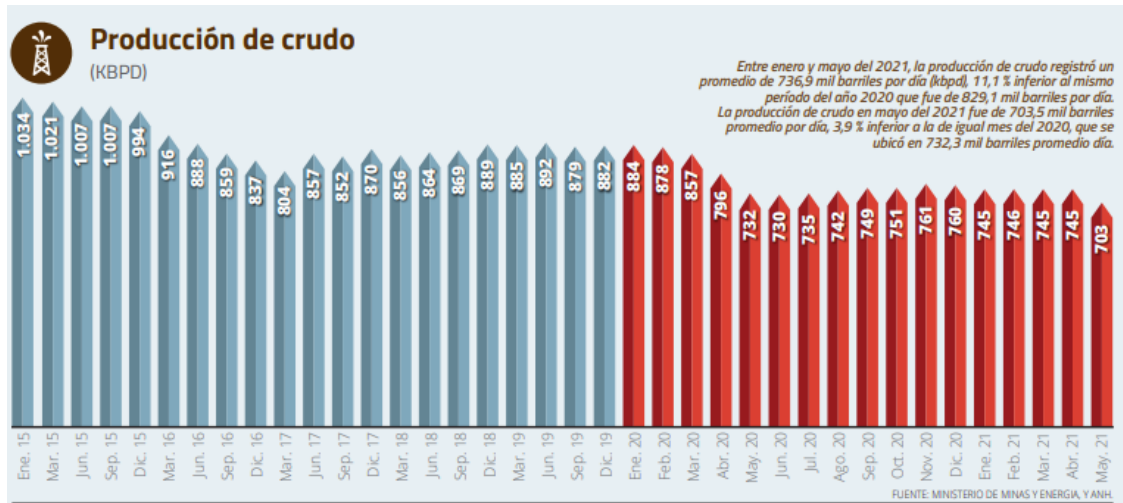


Figura 2. Producto de crudo **Fuente:** Asociación Colombiana de Petróleo 2021

Bajo el Decreto 4741 de 2005 y el Decreto 1076 de 2015 se establecen las clasificaciones de los residuos peligrosos en el país encontrando a los aceites lubricantes usados bajo la denominación de residuo Y9 Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua. Bajo este contexto, se evidencia que las operaciones de hidrocarburos representan un porcentaje significativo en la generación de residuos peligrosos en Colombia, las actividades de apoyo para la extracción de petróleo y de gas natural son la segunda actividad que presentó mayor generación de residuos peligrosos

y demuestra un comportamiento de incremento directamente proporcional a las cifras de los últimos tres años reportadas; para el año 2019 el 52.5% de estos residuos corresponden a 335.992 Ton de mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.(IDEAM 2020)

En el año 2007 se crea el Registro de Generadores de Residuos Peligrosos administrado por el IDEAM de acuerdo con la Resolución 1362 de 2007(IDEAM 2020), este informe da a conocer las cifras y comportamiento en materia de manejo y disposición de residuos peligrosos en Colombia y es una línea base de interés y valor documental para la presente investigación.

Dentro de la gestión de los residuos peligrosos se encuentran tres tipos de gestión el aprovechamiento, tratamiento y disposición final, encontrando en el aceite lubricante usado derivado de las actividades de perforación una alternativa de valorización energética de este producto al incorporarlo de nuevo a la cadena de valor. Esto presenta el camino a recorrer y la potencial aplicabilidad de la logística inversa en este eslabón de las actividades de manejo de residuos peligrosos, dado que para el 2019 tan solo el 13% de la totalidad de residuos peligrosos generados en el país manejan como tipo de gestión el aprovechamiento.(IDEAM 2020), en la figura 3 se presentan las distribuciones del tipo de gestión del residuo frente a la actividad económica asociada al sector de hidrocarburos.

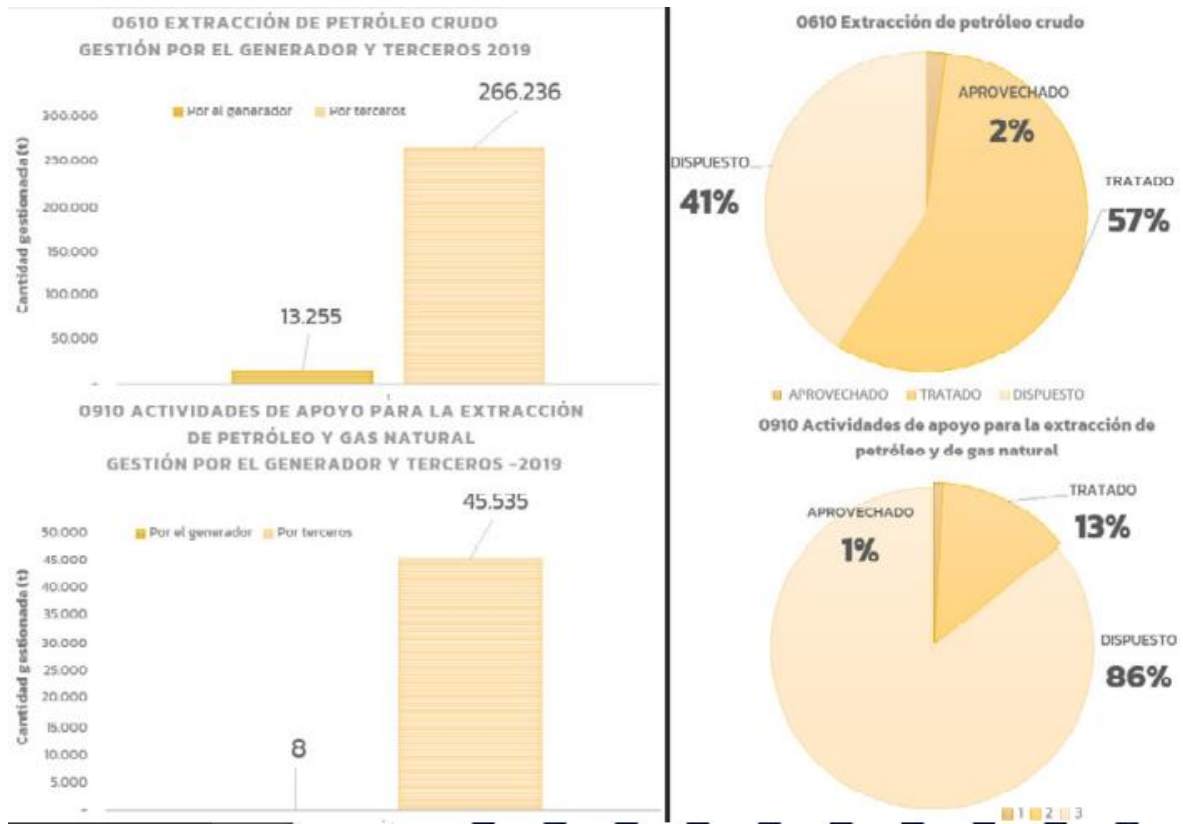


Figura 3. Aprovechamiento Fuente: Informe RESPEL 2019 IDEAM

Dentro del reporte entregado por el Fondo de Aceites Usados se evidencia al año en curso, la necesidad de intervenir con alto grado de interés el aprovechamiento por re refinamiento que se puede dar al aceite lubricante usado, dicho esto se justifica bajo la evidencia presentada en el informe 2021, en donde el 65% de aceite lubricante usado es aprovechado como combustible, aprovechamiento que está dentro del cumplimiento legal Colombiano pero que está impactando en las emisiones generadas durante su combustión. El 27% de representación del uso y aprovechamiento de este residuo es comercializado ilegalmente y de allí se aumenta la intensidad de este trabajo de grado para contrarrestar estas cifras logrando del aceite lubricante usado un proceso de mayor

porcentaje y representación de aprovechamiento dentro del refinamiento como valorización de bases lubricantes.(FAU – ACP 2021).

2.2 Logística inversa

En la Encuesta Nacional de Logística realizada para el 2020 en el país, el 89% de las empresas realizan la tercerización de servicios logísticos para el manejo de materiales peligrosos como se observa en la figura 4, siendo el segundo porcentaje en importancia.

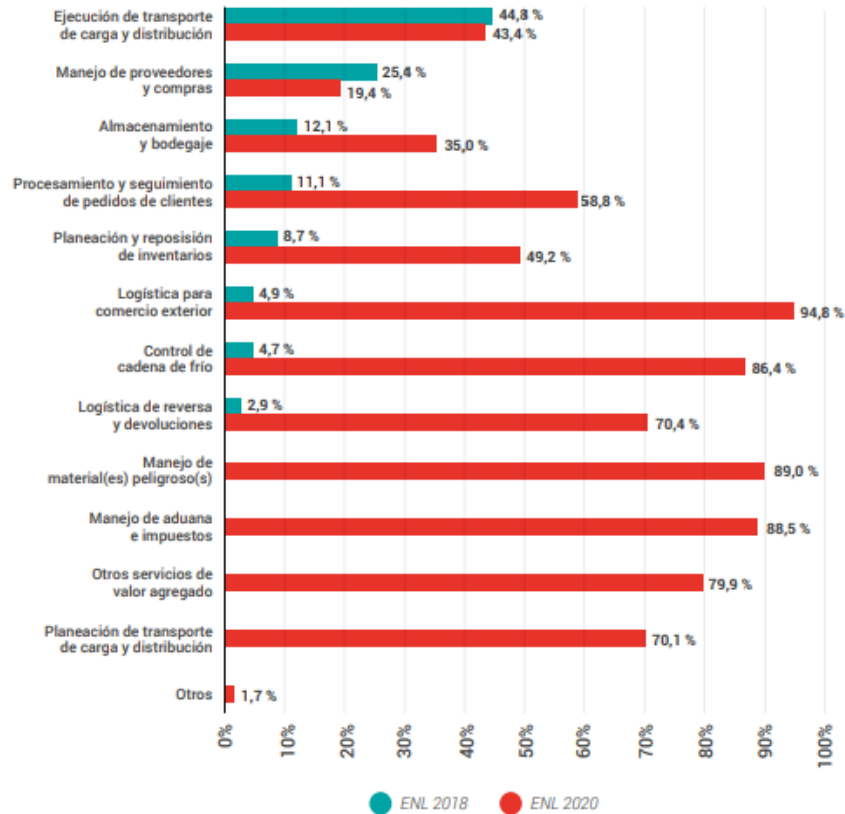


Figura 4. Porcentaje de empresas que tercerizan servicios logísticos. **Fuente:** Encuesta Nacional de Logística 2020

La evaluación de la implementación de logística verde en el país según la ENL, por sus siglas Encuesta Nacional de Logística 2020 fue del 51,9 % de empresas que aplican este tipo de prácticas, en la Figura 5 se observa el bajo incremento de esta incorporación en la dinámica de la industria en Colombia versus el año 2018. (Alberto Rodríguez Ospino et al. 2020).

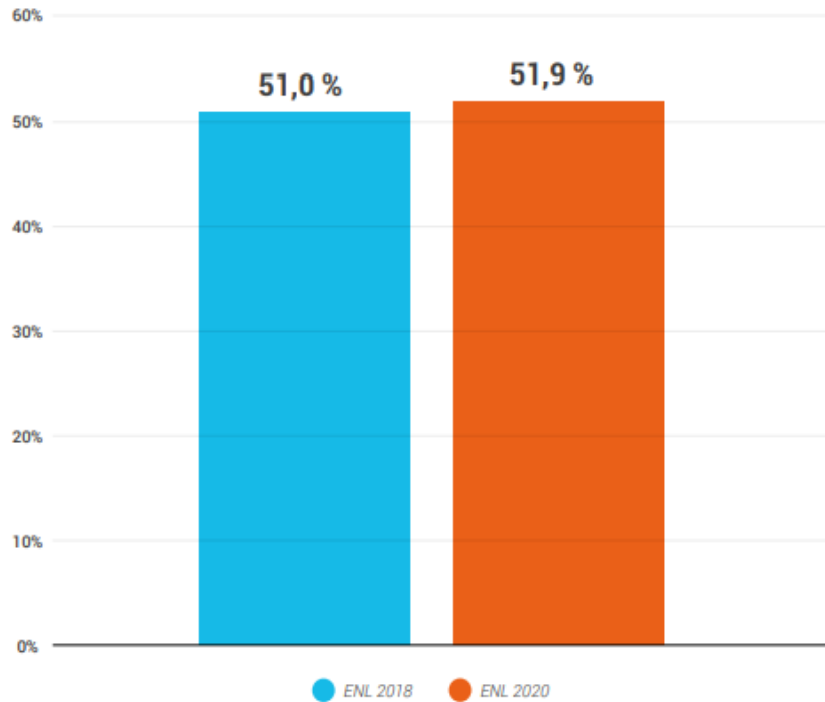


Figura 5. Porcentaje de empresas que han implementado acciones de logística verde. **Fuente:** Encuesta Nacional de Logística 2020

Con base en el anterior comportamiento, el nivel de implementación de acciones de logística verde en el sector industrial tuvo una aplicabilidad del 18.3% en el 2020 con el desarrollo de prácticas de logística de reversa para la recuperación de materiales de desperdicio, la figura 6 ilustra la distribución de acciones por actividad económica.

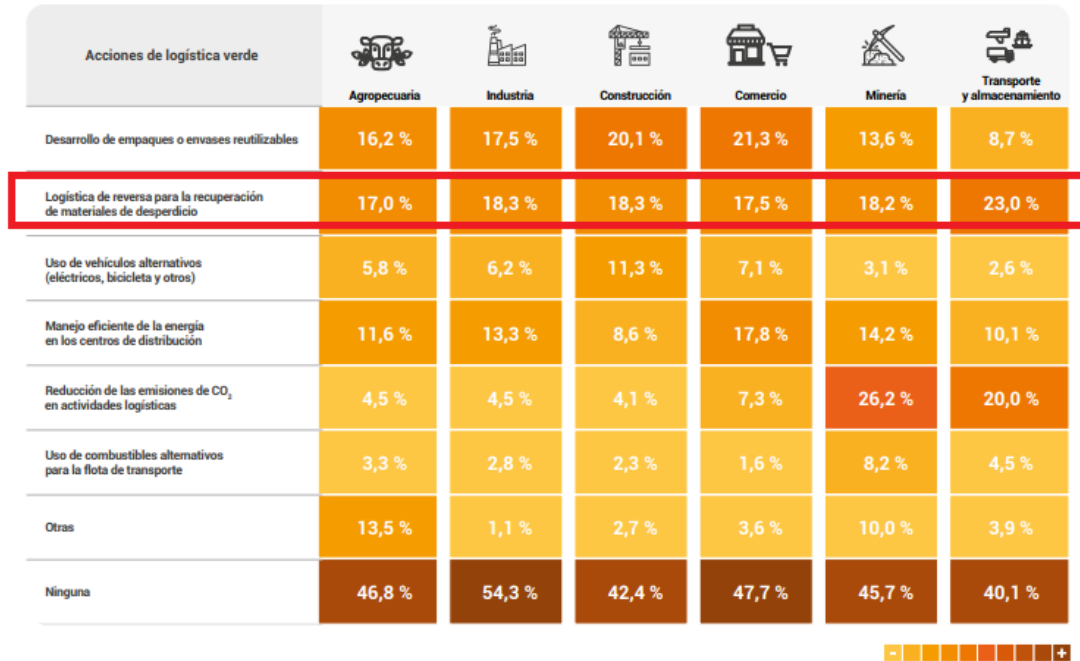


Figura 6. Niveles de implementación de acciones de logística verde por actividad económica **Fuente:** Encuesta Nacional de Logística 2020

Con lo anteriormente expuesto, es claro que en Colombia se requiere un direccionamiento al desarrollo logístico en acciones de logística inversa enfocados al aprovechamiento que se debe asumir desde el ciclo de vida de los productos orientando al desecho de las operaciones en una forma de generar valor agregado dentro de su cadena de valor como eje principal de competitividad y sostenibilidad. (Cely Torres 2013). Esta definición de proceso se alinea a las políticas y direccionamiento con enfoque ambiental en el que se encuentra Colombia.

Para incluir la logística inversa en el sector de servicios de la industria de hidrocarburos se requiere convertir la dinámica de economía lineal en una economía circular que busca

incorporar el aceite lubricante usado de nuevo a la cadena, a continuación, se representan los escenarios descritos:

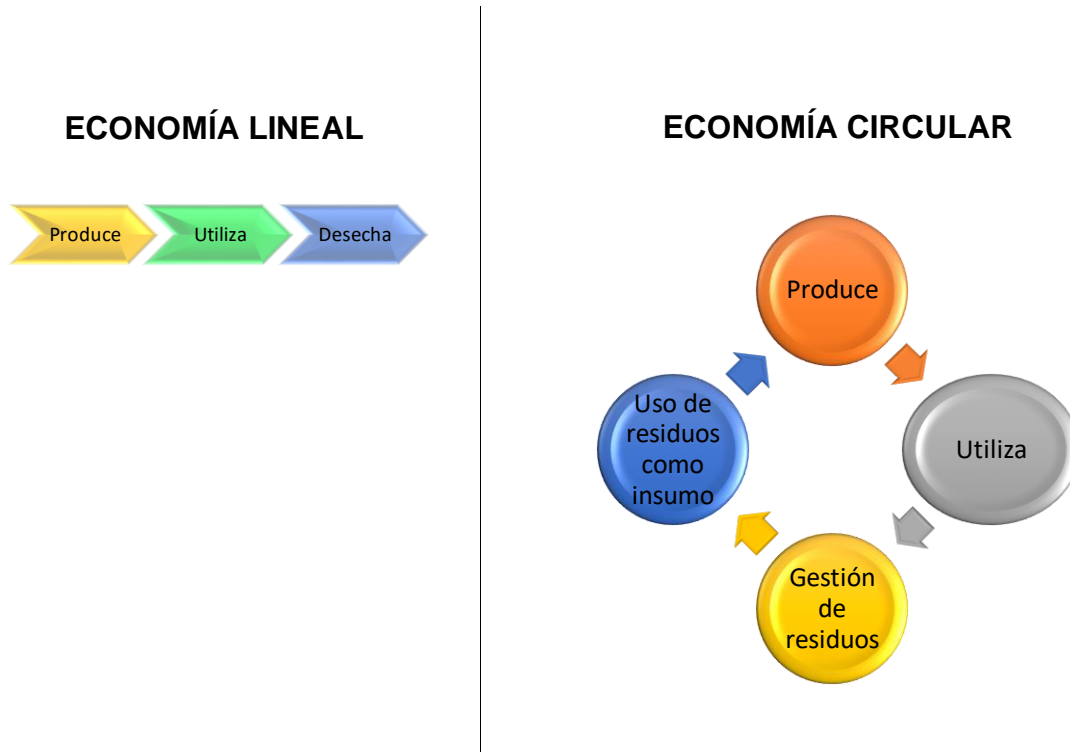


Ilustración 1. Escenarios de economía **Fuente:** El autor

La logística inversa juega un papel importante en la incorporación del aceite lubricante usado porque está directamente relacionada con los programas post consumo del Gobierno Nacional que para este caso se refleja aplicado en el aprovechamiento del aceite lubricante usado para los procesos de re refinación, logrando emplear el aceite lubricante re refinado en las cadenas de servicios de la industria de hidrocarburos. La logística inversa busca reducir la cantidad de residuos generados en un proceso, la extensión de la vida útil de los productos y la contribución en el impacto al medio ambiente.

2.3 Participación de la Comunidad

Todos los actores en la cadena de valor son determinantes para una adecuada aplicación de logística inversa, es por esto, que con gran interés se busca trabajar con las comunidades de Villavicencio, Barrancabermeja y Bogotá se enfoque el aprovechamiento de aceites lubricantes usados siendo las zonas de mayor toneladas generadas y mayor incidencia en las operaciones de servicios del sector de hidrocarburos confieren. Cabe anotar que como primera zona representativa encontrada en Antioquia hace referencia a las actividades de minería, las cuales no son el punto objetivo del presente trabajo.

No	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	GENERACIÓN (t)	%
1	ANTIOQUIA	YONDO	95.481	14,9%
2	BOGOTA, D.C.	BOGOTA, D.C.	66.517	10,4%
3	SANTANDER	BARRANCABERMEJA	48.781	7,6%
4	CASANARE	VILLANUEVA	43.877	6,9%
5	META	VILLAVICENCIO	22.930	3,6%
6	VALLE DEL CAUCA	YUMBO	21.317	3,3%
7	ARAUCA	TAME	18.929	3,0%
8	CUNDINAMARCA	MOSQUERA	18.456	2,9%
9	ATLANTICO	MALAMBO	14.737	2,3%
10	BOLIVAR	CARTAGENA DE INDIAS	14.324	2,2%
11	META	PUERTO GAITAN	14.081	2,2%
12	ATLANTICO	BARRANQUILLA	13.407	2,1%
13	ATLANTICO	SABANALARGA	11.323	1,8%
14	CESAR	EL PASO	11.213	1,8%
15	META	CASTILLA LA NUEVA	10.616	1,7%
16	VALLE DEL CAUCA	CALI	9.536	1,5%
17	HUILA	NEIVA	8.992	1,4%
18	CASANARE	YOPAL	8.962	1,4%
19	CASANARE	MANI	8.406	1,3%
20	BOLIVAR	TURBACO	7.694	1,2%

Figura 7. Principales 20 municipios donde se registra la mayor generación de residuos peligrosos 2019 Colombia **Fuente:** Informe RESPEL 2019 IDEAM 1

En búsqueda de integrar la participación de la comunidad en el pacto de sostenibilidad del Gobierno Nacional cuyo objetivo tiene como base producir conservando y conservar produciendo, nace la necesidad de capacitar, entrenar y fortalecer las estrategias de logística inversa en las regiones donde mayor impacto por el manejo de aceites lubricantes usados se generan en el país de acuerdo con el informe de residuos peligrosos del IDEAM 2019. Como meta, el Plan Nacional de Desarrollo Pacto por la sostenibilidad tiene propuesto que los residuos peligrosos especiales sean sujetos a una gestión posconsumo asociados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3,12 y 13 aplicando la economía circular en las actividades económicas. (Departamento Nacional

de Planeación 2018) , si se afianza el trabajo de entrenamiento desde las comunidades impactadas se puede lograr una mejor aplicabilidad y desarrollo de la logística sostenible para el manejo del aceite lubricante usado logrando su aprovechamiento y no manteniendo el proceso de disposición final que hoy se tiene.

2.4 Marco Normativo

Dado el tema de aplicación del presente trabajo es importante conocer y exponer el cumplimiento legal aplicable para el manejo de Aceite Lubricante Usado, a continuación, el compendio de cumplimiento normativo en Colombia:



Ilustración 2. Marco Normativo Fuente: El autor

3. Justificación

En los procesos operativos de las actividades de perforación en el sector de hidrocarburos se generan residuos peligrosos dentro de los cuales se encuentran los aceites lubricantes usados representados en un 52.5% del total de residuos peligrosos generados para el 2019(IDEAM 2020). Para garantizar el cumplimiento de la legislación Colombia y la protección al medio ambiente, dichos residuos son dispuestos por empresas avaladas por las entidades ambientales que regulan y controlan el objeto y correcta disposición de los aceites usados en el país. Sin embargo, estos residuos tienen un alto potencial de aprovechamiento en el desarrollo de logística inversa aplicable en la industria de servicios del sector de hidrocarburos lo cual enfoca este trabajo de grado en la definición del proceso para reincorporar el aceite lubricante usado en las actividades industriales.

Dentro del Pacto para el transporte y la logística establecido en el Plan Nacional de Desarrollo en Colombia, uno de los retos es reducir los costos logísticos, que en la actualidad representan en promedio el 13,5% sobre las ventas.(Anon 2018), esto presenta una de las ventanas rotas en las operaciones logísticas para la disposición de residuos peligrosos en el país, los costos asociados al traslado de los aceites lubricantes usados para su aprovechamiento resultan elevados para lograr reincorporarlos en la cadena de valor.

Para esto, el país ha iniciado el proceso de transición a la economía circular como iniciativa del Gobierno Nacional, con la que se busca reducir la intensidad en el uso de materiales (que es 2,8 veces mayor que el promedio de la OCDE).(Departamento Nacional de Planeación 2018), se estima que en Colombia el potencial de la economía circular podría alcanzar 11,7 mil millones de dólares anuales en ahorros de materiales y oportunidades de nuevos negocios, así como la generación de encadenamientos y el fortalecimiento de cadenas de valor, como uno de los factores generadores de productividad, todo esto armonizado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2019).

Con base en lo anterior, las problemáticas actuales para el aprovechamiento de este residuo peligroso se encuentran en no contar con una legislación que enmarque las responsabilidades de todos los actores en la gestión de aceites usados y que a hoy se mantiene este vacío legal, el capacitar a los diferentes actores del manejo de aceites lubricantes usados y el encontrar una logística rentable para no disponer sino aprovechar este recurso.(Ministerio de Ambiente 2005), teniendo en cuenta que en la actualidad del país se ejerce un control del manejo de Aceites Lubricantes Usados y que su trazabilidad en los años se refleja en los informes arrojados por el IDEAM, el desconocimiento o el impedimento que pueden abocar los generadores de aceite lubricante usado en su aprovechamiento, puede deducir el temor a la innovación, a las alternativas que se derivan desde la logística inversa y que el gobierno Nacional impulsa a través de la Estrategia de Economía Circular en Colombia.

Este proyecto está enmarcado dentro de la cadena de abastecimiento eficiente y sustentable como sublínea de investigación toda vez que la búsqueda de una alternativa de incorporación del aceite lubricante re refinado en la cadena de abastecimiento dentro del proceso de aprovechamiento de un residuo peligroso permite que la industria de servicios del sector de hidrocarburos plantee una iniciativa de Economía Circular alineada con la incorporación de la logística inversa y encaminada a la Transformación Energética que se habla en el sector.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Diseñar una metodología para el desarrollo del proceso de la logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo del aceite lubricante usado derivado de las actividades de mantenimiento en la operación enfocado en el enrutamiento y los puntos de recolección del aceite lubricante usado.

4.2 Objetivos específicos

- Identificar las problemáticas y contexto asociadas al manejo de aceite lubricante usado en la industria de hidrocarburos que han limitado la incorporación de la logística inversa en los procesos de disposición.
- Caracterizar el proceso de logística inversa del manejo de aceite lubricante usado.
- Desarrollo de la metodología para la aplicación de la logística inversa en la industria de servicios del sector hidrocarburos para el manejo de aceite usado.
- Desarrollar 3 macro estrategias que permitan apoyar el sector de hidrocarburos en el proceso de la logística inversa.

5. Metodología

5.1 Investigación mixta

El presente proyecto generará una definición para la aplicación de la logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos para el manejo de aceite lubricante usado, debido a que al considerar este producto como residuo no está generando valor agregado para los servicios de perforación, razón por la cual se busca con esta investigación realizar la metodología para el desarrollo de la logística inversa en la industria del sector de hidrocarburos en el manejo del aceite lubricante usado para que el aprovechamiento del aceite usado sea una fuente de ingreso y no una generación de gastos por su disposición, reincorporándolo como aceite re refinado enfocando la definición del proceso como iniciativa dentro de la Estrategia Nacional de Economía Circular del Gobierno de Colombia.

Los métodos de investigación mixta involucran una combinación de datos cualitativos y cuantitativos.(Creswell 2009), los datos cualitativos son tendenciales de ser abiertos mientras que los datos cuantitativos en su mayoría nos arrojan respuestas cerradas como las que se pueden encontrar en encuestas, formularios o cuestionarios.

Esto conlleva a tener un panorama más completo y cercano de los elementos que caracterizarán la metodología para el desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios; puesto que los métodos mixtos (Creswell 2009) emplean evidencia en datos verbales, textuales, numéricos y simbólicos para poder entender y analizar el objeto de la investigación.

El trabajo se realizará por medio de dos fases, las cuales se describen a continuación:

5.1.1 Fase 1: Identificación del proceso de la logística inversa en el sector de servicios de la industria de hidrocarburos

En esta fase se buscará de manera teórica identificar el proceso y situación actual que permita evaluar la aplicación de logística inversa en el sector de servicios en la industria de hidrocarburos. Con esta evaluación inicial se busca identificar cuáles serían las problemáticas y desafíos de los procesos actuales en cuanto al cumplimiento de la legislación colombiana y la relación con la aplicabilidad de la logística inversa en el manejo de aceites lubricantes usados.

Cadena de Suministro

Teniendo en cuenta el proceso de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo de aceite lubricante usado, a continuación se esquematiza la cadena de suministro aplicable al presente proyecto:

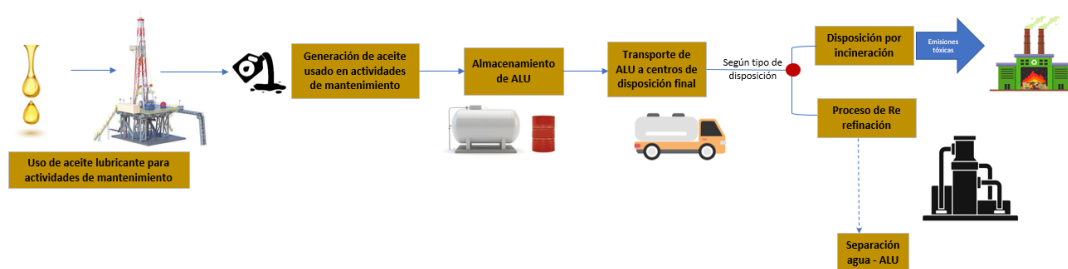


Ilustración 3. Cadena de Suministro **Fuente:** El autor

A continuación, se caracterizan los pasos principales dentro de la cadena de suministro del manejo de aceite lubricante en la industria de servicios del sector de hidrocarburos.

Cabe anotar que el aceite lubricante usado se origina por las actividades desarrolladas en los taladros de perforación en las zonas de explotación de hidrocarburos en el país.

- Uso de aceite lubricante para actividades de mantenimiento: El aceite lubricante nuevo bajo diferentes referencias empleadas por las empresas del sector de servicios de la industria de hidrocarburos es empleado en las operaciones de mantenimiento y funcionamiento de equipos como generadores, compresores, motores de bombas, plantas estadios, entre otros. Este producto logra que se lubriquen las piezas, que se mejore el desempeño de los motores y que la vida útil de los equipos esté alineada al manejo que establece el fabricante.
- Generación de aceite usado en actividades de mantenimiento: Después del uso normal asociado a la propiedad de lubricación ejercida por el aceite es necesario realizar el cambio de este en los equipos en donde se emplea este producto. La recopilación de este aceite lubricante que ahora se convierte en aceite usado se realiza en canecas de 55 galones, en isotanques de recolección de aceite usado o en tanques estacionarios para su posterior despacho en carro tanques por medio de la succión de este residuo.
- Almacenamiento de Aceite Lubricante Usado: el aceite usado, es almacenado temporalmente en canecas de 55 galones, isotanques o tanques estacionarios por los generadores mientras se coordina la gestión de la disposición final de este residuo peligroso y que en su mayoría se dispone celda de seguridad y/o relleno de seguridad.(IDEAM 2020).

- Transporte de Aceite Lubricante Usado para disposición final: Posterior al tipo de almacenamiento que se tenga del aceite lubricante usado, las empresas generadoras de estos residuos realizan el transporte del aceite lubricante usado con una empresa autorizada para la recolección y disposición final del aceite(Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 2015).

Tabla 1.

Documentos sobre Logística Verde y Re refinamiento

Título	Tema	Año
Importancia de la logística inversa para un desarrollo sostenible en Colombia	Logística Inversa	Cely, A. 2013
Marco general del análisis de la formación logística en Colombia	Logística Inversa	Ospina. M.2016
Estrategias Sustentables en Logística y Cadena de suministro	Logística Sustentable	Carrillo, K.2017
Modelo Logístico para el apoyo a la perforación offshore como un aporte a la internacionalización del sector hidrocarburos en Colombia	Perforación – Sector Hidrocarburos	Suares. M 2015
Re-refinación de aceites usados en Colombia: Primer Paso hacia la Sostenibilidad de un recurso no renovable	Aceites Lubricantes Usados	Echeverri, H. n.d.

Fuente: El autor

Para el cierre de esta fase es importante mencionar que existen algunas investigaciones frente a la logística inversa y el manejo de residuos peligrosos enfocados a los beneficios del proceso de re refinación, la aplicación de la logística inversa en los procesos productivos y aplicación de logística verde. Esto demuestra que la presente investigación presenta conocimiento nuevo y utiliza un modelo exploratorio por la falta de información que correlacione los temas tratados en el presente proyecto, dado que toda la información recopilada es el insumo para el diseño de una metodología para el desarrollo del proceso de logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo de aceite lubricante usado. Así mismo, y con base en el informe de Residuos Peligrosos del IDEAM 2019 versus la Encuesta Nacional de Logística 2020, no se evidencia un análisis específico para las empresas de servicios del sector de hidrocarburos, lo que conlleva a la necesidad de investigación y exploración en este campo y dar un aporte en los efectos de esta cadena de valor.

5.1.2 Fase 2: Desarrollo de la encuesta al sector de servicios en la industria de hidrocarburos

En esta fase se desarrollará, inicialmente un contexto para el desarrollo de la encuesta asociada a una muestra de expertos en logística inversa, en las actividades de servicios en la industria de hidrocarburos en donde se llevará a cabo un acercamiento a las

condiciones actuales y visión frente al tema abordado en el presente trabajo; de allí se afianzarán las preguntas que se desarrollarán en la muestra de conveniencia dirigida a la industria de servicios del sector de hidrocarburos, incluyendo los factores identificados en la fase cualitativa e investigativa en busca de los factores más significativos para la caracterización de la metodología para el desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios; la encuesta es un método de investigación que brinda respuestas a problemáticas en términos descriptivos, toma la información y según el diseño establecido asegura el rigor de la información obtenida (Buendía 1998).

El cuestionario de encuesta presenta los contenidos necesarios para definir la metodología para el desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos, por lo tanto, dicho cuestionario toma validez gracias a las actividades de juicio de expertos y los constructos y sus ítems elaborados a partir de la literatura y de los análisis de dichos contenidos (Duarte 2014) . La muestra por conveniencia, tomada por los casos disponibles a los cuales se tiene acceso(Sampieri 2014); está aplicada en colaboración con la Asociación sin ánimo de lucro LADS (LatinAmerican Drilling Safety) conformada por 13 compañías de servicios relacionadas directamente a las operaciones de perforación fundada hace más de una década. Con los datos obtenidos se generará la definición del proceso de logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo de aceite lubricante usado.

5.2 Definición de la metodología

Tomando como insumo los resultados de las fases 1 y 2, se caracterizará la logística inversa de la cadena de suministro; se empleará el modelo SCOR para aplicar las macro estrategias y así generar valor con la incorporación del aceite lubricante nuevamente al proceso productivo, con el fin de buscar la re refinación del Aceite Lubricante Usado y no disponerlo como un residuo peligroso, sino por el contrario recibir ingresos por la entrega de este tipo de aceite para el aprovechamiento de este residuo para a re refinación del mismo y poder volverlo a utilizar como lubricante en las actividades de mantenimiento.

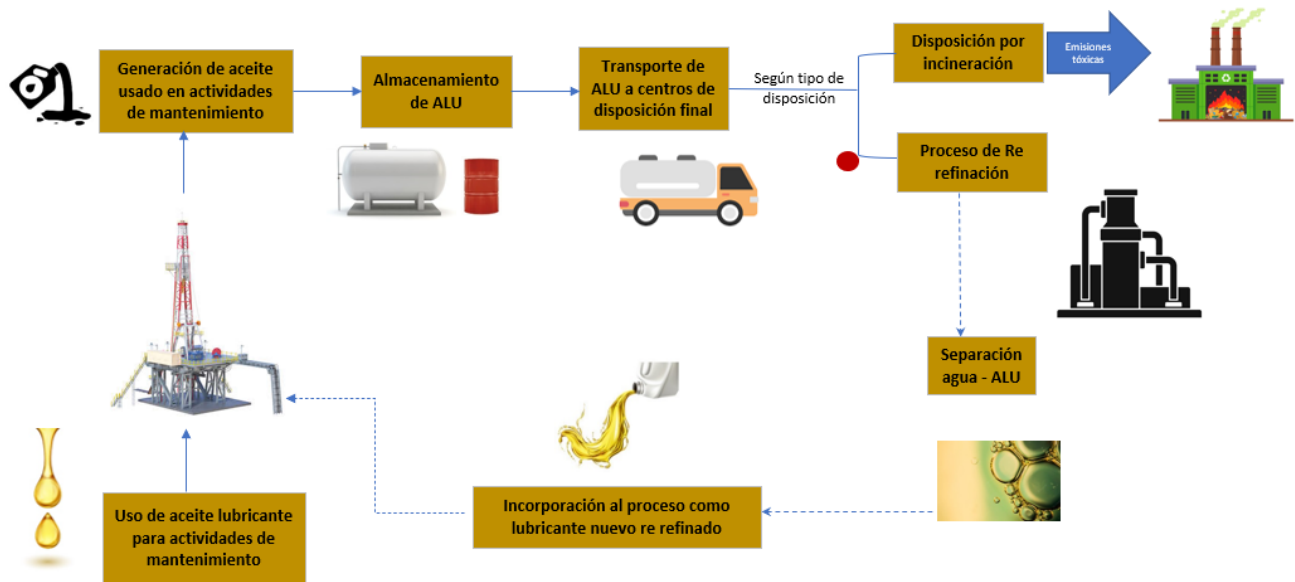


Ilustración 4. Reincorporación de aceite. Fuente: El autor

5.2.1 Fase Cualitativa

En esta fase de la investigación se pretende tener una exploración desde la parte documental(Sampieri 2010) (informes técnicos, comportamiento estadístico, artículos de revistas científicas, entre otros) para la identificación de elementos que apoyen y sustenten la metodología para el desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios de hidrocarburos para el manejo del aceite lubricante usado; así mismo se realizan entrevistas semi-estructuradas a una muestra intencional, ésta emplea una guía de temas claves y el entrevistador tendrá la libertad de desarrollar preguntas adicionales para ampliar la información(Sampieri 2014) y enrutar la entrevista a la necesidad de la investigación.

El propósito de una muestra intencional es adquirir conocimiento desde los modelos mentales de los encuestados para que otorguen los elementos necesarios y de tener en cuenta para el objeto de la investigación, de manera que se esclarezca el panorama para una mayor y mejor comprensión más que generalidades de tipo empírico. (Suri 2011); con esta muestra intencional la identificación de elementos claves para el desarrollo de la investigación se presentan desde la experiencia y conocimientos en materia de gestión de cadenas de valor.(van Manen 1984)

El juicio de expertos se define como la opción informada de personas con trayectoria en el tema, reconocidas como expertos para que brinden información sobre el grado en el que figuradamente se puedan obtener variables de interés para la construcción de la

metodología objeto de esta investigación(Escobar-Pérez and Cuervo-Martínez 2008), de acuerdo con el nivel requerido para el presente proyecto el número recomendado de expertos está entre 3 y 5 (Hurtado 2012), los cuales fueron:

Tabla 2.

Expertos consultados para la fase cualitativa.

Nombre del Experto	Perfil
Rafael Martínez	Ingeniero Ambiental – experiencia en transformación energética
Mauricio Cardona	Gerente de operaciones - Experiencia en refinamiento de ALU
Wilson Rodríguez	Coordinador HSEQ – Experiencia en la industria de servicios del sector de hidrocarburos

Fuente: El autor

Los pasos para realizar el acercamiento con los expertos se desarrollaron de la siguiente manera:

- Explicar el contexto: Una vez identificados, se procede a una comunicación individual, donde se expone el contexto de la investigación, el por qué se seleccionó como experto y cuál es el objetivo del proceso.

- Acuerdo entre las partes: Posterior al contexto del paso anterior se realiza un agendamiento para el desarrollo de una reunión virtual para el desarrollo de la entrevista.
- Posibilidad de discusión: Partiendo que se evidencian diferentes opiniones con respecto a la investigación, dejar la opción de la discusión de cada uno de los expertos.

A partir de los resultados obtenidos de los expertos, se realizan los ajustes de forma y de fondo al cuestionario de encuesta.

Dentro del desarrollo de la fase exploratoria se realizan cuatro entrevistas con expertos por medio de video conferencia en plataformas como Teams y Google Meet, bajo el conocimiento, experiencias y practica se resaltan los siguientes apartes:

1. Entrevista con Rafael Martínez (Ingeniero Ambiental- Gerente de AquaViva con 20 años de experiencia en gestión ambiental, 18 de ellos en el sector de hidrocarburos)
 - a. Tener en cuenta o plantear el cuestionamiento de porque los grandes fabricantes de aceite lubricante nuevo no están realizando el re-refinamiento del aceite lubricante usado.
 - b. Evaluar el alcance de las licencias ambientales, en que caso aplican y las condiciones que se deben tener en cuenta para poder almacenar y transportar residuos peligrosos en el territorio nacional.

- c. La previa caracterización del tipo de aceite lubricante usado para tener en cuenta el proceso apropiado de re-refinación y comprender si su aprovechamiento es viable y su reincorporación en las actividades en donde se emplean aceites lubricantes nuevos.
2. Entrevista con Mauricio Cardona (Ingeniero – Gerente de Operaciones de Esapetrol S.A.)
- a. La incursión en el sector de servicios de la industria de hidrocarburos no ha sido atractiva ni de fácil acercamiento en el gremio por las zonas geográficas en donde se desarrollan las operaciones de las cuales se generan los residuos peligrosos de interés en este caso el aceite lubricante usado, teniendo una mayor recolección de aceite lubricante usado como ejemplo la ciudad de Bogotá en el desarrollo de actividades como cambio de aceite de automóviles alrededor de 10 mil galones.
 - b. El común denominador que enfrenta el país en la actualidad y que dada la permisibilidad que otorga la legislación Colombiana en el aprovechamiento energético de este residuo como combustible alternativo, hace que un gran porcentaje del aceite usado sea manejado de esta manera, esto conlleva a que varias empresas recolectoras de aceite usado cuenten con una Licencia Ambiental que da cobertura al tratamiento de separación para el procesamiento del aceite lubricante usado dando cumplimiento a los parámetros establecidos en la Resolución 1446 de 2005, sin embargo, los inspectores o personal “idóneo” que realiza las visitas de seguimiento y

otorgamiento de las Licencias no cuentan con todo el conocimiento veraz para asegurar este proceso dado que se evidencian casos en los cuales las características del combustible está por debajo de los parámetros establecidos; no se analiza desde la proporción de capacidad de almacenamiento en instalaciones Vs la capacidad de la centrífuga empleada para el tratamiento de separación. Este impacto muestra en cifras como de un 100% de aceite lubricante usado generado en Colombia el 98% se maneja bajo el esquema anteriormente explicado y tan solo el 2% se re regenera. Así mismo, se estima que en Colombia el 30% de aceite nuevo se falsifica y las empresas que hacen un poco recatado el proceso acuden a las bases lubricantes.

- c. Esapetrol S.A. es una compañía pionera en la recolección de aceite lubricante usado como objetivo de aprovechamiento energético, enfocados en cómo darle valor al aceite, hace 10 años realizan re-refinación de aceite lubricante usado y tienen proyecto de duplicar la cantidad recogida de este residuo con la construcción de una refinería ubicada en la capital del país.
- d. La demanda de bases lubricantes es bastante alta y en especial lo compran las compañías que formulan aceites lubricantes.
- e. La re-refinación requiere un alto tecnicismo por lo cual las refinerías de hidrocarburos la ven como un negocio pequeño y por eso solo se enfocan en explotación y exploración.

3. Entrevista con Wilson Rodríguez (Coordinador de HSEQ en una empresa de servicios del sector de hidrocarburos con más de 25 años en la industria)
 - a. La necesidad de aprovechamiento de los residuos peligrosos que puedan incorporarse de nuevo en la cadena de valor sería un hito para la industria.
 - b. La problemática entre comunidades y logística para el transporte de los residuos en áreas restringidas.
 - c. El interés de generar alianzas estratégicas en el sector para los resultados frente a la transformación energética asegura se encuentran evaluando.

El análisis de las entrevistas se realizó bajo un análisis de contenido (Vourvachis and Woodward 2015), análisis utilizado en diversos contextos como estudios organizaciones, psicología social, entre otros. Este análisis tiene como propósito principal, identificar los datos obtenidos, dándoles una estructura lógica y comprendiendo el contexto de la investigación (Sampieri 2014).

5.2.2 Fase Cuantitativa

En el contexto del desarrollo de esta investigación bajo métodos mixtos, los resultados arrojados de la fase cualitativa permiten dar el punto de partida para la fase cuantitativa. De la captura de información con la fase exploratoria con los expertos se genera una encuesta con 10 preguntas para las 13 empresas agremiadas a LADS, la elaboración del cuestionario de encuesta es adecuado y coherente en contenidos alineados a la definición de la metodología que se pretende desarrollar en esta investigación (Duarte 2014).

En el momento de validación de contenido y el aporte de los resultados a la investigación objeto de estudio están bien desarrollados no se hace necesaria la validación de constructo (Peter 1981), dado que no se efectúan validaciones de factores y correlaciones.

Se ha mencionado en anteriores páginas el tipo de muestra seleccionada por conveniencia (aplicación de cuestionario de encuesta a LADS) debido al acceso de casos disponibles y veraces acordes con la investigación (Sampieri 2014).

Finalmente, otras razones por las cuales se sustenta el uso de una muestra por conveniencia refiere una muestra homogénea, dado que LADS comprende un grupo de empresas que prestan servicios en el sector de hidrocarburos; se entrevista personal que se asocia a los temas claves de la investigación (manejo de residuos peligrosos, procesos de re refinamiento, aplicación de logística inversa en la industria).

Después de identificar el nombre de la compañía como primera pregunta, el siguiente interrogante es conocer las bases de mantenimiento en donde se ubican en Colombia; esta pregunta busca encontrar la coincidencia o posible cercanía de lugares geográficos en el país que facilite la unificación de captación del aceite lubricante usado generado en las operaciones.

- La pregunta número tres pretende conocer el área aproximada de las bases de mantenimiento de las empresas, esto con ocasión al resultado de la entrevista con el Ingeniero Mauricio Cardona quien postuló poder realizar una infraestructura

para almacenamiento temporal teniendo la cobertura de la Licencia Ambiental que Esapetrol S.A. cuenta como tratador.

- La cuarta pregunta referencia el tipo de disposición y manejo que se realiza del aceite lubricante usado toda vez que según la información suministrada por los expertos y el soporte teórico de los informes presentados por las autoridades ambientales muestran como mayoría la disposición con gestor autorizado.
- En la pregunta número cinco se realiza un sondeo de la cantidad aproximada de generación del aceite lubricante usado en las operaciones durante un mes, esto con la finalidad de conocer la viabilidad de la aplicación de la logística inversa en el sector de servicios de la industria de hidrocarburos Vs rentabilidad asociada al aprovechamiento de este tipo de residuo peligroso.
- La pregunta número seis y siete refiere la asociación del tipo o referencia de aceite lubricante empleado en las operaciones, con la posibilidad de encontrar la o las referencias más utilizadas en este sector según las operaciones desarrolladas.
- En las preguntas 8 y 9 se pretende conocer en que equipos son empleados los aceites lubricantes para conocer las características requeridas del aceite frente al equipo.
- La décima pregunta relaciona la importancia que como sector pueda considerar la incorporación de la logística inversa en el tratamiento de aceite usado enmarcada como una iniciativa de la Estrategia Nacional de Economía Circular en el país.

Para finalizar el abordaje de la consulta en la agremiación de asociados a LADS se realizan las dos últimas preguntas enfocadas en la problemática que desde su punto de vista consideran tener para poder aplicar la logística inversa en el tratamiento de aceite usado y si están dispuestos a permitir una toma de muestra del aceite lubricante nuevo empleado en las operaciones con la finalidad de realizar el análisis de parámetros versus las características del producto resultante de la re refinación para una reincorporación en las operaciones de mantenimiento en los equipos que se emplea el aceite lubricante.

5.3 Definición de estrategias

Usando el Modelo SCOR primer nivel se definirán estrategias que le permitirán al sector de servicios, no solo la implementación de la metodología, sino la mitigación de los inconvenientes evidenciados.

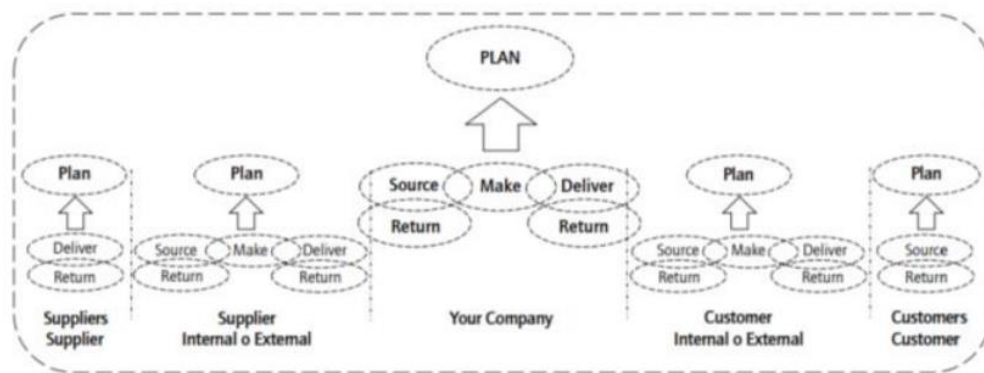


Ilustración 5. Modelo SCOR **Fuente:** (Ovalle, Luis, and Burga 2021)

La relación entre atributos y métricas, para el primer nivel del modelo SCOR, es aquella manera en que una organización puede medir los objetivos estratégicos y su posicionamiento en el mercado, se determina por (Council, 2012).

6. Resultados y Discusión

6.1 Análisis de resultados

En la fase cualitativa los resultados obtenidos brindaron la posibilidad de estructurar el cuestionario de encuesta para la muestra seleccionada; en el proceso de análisis de contenido y lo indicado por los expertos se logra visualizar la necesidad de incorporar la logística inversa en la cadena de valor y poder abordar el manejo de aceites lubricante usado en la industria de servicios del sector de hidrocarburos. Con los informes estadísticos publicados por las entidades reguladoras de residuos peligrosos y logística en Colombia, se puede encontrar una oportunidad de aprovechamiento del aceite lubricante usado generado en las actividades de mantenimiento en el sector de hidrocarburos; conociendo esto se procede a profundizar y cerciorar las condiciones y posiciones de las empresas de servicios del sector de hidrocarburos, encontrando el interés participativo y colaborativo para lograr que este residuo peligroso se convierta en una fuente de ingreso para la cadena de valor, en un producto de aprovechamiento y en tipo de aporte en el Gobierno Nacional como una iniciativa de Economía Circular.

Enmarcado en el conocimiento encontrado en la fase cualitativa los factores más característicos están dados por: la ubicación de las bases de mantenimiento, el tipo de aceite lubricante usado empleado, la aplicabilidad del aceite lubricante dentro de la cadena de valor y la importancia de la aplicación de logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos.

Los resultados de la fase cuantitativa se describen a continuación, el cuestionario de encuesta nos permite obtener información necesaria para definir la metodología para el desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo de aceite lubricante usado. Como se mencionó anteriormente el cuestionario fue aplicado bajo una muestra por conveniencia en las empresas asociadas a la agremiación LADS.

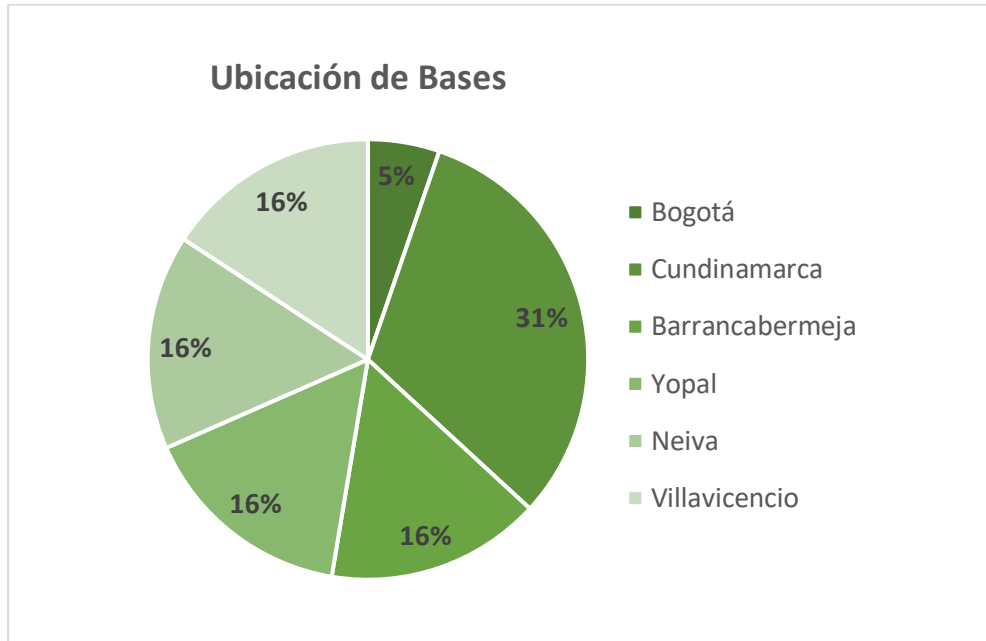
Los resultados obtenidos, muestran una participación del 63 % del total de compañías afiliadas a la agremiación (en total 16), sin embargo, es importante resaltar que de las 16 empresas, 2 de ellas se encuentran en proceso de re estructuración, otras 2 empresas pese a estar vinculadas a la asociación dentro de su Core de negocio no están relacionadas directamente con el objeto de este estudio y por temas de confidencialidad de la información una empresa perteneciente a esta agremiación es del sector público y por dicho motivo se abstuvo de realizar la encuesta. Al descartar estas 5 empresas por las razones expuestas anteriormente, se estaría hablando de un porcentaje de participación del 91% del desarrollo del cuestionario de encuesta, lo que demuestra el interés de este sector dentro de la muestra tomada por conveniencia y que desarrolla una investigación exploratoria.

A continuación, se realiza la tabulación de los resultados de la en obtenidos del cuestionario de la encuesta según preguntas:

La pregunta número uno correspondía al nombre de la empresa que por temas de confidencialidad de la información y uso de nombre no se publica en el presente escrito,

sin embargo, se reitera como se indicó en párrafos anteriores, que se presentó una participación del 91% de las empresas asociadas a la agremiación LADS.

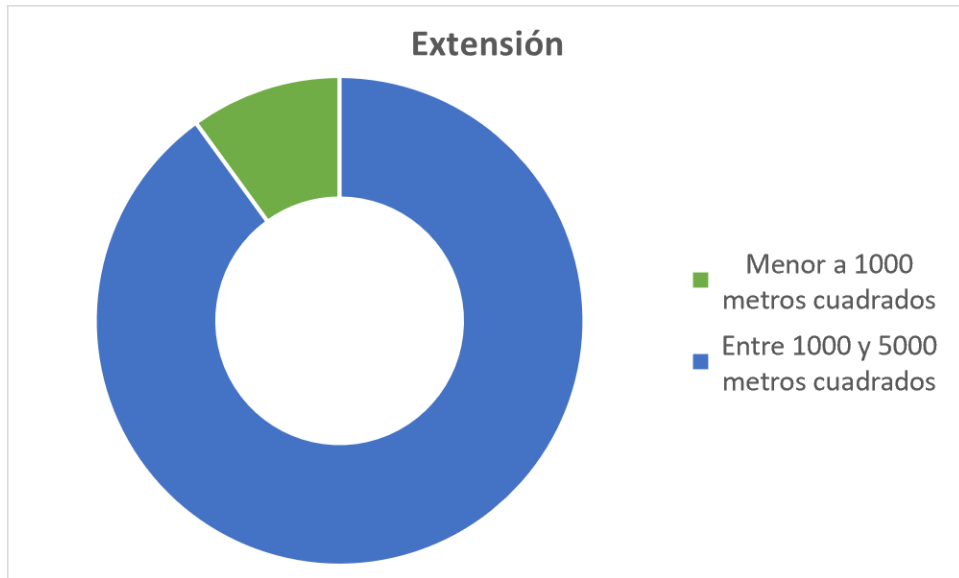
Pregunta 2: En qué zonas del país tiene bases de mantenimiento



Gráfica 1. Resultados pregunta 2 - Fuente: El autor

Esta pregunta demostró que las empresas objeto de la muestra tienen similitud o coinciden en lugares de Colombia con bases de mantenimiento que se pueden asociar con la ubicación de posibles operaciones cercanas a las bases para facilitar el manejo del aceite lubricante usado en las operaciones. Finalmente, este resultado muestra la coherencia con el informe de residuos peligrosos del IDEAM.

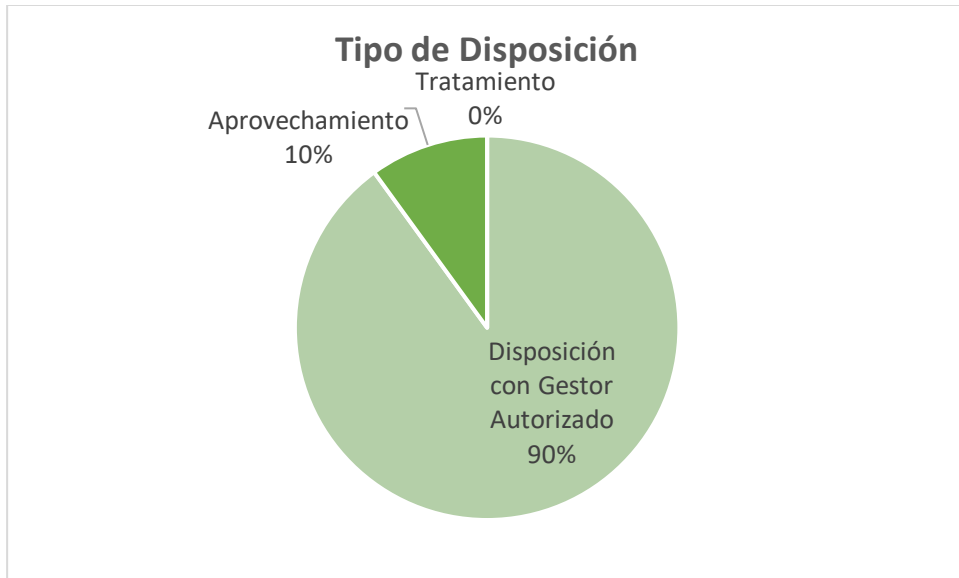
Pregunta 3. El área aproximada de la Base de Mantenimiento en metros cuadrados:



Gráfica 2. Resultados pregunta 3 - Fuente: El autor

Este gráfico permite visualizar que el 90% de las bases permite el manejo temporal del almacenamiento de aceite lubricante usado con una adecuación locativa con la extensión de la licencia ambiental manejada por el gestor quien aprovecharía este residuo peligroso dentro de su cadena de valor para posterior refinamiento.

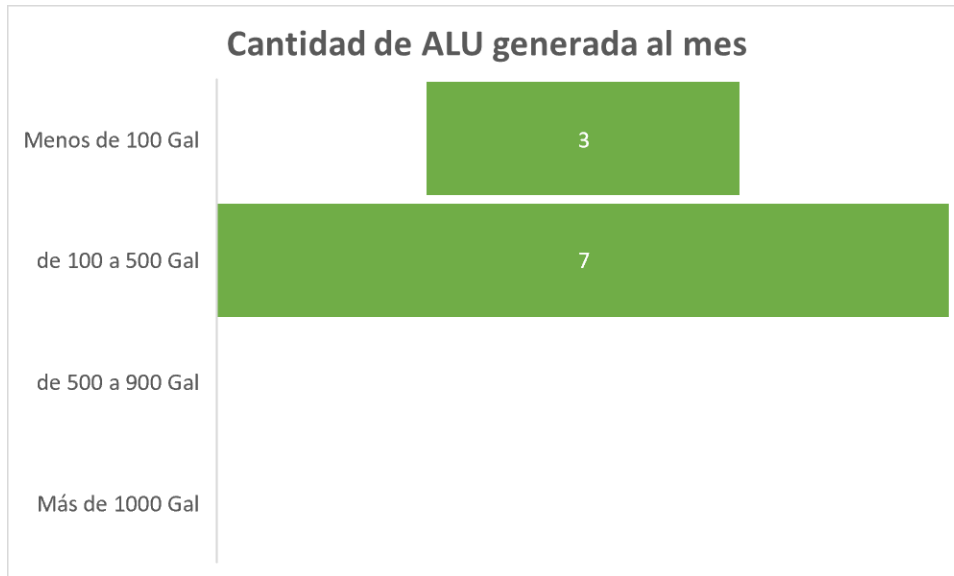
Pregunta 4. Indique el tipo de disposición y manejo que realiza al aceite lubricante usado



Gráfica 3. Resultados pregunta 4 - Fuente: El autor

El porcentaje de aprovechamiento que se da al aceite lubricante usado no es significativo frente a el impacto que este tipo de residuo peligroso puede generar dentro de la aplicación de logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos.

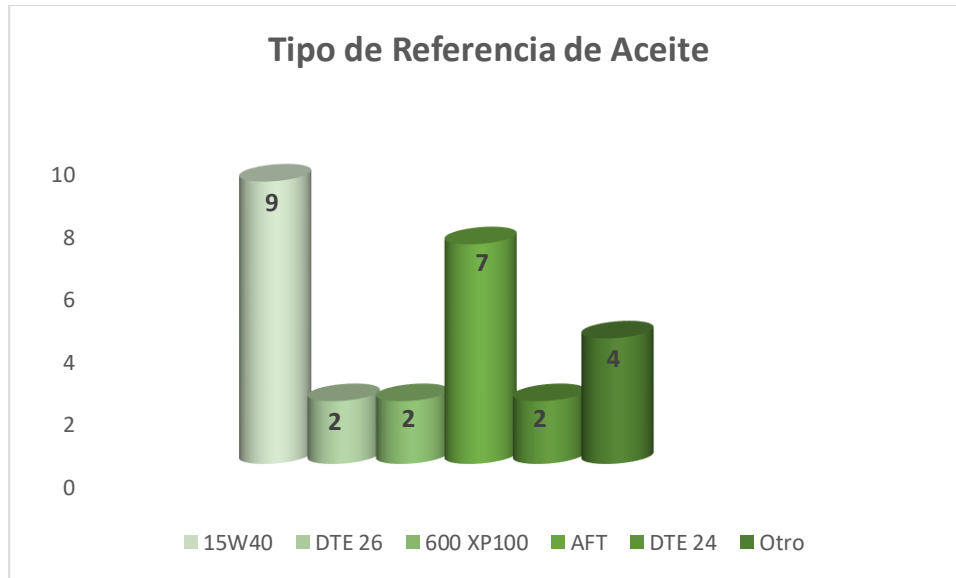
Pregunta 5. Indique la cantidad aproximada en galones de aceite lubricante usado generado al mes



Gráfica 4. Resultados pregunta 5 - Fuente: El autor

Esta pregunta es fundamental para poder reconocer el aprovechamiento de este residuo peligroso en una ganancia real versus cantidad generada y tratada por la empresa que desarrolla el proceso de refinamiento, a su vez va asociada a la pregunta que pretende conocer el área de las bases de mantenimiento porque este factor permite realizar alianzas estratégicas en búsqueda de la reincorporación de este producto en la cadena de valor. Como se puede evidenciar la mayoría de empresas responden entre 100 a 500 galones mensuales lo que permite asegurar que si este manejo se enmarca en una alianza estratégica resultará efectivo el proceso de recolección para su aprovechamiento, dado que los costos de transporte y logística asociados a la recolección de este tipo de residuo peligroso son determinantes para encontrar el punto de equilibrio que permita la viabilidad en el mercado para su real aprovechamiento y aplicación de logística inversa.

Pregunta 6. Indique tres referencias de aceite lubricante más usadas en su operación



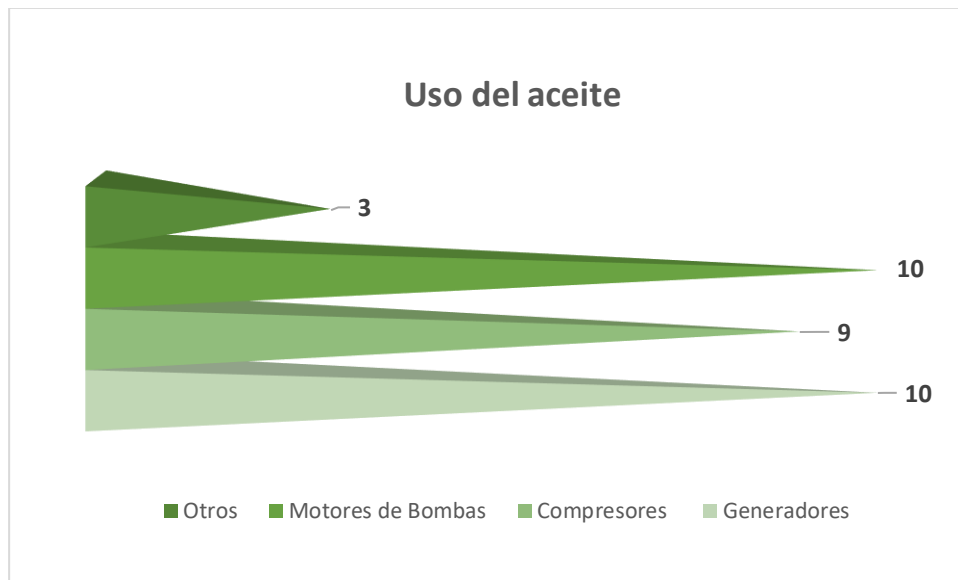
Gráfica 5. Resultados pregunta 6 - Fuente: El autor

Esta pregunta se hace necesaria para conocer las características de los aceites más empleados en las operaciones de la industria de servicios del sector de hidrocarburos, toda vez que los aceites lubricantes cuentan con una base lubricante en un porcentaje superior al 90%, el valor restante para alcanzar la composición del 100% corresponde a aditivos para el uso específico que se pretende dar. Este conocimiento logra indagar las necesidades de la industria de servicios del sector de hidrocarburos frente a los productos usados y así ofrecer un producto re refinado de características acordes a la necesidad.

La mayor aplicabilidad de aceite lubricante se refleja en la referencia 15W40, referencia que por sus propiedades se acerca en similitud a la composición de la base lubricante producto de la re refinación del ALU (Aceite Lubricante Usado). Cuando se mencionan

otro tipo de referencias estas corresponden en tres casos de empresas asociados al mismo producto ISO 68.

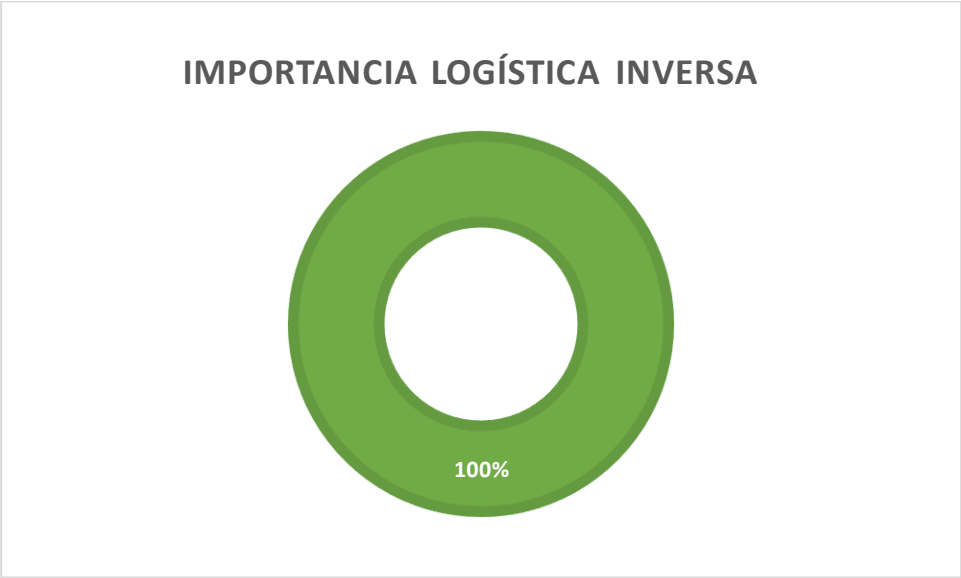
Pregunta 7. De las referencias de aceite lubricante empleadas, éstas son empleadas en equipos como:



Gráfica 6. Resultados pregunta 7 - Fuente: El autor

Todas las preguntas resultan un concatenadas entre sí para ver la viabilidad del modelo metodológico que busca esta investigación, para este caso el conocer la aplicabilidad del producto es fundamental asociándolo con los parámetros que debe tener para su operatividad. Razón por la cual la encuesta arroja en un 100% el uso del aceite lubricante en actividades de mantenimiento en general, de motores industriales, motores de bombas, compresores y generadores.

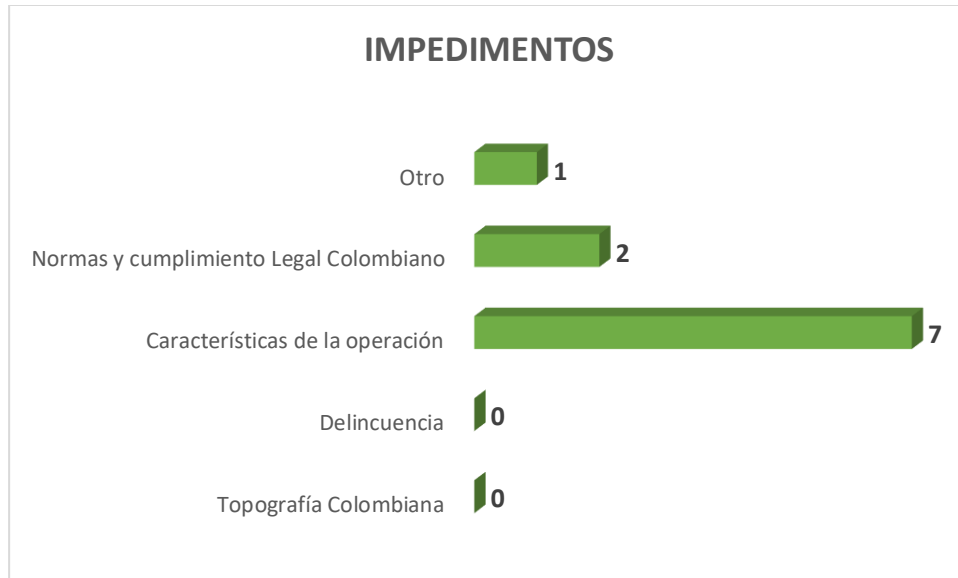
Pregunta 8. Considera importante involucrar el manejo de aceite lubricante usado para involucrarlo de nuevo a la cadena de valor como una iniciativa enmarcada en la Estrategia Nacional de Economía Circular



Gráfica 7. Resultados pregunta 8 - Fuente: El autor

Frente a la relevancia que toma la aplicabilidad de la logística inversa en el sector, se denota un interés del 100% de los encuestados, esto traduce el camino a una iniciativa aplicable de este proyecto en la realidad del país.

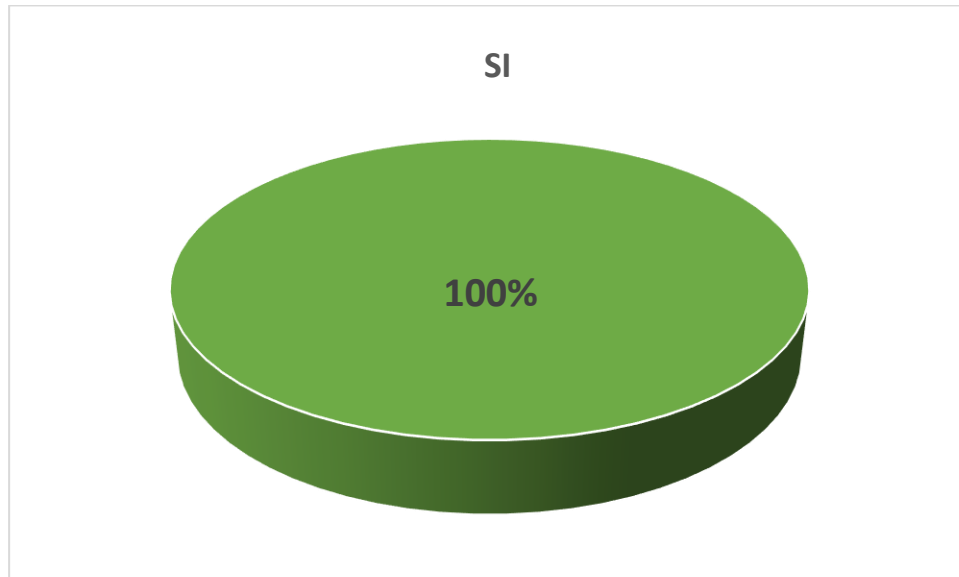
Pregunta 9. Basado en la anterior respuesta, que barrera o impedimento considera tener para la aplicación de logística inversa en el tratamiento de aceite usado generado en el sector de servicios de la industria de hidrocarburos.



Gráfica 8. Resultados pregunta 9 - Fuente: El autor

Es relevante citar que, aunque no es ajeno el interés por realizar estrategias de transformación energética incorporando la logística inversa en las cadenas de valor, hay un sin número de barreras que no permiten materializar las iniciativas enfocadas a una logística sustentable. Lo arrojado en esta pregunta de la encuesta muestra que la dinámica o características de la operación es el mayor impedimento para poder dar una aplicabilidad significativa a la logística inversa en el sector y que a su vez este proyecto busca enfocar dicha problemática en una solución mancomunada para beneficio de todos. Cabe destacar también que la opción otros hicieron referencia a los costos de transporte, lo que también enmarca la viabilidad de trabajar como gremio para lograr una optimización en el potencial uso de este residuo peligroso al ser re refinado.

Pregunta 10. Permitiría tomar una muestra de aceite lubricante empleado en su organización para evaluar las propiedades y estudiar la aplicación del uso de base lubricante en la reincorporación de este producto.



Gráfica 9. Resultados pregunta 10 - Fuente: El autor

Se ratifica el interés de la industria del sector de hidrocarburos en abrirse camino hacia el desarrollo de la logística inversa en su cadena de valor, pues para esta pregunta se recibe un 100% afirmativo la posición de la industria a la sustentabilidad.

Pregunta 11. Si tiene la posibilidad de incorporar en sus actividades el uso de aceite recuperado cumpliendo con las necesidades y características del aceite nuevo que utiliza actualmente, realizaría este cambio.

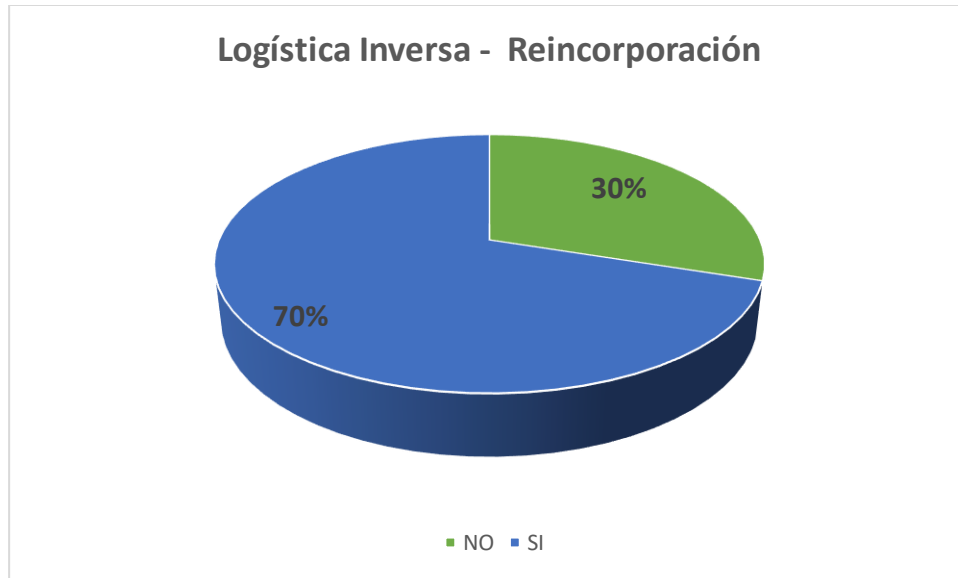


Gráfico 10. Resultados pregunta 11 - Fuente: El autor

Con gran aprobación recibe esta agremiación a la pregunta formulada (70%), con el claro reflejo de la incertidumbre que puede causar este tipo de innovación y cambios en la cadena de valor que hace presentar el riesgo a este tipo de cambio (30%). Sin embargo, podemos reiterar el auge de los objetivos de desarrollo sostenible y su visualización a la incorporación dentro de todos los posibles procesos productivos.

6.2 Metodología para el desarrollo de la aplicación de Logística Inversa en la Industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo del aceite lubricante usado.

La metodología aquí descrita muestra una definición de proceso para la industria de servicios del sector de hidrocarburos, toda vez que no hay evidencia de este modelo ya existe o que oriente a este sector en especial a la aplicabilidad de la logística inversa dentro de su cadena de valor. La metodología permite que toda empresa dedicada a los

servicios para la industria de hidrocarburos adopte una opción de recuperación de un residuo peligroso.

Se define el siguiente proceso como metodología para el desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo del aceite lubricante usado en los siguientes 5 pasos principales:

- **CAPTACIÓN:** Realizar la captación de aceite lubricante usado derivado de las actividades de mantenimientos en la industria de servicios del sector de hidrocarburos, dicha captación se realiza en canecas, isotanques o tanques estacionarios en cada uno de los centros de trabajo de cada empresa en donde se genere este residuo peligroso.
- **RECOLECCIÓN Y ACOPIO:** Establecer canales de comunicación para crear apoyos colaborativos y así contar con la suficiente cantidad necesaria de ALU para su recolección y aprovechamiento (1000 galones). Según la operación y cantidad de ALU generada acondicionar en una base de mantenimiento el almacenamiento temporal de ALU para la recolección por empresa que desarrolla el aprovechamiento de este residuo peligroso para el re refinamiento. Es importante mencionar que la licencia ambiental del gestor daría alcance a la adecuación temporal para el almacenamiento y todo el desarrollo e instalación de la infraestructura estará a cargo de la empresa que desarrollará el re refinamiento.

- **TRANSPORTE:** Se refiere al transporte que tendrá el aceite lubricante usado desde donde se acopia hasta las instalaciones de la planta que realizará el proceso de re refinamiento para la obtención de base lubricante.
- **RE REFINAMIENTO:** Proceso desarrollado por empresa pionera en el proceso de re refinamiento de aceite lubricante usado, con este proceso se busca generar un aprovechamiento que no genere afectación al medio ambiente y que con el producto resultante se permita la reincorporación del mismo a la cadena de valor en la industria de servicios del sector de hidrocarburos.
- **MUESTREO:** Durante el desarrollo normal de actividades de mantenimiento se hará necesario realizar el muestreo del aceite lubricante nuevo para conocer los parámetros y características necesarias de la operación.
- **INCORPORACIÓN:** Con el análisis arrojado del muestreo mencionado en el ítem anterior, desarrollar pruebas piloto para la reincorporación del aceite lubricante tratado en el proceso de re refinamiento y obteniendo una base lubricante, se evalúa su desempeño y aplicabilidad como producto nuevo que ingresaría a la cadena de valor.

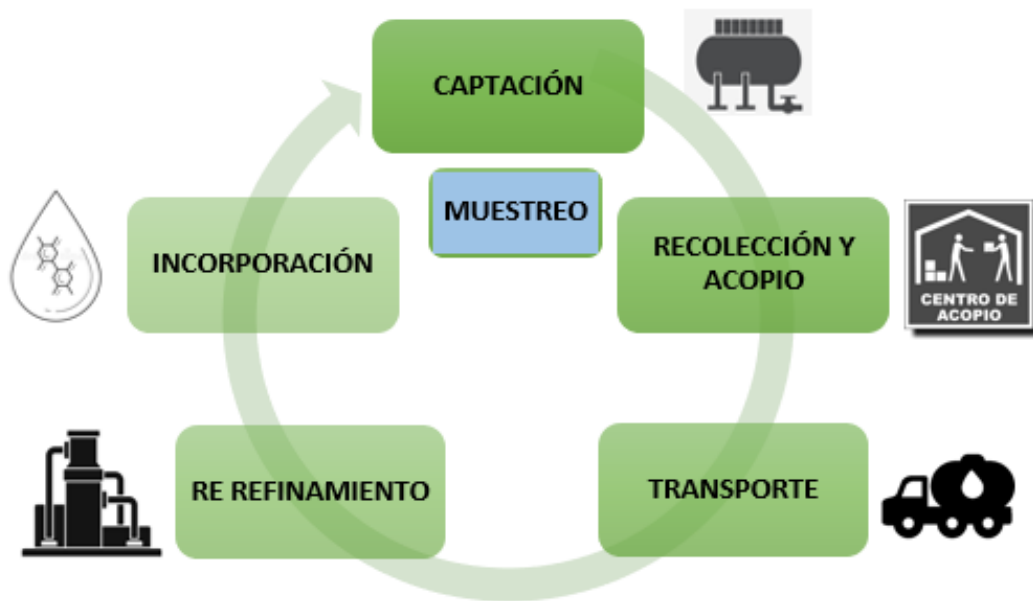


Ilustración 6. Metodología para el desarrollo de la logística inversa **Fuente:** El autor

Teniendo una respuesta positiva a este proceso se desarrollaría de manera cíclica el aprovechamiento de este residuo peligroso toda vez que el aceite lubricante usado permite su re refinamiento en todas las repeticiones posibles después de su uso como base lubricante recuperada.

Las empresas que desarrollen este proceso de aprovechamiento tendrán un pago por el aceite lubricante entregado. Lo que hace atractivo el proceso para no generar sobre costos para la disposición de un residuo peligroso, sino que por el contrario se recibirá una cuantía por cantidad entregada.

Esta metodología se entendería esquematizada de la siguiente manera:

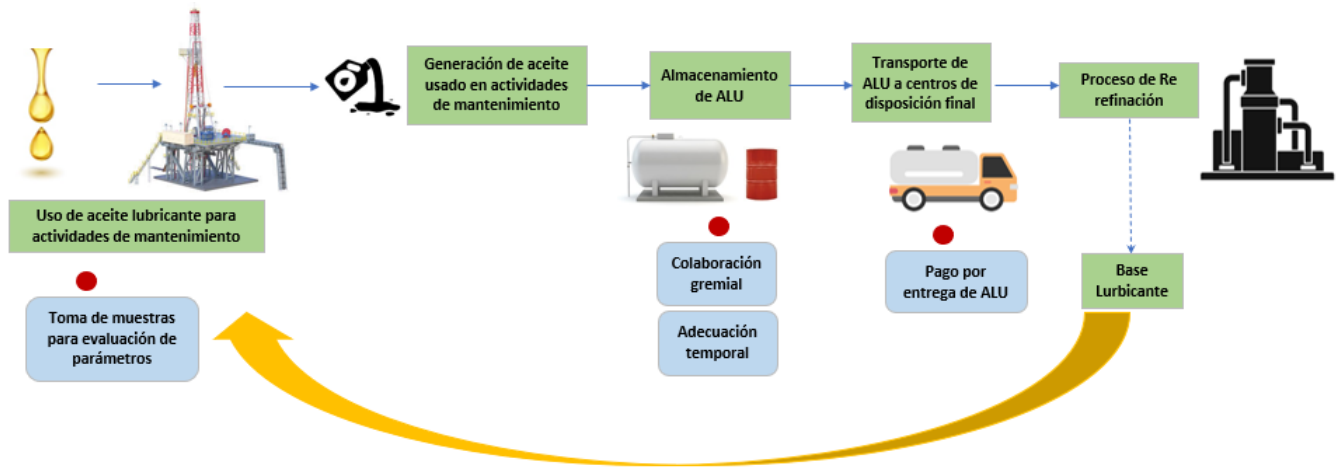


Ilustración 7. Desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios. **Fuente:** El autor

Finalmente, la metodología expuesta genera una continuidad con el desarrollo de estrategias y aplicación del modelo SCOR que se explicará en el siguiente numeral.

6.3 Definición de estrategias

Las macro estrategias se definen como apoyo a la metodología para el desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo del aceite lubricante usado.

El modelo SCOR, acoge conceptos de gestión focalizados en la eficiencia y satisfacción del cliente por medio de una metodología lógica de ejecución y análisis; existen dos conceptos en los cuales se basa el rendimiento de este modelo: atributos y métricas. Para el objeto de esta investigación se plantean como atributos externos la confiabilidad y agilidad y como atributos internos costos y activos.

La confiabilidad se ve reflejada en la métrica de cumplimiento de la orden que conlleva como su palabra lo indica al cumplimiento estricto de lo pactado para lograr un aprovechamiento eficiente y real dentro del proceso; en términos de agilidad determinada por la métrica de flexibilidad y adaptabilidad de la cadena de suministro se evidencia dentro del desarrollo de la logística inversa dentro de la metodología.

En el atributo interno de costos la métrica de costos de la gestión de la cadena de suministro toma un papel importante dentro de la decisión de la aplicación de esta metodología que no solo logra generar una iniciativa sustentable sino que permite tener una gestión medible en término de costos; finalmente la métrica de rendimiento se ve reflejada en el aporte de esta metodología en la cadena de valor tanto para la industria de servicios del sector de hidrocarburos como para la empresa que desarrolla el proceso de aprovechamiento y re refinación del aceite lubricante usado.

Para garantizar la aplicabilidad de esta metodología se proponen dos indicadores de nivel 1 del modelo SCOR, como son porcentaje de cumplimiento y cantidad de material entregado y reincorporado a la cadena de valor que brindarán un resultado de comportamiento y seguimiento tanto a la metodología propuesta como al desarrollo e implementación de la logística inversa en esta cadena de valor.

Apalancamiento Gremial: Como se evidenció dentro del estado del arte del presente trabajo la participación de la comunidad reflejada en los municipios donde se registra la mayor cantidad de residuos peligrosos va de la mano con los resultados arrojados en el cuestionario de encuesta con la pregunta de la ubicación geográfica de las bases de

mantenimiento, entendiendo que no solo en las bases se genera este tipo de residuo (ALU: Aceite Lubricante Usado), si podemos encontrar correlación con la cercanía de las mismas a los frentes de trabajo en donde se desarrollan operaciones de perforación y servicios integrales; esto conlleva a que de un apalancamiento gremial o colaboración entre las empresas de la industria de servicios del sector de hidrocarburos se lograría dar un manejo de aprovechamiento y aplicación de logística inversa en sus operaciones productivas, cerrando brechas de impedimentos por las condiciones de la operación o lugares remotos e implicaciones geográficas donde no procede una posible re incorporación del aceite lubricante usado en la cadena de valor, sin embargo, y con los resultados obtenidos de la fase cuantitativa de este trabajo, el poder trabajar bajo ubicaciones geográficas de operación similares para aumentar la cantidad de este residuo para su aprovechamiento genera una estrategia precisa y de gran valor para la aplicación de la presente metodología.

Optimización de Recursos: Con el apalancamiento gremial no solo se establecen nexos que fortalecen el gana-gana de las organizaciones que impartan esta metodología sino que a su vez se consigue una optimización de recursos logrando pagos por la entrega de residuos peligrosos a una empresa que logra obtener su aprovechamiento para la reincorporación en los procesos productivos, esto se ve reflejado en no solo el pago del RESPEL, sino en un valor menor de adquisición de un producto re refinado como base lubricante y no la compra de producto nuevo que se comercializa en el mercado a un mayor valor. Este gana-gana permite que una empresa pionera en la

recuperación del aceite lubricante usado mejore sus procesos de logística para la recolección de este material lo que conlleva a que se mantenga la rentabilidad de este proceso y realmente genere valor dentro de la cadena de suministro.

Generación de indicadores de gestión:

En la industria de hidrocarburos son innumerables los indicadores de gestión que se estiman dentro del desarrollo mismo de las operaciones, el impacto al medio ambiente, el impacto de la accidentalidad, costos, rentabilidad, entre otros enmarcados en el cumplimiento de las metas pactadas y los lineamientos dados por la legislación colombiana.

Para lograr evidenciar el impacto del desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios y específicamente ver el comportamiento y tendencia de la aplicación de la metodología se hace necesario contar con indicadores de gestión (cobertura, costo-beneficio, eficiencia de equipos).

7. Conclusiones

En el presente trabajo de investigación se desarrolló el análisis para el diseño de una metodología para el desarrollo del proceso de la logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo del aceite lubricante usado, con el fin de vislumbrar los factores que intervienen dentro de la cadena de suministro, el impacto y enfoque desde la industria de servicios del sector de hidrocarburos hacia la aplicación de logística inversa y que permitió con información nueva evidenciar aspectos que promueven o inhiben la posibilidad de aprovechamiento del aceite lubricante usado.

Se identifican problemáticas que para el sector objeto de esta investigación han sido impedimentos para la incorporación de la logística inversa en el manejo de aceite lubricante usado, logrando así caracterizar el proceso de logística inversa para reincorporar un residuo considerado peligroso dentro de la cadena de valor, que involucra el apalancamiento con una empresa que desarrolla el proceso de aprovechamiento de este residuo peligroso por medio del proceso de re refinamiento del aceite lubricante usado para obtener una base lubricante. Este apalancamiento solo se logra si se trabaja de manera articulada dentro de la colaboración gremial, dicho esto dentro de las macro estrategias planteadas se contempla este componente como determinante para la ejecución de la metodología.

Con la identificación de la información presentada se logra visualizar la oportunidad de ampliación de la investigación, pues el objeto de este trabajo genera conocimiento nuevo

y sesgado a un sector de alto impacto y que brindaría un gran aporte en los procesos de transformación energética en el país, tema del que hoy en día se explora desde el Gobierno Nacional y pretende ser multiplicado hacia el sector industrial. En direccionamiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la Estrategia Nacional de Economía Circular que ya es conocida, el manejo de aceite lubricante usado no ha sido abordado con tanto interés y ampliación en el mercado como una oportunidad de aprovechamiento y re refinación sino como aprovechamiento energético como combustible alternativo, lo cual pese a estar normalizado en el país genera un impacto ambiental significativo que va en contravía de las políticas de preservación ambiental. Este tipo de manejo al aceite lubricante en otros sectores industriales lograría aumentar el porcentaje real de aprovechamiento de este residuo peligroso y conllevaría a grandes oportunidades de aplicación de logística inversa y sustentable en la industria.

La metodología para el desarrollo de la logística inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos, si bien plantea un manejo para el aceite lubricante usado puede seguir generando más oportunidades de investigación dentro de los demás residuos que se generan en este sector y que apuntarían a iniciativas que generen valor agregado para este sector productivo.

8. Bibliografía

ACP. 2021. "Revista ACP Edición 26 Cinco Nuevos presidentes de La Industria."

Alberto Rodríguez Ospino, Luis, Daniel Gómez Gaviria, Amparo García Montaña, Diana Ríos García, Jonathan David Bernal González, Diego Díaz del Castillo Fernández Coordinador Técnico PAIPNL Ingrid Lucila Castellar Hansen, Cesar Moreno Boyacá, Cristian Fernando Téllez Piñerez Consultor Técnico PAIPNL Iván Santiago Duarte Zambrano Consultor Técnico PAIPNL Jhonattan Julián Duque Murcia Consultor Técnico PAIPNL Johana María Maya Gómez, Johanna Marcela Benitez Montaña, Jose Alejandro Hincapié Montes, Katherine Botero Salazar, Dirección Editorial Andrés Barragán Dirección de Arte María Paula Leiva Luna Diseño Diagramación Cristine Villamil, Daniela Cuervo, and Paula Romero Valeria Cobo. 2020. *Encuesta Nacional Logística 2020*.

Anon. 2018. *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*.

Buendía, L. c. 1998. *Métodos de Investigación En Psicopedagogía*. edited by Madrid: Mc Graw Hill.

Cely Torres, Andrea. 2013. "Importancia de La Logística Inversa Para Un Desarrollo Sostenible En Colombia." *Ciencia Unisalle* 6.

Congreso de la República. 1996. *LEY 253 1996 Por Medio de La Cual Se Aprueba El Convenio de Basilea Sobre El Control de Los Movimientos Transfronterizos de Los Desechos Peligrosos y Su Eliminación, Hecho En Basilea El 22 de Marzo de 1989*.

Creswell, J. w. 2009. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. edited by R. A. C. Juanita Heigham.

Departamento Nacional de Planeación. 2018. *PACTO POR COLOMBIA PACTO POR LA EQUIDAD IV. Pacto Por La Sostenibilidad: Producir Conservando y Conservar Produciendo ODS RELACIONADOS*.

- Duarte, J. 2014. *Validez de Contenido, Criterio y Constructo*.
- Escobar-Pérez, Jazmine, and Ángela Cuervo-Martínez. 2008. *VALIDEZ DE CONTENIDO Y JUICIO DE EXPERTOS: UNA APROXIMACIÓN A SU UTILIZACIÓN*. Vol. 6.
- FAU - ACP. 2021. *Informe FAU 2021*.
- Hurtado, j. 2012. "Metodología de La Investigación: Guía Para Una Comprensión Holística de La Ciencia Bogotá-Caracas." *Ciea-Sypal y Quirón*.
- IDEAM. 2020. *Informe Nacional de Residuos o Desechos Peligrosos En Colombia, 2019*.
- van Manen, Max. 1984. *Practicing Phenomenological Writing*.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2005. *Gestión de Aceites Usados En Colombia*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. 2019. *Estrategia Nacional de Economía Circular - Cierre de Ciclos de Materiales, Innovación Tecnológica, Colaboración y Nuevos Modelos de Negocio*.
- Ovalle, Christian, Juan Luis, and Sotomayor Burga. 2021. *Metodología SCOR Aplicado a La Logística Inversa Para PYMES Del Rubro Textil-Lima*.
- Peter, J. Paul. 1981. *Construct Validity: A Review of Basic Issues and Marketing Practices*.
- Sampieri, C. 2010. *Metodología de La Investigación* . 5ta. México. edited by Mc Graw Hill.
- Sampieri, R. 2014. *Metodología de La Investigación*. edited by Mc Graw Hill.
- Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2015. *Decreto 1076 de 2015*.

Suri, Harsh. 2011. "Purposeful Sampling in Qualitative Research Synthesis." *Qualitative Research Journal* 11(2):63–75. doi: 10.3316/QRJ1102063.

Vourvachis, Petros, and Thérèse Woodward. 2015. "Content Analysis in Social and Environmental Reporting Research: Trends and Challenges." *Journal of Applied Accounting Research* 16(2):166–95. doi: 10.1108/JAAR-04-2013-0027.

9. ANEXOS

Anexo A - Correo enviado por LADS a los asociados:

De: LADS COLOMBIA <administracion@ladscolombia.com>

Enviado el: lunes, 1 de agosto de 2022 5:24 p. m.

Para: LADS COLOMBIA <administracion@ladscolombia.com>

Asunto: Encuesta Iniciativa de Aprovechamiento de Aceite Usado

Importancia: Alta

Buenas tardes.

Agradecemos su colaboración con esta encuesta, en apoyo a una representante de nuestra Asociación.

Saludos cordiales

Clara Ines LADS

El contexto de la encuesta se refleja en el encabezado que referencia lo siguiente:

Iniciativa de aprovechamiento de Aceite Usado en el sector de Servicios de Hidrocarburos

Este formulario tiene el objetivo de realizar una evaluación frente al aprovechamiento de aceite lubricante usado como iniciativa para aportar en la Estrategia Nacional de Economía Circular del Gobierno Nacional. Su finalidad académica busca realizar una investigación para definir un proceso de desarrollo de Logística Inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo de aceite lubricante usado.

El formulario ya está disponible para su diligenciamiento y debe ser realizado a más tardar y como plazo máximo el 3 de agosto de 2022.

Agradezco tu valiosa colaboración

<https://forms.office.com/r/cnaUA6hHzM>



[Fill | Iniciativa de aprovechamiento de Aceite Usado en el sector de Servicios de Hidrocarburos](#)

Este formulario tiene el objetivo de realizar una evaluación frente al aprovechamiento de aceite lubricante usado como iniciativa para aportar en la Estrategia Nacional de Economía Circular del Gobierno Nacional. Su finalidad académica busca realizar una investigación para definir un proceso de desarrollo de Logística Inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo de aceite lubricante usado.

forms.office.com

Anexo B - Formato de Desarrollo de la Encuesta

Iniciativa de aprovechamiento de Aceite Usado en el sector de Servicios de Hidrocarburos

Este formulario tiene el objetivo de realizar una evaluación frente al aprovechamiento de aceite lubricante usado como iniciativa para aportar en la Estrategia Nacional de Economía Circular del Gobierno Nacional. Su finalidad académica busca realizar una investigación para definir un proceso de desarrollo de Logística Inversa en la industria de servicios del sector de hidrocarburos en el manejo de aceite lubricante usado.

...

* Required

1. Nombre de la Empresa *

2. En que zonas del país cuenta con Base de Mantenimiento *

Enter your answer

3. El área aproximada de la Base de Mantenimiento se encuentra en el siguiente rango: *

- Menor a 1000 metros cuadrados
- Entre 1000 y 5000 metros cuadrados
- Mayor a 5000 metros cuadrados

4. Indique el tipo de disposición y manejo que realiza al aceite lubricante usado *

- Tratamiento
- Disposición con Gestor Autorizado
- Aprovechamiento

5. Indique la cantidad aproximada en galones de aceite lubricante usado generado al mes *

- de 100 a 500 Galones
- de 500 a 900 Galones
- Más de 1000 Galones
- Menos de 100 Galones

6. Indique tres referencias de aceite lubricante más usadas en su operación *

- 15W40
- DTE26
- 600 XP 100
- AFT
- DTE 24
- Otro

7. Si a la respuesta anterior marcó otro indique que otra u otras referencias utilizan, de lo contrario escriba No Aplica: *

Enter your answer

8. De las referencias de aceite lubricante empleadas, éstas son empleadas en equipos como: *

- Generadores
- Compresores
- Motores de Bombas
- Otros

9. Si su respuesta fue otros, indique en que equipos son utilizados los aceites lubricantes, de lo contrario escriba No Aplica: *

Enter your answer

10. Considera importante involucrar el manejo de aceite lubricante usado para involucrarlo de nuevo a la cadena de valor como una iniciativa enmarcada en la Estrategia Nacional de Economía Circular *

- SI
- NO

11. Basado en la anterior respuesta, que barrera o impedimento considera tener para la aplicación de logística inversa en el tratamiento de aceite usado generado en el sector de servicios de la industria de hidrocarburos: *

- Topografía Colombiana
- Delincuencia
- Características de la operación
- Normas y cumplimiento Legal Colombiano
- Otro

Submit