

**Universidad Tecnológica Nacional**  
Facultad Regional Tucumán  
Escuela de Posgrado

Maestría en Ingeniería Ambiental

**RECUPERACIÓN DE ACEITES MINERALES  
USADOS EN TUCUMÁN**

**FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA Y  
BENEFICIOS AMBIENTALES**

**Ing. Pablo Octavio Zakelj**

Trabajo de Tesis para optar al Grado Académico Superior de  
Magíster en Ingeniería Ambiental

Director: Ms. Ing. Alvaro Javier Bravo

**San Miguel de Tucumán**

**Año 2019**



## Índice Temático

Resumen.....	i
Índice de Tablas.....	ii
Índice de Figuras.....	iii
Capítulo 1. Generalidades.....	1
1.1 Introducción. Problemática.....	1
1.2 Características de los Aceites Lubricantes.....	2
1.2.1 Características de las Bases Lubricantes.....	4
1.2.2 Clasificación de las Bases Lubricantes.....	6
1.3 Característica del Aceite Lubricante Usado.....	6
1.4 Aceites Lubricantes Usados, Salud y Medio Ambiente.....	8
1.5 Normativa de Referencia.....	9
Capítulo 2. Estado de Situación de los Aceites Lubricantes Usados en la Provincia de Tucumán.....	14
2.1 Generadores de Aceites Lubricantes Usados.....	14
2.2 Operador de Aceites Lubricantes Usados en la Provincia de Tucumán.....	21
Capítulo 3. Estado del Arte de las Tecnologías de Recuperación y Tratamiento.....	24
3.1 Tecnologías de Tratamiento.....	24
3.2 Valoración Energética.....	26
3.2.1 Combustible en Instalaciones de Alta Potencia Térmica.....	26
3.2.2 Combustible en Instalaciones de Baja Potencia Térmica.....	27
3.3 Operadores de Aceites Lubricantes Usado a Nivel Nacional.....	27
Capítulo 4. Propuesta de Gestión y Tratamiento.....	34
4.1 Aspectos a tener en cuenta para la Instalación de la Planta.....	34
4.2 Requerimientos Administrativos Legales.....	36
4.2.1 Estudio de Impacto Ambiental necesario para el Proyecto.....	36
4.2.2 Inscripción como Generador, Transportista y Operador de Residuos Peligrosos.....	37
4.3 Gestión del Aceite Lubricante Usado y Logística.....	38
4.3.1 Recolección y Transporte.....	38
4.3.2 Planta de Tratamiento y Proceso.....	41
4.4 Consideraciones Económicas.....	54
4.5 Beneficios Ambientales.....	57
Capítulo 5. Conclusiones.....	58
Bibliografía.....	61
Anexos.....	62
Anexo I: Bases y Aditivos para Aceites Lubricantes.....	63
Anexo II: Normativa de Referencia.....	78
Anexo III: Anexos Ley Nacional de Residuos Peligrosos N° 24.051.....	83
Anexo IV: Formularios – Registro de Actividades Contaminantes.....	89
Anexo V: Presupuesto Ciageser.....	104

## Resumen

La presente Tesis plantea un modelo para la gestión de los aceites lubricantes usados en la provincia de Tucumán. Se considera la logística, las diferentes alternativas de tratamiento y la viabilidad de la instalación de una planta de proceso, de manera que el producto obtenido tenga los siguientes destinos: i) Insumo para la elaboración de combustibles; ii) Insumo para el tratamiento y regeneración de manera que permita su reutilización. Se destaca que los aceites lubricantes en desuso, de acuerdo con la Ley Nacional 24.051, son considerados residuos peligrosos, categorizados como Y8.

En base a un diagnóstico de la situación actual, el modelo propuesto considera el manejo desde la etapa de generación del residuo, condicionado por la gran dispersión geográfica de los potenciales generadores y la cantidad de aceite residual generado, hasta la etapa de tratamiento y gestión del producto.

Los aceites lubricantes usados son residuos valiosos debido a su elevado poder calorífico. Es común su comercialización informal como combustible, lo que dificulta una gestión controlada y regulada de los mismos. De acuerdo a los datos aportados por la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia estimamos que el 50% de este tipo de Residuos Peligrosos son gestionados en Operadores Habilitados, una fracción de los mismos con recuperación de productos, otros son incinerados en hornos pirolíticos sin obtener beneficios energéticos o económicos, o en hornos de cementeras para obtención de clinker, mientras que el resto tiene destino y costo ambiental incierto. Desde el punto de vista de la gestión, un objetivo prioritario es poder cuantificar y dar tratamiento a estos aceites.

La incorrecta disposición y gestión de estos residuos trae aparejado fuentes de contaminación tanto en el suelo como en el aire y en los cursos de agua.

En este trabajo se analizaron distintos procesos y tecnologías disponibles de recuperación de los aceites lubricantes usados, además de visitar 2 plantas de tratamiento en las provincias de Córdoba y Salta. Se seleccionó una alternativa tecnológica y económicamente factible de aplicar en nuestro medio, permitiendo obtener un producto libre de contaminantes con el cual se puede formular un combustible alternativo, similar al Fuel Oil o bien ser derivado a otras plantas para su regeneración y obtención de Aceite Base. Está demostrado que los aceites lubricantes usados son productos que pueden ser reciclados y reutilizados con calidad similar al producto original.

Se espera que en un futuro no muy lejano se aborde en nuestra Provincia esta problemática y que en ese contexto la propuesta de la presente tesis sirva como base de partida o como un elemento de análisis más, ya que además de resultar un importante aporte al mejoramiento ambiental y una gestión sustentable, la implementación del proyecto generará beneficios económicos con oportunidades de negocios e inversiones en la Provincia.

## Índice de Tablas

Tabla 3.1: Procesos y Tecnologías para la Regeneración de Aceites Usados.....	25
Tabla 3.2: Operadores de aceite lubricante usados con proceso de regeneración.	28
Tabla 4.1: Información incluida en las Declaraciones Juradas para la inscripción como Generador, Transportista y Operador de Residuos Peligrosos en la Provincia de Tucumán.....	38
Tabla 4.2: Comparación de aspectos ambientales respecto de 2 Alternativas de localización de la Planta.....	45
Tabla 4.3: Consumo eléctrico de equipos.....	48
Tabla 4.4: Valores comparativos de contaminantes antes y después del proceso.	51
Tabla 4.5: Residuos generados en el proceso.....	53
Tabla 4.6: Detalle de los volúmenes de aceite ingresado a la planta, aceite obtenido, agua residual y sedimentos respecto del período mensual o anual según se consideran uno o tres turnos de trabajo.....	55
Tabla 4.7: Estimación Económica anual con un turno de trabajo.....	55
Tabla 4.8: Estimación Económica anual con tres turnos de trabajo.....	55
Tabla 4.9: Cantidad de CO <sub>2</sub> equivalente por toneladas de aceite lubricante usado recuperado, según los volúmenes a tratar en forma anual, trabajando en uno o tres turnos.....	57

## Índice de Figuras

Figura 1.1: Relación del consumo de aceite, con el residuo generado y sus destinos.....	1
Figura 1.2: Imagen indicativa del proceso cracking del petróleo y sus derivados, donde se identifican los aceites lubricantes.....	4
Figura 1.3: Imagen indicativa de la diferencia del aspecto entre un aceite lubricante nuevo y un aceite lubricante residual, principalmente por la contaminación con partículas de carbono proveniente de la combustión incompleta del combustible utilizado.....	8
Figura 1.4: En las imágenes se muestra la contaminación con aceites lubricantes en agua y suelo.....	8
Figura 1.5: En las imágenes se muestra la contaminación con aceites lubricantes en aire y hacia las personas.....	9
Figura 2.1: Distribución Porcentual de Residuos Peligrosos discriminados por Categoría de Control. Los aceites residuales representan un 28% (800 Tn) del total de los residuos peligrosos gestionados en la provincia. Fuente: Registro de Actividades Contaminantes – Dirección de Medio Ambiente de Tucumán.....	14
Figura 2.2: Cuotas partes de las 800 Tn de aceite que manipulan Operadores locales (Ciageser) y transportistas que llevan el aceite a otros Operadores ubicados en diferentes provincias. Fuente: Registro de Actividades Contaminantes – Dirección de Medio Ambiente de la Provincia.....	15
Figura 2.3: Parque Automotor Argentino, en particular dato de Tucumán a diciembre del año 2017, 357.917 unidades.....	16
Figura 2.4: Parque Automotor Argentino, en particular dato de Tucumán a diciembre del año 2018, 387.341 unidades.....	16
Figura 2.5: Servicio de mantenimiento de automóviles en concesionarias.....	17
Figura 2.6: Almacenamiento de aceite lubricante nuevo en un taller oficial de camiones.....	17
Figura 2.7: Sistema de recolección de aceites lubricante en la operación de recambio.....	18
Figura 2.8: Almacenamiento de aceite en desuso.....	18
Figura 2.9: Almacenamiento de aceite en una empresa metalmecánica. A la izquierda se observa el almacenamiento diario de aceite en desuso y a la derecha se observa el depósito en el exterior del taller. ....	19
Figura 2.10: Cisternas de almacenamiento de aceite en desuso de un taller de transformadores eléctricos.....	19
Figura 2.11: En la imagen se identifica un lubricentro en San Miguel de Tucumán, donde se verifica el derrame y esparcimiento de aceite en un cantero, vereda y calzada.....	20
Figura 2.12: Taller de mantenimiento mecánico, donde se verifica la contaminación del suelo con aceite.....	20
Figura 2.13: Ciageser, sector de procesamiento de Residuos Peligrosos.....	22
Figura 2.14: En la imagen se muestra uno de los hornos Incol.....	22
Figura 2.15: En la imagen se muestra el horno Lindberg.....	23
Figura 3.1: Acceso a la Planta de Quimigay Córdoba.....	28

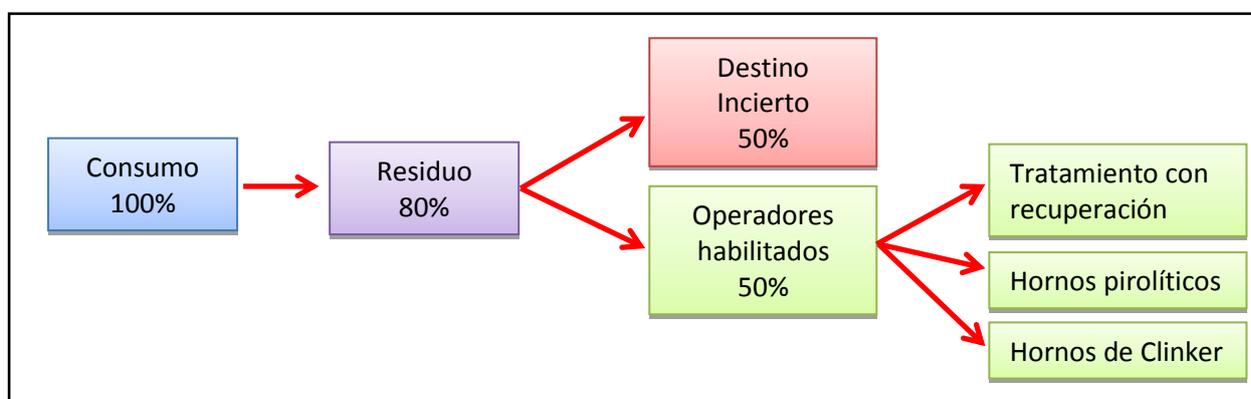
Figura 3.2: Tanques de almacenamiento con su respectivas indicaciones de capacidad y cartel diamante.....	29
Figura 3.3: Instalaciones del destilador y calentador de fluido térmico.....	30
Figura 3.4: Transporte y descarga de residuos peligrosos sólido y/o líquidos en tambores.....	31
Figura 3.5: Transporte y descarga de residuos peligrosos líquidos en cisternas.....	31
Figura 3.6: Esquema del proceso de recuperación de aceite empleado por la empresa.....	32
Figura 3.7: Imagen de la Planta de Salta Petrol.....	33
Figura 3.8: Camión cisterna de Salta Petrol retirando aceite lubricante usado.....	33
Figura 4.1: Esquema de la gestión del Estudio de Impacto Ambiental.....	37
Figura 4.2: Cisternas plásticos incorporada en una batea con tapa para almacenamiento de aceite.....	39
Figura 4.3: Tanque de plástico de 1000 litros, tipo bins.....	39
Figura 4.4: En las imágenes se muestra un kit antiderrame comercial y algunos materiales y tareas para contener un derrame.....	40
Figura 4.5: Mapa de la Provincia de Tucumán, indicado los alrededores de San Miguel de Tucumán como una zona adecuada para la localización de la planta.....	41
Figura 4.6: En la Imagen se indican las dos alternativas que se analizan para la localización de la planta de recuperación de aceites lubricantes usados.....	42
Figura 4.7: Una localización que pudiera ser adecuada es el Parque Industrial Tucumán, ubicado sobre la Ruta Nacional N° 9.....	42
Figura 4.8: Se indica un predio de 13.500m <sup>2</sup> de 90m por 150m en el Parque Industrial Tucumán.....	43
Figura 4.9: Foto del acceso al Parque Industrial Tucumán, visto desde la Ruta Nacional N° 9.....	43
Figura 4.10: Otra localización posible, en el empalme Ruta Nacional N° 9 y Ruta Nacional N° 38 intersección con Ruta Provincial N° 306, en inmediaciones de la localidad de San Andrés.....	44
Figura 4.11: En la imagen se observa un predio descampado de 14.000m <sup>2</sup> de 70m por 200m en inmediaciones de la Ruta Provincial N° 306 e intersección Ruta Nacional N° 9.....	44
Figura 4.12: Vista de planta, donde se identifican la nave principal, tanques, zona administrativa y pileta API.....	45
Figura 4.13: Vista esquemática de la planta.....	46
Figura 4.14: Vista esquemática de la planta.....	46
Figura 4.15: Diagrama de Flujo.....	47
Figura 4.16: Esquema del proceso de Centrifugado.....	50
Figura 4.17: Esquema del Balance del Proceso de Centrifugado.....	51
Figura 4.18: Imagen de una pileta API para la decantación de lodos separación de agua.....	52
Figura 4.19: Esquema Análisis FODA.....	56

## Capítulo 1. GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCION. PROBLEMÁTICA

La provincia de Tucumán cuenta con una importante actividad industrial además de empresas de transporte, metalmecánicas, talleres y/o locales de recambio de aceites de automotores y talleres de mantenimiento de transformadores eléctricos que generan grandes volúmenes de aceites usados, y que no disponen de un servicio organizado para la recolección, almacenamiento y tratamiento con alternativa de recuperación y valorización de los mismos.

Como dato de referencia, la Cámara Argentina de Lubricantes - CAL<sup>1</sup> indica que la **venta de aceites lubricantes para automotor e industria en la Argentina en el año 2016 fue de 286.712,59 m<sup>3</sup>** y se considera que aproximadamente un 80 % del mismo pasa a desuso transformándose en residuos peligrosos ver **Figura 1.1**.



**Figura 1.1:** Relación del consumo de aceite, con el residuo generado y sus destinos.

Actualmente Tucumán cuenta con una única empresa autorizada por la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia para tratar este tipo de residuos. En la misma se aplica el proceso de incineración, mediante el uso de hornos pirolíticos de doble cámara, sin realizar ningún tipo de aprovechamiento energético o de otra índole; estas tecnologías generan gases de combustión que se emiten a la atmosfera y que requieren tratamiento. Por otra parte el tratamiento de los Residuos Peligrosos en esta planta resulta bastante más costoso frente a la de otros tratadores en otras provincias.

Las empresas con mayores volúmenes de generación y capacidad de gestión, optan por enviar sus aceites residuales a plantas de tratamiento instaladas en otras provincias tales como: Jujuy, Salta, Córdoba o Corrientes, entre otras. Para ello deben contar con la correspondiente inscripción en el Registro Nacional de Generadores, Operadores y Transportistas de Residuos Peligrosos y tramitar mediante un Sistema de Manifiestos en Línea - SIMEL<sup>2</sup>, la gestión de los mismos. Para acceder a este Registro Nacional se deben realizar trámites administrativos ante

<sup>1</sup><http://www.cal.org.ar/lubricantes/>

<sup>2</sup><http://simel.ambiente.gob.ar>. Es un Sistema de la Dirección de Residuos Peligrosos, dependiente de la Subsecretaría de Control y Fiscalización Ambiental y Prevención de la Contaminación, de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, orientado a mejorar la gestión, trazabilidad y eficiencia de los procesos relacionados a la generación, transporte y tratamiento de Residuos Peligrosos.

el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación ubicado en Buenos Aires, además del pago de una tasa ambiental anual.

Toda esta gestión resulta engorrosa y de difícil cumplimiento para la mayoría de las pequeñas y medianas empresas del interior del país, con volúmenes de generación de residuos no tan significativos.

Ante este escenario este trabajo propone estudiar alternativas para la gestión y tratamiento de los aceites usados, teniendo en cuenta la factibilidad técnico-económica y beneficios ambientales derivados de la instalación de una Planta de recuperación en la Provincia de Tucumán.

Se propone que el aceite lubricante usado deje de ser un residuo peligroso para convertirse en una materia prima sustituta para generar otros productos derivados del petróleo.

Históricamente la prestación de servicio de Disposición Final de aceites lubricantes usados estaba orientada a solucionar la necesidad de dar cumplimiento con las normativas relacionadas con la protección del medio ambiente.

En contraposición con el vertiginoso desarrollo que ha tenido esta actividad en otros países, es llamativo el atraso que presenta nuestro país y en particular nuestra provincia en esta temática.

La implementación de recuperación de aceites lubricantes usados implica la reconversión de miles de toneladas de residuos peligrosos que en la actualidad tienen un destino incierto, en un producto intermedio que puede utilizarse como insumo para obtener un producto final que conserva los mismos estándares de calidad que los productos derivados de la refinación del petróleo crudo tradicional. Representando un importante ahorro de recursos renovables y energía.

## **1.2 CARACTERISTICAS DE LOS ACEITES LUBRICANTES**

Un lubricante, es una sustancia capaz de disminuir la fricción entre dos superficies que están en contacto. La palabra lubricante proviene del latín “lubricum” que significa resbaladizo y veloz. Se trata de una delgada capa de fluido, de espesor a veces inferior a un micrón, que se interpone entre dos superficies sólidas para evitar su contacto directo y permitir que se deslicen una sobre otra sin deteriorarse. Como consecuencia de ello las ventajas que se derivan del uso de lubricantes son:

- Reducir el rozamiento mejorando el rendimiento de los motores a combustión interna, disminuyendo el consumo de combustible.
- Proteger los órganos mecánicos contra el desgaste y la corrosión para garantizar la duración y la eficiencia del motor.
- Permitir el retiro de impurezas que se generan durante el funcionamiento gracias al filtro de aceite y al drenaje para mantener la limpieza de las partes internas del motor.

- Reforzar la impermeabilidad (estanqueidad), indispensable para asegurar el buen funcionamiento del motor.
- Evacuar de manera eficaz el calor, enfriando el motor para evitar el sobrecalentamiento de las piezas.
- En los transformadores eléctricos, se utiliza como fluido refrigerante y aislante dieléctrico.

Existen diferentes tipos de sustancias lubricantes: productos líquidos como aceites minerales y aceites sintéticos, productos semisólidos como las grasas, lubricantes sólidos como el grafito, el sulfuro de molibdeno o las talocianinas. Al efecto de esta Tesis solo se tendrán en cuenta los **Lubricantes Líquidos**.

El lubricante líquido obtenido del proceso de cracking del petróleo (ver **Figura 1.2**) está formado por una base y diferentes aditivos. La base confiere las propiedades de fondo y los aditivos adecuan las propiedades a los requerimientos específicos de la aplicación. Los lubricantes con diferentes aplicaciones pueden tener la misma base y diferir en los aditivos. Cuando se diseña un lubricante se trabaja para alcanzar ciertas propiedades, ajustándolas a determinadas especificaciones, que habitualmente comprenden ensayos en laboratorio y ensayos en motor.

El **cracking** es un proceso químico por el cual se rompen moléculas de gran peso molecular, obteniéndose compuestos más simples. Se basa en dos procesos:

- Cracking Térmico:

El procedimiento original de “craqueo térmico” patentada en el año 1891 por el ingeniero ruso Vladimir Shújov (1853-1939), todavía en uso, emplea calor y presión a temperaturas de 810-850 °C.

- Cracking Catalítico:

En el año 1915 se produjo el primer “craqueo catalítico” a temperaturas de 450-500 °C (mucho menor temperatura que el cracking térmico), que utiliza un catalizador (sustancia que provoca cambios químicos en los reactivos y favorece la formación de determinados productos sin modificarse ella misma). En el caso de este tipo de craqueo, el catalizador (como  $\text{Al}_2\text{O}_3$  o  $\text{SiO}_2$ ) es una especie de arcilla que puede darse en forma de terrones, pellets, granos pequeños o como un polvo superfino y cuya acción desintegradora sumada a la del calor y la presión, favorece el fraccionamiento en componentes más livianos y mayor cantidad de compuestos.

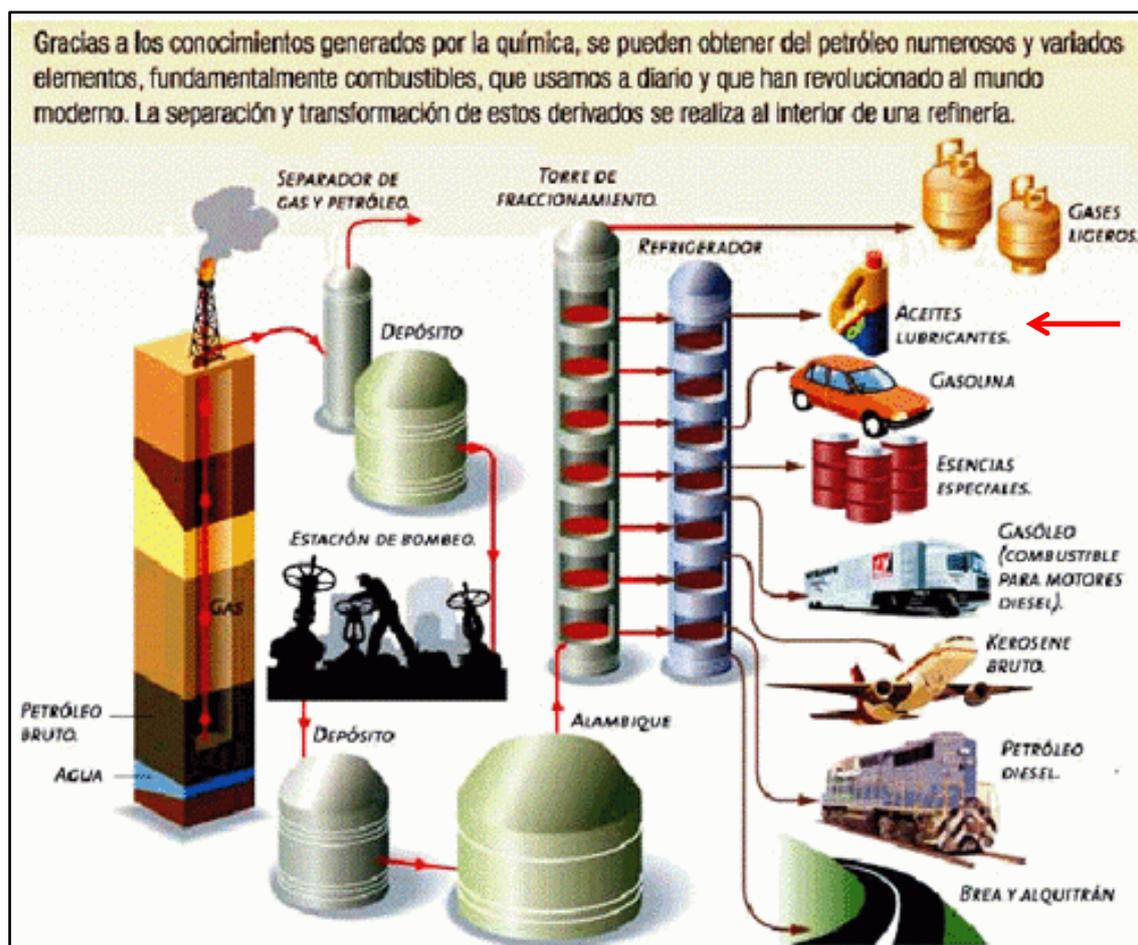


Figura 1.2: Proceso de cracking del petróleo y sus derivados, donde se identifican los aceites lubricantes.

### 1.2.1 Características de las Bases Lubricantes

La caracterización de las bases lubricantes se realiza en base a sus propiedades, las que se determinan con normas de estandarización, generalmente se aceptan las ASTM<sup>3</sup>.

Las propiedades más importantes son las siguientes:

- **Viscosidad cinemática:** El aspecto más importante a la hora de elegir correctamente un lubricante es su viscosidad. Se mide en centiStokes (cSt), a una determinada temperatura que suelen ser 40 y 100 °C. Esta propiedad indica como de pesada es la base lubricante. Las bases más ligeras tienen una viscosidad en torno a 2 cSt (a 100 °C), mientras que las más pesadas están en torno a 45 cSt (a 100 °C). Las bases se suelen nombrar por su viscosidad, una de grado ISO 32 (International Standards Organization) significa un aceite con una viscosidad 32 cSt (a 40 °C), mientras que un ISO 15 tiene una viscosidad de 15 cSt a la misma temperatura. Sin embargo, la nomenclatura más usada en el mundo comercial es la denominada viscosidad Saybolt. Así una base SN 150 tiene una viscosidad de 150 SSU (segundos Saybolt Universal) a 40 °C (equivale a un ISO 32).

<sup>3</sup>Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés (American Society for Testing and Materials o ASTM International).

- **Índice de Viscosidad:** Este índice indica la capacidad de un lubricante de mantener constante su viscosidad en un amplio rango de temperaturas. Se determina a partir de los valores de viscosidad a 40 y 100 °C (es una medida arbitraria de la forma en que la viscosidad varía con la temperatura y se determina por comparación con un patrón). Un Índice de Viscosidad alto indica que el cambio de viscosidad con la temperatura es pequeño, mientras que un Índice de Viscosidad bajo indica que el aceite cambia mucho su viscosidad con la variación de temperatura. Normalmente se desea que el Índice de Viscosidad sea lo más alto posible, ya que eso significa que la lubricación de las superficies es relativamente similar a todas las temperaturas. Los valores de esta propiedad suelen ser mayores de 90, estando su valor habitual entre 95 y 105 para las bases convencionales.
- **Punto de inflamación:** Es la temperatura a partir de la cual una sustancia arde si se le aplica una llama al menos durante 5 segundos. Este valor limita la temperatura a la que el aceite debe estar expuesto. Cuanto más pesado es el aceite mayor es su Ti. Para los más ligeros la Ti está en torno a 105 °C.
- **Punto de congelación:** Es la temperatura a la cual el producto se congela e indica la temperatura mínima de uso. Las bases convencionales tienen un punto de congelación en torno a -9 °C, pero el de las sintéticas es considerablemente inferior (-20 a -60 °C).
- **Volatilidad:** Es el porcentaje de producto que, bajo determinadas condiciones de temperatura, se evapora. Este ensayo es particularmente importante para bases que deben trabajar a elevada temperatura, como los aceites del motor. Una volatilidad demasiado alta implica una alta evaporación y con ello una variación de las propiedades físicas a lo largo de la vida del aceite, lo que es indeseable.
- **Azufre:** El contenido en azufre mide el grado de refinado de base lubricante, cuanto menor es el contenido de azufre mayor es el refinado. La tendencia actual es una disminución progresiva de azufre hasta su práctica ausencia.
- **Composición hidrocarbonada (sólo para bases convencionales):** La composición hidrocarbonada marca las propiedades de la base. Lo deseable es un alto contenido en hidrocarburos saturados (lineales y ramificados) que proporcionan un alto IV. Los aromáticos presentan bajos IV y su volatilidad es mayor que la de los saturados.

La viscosidad, el Punto de inflamación y el Punto de flujo aumentan con el peso molecular. La densidad tiende a incrementarse con el PM al principio, pero luego se hace constante. Además, el lubricante debe ser químicamente estable (no degradarse o formar lodos durante el uso).

El lubricante además actúa como sellante, refrigerante, antioxidante y detergente y los de última generación favorecen al ahorro de combustible y, por tanto, a la reducción de la **emisión de gases de combustión**.

El proceso de fabricación de un lubricante es relativamente sencillo. Consiste en mezclar los aceites base y los aditivos en un reactor o mezclador aplicando calor y agitando hasta alcanzar la adecuada homogeneidad de la mezcla sin que tenga lugar proceso químico alguno. La

complejidad del proceso está asociado a la gran cantidad de productos, más de 250, que muchas veces son incompatibles.

### 1.2.2 Clasificación de las Bases Lubricantes

Los componentes básicos de un lubricante son: la base y los aditivos. Las bases lubricantes utilizadas en la formulación de los aceites y grasas pueden ser de distintos orígenes:

Bases minerales de crudo de petróleo, las cuales se clasifican a su vez en:

- Bases minerales convencionales
- Bases hidrocraqueadas.
- Bases sintéticas: ésteres, hidrocarburos sintéticos.
- Bases regeneradas a partir de aceites usados
- Bases naturales: aceite de colza, girasol, etc.

Una descripción más detallada de las Bases y los Aditivos se desarrollan en el **Anexo I**.

### 1.3 CARACTERÍSTICA DEL ACEITE LUBRICANTE USADO

Las características fisicoquímicas de los aceites lubricantes usados, provenientes de motores (ver **Figura 1.3**) y de distintos sectores de la Industria, poseen características particulares, pero pueden tratarse conjuntamente y son susceptibles de reciclaje. El proceso de recuperación y regeneración debe llevar dichas características lo más cercano posible a las características de los lubricantes nuevos. Un estudio realizado por la **Universidad de Cartagena**<sup>4</sup> – Colombia, enumera distintas características a tener en cuenta:

- **Viscosidad:** Esta propiedad depende prioritariamente de las propiedades originales de las bases lubricantes de las cuales se derivan, de los aditivos adicionados para mejorar su viscosidad, el poder de detergente y la resistencia a altas temperaturas.
- **Humedad:** La humedad presente en el aceite puede provenir de fugas de sellos del proceso de combustión o del sistema de enfriamiento lo que afecta las propiedades de lubricación formando lodos que terminan taponando los filtros de aceite. Además, ocasionan incremento en la viscosidad del aceite generando emulsiones que forman depósitos junto con la suciedad, así como herrumbre y corrosión en los circuitos o sistemas de lubricación del motor.
- **Azufre:** Se puede atribuir a que el azufre presente en el combustible cuando se quema se combina con el agua proveniente de la humedad del sistema, oxidándose y formando ácidos orgánicos, inorgánicos y compuestos de azufre. Por otro lado, el azufre puede ser parte de algún tipo de aditivo antidesgaste que por lo general reducen la fricción, el

---

<sup>4</sup>Características fisicoquímicas de aceites usados de motores para su reciclaje/ Waldyr Fong Silva, Edgar Quiñoz Bolaños, Candelaria Tejada Tovar/Facultad de Ingeniería, Cartagena, Colombia.

desgaste e impiden la escoriación y el estancamiento impidiendo el contacto metal-metal.

- **Aluminio:** El aluminio presente en los aceites lubricantes usados, pueden provenir de una falla de estanqueidad del sistema lubricante, así como también del desgaste de algunas piezas del motor. Adicionalmente, proviene de la tierra y polvo del ambiente que se filtra por el sistema de admisión de aire.
- **Hierro:** El contenido de hierro en los aceites lubricantes usados puede deberse a un excesivo desgaste de las camisas en el bloque del motor. También puede estar relacionado con la corrosión debido a períodos prolongados de parada del motor.
- **Sodio:** La presencia de mayor o menor proporción de sodio en el aceite, proviene de fallas de estanqueidad del sistema lubricante, lo que ocasiona fugas del líquido refrigerante del motor, el cual proviene de los inhibidores de corrosión tales como el metaborato y el bicromato de sodio. La entrada del refrigerante a la cámara de combustión genera residuos sólidos ricos en cromo y sodio, que actúan como abrasivos.
- **Zinc:** La presencia de zinc es normal, debido a que son incluidos como metales de aditivos del aceite nuevo con el objeto de mejorar las características lubricantes de los aceites. Además, varía de acuerdo con la composición química del aceite nuevo y según la aplicación, es decir, si va a ser empleado en un motor diesel o naftero.
- **Cobre:** la presencia de este metal puede atribuirse al desgaste de los cojinetes de aleación cobre-plomo, casquillos de pie de biela, cojinetes de empuje de cigüeñal, volantes de empuje guía de válvulas o núcleo del enfriador de aceite.
- **Silicio:** la presencia de silicio se atribuye a fallas de estanqueidad de sistema lubricante, cristalización de empaquetaduras, tierras, aditivos de aceite y de refrigerante. También puede provenir de tierra o polvo que entra por el filtro o alguna parte del sistema de admisión de aire.
- **Fósforo:** el fósforo junto con el zinc se agregan al aceite para cumplir funciones antidesgaste y su concentración depende del fabricante, tipo, uso y aplicaciones.
- **Calcio:** la presencia de calcio puede atribuirse a los detergentes, los cuales neutralizan los ácidos presentes en el aceite ayudando a mantener el aceite limpio y neutralizando los precursores de depósitos que se forman bajo altas temperaturas.
- **Sedimentos:** puede atribuirse a partículas menores de 50 micras, las que no alcanzan a depositarse por gravedad y que pueden provenir del medio exterior en forma de polvo, resto de empaquetaduras y lodos entre otros.
- **Cenizas:** las cenizas provienen de la combustión incompleta del combustible, las que se depositan principalmente en el cárter del motor, contaminando al aceite lubricante.
- **Densidad:** el aumento de la densidad del aceite es debido a contaminantes presente en el aceite proveniente de polvo, tierra, agua y partículas de desgaste.



**Figura 1.3:** Imagen indicativa de la diferencia del aspecto entre un aceite lubricante nuevo y un aceite lubricante residual, principalmente por la contaminación con partículas de carbono proveniente de la combustión incompleta del combustible utilizado.

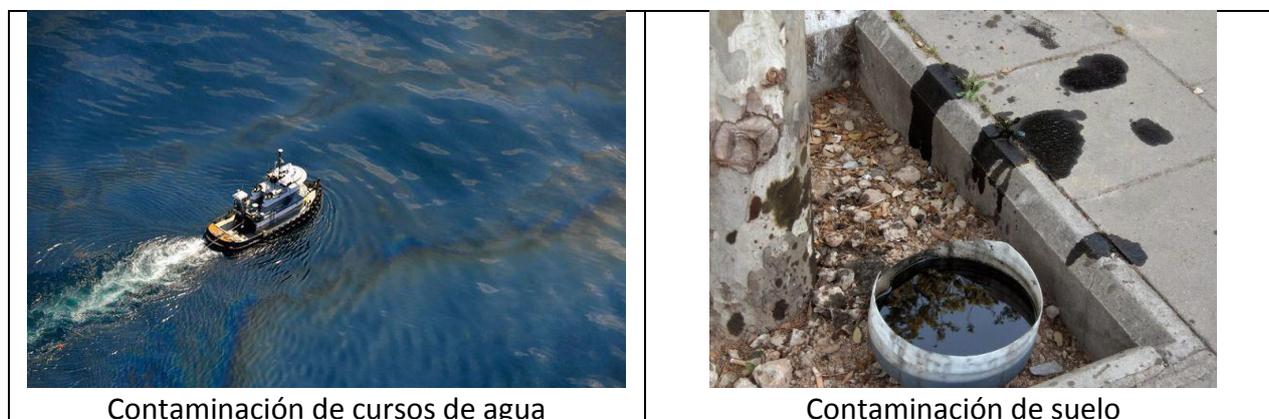
#### 1.4 ACEITES LUBRICANTES USADOS, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Los aceites son sustancias altamente contaminantes que requieren de una gestión responsable durante su manipulación y uso como así también en su disposición final, ya que pueden generar importantes impactos en el ecosistema si se vierten en el suelo o cursos de agua o bien contaminan el aire si son incinerados bajo condiciones no controladas.

**Entre sus efectos en el ambiente se destacan los siguientes:**

- Contaminación de tierras, ríos y mares por su baja biodegradabilidad.
- En contacto con el agua, produce una película superficial que impide la oxigenación del sistema.
- La combustión bajo condiciones no controladas emite además de gases de efecto invernadero, otros contaminantes categorizados como Residuos Peligrosos.

Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA<sup>5</sup>), un litro de aceite puede contaminar 1 millón de litros de agua y formar una mancha de 4000 m<sup>2</sup> sobre el agua. En el siguiente grupo de imágenes se evidencian distintos tipos de contaminación (ver **Figura 1.4 y Figura 1.5**):



Contaminación de cursos de agua

Contaminación de suelo

**Figura 1.4:** En las imágenes se muestra la contaminación con aceites lubricantes en agua y suelo.

<sup>5</sup> EPA – Environmental Protection Agency.



**Figura 1.5:** En las imágenes se muestra la contaminación con aceites lubricantes en el aire y hacia las personas.

### Efectos directos que pueden tener sobre la salud:

Las distintas vías de ingreso: inhalación, ingesta o contacto con la piel, pueden ocasionar distintos efectos:

- Irritación del tejido respiratorio, por la presencia de aldehídos, cetonas, compuestos aromáticos, etc.
- La presencia de Cloro, Dióxido de Nitrógeno, Ácido Sulfúrico, Antimonio, Cromo, Níquel, Cadmio, Cobre afectan las vías respiratorias superiores y los tejidos pulmonares.
- Producción de efectos asfixiantes, impidiendo el transporte de Oxígeno por contener Monóxido de Carbono, disolventes halogenados, Ácido Sulfúrico, etc.
- Efectos cancerígenos por presencia de metales pesados como el Plomo, Cadmio, Manganeso, etc.

## 1.5 NORMATIVA DE REFERENCIA

En el **Anexo II** se presenta el Marco Legal aplicable en los diferentes niveles: Internacional, Nacional y Provincial que resulta de incumbencia para el Proyecto que incluyen los siguientes ítems:

### Tratados Internacionales

#### Normativa Nacional

- Constitución Nacional
- Leyes Nacionales de Presupuestos Mínimos
- Otras Leyes Nacionales
- Decretos - Resoluciones

#### Normativa Provincial

- Constitución Provincial
- Leyes Provinciales
- Decretos - Resoluciones

La principal Ley que regula el ámbito de la Disposición Final de los Aceites Minerales Usados en la Ley de Residuos Peligrosos – Ley Nacional N° 24.051, la cual fue sancionada el 17 de diciembre de 1991 y promulgada de hecho el 8 de Enero de 1992. Dicha ley establece las condiciones particulares para su transporte y tratamiento, haciendo responsable durante todo el proceso a los generadores del residuo, en particular hace referencia a:

- Ámbitos de Aplicación y Disposiciones Generales.
- Registro de Generadores y Operadores.
- Manifiestos.
- Generadores.
- Transportistas.
- Plantas de Tratamiento y Disposición Final.
- Responsabilidades.
- Infracciones y Sanciones.
- Régimen Penal.
- Autoridad de Aplicación.
- Disposiciones Complementarias.

► **Descripción de Ley Nacional N° 24.051:**

A continuación, se presentan los artículos que competen a la actividad desarrollada en la presente tesis. En el **Anexo III** se adjuntan los 3 Anexos de la Ley 24.051, con las Categorías Sometidas a Control, Lista de Características Peligrosas y Operaciones de Eliminación:

### **Capítulo I: DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES**

ARTICULO 2° — Será considerado peligroso, a los efectos de esta ley, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. En particular serán considerados peligrosos los residuos indicados en el Anexo I o que posean alguna de las características enumeradas en el Anexo II. Las disposiciones de la presente serán también de aplicación a aquellos Residuos Peligrosos que pudieren constituirse en insumos para otros procesos industriales. Quedan excluidos de los alcances de esta ley los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques, los que se regirán por leyes especiales y convenios internacionales vigentes en la materia.

### **Capítulo II: DEL REGISTRO DE GENERADORES Y OPERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS**

ARTICULO 4. — La autoridad de aplicación llevará y mantendrá actualizado un Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos, en el que deberán inscribirse las personas físicas o Jurídicas responsables de la generación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.

ARTICULO 7. — El Certificado Ambiental será requisito necesario para que la autoridad que en cada caso corresponda, pueda proceder a la habilitación de las respectivas industrias, transportes, plantas de tratamiento o disposición y otras actividades en general que generen u

operen con residuos peligrosos. La autoridad de aplicación de la presente ley podrá acordar con los organismos responsables de la habilitación y control de los distintos tipos de unidades de generación o transporte, la unificación de procedimientos que permita simplificar las tramitaciones, dejando a salvo la competencia y Jurisdicción de cada uno de los organismos intervinientes.

### **Capítulo III: DEL MANIFIESTO**

ARTICULO 12. — La naturaleza y cantidad de los residuos generados, su origen, transferencia del generador al transportista, y de éste a la planta de tratamiento o disposición final, así como los procesos de tratamiento y eliminación a los que fueren sometidos, y cualquier otra operación que respecto de los mismos se realizare, quedará documentada en un instrumento que llevará la denominación de "manifiesto".

ARTICULO 13. — Sin perjuicio de los demás recaudos que determine la autoridad de aplicación el manifiesto deberá contener: a) Número serial del documento; b) Datos identificatorios del generador, del transportista y de la planta destinataria de los residuos peligrosos, y sus respectivos números de inscripción en el Registro de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos; c) Descripción y composición de los residuos peligrosos a ser transportados; d) Cantidad total -en unidades de peso, volumen y concentración- de cada uno de los residuos peligrosos a ser transportados; tipo y número de contenedores que se carguen en el vehículo de transporte; e) Instrucciones especiales para el transportista y el operador en el sitio de disposición final; f) Firmas del generador, del transportista y del responsable de la planta de tratamiento o disposición final.

### **Capítulo IV: DE LOS GENERADORES**

ARTICULO 22. — Todo generador de residuos peligrosos es responsable, en calidad de dueño de los mismos, de todo daño producido por éstos, en los términos del Capítulo VII de la presente ley.

### **Capítulo V: DE LOS TRANSPORTISTAS DE RESIDUOS PELIGROSOS**

ARTICULO 23. — Las personas físicas o jurídicas responsables del transporte de residuos peligrosos deberán acreditar, para su inscripción en el Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos: a) Datos identificatorios del titular de la empresa prestadora del servicio y domicilio legal de la misma; b) Tipos de residuos a transportar; c) Listado de todos los vehículos y contenedores a ser utilizados, así como los equipos a ser empleados en caso de peligro causado por accidente; d) Prueba de conocimiento para proveer respuesta adecuada en caso de emergencia que pudiere resultar de la operación de transporte; e) Póliza de seguro que cubra daños causados, o garantía suficiente que, para el caso, establezca la autoridad de aplicación.

Estos datos no son excluyentes de otros que pudiere solicitar la autoridad de aplicación.

ARTICULO 25. — La autoridad de aplicación dictará las disposiciones complementarias a que deberán ajustarse los transportistas de residuos peligrosos, las que necesariamente deberán

contemplar: a) Apertura y mantenimiento por parte del transportista de un registro de las operaciones que realice, con individualización del generador, forma de transporte y destino final; b) Normas de envasado y rotulado; c) Normas operativas para el caso de derrame o liberación accidental de residuos peligrosos; d) Capacitación del personal afectado a la conducción de unidades de transporte; e) Obtención por parte de los conductores de su correspondiente licencia especial para operar unidades de transporte de sustancias peligrosas.

ARTICULO 26. — El transportista sólo podrá recibir del generador residuos peligrosos si los mismos vienen acompañados del correspondiente manifiesto a que se refiere el artículo 12, los que serán entregados, en su totalidad y solamente, a las plantas de tratamiento o disposición final debidamente autorizadas que el generador hubiera indicado en el manifiesto.

ARTICULO 27. — Si por situación especial o emergencia los residuos no pudieren ser entregados en la planta de tratamiento o disposición final indicada en el manifiesto, el transportista deberá devolverlos al generador o transferirlos a las áreas designadas por la autoridad de aplicación con competencia territorial en el menor tiempo posible.

ARTICULO 28. — El transportista deberá cumplimentar, entre otros posibles, los siguientes requisitos: a) Portar en la unidad durante el transporte de residuos peligrosos un manual de procedimientos así como materiales y equipamiento adecuados a fin de neutralizar o confinar inicialmente una eventual liberación de residuos; b) Incluir a la unidad de transporte en un sistema de comunicación por radiofrecuencia; c) Habilitar un registro de accidentes foliado, que permanecerá en la unidad transportadora, y en el que se asentarán los accidentes acaecidos durante el transporte; d) Identificar en forma clara y visible al vehículo y a la carga, de conformidad con las normas nacionales vigentes al efecto y las internacionales a que adhiera la República Argentina; e) Disponer, para el caso de transporte por agua, de contenedores que posean flotabilidad positiva aun con carga completa, y sean independientes respecto de la unidad transportadora.

ARTICULO 29. — El transportista tiene terminantemente prohibido: a) Mezclar residuos peligrosos con residuos o sustancias no peligrosas, o residuos peligrosos incompatibles entre sí; b) Almacenar residuos peligrosos por un período mayor de diez (10) días; c) Transportar, transferir o entregar residuos peligrosos cuyo embalaje o envase sea deficiente; d) Aceptar residuos cuya recepción no esté asegurada por una planta de tratamiento y/o disposición final; e) Transportar simultáneamente residuos-peligrosos incompatibles en una misma unidad de transporte.

## **Capítulo VI: DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL**

ARTICULO 33. — Plantas de tratamiento son aquellas en las que se modifican las características físicas, la composición química o la actividad biológica de cualquier residuo peligroso, de modo tal que se eliminen sus propiedades nocivas, o se recupere energía y/o recursos materiales, o se obtenga un residuo menos peligroso, o se lo haga susceptible de recuperación, o más seguro para su transporte o disposición final. Son plantas de disposición final los lugares especialmente acondicionados para el depósito permanente de residuos peligrosos en condiciones exigibles de seguridad ambiental.

En particular quedan comprendidas en este artículo todas aquellas instalaciones en las que se realicen las operaciones indicadas en el anexo III.

ARTICULO 34. — Es requisito para la inscripción de plantas de tratamiento y/o disposición final en el Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos.

ARTICULO 38. — Si se tratare de un proyecto para la instalación de una nueva planta, la inscripción en el Registro sólo implicará la aprobación del mismo y la autorización para la iniciación de las obras; para su tramitación será de aplicación lo dispuesto por el artículo 6°. Una vez terminada la construcción de la planta, la autoridad de aplicación otorgará, si correspondiere, el certificado Ambiental, que autoriza su funcionamiento.

ARTICULO 39. — Las autorizaciones, que podrán ser renovadas, se otorgarán por un plazo máximo de diez (10) años, sin perjuicio de la renovación anual del Certificado Ambiental.

### **Capítulo VII: DE LAS RESPONSABILIDADES**

ARTICULO 44. — En toda planta de tratamiento y/o disposición final, sus titulares serán responsables, en su calidad de guardianes de residuos peligrosos, de todo daño producido por estos en función de lo prescripto en el Capítulo VII de la presente ley.

ARTICULO 48. — La responsabilidad del generador por los daños ocasionados por los residuos peligrosos no desaparece por la transformación, especificación, desarrollo, evolución o tratamiento de éstos, a excepción de aquellos daños causados por la mayor peligrosidad que un determinado residuo adquiere como consecuencia de un tratamiento defectuoso realizado en la planta de tratamiento o disposición final. En dicha ley se mencionan las categorías sometidas a control, para lo cual pueden clasificarse a los aceites usados como:

- Categoría Y8: Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados.

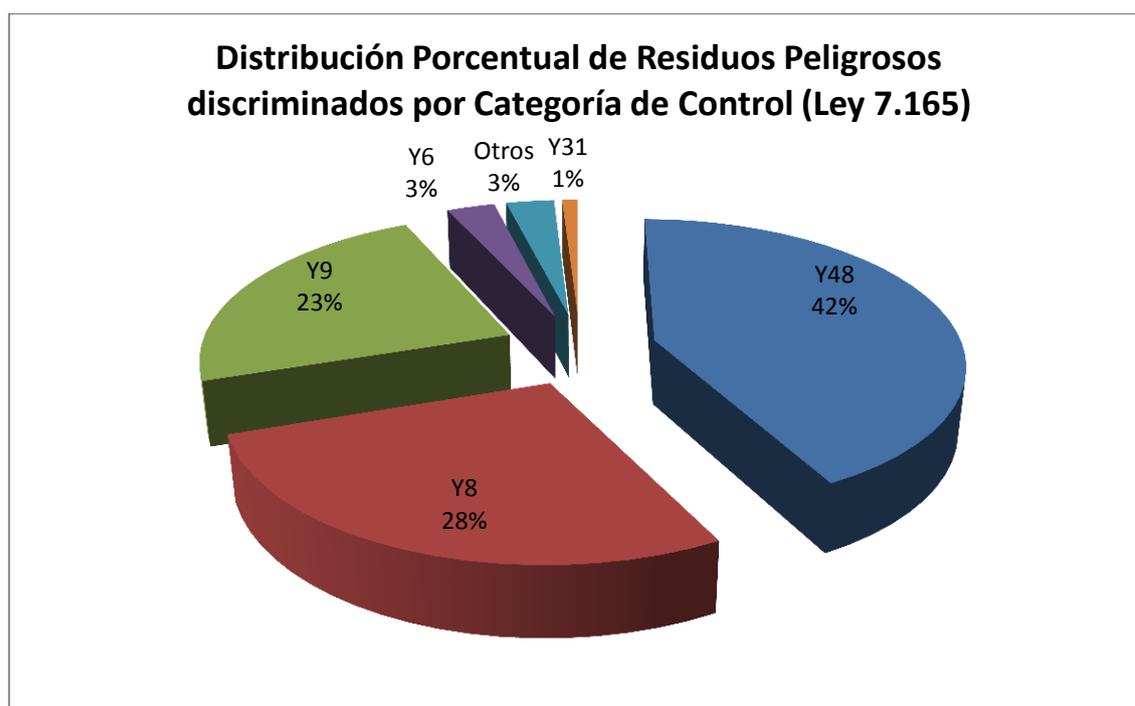
También, se especifica la lista de características peligrosas cuyo número de código es:

- Código H3: Líquidos inflamables. Por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos o mezcla de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo pinturas, barnices, lacas, etc., pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60,5°C, en ensayos con cubeta cerrada, o no más de 65,6°C, en ensayos con cubeta abierta.

## Capítulo 2. ESTADO DE SITUACIÓN DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN

### 2.1 GENERACIÓN DE ACEITES LUBRICANTES USADOS

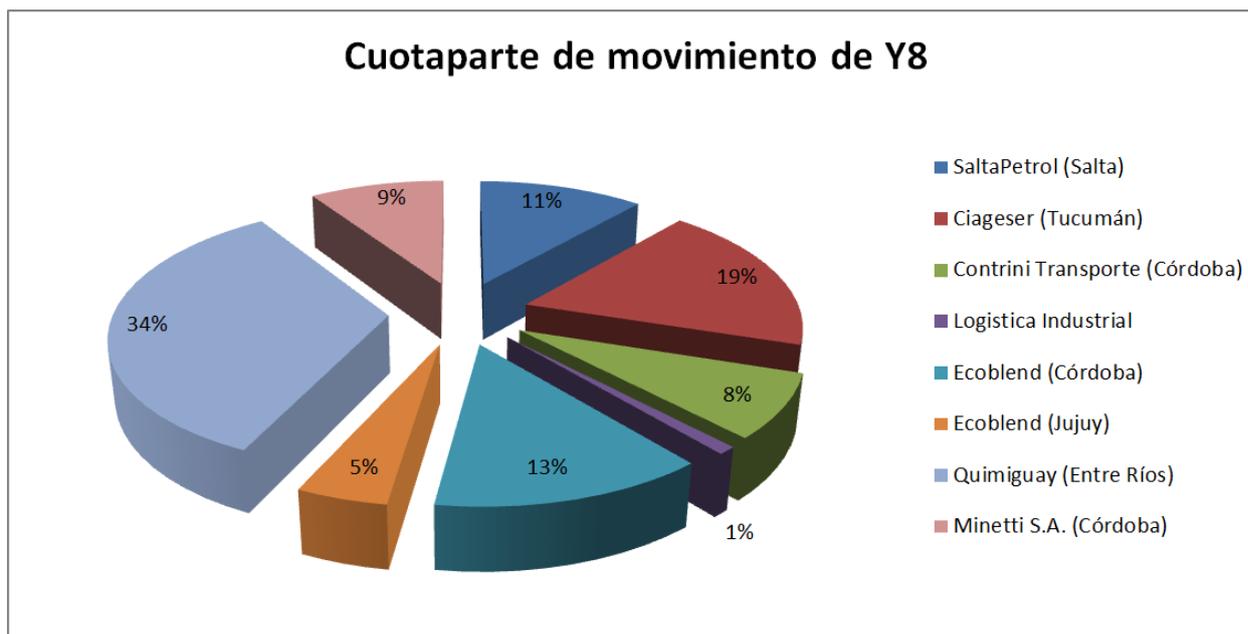
Según datos obtenidos del **Registro de Actividades Contaminantes (RAC)** de la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia, la disposición final de aceite lubricante categorizado como Y8 corresponde a más de 800 Tn (equivalente a 1.000.000 de litros) en el año 2016 y representa un 28% del total de los residuos peligrosos declarados, como se indica en las **Figuras 2.1 y 2.2**:



**Figura 2.1:** Distribución Porcentual de Residuos Peligrosos discriminados por Categoría de Control. Los aceites residuales representan un 28% (800 Tn) del total de los residuos peligrosos gestionados en la provincia. Fuente: Registro de Actividades Contaminantes – Dirección de Medio Ambiente de Tucumán.

De la **Figura 2.1**, se evidencia que los residuos categorizados como Y8-Y9-Y48, representan un 93% del total de los residuos peligrosos generados en la provincia.

Los residuos gestionados correctamente, en el año 2016, equivalen a un total de 7.500 tambores de 200 litros llenos con residuos de estas categorías.



**Figura 2.2:** Cuotas partes de las 800 Tn de aceite que manipulan Operadores locales (Ciageser) y transportistas que llevan el aceite a otros Operadores ubicados en diferentes provincias. Fuente: Registro de Actividades Contaminantes – Dirección de Medio Ambiente de Tucumán.

De la **Figura 2.2**, también se puede evidenciar que solo el 19% del aceite es tratado en la provincia, mientras que el restante 71% se deriva a otras provincias.

El Registro de Actividades Contaminantes cuenta con más de 270 empresas inscriptas en el rubro Generadores. Alrededor del 80 % de estas empresas generan la categoría Y8, sin embargo, se sabe que existen otras empresas que no cuentan con dicha inscripción.

A continuación, se mencionan las distintas actividades que pertenecen al rubro Generadores de Y8:

- Ingenios Azucareros
- Industrias citrícolas
- Estaciones de servicio
- Transporte urbano
- Transporte de larga distancia
- Transporte de carga
- Concesionarias del rubro automotor
- Concesionarias de maquinarias agrícolas
- Lubricentros
- Talleres de automotores
- Empresas del sector energético: Generación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica.

► Distintas Actividades Generadoras de Aceites Lubricantes Usados

- Concesionario de automóviles:

Según lo publicado por la Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad del Automotor<sup>6</sup>, en la provincia de Tucumán existe un parque automotor de **387.341 unidades**, con un crecimiento interanual promedio del 23,36% en los últimos 9 años y el patentamiento en el año 2018 es de 29.424, ver **Figura 2.3 y 2.4**:

Estadística Anual de Parque Activo (en condiciones registrales para circular)

Año: 2017 - Tipo de Vehículo: Automotor

PROVINCIA / MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
BUENOS AIRES	5.490.687	5.511.283	5.538.857	5.560.436	5.587.291	5.614.226	5.642.413	5.673.727	5.689.465	5.730.278	5.756.571	5.774.316
CABA	1.477.276	1.480.036	1.479.322	1.486.062	1.488.954	1.492.301	1.495.238	1.498.617	1.501.117	1.503.881	1.506.572	1.506.692
CATAMARCA	93.081	93.537	94.192	94.723	95.417	96.012	96.735	97.481	97.810	98.839	99.438	99.774
CORDOBA	1.448.071	1.453.453	1.460.474	1.466.550	1.473.819	1.481.363	1.488.919	1.497.015	1.501.099	1.511.141	1.517.609	1.521.378
CORRIENTES	262.043	263.428	264.938	266.252	267.976	269.781	271.482	273.426	274.421	277.022	278.744	279.905
CHACO	223.740	225.382	227.289	228.668	230.405	232.122	234.130	236.039	237.112	239.790	241.410	242.234
CHUBUT	289.076	290.440	291.969	293.141	294.502	295.693	296.963	298.598	299.401	301.402	302.834	303.584
ENTRE RIOS	493.676	495.909	498.582	500.395	502.741	504.968	507.279	509.864	511.083	514.379	516.367	517.722
FORMOSA	92.471	93.106	93.658	94.220	94.811	95.359	96.101	96.803	97.248	98.277	98.952	99.260
JUJUY	162.585	163.486	164.159	165.118	166.302	167.427	168.617	169.777	170.333	171.962	172.974	173.641
LA PAMPA	164.064	165.012	166.119	166.901	167.811	168.769	169.749	170.779	171.388	172.755	173.435	173.884
LA RIOJA	87.964	88.470	89.083	89.558	90.140	90.756	91.383	92.112	92.458	93.558	94.172	94.558
MENDOZA	745.363	748.281	752.138	754.587	757.989	761.120	764.562	768.087	770.065	774.633	777.430	779.285
MISIONES	257.472	258.785	260.504	261.603	263.104	264.706	266.354	268.102	269.099	271.404	272.773	273.690
NEUQUEN	285.108	286.678	288.412	289.978	291.816	293.718	295.471	297.396	298.442	301.000	302.630	303.739
RIO NEGRO	275.700	277.321	279.627	280.896	282.893	284.757	286.958	289.008	290.131	292.968	294.833	296.089
SALTA	262.450	264.060	266.064	267.822	269.881	272.087	274.282	276.427	277.468	280.449	282.407	283.887
SAN JUAN	215.785	216.716	217.933	218.696	219.903	221.095	222.358	223.589	224.293	225.952	227.007	227.788
SAN LUIS	164.172	165.129	166.418	167.170	168.286	169.341	170.567	171.878	172.519	174.254	175.301	176.256
SANTA CRUZ	175.987	176.910	177.753	178.528	179.349	180.068	180.828	181.724	182.233	183.305	184.124	184.648
SANTA FE	1.273.051	1.278.558	1.283.919	1.289.165	1.294.650	1.300.740	1.306.636	1.313.314	1.316.661	1.324.783	1.329.709	1.332.583
S. DEL ESTERO	148.312	149.236	150.601	151.338	152.540	153.802	155.166	156.502	157.250	159.135	160.354	161.150
TUCUMAN	329.764	331.677	334.507	336.710	339.418	342.094	345.026	348.143	349.718	353.795	356.282	357.917
T. DEL FUEGO	94.571	95.124	95.472	96.169	96.674	97.248	97.779	98.421	98.861	99.700	100.246	100.636
TOTAL	14.512.469	14.572.017	14.641.990	14.704.686	14.776.762	14.849.553	14.924.996	15.006.829	15.049.675	15.154.662	15.222.174	15.264.625

Figura 2.3: Parque Automotor Argentino, en particular dato de Tucumán a diciembre del año 2017, 357.917 unidades.

Estadística Anual de Parque Activo (en condiciones registrales para circular)

Año: 2018 - Tipo de Vehículo: Automotor

PROVINCIA / MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
BUENOS AIRES	5.804.239	5.839.697	5.868.256	5.893.402	5.920.686	5.941.406	5.962.963	5.983.710	6.001.172	6.016.745	6.029.036	6.038.714
CABA	1.512.568	1.515.272	1.519.960	1.524.526	1.529.132	1.530.145	1.532.421	1.535.016	1.536.298	1.538.203	1.539.573	1.539.809
CATAMARCA	100.851	101.486	102.193	102.945	103.643	104.250	118.378	118.787	119.035	119.324	119.498	119.538
CORDOBA	1.532.993	1.539.285	1.547.176	1.554.582	1.562.590	1.568.895	1.575.540	1.581.607	1.586.302	1.590.535	1.593.920	1.596.398
CORRIENTES	282.891	284.637	286.627	288.454	290.436	291.875	293.408	295.005	296.128	297.220	298.197	298.854
CHACO	245.580	247.158	249.221	251.160	253.074	254.521	256.009	257.392	258.426	259.176	259.755	260.091
CHUBUT	305.939	307.492	309.308	310.764	312.220	313.379	314.460	315.641	316.575	317.462	318.175	318.677
ENTRE RIOS	521.379	523.556	526.099	528.250	530.611	532.409	534.377	536.099	537.495	538.851	539.883	540.620
FORMOSA	100.446	101.121	101.982	102.758	103.468	104.043	104.714	105.382	105.858	106.238	106.603	106.852
JUJUY	175.571	176.651	177.791	178.885	180.263	181.239	182.101	182.961	183.645	184.325	184.864	185.298
LA PAMPA	175.353	176.176	177.294	178.173	179.172	179.909	180.623	181.345	181.968	182.443	182.795	183.065
LA RIOJA	95.640	96.270	96.995	97.638	98.372	98.904	99.444	99.992	100.411	100.774	101.053	101.271
MENDOZA	783.924	786.903	790.491	793.625	797.242	799.987	803.036	806.000	808.292	810.193	811.751	812.863
MISIONES	276.282	277.526	279.158	280.494	282.051	283.419	284.869	286.071	287.098	287.940	288.530	289.068
NEUQUEN	306.348	308.099	309.967	311.797	313.729	315.255	316.874	318.498	319.995	321.383	322.453	323.238
RIO NEGRO	298.864	300.473	302.525	304.375	306.451	308.352	310.038	311.828	313.325	314.630	315.790	316.802
SALTA	287.083	288.826	291.121	293.263	295.308	296.939	298.712	300.230	301.366	302.459	303.394	304.182
SAN JUAN	229.517	230.593	231.817	233.096	234.413	235.495	236.722	237.885	238.894	239.783	240.488	240.944
SAN LUIS	178.102	179.288	180.720	182.000	183.330	184.641	185.725	186.819	187.976	188.847	189.562	190.061
SANTA CRUZ	185.694	186.249	186.881	187.630	188.387	188.993	189.554	190.037	190.514	191.004	191.294	191.515
SANTA FE	1.341.768	1.346.912	1.353.226	1.358.575	1.364.677	1.368.850	1.373.307	1.377.496	1.380.449	1.383.076	1.385.013	1.385.943
S. DEL ESTERO	163.164	164.388	165.811	167.176	168.604	169.827	171.043	172.206	173.210	174.108	174.793	175.300
TUCUMAN	362.245	364.807	367.804	370.645	373.890	376.413	379.032	381.455	383.318	385.087	386.466	387.341
T. DEL FUEGO	101.336	101.764	102.249	102.788	103.255	103.399	103.656	103.914	104.020	104.085	104.220	104.198
TOTAL	15.367.777	15.444.629	15.524.672	15.597.001	15.675.004	15.732.545	15.807.006	15.865.376	15.911.770	15.953.891	15.987.106	16.010.642

Figura 2.4: Parque Automotor Argentino, en particular dato de Tucumán a diciembre del año 2018, 387.341 unidades.

<sup>6</sup>[https://www.dnrpa.gov.ar/portal\\_dnrpa/boletines\\_estadisticos2.php](https://www.dnrpa.gov.ar/portal_dnrpa/boletines_estadisticos2.php)



**Figura 2.5:** Servicio de mantenimiento de automóviles en concesionarias.

- **Concesionario de Camiones:**

Cada camión lleva distintas cantidades de aceite según el tipo y tamaño de motor, caja de cambio y cantidad de diferenciales:

- Aceite de motor de 29l a 40l
- Aceite de caja de cambios 17l
- Aceite de diferencial: 16l, 34l o 48l, según sea de 1, 2 o 3 diferenciales



**Figura 2.6:** Almacenamiento de aceite lubricante nuevo en un taller oficial de camiones.



**Figura 2.7:** Sistema de recolección de aceites lubricante en la operación de recambio.



**Figura 2.8:** Almacenamiento de aceite en desuso.

- **Taller de Mantenimiento y Reparación:**

Taller Metal-Mecánico que se dedica a la fabricación de repuestos y componentes de equipos agrícolas y mantenimiento general de las mismas.



**Figura 2.9:** Almacenamiento de aceite en una empresa metalmeccánica. A la izquierda se observa el almacenamiento diario de aceite en desuso y a la derecha se observa el depósito en el exterior del taller.

- **Taller de mantenimiento de transformadores eléctricos:**



**Figura 2.10:** Cisternas de almacenamiento de aceite en desuso de un taller de transformadores eléctricos.

Asimismo, existen otros establecimientos donde no se verifica ninguna gestión en la manipulación, almacenamiento y disposición de los residuos, como en los siguientes ejemplos, ver **Figura 2.11 y 2.12:**



**Figura 2.11:** Lubricentro en San Miguel de Tucumán, donde se verifica el derrame y esparcimiento de aceite en un cantero, vereda y calzada.



**Figura 2.12:** Taller de mantenimiento mecánico, donde se verifica la contaminación del suelo con aceite.

► **Volúmenes de generación:**

Considerando que el parque automotor de Tucumán asciende a 387.341 unidades a Diciembre del año 2018 y bajo la suposición de un rodaje medio de 10.000 km/año por cada vehículo, del total del parque automotor al menos una vez al año se realizará un cambio del aceite del motor, que implica el agregado de 4 litros de aceite nuevo y la generación de aproximadamente 3 litros de aceite residual. Lo que totaliza sólo por esta actividad una generación estimada en la provincia **de 1.160.000 Litros de aceite residual/año**, a lo que habría que adicionarle lo generado en las industrias y talleres, por lo que se estima una generación total de **2.000.000 de litros/año**, equivalente al doble de las 800 Tn declaradas en el RAC.

De esta estimación se concluye que una cantidad de alrededor de 1.000.000 de litros de aceite lubricante en desuso tienen un destino no registrado. La propuesta de la instalación de la planta está dirigida a captar y recuperar ésta fracción de aceite, a la que debiera sumarse la que actualmente es tratada por operadores de otras provincias.

## 2.2 OPERADOR DE ACEITES LUBRICANTES USADOS EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN

Según la información obtenida en el **RAC** Registro de Actividades Contaminantes de la Provincia, existe un único Operador de Residuos Peligrosos habilitado en la provincia, la empresa Ciagerser S.A. que emplea el proceso de incineración como tratamiento de Disposición Final, no contando con un proceso de Regeneración u otra vía que permita su reutilización (R9).

Además, la empresa Ciagerser S.A., brinda distintos tipos de servicios, entre los cuales se menciona:

Gestión de Residuos:

- Recolección y Tratamiento de Residuos Patológicos
- Retiro y Transporte de Líquidos Cloacales
- Recolección y Tratamiento de Residuos Peligrosos**
- Recolección de Residuos Sólidos Urbanos

Otras actividades:

- Transporte de Agua Potable
- Mantenimiento de Espacios Verdes
- Servicio de Apoyo a Obras Civiles

Ciagerser S.A. realiza la recolección, transporte y disposición final, en todo el ámbito de la provincia, de los residuos peligrosos denominados Y8 (hidrocarburos), Y9 (agua con hidrocarburo) e Y48 (sólidos contaminados). Así mismo, los métodos adoptados, también son aplicables para residuos patológicos y especiales. La empresa cuenta con las habilitaciones correspondientes de la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia.

En la planta de grandes dimensiones ubicada en Autopista Tucumán – Famaillá Km 1,3 (Av. De Circunvalación), se identifica un sector donde se procesan los Residuos Peligrosos mencionados (ver **Figuras 2.13, 2.14 y 2.15**):



**Figura 2.13:** Ciageser, sector de procesamiento de Residuos Peligrosos.

Cuenta con tres hornos de incineración pirolítico, dos de marca **Incol Py125** con una capacidad de incineración de 2000 Kg diarios cada uno y uno marca **Lindberg HR35** con una capacidad de 6000 Kg diarios:



**Figura 2.14:** En la imagen se muestra uno de los hornos Incol.



**Figura 2.15:** En la imagen se muestra el horno Lindberg.

Las siguientes actividades tratan sus residuos en la empresa:

- Estaciones de Servicio
- Talleres de automotor
- Concesionarios de Vehículos
- Lubricentros

El proceso utilizado para la disposición final de los residuos peligrosos entre ellos los aceites lubricantes usados, es rudimentario y de forma manual, sin aprovechamiento energético.

► **Conclusión:**

Los Services oficiales de vehículos, las grandes empresas de transporte y las empresas e industrias certificadas por normas nacionales o internacionales en su mayoría cumplen con las exigencias normativas respecto de la gestión de residuos peligrosos son responsables de la generación de aproximadamente el 50 % del total de los aceites residuales. Respecto de los pequeños generadores, talleres de mantenimiento o empresas Pymes, como consecuencia de la insuficiencia de recursos para la gestión y la falta de control, puede aseverarse que **no se conoce con certeza la cantidad y el destino que tienen los aceites residuales generados en su actividad.**

## Capítulo 3. ESTADO DEL ARTE DE LAS TECNOLOGÍAS DE RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO

### 3.1 TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO

A nivel mundial existen distintas opciones de tratamiento para los aceites usados, como ser la **Regeneración** para obtener aceites base y la **Valoración Energética** como combustible.

#### ► **Regeneración de aceite usado:**

La regeneración de aceites usados es el proceso mediante el cual se recuperan los aceites base presentes en los mismos, libres de contaminantes, y a partir de los cuales se pueden elaborar nuevos aceites lubricantes que pueden utilizarse en industrias o automotores.

Como el aceite usado sigue siendo en esencia un conjunto de hidrocarburos, pero con una serie de agentes contaminantes, se puede volver a refinar y obtener un aceite base de igual o superior calidad que la del aceite procedente del refinado original.

Debido a la calidad del aceite obtenido y porque se requiere menos energía si se compara con el proceso de una refinería, el proceso de regeneración resulta muy atractivo. No obstante, la viabilidad económica está sujeta al precio del crudo y a las políticas y normativas de promoción de la actividad ya que se requieren importantes inversiones para montar una planta de recuperación.

Actualmente existen diferentes tecnologías para la producción de aceite base a partir de aceites usados y aunque todas ellas tienen objetivos comunes, cada una plantea distintos procesos.

El proceso de regeneración puede dividirse en tres etapas:

#### **1) Recepción y Pre-tratamiento:**

El proceso se inicia con la recepción del aceite lubricante usado y la eliminación de una parte importante de los contaminantes, como ser: el agua, los hidrocarburos ligeros, los lodos, las partículas gruesas, entre otros. Para ello existen alternativas pudiéndose aplicar un proceso determinado o una combinación de varios: filtración, decantación, centrifugación, deshidratación, calentamiento, tratamiento térmico, destilación, etc.

#### **2) Regeneración Propiamente dicha:**

En esta etapa se eliminan los aditivos, metales pesados y lodos asfálticos. Para ello, cada tecnología emplea distintos procesos. En el **Tabla 3.1** se detallan las tecnologías más conocidas y sus características más destacadas:

**Tabla 3.1 - Procesos y Tecnologías para la Regeneración de Aceites Usados**

Procesos	Tecnología
Meiken	Cracking térmico, sistema ácido/tierras y destilación fraccionada.
Philips Turbo Resource Saluszky Dieselclene	Tratamiento químico con fosfatos diamónico y destilación/decoloración o hidrogenación.
Recyclon Degusa Entra	Tratamiento químico con sodio metálico y destilación/decoloración o hidrogenación.
Selectopropano Snamprogetti	Extracción con propano y tratamiento ácido/decoloración o hidrogenación.
Doe Berc Krupp Texaco	Extracción con otros disolventes diferentes de propano, destilación y decoloración tierras activadas o hidrogenación.
Mohawk	Tratamiento químico, destilación a vacío e hidrogenación catalítica.
KTI Lubrex	Hidrogenación catalítica y destilación en evaporadores especiales de flujo descendente
Ulibarri-Viscolube	Desasfaltado térmico, destilación al vacío y tratamiento con tierras
Vaxon	Destilación al vacío y tratamiento final con reactivos
Interline	Extracción con propano, destilación al vacío y tratamiento con tierras.

**Tabla 3.1:** Procesos y Tecnologías para la Regeneración de Aceites Usados.

El método químico convencional consiste en la adición de ácido sulfúrico seguido de filtración con tierras o posterior decantación y neutralización. Existen otros procedimientos químicos que utilizan sodio líquido o realizan la extracción con disolvente o propano. Finalmente, también se emplean métodos de separación física mediante destilación al vacío y ultrafiltración con membranas.

Como es de esperar, cada proceso tiene sus ventajas y desventajas, pero todos, con un cierto rendimiento, son capaces de obtener un aceite libre de contaminantes, aunque con una fuerte coloración que lo hace inviable comercialmente, por esta razón todos incluyen una tercera etapa de acabado.

### 3) Acabado:

Como en las etapas anteriores, existen diferentes procesos:

- Empleo de tierras decolorantes
- Hidrogenación
- Hidrotratamiento catalítico seguido de destilaciones
- Tratamiento con zeolitas
- Destilación al vacío.

## 3.2 VALORACIÓN ENERGÉTICA

Aunque la regeneración debería ser la solución prioritaria para la recuperación de los aceites lubricantes usados, los aceites recolectados pueden poseer características químicas que pueden dificultar el proceso de regeneración, y por lo tanto resulta conveniente que estos aceites sean destinados como combustibles alternativos por su alto contenido energético. Si este fuera el caso, existen las opciones de ser utilizado como combustible de instalaciones de alta y de baja potencia térmica.

### 3.2.1 Combustible en Instalaciones de Alta Potencia Térmica:

En esta alternativa se prevé la utilización de los aceites residuales directamente como combustible en instalaciones con alta potencia térmica que funcionan a altas temperaturas, con elevado consumo de combustible y gran producción de gases de combustión. El mejor ejemplo son los hornos de fabricación de Clinker de las cementeras, aunque también se usan en las calderas de centrales térmicas e incluso en los hornos de ladrilleras, de yeso, cerámica y otros hornos industriales.

En este caso, los aceites lubricantes usados deben ser gestionados a través de una planta de transferencia, con el respectivo control, análisis, acondicionamiento, almacenamiento y distribución hacia sus destinos finales, realizando incluso, la descalificación como residuo peligroso, convirtiéndose en un insumo. Esta alternativa es más sencilla, eficaz desde punto de vista de control de los contaminantes y resulta económicamente viable.

### **Combustión de aceites usados en la industria cementera:**

En este tipo de plantas, se ha utilizado el aceite lubricante usado como combustible, con resultados satisfactorios. Los contaminantes, como ser los metales pesados, quedan incorporados al producto y las partículas que no quedan incorporadas, son retenidas por los precipitadores electrostáticos que tratan los gases de combustión.

Por el tipo de proceso que actualmente se aplica y las características de los hornos de Clinker, es totalmente viable la sustitución parcial del combustible convencional por aceite usado. Algunas de las ventajas de la utilización de estos hornos para la incineración de los aceites usados son las siguientes:

- Altas temperaturas combinado con intensa turbulencia que asegura la destrucción de los aditivos del aceite.
- Ambiente alcalino que neutraliza el cloruro de hidrógeno que se puede formar en la combustión.
- Captadores de cenizas que pueden resultar de materiales incombustibles y metales pesados, que quedan de esta forma incorporados al Clinker.
- Emisiones que no sufren un cambio significativo por incorporar aceite usado como parte del combustible.

### 3.2.2 Combustible en Instalaciones de Baja Potencia Térmica:

El segundo camino implica el uso de tratamientos fisicoquímicos más complejos, con el fin de **elaborar un combustible** que pueda tener un espectro de utilización más amplio, en instalaciones con menos potencia térmica, o en motores de combustión y calderas para producir vapor o energía eléctrica (cogeneración). Estos tratamientos deben incluir, como mínimo la separación de elementos volátiles y de metales pesados, como así también, de agua y sólidos. Se empujan diversos procesos que incluyen muchas operaciones como: filtración, centrifugación, decantación con aditivos floculantes y destilación entre otros.

#### **Combustión de aceites usados para cogeneración de energía eléctrica:**

La utilización de los aceites lubricantes usados para este fin exige, tanto por razones técnicas como medioambientales, un tratamiento fisicoquímico de los aceites. Mediante este tratamiento se elimina agua, lodos, metales pesados y otros posibles contaminantes, obteniéndose un combustible apto para ser utilizado en motores diésel, tipo marino, para la generación de energía eléctrica, admitiendo utilizarlo en motores de pequeño tamaño, que permiten paradas y arranques para adaptarse a la demanda de energía eléctrica en horas pico.

Se debe prestar especial atención a los compuestos clorados, que si no han sido eliminados en el tratamiento de los aceites, deberá ser eliminado mediante un tratamiento adecuado de los gases de combustión.

El tratamiento deberá incluir:

- Tratamiento térmico de destilación de los aceites para obtener un gasoil.
- Tratamiento de gases de escape.

### **3.3 OPERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS A NIVEL NACIONAL**

Según la nómina publicada en la página de la Secretaría de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación<sup>7</sup>, se identifican los Operadores habilitados para tratar los aceites minerales usados categorizados como Y8 por la Ley Nacional 24.051, con un proceso de **Regeneración** u otra reutilización de aceites usados (R9) son los siguientes:

---

<sup>7</sup><https://redfema.ambiente.gob.ar/residuos>

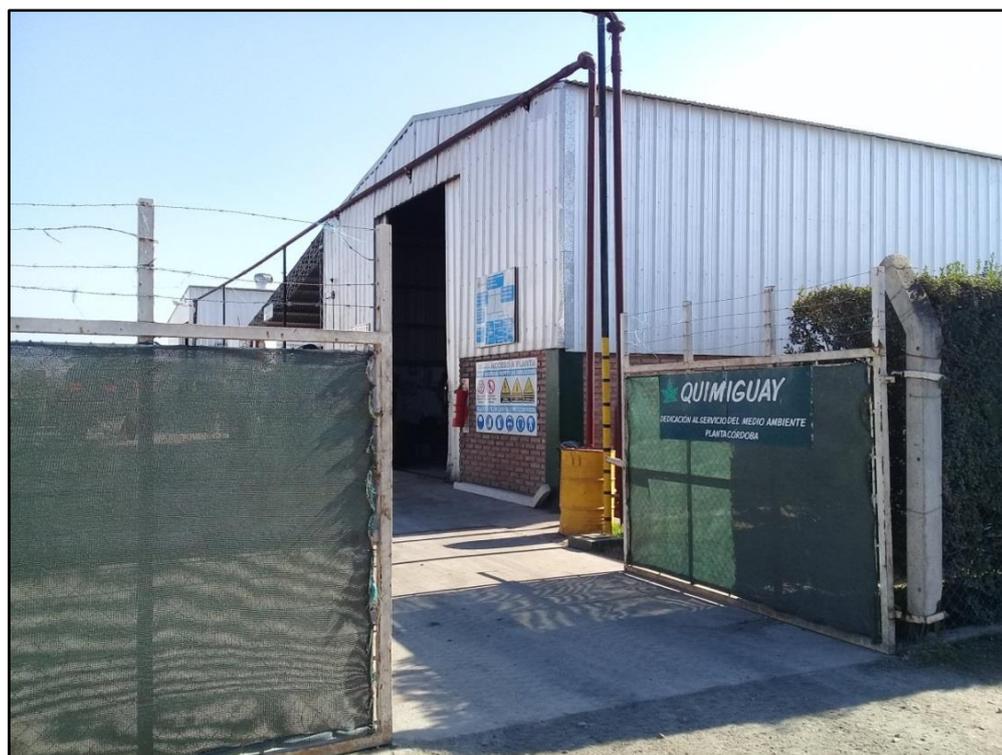
Nombre	Jurisdicción	Establecimiento	Operaciones y Categorías
BRAVO ENERGY ARGENTINA SCA	Santa Fe	Ruta 10 y Au Rosario S/Nº SAN LORENZO	Operación: R9. Categoría: Y08.
INGENIERIA AMBIENTAL S.A.	Buenos Aires	Av. Monteverde Nº 2500 San Francisco Solano	Operación: R9. Categoría: Y08.
PETROLERA DEGAB S.A.	Buenos Aires	AV. AGUSTIN ROCCA 220, RAMALLO	Operación: R9. Categoría: Y08.
QUIMIGUAY S.A.	Córdoba	Ruta Nº 19 Km 320 – Mza. 51 lote 2, Parque Industrial Mi Granja, Depto. Colón.	Operación: R9. Categoría: Y08.
SOLUCIONES AMBIENTALES SA.	Entre Ríos	Ruta Provincial Nº 16 Km 1,5 Enrique Carbo, Gualeguaychu.	Operación: R9. Categoría: Y08.

**Tabla 3.2:** Operadores de aceite lubricante usados Y8 con proceso de regeneración R9 (Ley Nac. 24.051).

Dentro de las actividades previstas para realizar la tesis, se valoró como muy importante la posibilidad de conocer in situ la modalidad operativa en plantas de tratamiento de aceites residuales habilitadas por la SAyDS de la Nación. De tal manera que se realizó la visita a 2 plantas operadoras en el país de esos Residuos Peligrosos.

#### ► Planta Quimiguay S.A. – Córdoba

Quimiguay S.A. es una empresa que se dedica a la disposición final de residuos peligrosos y cuenta con cuatro plantas ubicadas en las provincias de Entre Ríos, Córdoba, Chubut y Santa Cruz. La planta visitada se ubicada en Ruta Nacional N°19 Km 320, Parque Industrial Mi Granja, Provincia de Córdoba, ver **Figura 3.1**. La planta cuenta con habilitaciones para operar tanto a nivel provincial como nacional.



**Figura 3.1:** Acceso a la Planta de Quimiguay Córdoba.

Las categorías habilitadas son las siguientes:

- **Destilación, regeneración y recuperación** de las corrientes de residuos Y6, **Y8**, Y9, Y12, Y13, Y18, Y42.
- Almacenamiento transitorio y reempaque de las corrientes Y48/Y6, Y48/Y8, Y48/Y9, Y48/Y12, Y48/Y13, Y48/Y31, Y48/Y34, Y31/Y34, Y48/Y35e Y48/Y42.
- Lavado y descontaminación de envases y piezas metálicas y plásticas contaminadas con aceites, hidrocarburos y pinturas Y48/Y8, Y48/Y9 eY48/Y12.
- Tratamiento fisicoquímico de líquidos y semisólidos inorgánicos para las corrientes de residuos Y9, Y18, Y31, Y34 e Y35.

La planta cuenta con el siguiente equipamiento e instalaciones:

- Laboratorio con análisis de Espectrofotometría
- Digestor
- Equipo de destilación
- Equipos de destilación con trampa de Dean Stark
- Flash Point Tester Cleveland copa abierta
- Mantos calefactores
- Parque de Tanques con una capacidad de almacenamiento de 240 m<sup>3</sup>



**Figura 3.2:** Tanques de almacenamiento con sus respectivas indicaciones de capacidad y cartel diamante.

### Sector de Tratamiento:

La planta cuenta con diversos procesos y equipos para el tratamiento de residuos sólidos, semisólidos, líquidos y mezclas heterogéneas. Para el caso de los residuos líquidos las

tecnologías apuntan a la recuperación de los mismos. Para aquellos residuos que no es posible su valorización, la tecnología implementada apunta a disminuir considerablemente la peligrosidad del residuo como así también su volumen. La planta ha desarrollado e implementado equipos y tecnología para ejecutar el tratamiento de residuos peligrosos a través de los siguientes procesos:

- Deshidratación/Destilación de hidrocarburos (R9) y solventes (R2)
- Descontaminación de envases y piezas metálicas/plásticas (R4 y R5)
- Tratamiento físico químico de residuos líquidos y semisólidos acuosos (D9)
- Reempaque y guarda transitoria (R13, D14 y D15)

Respecto de la recuperación mediante Deshidratación/Destilación de hidrocarburos (R9) y solventes (R2) la planta cuenta con un reactor batch de tipo encamisado, provisto de un agitador de paletas. El proceso de deshidratación o destilación comienza calefaccionado la carga del reactor mediante un fluido térmico que circula a través de las paredes del reactor (ver **Figura 3.3**). El mismo circula por circuito cerrado, pasando por calentador de fluido térmico.

Según corresponda, se opera con o sin vacío dentro del reactor. Para esto se cuenta con una bomba de vacío con sello hidráulico de 5.5 HP. El agua extraída en el proceso de destilación/deshidratación se deriva a la planta de tratamiento fisicoquímico o a un operador de disposición final.

Los solventes recuperados y los **combustibles industriales** se almacenan en tanques, cisternas de 1000 l o tambores para luego ser comercializados.



**Figura 3.3:** Instalaciones del destilador y calentador de fluido térmico.

La empresa Quimiguay cuenta con una empresa de su mismo grupo denominada **Soluciones Ambientales S.A.** que realiza el transporte de los residuos peligrosos desde el Generador hasta su planta. En las **Figuras 3.7 y 3.8** se muestran descargas de residuos peligrosos en tambores y líquidos a granel, respectivamente.



**Figura 3.4:** Transporte y descarga de residuos peligrosos sólido y/o líquidos en tambores.



**Figura 3.5:** Transporte y descarga de residuos peligrosos líquidos en cisternas.

En la **Figura 3.6** se muestra el esquema del proceso de recuperación de aceites lubricantes usados.

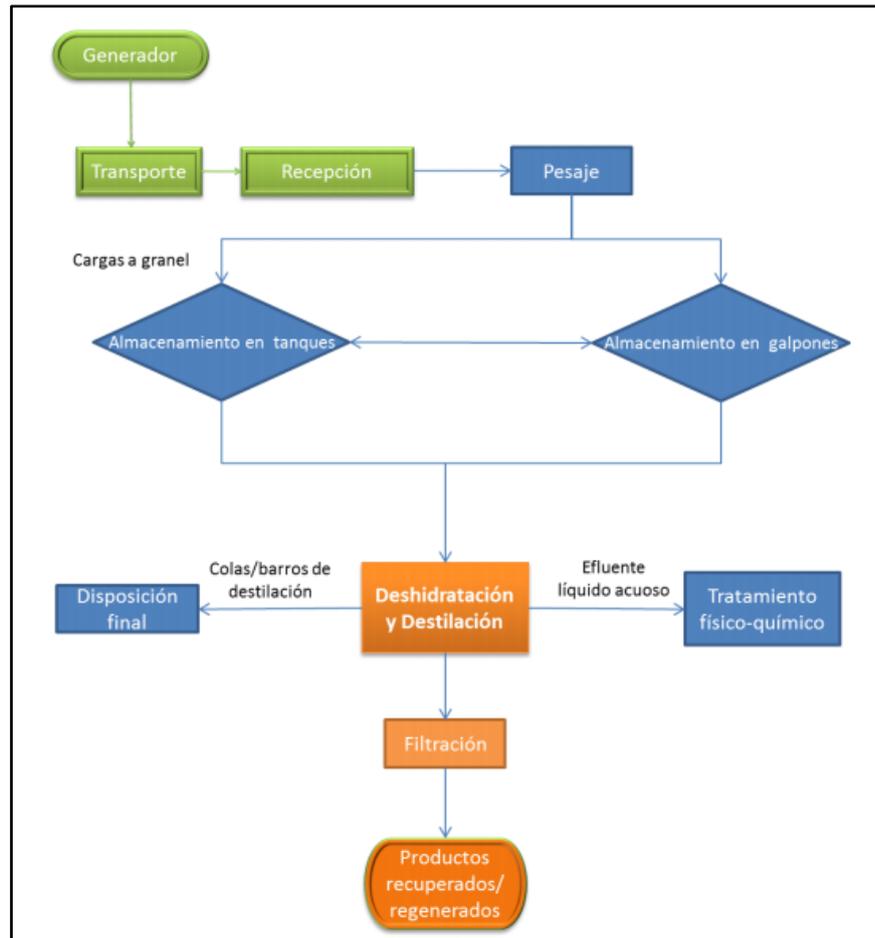


Figura 3.6: Esquema del proceso de recuperación de aceite empleado por la empresa.

#### ► Planta Salta Petrol S.R.L. – Salta

Salta Petrol es una empresa que puso en marcha una planta para el aprovechamiento sustentable de recursos no renovables, como es el **aceite lubricante** usado y la protección de la naturaleza al tratar residuos peligrosos que puedan contaminarla.

Implementa un proceso de tratamiento de residuos peligrosos mediante equipos de alto vacío en tres etapas:

- Recolección
- Almacenamiento
- Procesamiento en unidad de alto vacío

Para llevar a cabo este proceso, cuenta con unidades propias para realizar el retiro y transporte de residuos líquidos a granel como aceites lubricantes usados, mezcla y emulsión de desechos de aceite y agua y residuos alquitranados. Además, brinda servicio de gestión y transporte de residuos sólidos al operador que el generador designe.



**Figura 3.7:** Imagen de la Planta de Salta Petrol.



**Figura 3.8:** Camión cisterna de Salta Petrol retirando aceite lubricante usado.

## Capítulo 4. PROPUESTA DE GESTIÓN Y TRATAMIENTO

Dadas las múltiples alternativas de gestión y tratamiento de los aceites lubricantes usados, la propuesta que se realiza tiene en cuenta la conveniencia y oportunidad de implementación real en la provincia de Tucumán.

Las tecnologías de recuperación existentes a nivel nacional e internacional, presentan distintas ventajas y desventajas y la implementación de una u otra también está condicionada a los volúmenes a tratar. Teniendo en cuenta que en nuestra provincia los volúmenes de generación son moderados, se plantea en una primera etapa la **instalación de una planta de recuperación con un pre-tratamiento mediante un proceso relativamente sencillo**. Mediante la aplicación de este proceso, el aceite lubricante usado deja de ser un Residuo Peligroso, convirtiéndose en un insumo, cuya alternativa **es derivarlo a otra planta de regeneración y recuperación de aceite base localizadas en otras provincias o destinarlo a la formulación de combustible alternativo**, fácilmente comercializable. A futuro en una segunda etapa se puede incrementar en forma modular el volumen de tratamiento y con cantidades económicamente rentables evaluar la incorporación del proceso de regeneración a la planta local.

Respecto de la gestión, como punto de partida se plantean dos condicionantes básicos con los que deberán contar los generadores:

- **Inscripción vigente en el Registro de Actividades Contaminantes** de la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia.
- **Sector adecuado para almacenamiento de estos Residuos Peligrosos**, como lo indica la Resolución DMA 193/2017 (ver **Anexo II: Normativa de Referencia**).

### 4.1 ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA

Para la localización de una planta de tratamiento de aceites lubricantes en desuso, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

#### ► Desde la perspectiva del proyecto:

- Localización del Proyecto:
  - Accesibilidad a los servicios
  - Conectividad
  - Logística
- Dificultades y necesidades en el Medio Físico:
  - Características del suelo y topografía/Geología
  - Agua
- Dificultades y Restricciones del Medio Biótico:
  - Zonas Protegidas (restricciones legales)
  - Necesidad de desmonte

► **Desde la perspectiva Ambiental y Social:**

- Aspectos legales:
  - Restricciones (normativa específica, requerimientos, etc.)
  - Necesidad de realización de un EIA
- Cambio en el uso del suelo:
  - Medio Perceptual
  - Patrimonio Arqueológico y cultural
- Aspectos Socioculturales y Económicos en la Comunidad
  - Aceptabilidad social
- Afectación del Medio Físico
  - Suelo/Geología
  - Agua (superficial y subterránea)
  - Aire
- Afectación del Medio Biótico:
  - Flora
  - Fauna
  - Ecosistema
- Comunidad:
  - Posibilidad de incorporación de mano de obra local
  - Posibilidad de rechazo al proyecto
  - Comunicación e Información
  - Expectativa, Oportunidad y Aceptabilidad
  - Temor - Rechazo

► **Desde la perspectiva Económica:**

- Costo y Beneficio Económico

La inversión en el terreno y la construcción de la planta (equipos y montaje), al igual que los costos de funcionamiento más importantes tales como el consumo de energía y la mano de obra no diferirán mucho en distintos puntos de la provincia, por lo que la elección del sitio de localización estará condicionada por los costos operativos, principalmente el traslado de los aceites residuales a la planta como la distribución de los productos.

Respecto de los beneficios económicos, éstos vendrán dados por las posibilidades de comercialización del producto y el cobro a los distintos generadores por el otorgamiento de los certificados de disposición final.

Al momento de analizar las alternativas para la localización de la planta, se debe procurar que el sitio satisfaga los requerimientos anteriormente planteados, teniendo en cuenta las siguientes observaciones respecto de:

**Medio Físico:** la planta deberá instalarse en un predio con suelo consolidado y nivelado, evitando grandes movimientos de suelo y la generación de escurrimientos, deberá estar alejado de cauces de ríos, evitar el riesgo de anegamientos e inundaciones que puedan afectar las instalaciones de la planta y dispersar el aceite contaminando suelos y cauces superficiales.

**Medio Biótico:** Se recomienda la instalación en predios ya intervenidos por actividades industriales, galpones de logística, etc. evitando en lo posible ocupar predios con suelo natural.

**Medio Social:** Se deberá realizar un análisis del medio social en las inmediaciones, teniendo en cuenta las necesidades de la población, tratando en lo posible de tomar mano de obra local o cercana, tanto para la etapa constructiva de la planta como para la etapa de funcionamiento.

**Impacto Visual:** Se deberá evitar la localización de la planta en zonas donde provoque impacto e intrusión visual importantes, pudiendo colocarse cortinas forestales en el perímetro del predio como barreras visuales.

## 4.2 REQUERIMIENTOS ADMINISTRATIVOS LEGALES

### 4.2.1 Estudio de Impacto Ambiental necesario para el Proyecto:

Por la característica de la planta y por tratarse de un **Operador/Generador de Residuos Peligrosos**, el proyecto deberá contar con el Apto Ambiental, para lo cual se deberá presentar ante la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia un Aviso de Proyecto y Estudio de Impacto Ambiental, los cuales deberán analizar mediante un equipo interdisciplinario los aspectos ambientales referidos al proyecto, para lo cual, se detalla algunas consideraciones a tener en cuenta:

- **Gestión del Estudio de Impacto Ambiental:**

Los proyectos de estas características se deberán gestionar desde una oficina técnica, teniendo en cuenta las necesidades operativas y los aspectos legales y en interacción con un Consultor Ambiental discutir las implicancias en el ambiente, llegando en consenso a un proyecto sobre el cual se realiza el Estudio de Impacto Ambiental, el cual se presenta ante la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia, tratándolo en el Consejo Provincial de Economía y Ambiente – CPEA<sup>8</sup>, pudiendo realizar las observaciones correspondientes. Habiendo dado cumplimiento a las observaciones realizadas, si las hubiera, se emite el Certificado de Aptitud Ambiental, con el cual, se pueden iniciar las obras siguiendo un Programa de Gestión Ambiental correspondiente.

---

<sup>8</sup> CPEA: Consejo Provincial de Economía y Ambiente El CPEA, depende de la Dirección de Medio Ambiente de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, cumple con la función de analizar y aprobar los Estudios de Impacto Ambiental de obras y proyectos, públicos y privados, que deben efectuar este procedimiento, de acuerdo a la reglamentación vigente. El Consejo, integrando por 14 representantes de diferentes organismos gubernamentales, universidades y entidades no gubernamentales.

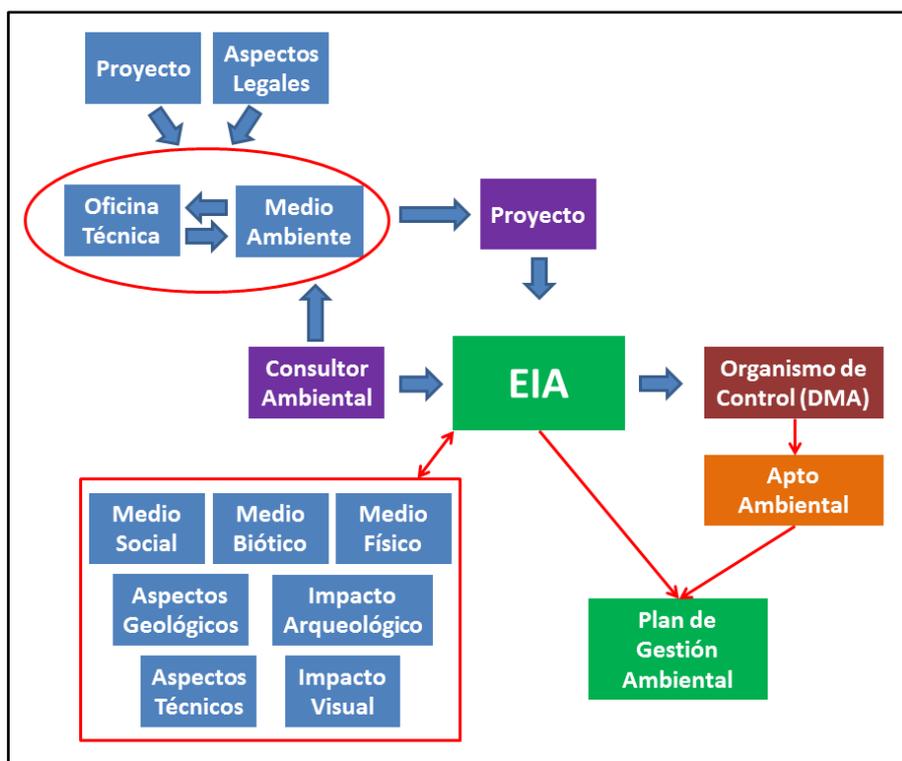


Figura 4.1: Esquema de la gestión del Estudio de Impacto Ambiental.

#### 4.2.2 Inscripción como Generador, Transportista y Operador de Residuos Peligrosos

La propuesta de gestión incluye el transporte y tratamiento de los aceites lubricantes usados, cuya operación también genera residuos peligrosos, por lo que indefectiblemente deberá realizarse la inscripción en el Registro de Actividades Contaminantes **RAC** (Ley Provincial N° 7.165) de la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia en los rubros **Generador, Transportista y Operador**, con la presentación de tres formularios:

- Declaración jurada-rubro Generador
- Declaración jurada-rubro Transportista
- Declaración jurada-rubro Operador

Dichos formularios incluyen la siguiente información:

Generador	Transportista	Operador
I- Nombre / Razón Social	I- Nombre / Razón Social	I- Nombre / Razón Social
Domicilio Legal	Domicilio Legal	Domicilio Legal
Domicilio Real	Domicilio Real	Domicilio Real
Representante Legal	Representante Legal	Representante Legal
Representante Técnico	Representante Técnico	Representante Técnico
II- Autoridades Societarias	II- Datos de los Vehículos	II- Planta
III- Administradores de la Sociedad	III- Datos de Contenedores	Potencia Instalada
IV- Datos de la Actividad	IV- Datos de Lavadero	Consumo de Energía Mensual

V Planta/Unidad Generadora	V- Características de Residuos	Datos del Personal
Potencia Instalada	VI- Memoria Técnica	Infraestructura de Servicios
Consumo de energía mensual	VII- Disposición Final	Principales Procesos
Datos del Personal	VIII- Documentación Adjunta	III- Tipo de Residuos a Tratar
Infraestructura de Servicio		IV- Insumos
Principales Procesos		V- Riesgo Ambiental
Equipamiento Principal Utilizado		VI- Residuos Finales
VI- Información Residuos		VII- Sistema Eléctrico
Materias Primas		VIII- Descripción del Entorno
Insumos		IX- Documentación Adjunta
VII- Riesgo Ambiental		
VIII- Sistema Eléctrico		
IX- Descripción del Entorno		
Aspectos Ambientales		
X- Documentación Adjunta		

**Tabla 4.1:** Información incluida en las Declaraciones Juradas para la inscripción como Generador, Transportista y Operador de Residuos Peligrosos en la Provincia de Tucumán.

Los Formularios se pueden observar en el **Anexo IV**.

### 4.3 GESTIÓN DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS Y LOGÍSTICA

La propuesta para la gestión de aceites lubricantes usados incluye las siguientes etapas:

- 1° Recolección y Transporte
- 2° Planta de Tratamiento y Proceso
- 3° Gestión de Productos y Residuos

#### 4.3.1 Recolección y Transporte

##### Gestión del Generador:

Podría decirse que uno de los pasos más importantes para una adecuada gestión de los residuos peligrosos se inicia con la labor del Generador separando y almacenando los residuos según las distintas categorías de control. Una buena alternativa para el almacenamiento de los aceites lubricantes usados, es la utilización de cisternas plásticas con batea incorporada, como se muestra en la **Figura 4.2** o también tanques de plástico de 1000 litros (ver **Figura 4.3**) desde donde se deberá bombear hacia el camión cisterna del Transportista cuando se realice su retiro.

El Generador deberá contar con un responsable de registrar y controlar el almacenamiento y coordinar la operación de retiro en tiempo y forma.



**Figura 4.2:** Cisternas plásticas incorporada en una batea con tapa para almacenamiento de aceite.



**Figura 4.3:** Tanque de plástico de 1000 litros, tipo bins.

#### Gestión del Transportista:

En una primera etapa se propone realizar la recolección y transporte de los aceites en desuso mediante dos camiones: uno tipo cisterna con capacidad de 15.000 litros provisto de mangueras con niples de acople rápido y bombas para trasvase y un camión con chasis para transportar tambores de 200 litros y donde también pueden colocarse tanques (bins) de 1000 litros de fácil colocación y ubicación por su forma y tamaño, para cuando deban recogerse menores cantidades de los pequeños generadores, pudiendo ampliar la flota a medida que el volumen y periodicidad de recolección vaya en aumento.

Los circuitos de retiro deberán diseñarse semanal y diariamente en función de los requerimientos de los generadores. Para cada retiro se deberá gestionar el correspondiente Manifiesto de Transporte de Residuos Peligrosos ante la **DMA** (Dirección de Medio Ambiente de la Provincia), tratando que dicho trámite sea lo más ágil posible para facilitar la operatividad del circuito. Se propone para ello un Manifiesto de Transporte exprés que pueda gestionarse por la web.

Por último y para cerrar el circuito, el tratador, responsable de la operación de la planta de tratamiento, deberá emitir el Certificado de Disposición Final correspondiente.

El transportista deberá contar con un Kit de materiales y equipamientos para contener cualquier contingencia o derrame de aceite (ver **Figura 4.4**) y realizar en una etapa posterior la remediación del sitio contaminado.



**Figura 4.4:** En las imágenes se muestra un kit antiderrame comercial y algunos materiales y tareas para contener un derrame.

Existen distintas empresas (por ej. **Reactiva S.R.L.**<sup>9</sup>) que comercializan productos absorbentes industriales, muy efectivos y adaptables a distintas situaciones.

El Transportista también deberá contar con un Instructivo práctico que dicte las pautas y pasos a seguir en dicha situación, como, por ejemplo:

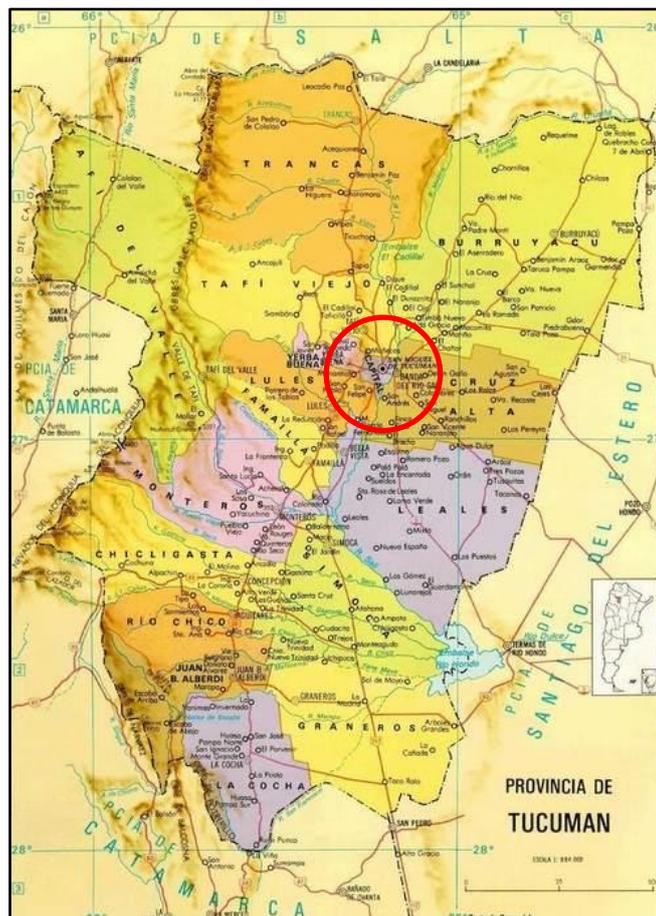
- Definir las responsabilidades de cada uno de los actores intervinientes.
- Definir prioridades de aviso de la contingencia.
- **Tareas Iniciales:**
  - Utilizar el equipo de protección personal definido.
  - Delimitar toda la zona afectada por el derrame: vallas, conos, cadenas y/o cintas.
  - Denegar el ingreso a la zona de trabajo a personas sin autorización.
  - Si fuese posible, colocar un recipiente debajo de la fuga para evitar un derrame mayor.
  - Identificar la parte del equipo por donde se produce la fuga del aceite.
  - Contener la fuga mediante el uso de un sellador en frío o una cuña de goma o madera.

<sup>9</sup> [www.reactiva.com.ar](http://www.reactiva.com.ar)

- En caso de producirse un derrame mayor: Inmediatamente debe contenerse el mismo, cercándolo mediante el uso de material absorbente para evitar la dispersión del aceite en una superficie mayor.
- **Tareas de Remediación:**
  - Proceder a absorber el aceite derramado utilizando materiales absorbentes; tierras absorbentes, trapos, papeles.
  - El remanente de aceite debe ser removido con desengrasante. Los restos se deben absorber con trapos o papel absorbente, restituyendo las condiciones iniciales de la superficie afectada.
  - En caso de derrame sobre suelo natural, se deberá aplicar material absorbente y retirar la tierra impregnada con aceite y reponer con tierra nueva el área afectada.

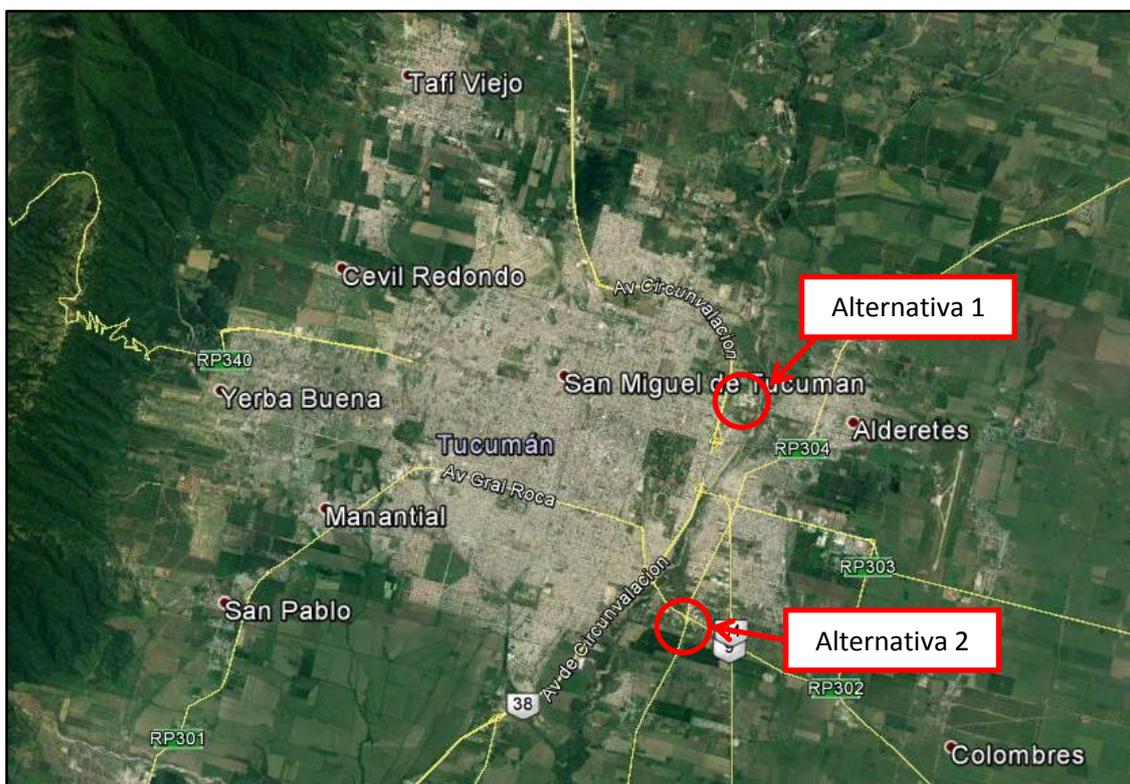
#### 4.3.2 Planta de Tratamiento y Proceso

En la decisión del sitio de localización de la Planta se deberán tener en cuenta los aspectos técnicos y ambientales detallados en el apartado anterior, la accesibilidad a infraestructura de servicios como así también la logística, relacionado directamente con las distancias a los centros de generación, por lo que resulta conveniente que no se encuentre muy alejado del gran San Miguel de Tucumán, principal punto de generación.



**Figura 4.5:** Mapa de la Provincia de Tucumán, indicado los alrededores de San Miguel de Tucumán como una zona adecuada para la localización de la planta.

Se analizarán dos alternativas para la localización de la planta: i) En el Parque Industrial Tucumán ubicado sobre la Ruta Nacional N° 9; ii) Sobre la Ruta Provincial N° 306 en la zona de San Andrés.

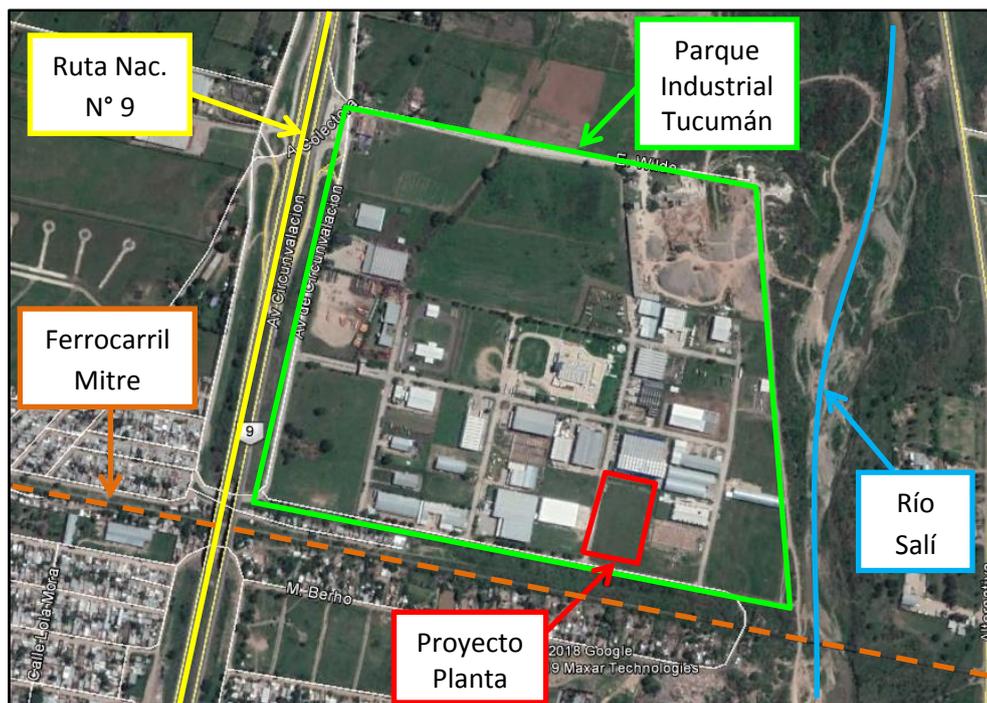


**Figura 4.6:** En la Imagen se indican las dos alternativas que se analizan para la localización de la planta de recuperación de aceites lubricantes usados.

### Alternativa 1: Parque Industrial Tucumán



**Figura 4.7:** Una localización que pudiera ser adecuada es el Parque Industrial Tucumán, ubicado sobre la Ruta Nacional N° 9.

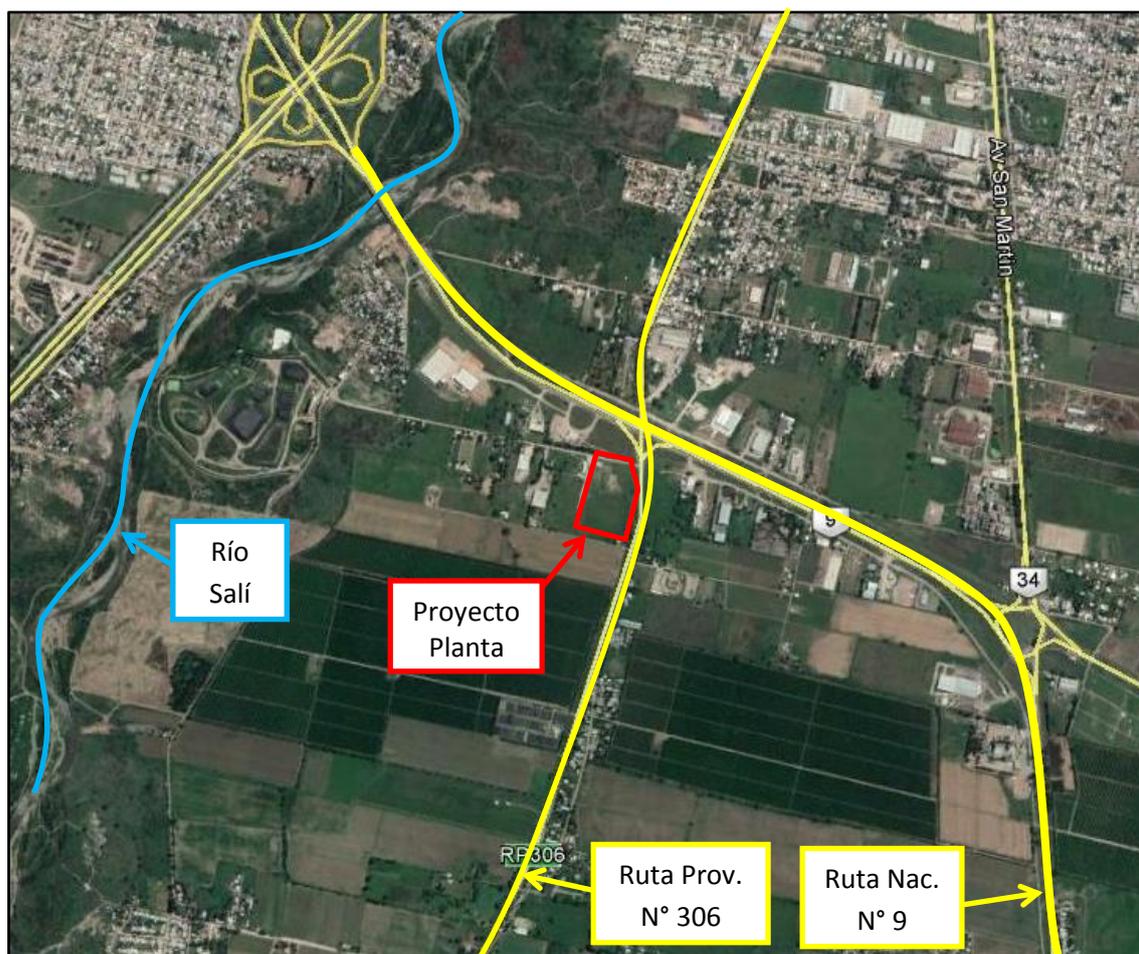


**Figura 4.8:** Se indica un predio de 13.500 m<sup>2</sup> de 90m por 150m en el Parque Industrial Tucumán.



**Figura 4.9:** Foto del acceso al Parque Industrial Tucumán, visto desde la Ruta Nacional N° 9.

### Alternativa 2: Zona San Andrés



**Figura 4.10:** Otra localización posible, en el empalme Ruta Nacional N° 9 y Ruta Nacional N° 38 intersección con Ruta Provincial N° 306, en inmediaciones de la localidad de San Andrés.



**Figura 4.11:** En la imagen se observa un predio descampado de 14.000 m<sup>2</sup> de 70m por 200m en inmediaciones de la Ruta Provincial N° 306 e intersección Ruta Nacional N° 9.

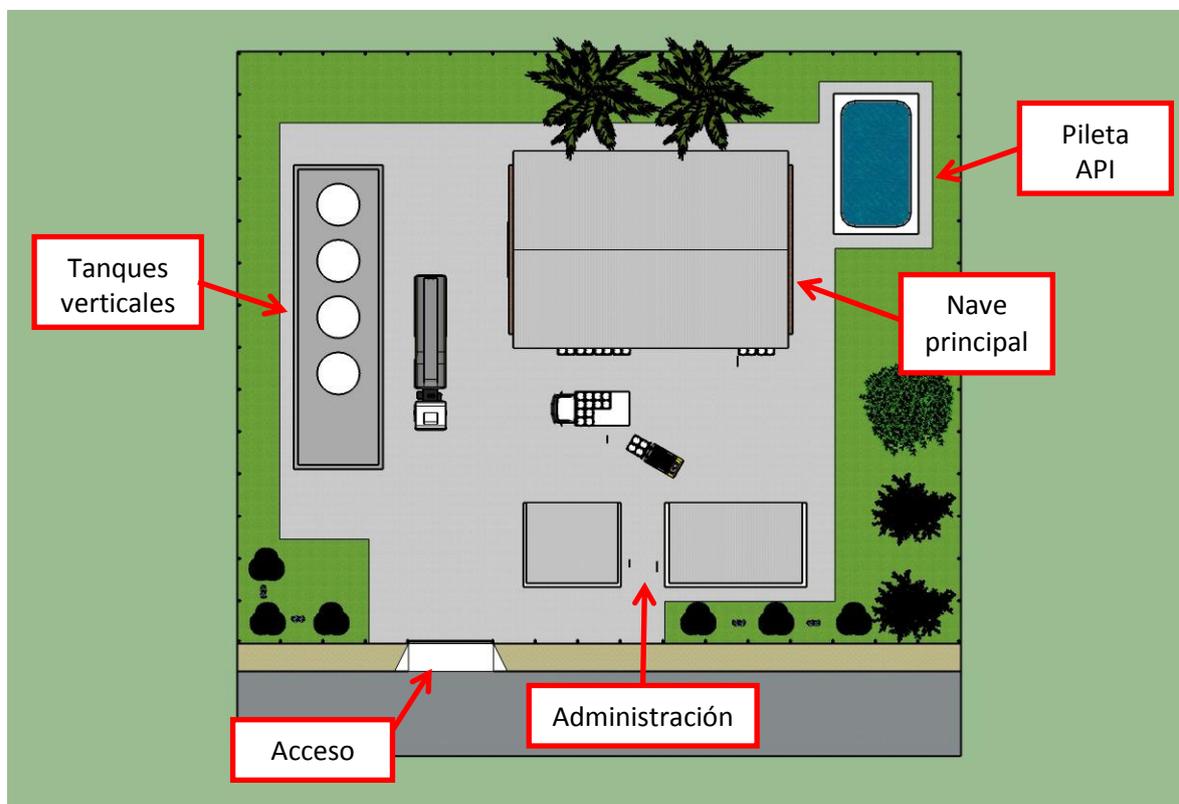
Tanto en la **Alternativa 1** como en la **Alternativa 2** se trata de predios bien comunicados con rutas con una excelente accesibilidad y en inmediaciones de una zona con amplia actividad industrial, y muy próximos al gran San Miguel de Tucumán, por otra parte, se encuentran lo suficientemente alejadas de las zonas urbanizadas. Además, son espacios ya alterados y el caso de la Alternativa 1, definida específicamente para uso industrial.

Consideraciones	Alternativa 1	Alternativa 2
<b>Accesibilidad</b>	Muy Buena. Sobre Ruta Nacional N° 9.	Excelente. Interconexión con las Rutas Nacionales N° 9 y N° 38.
<b>Afectación al Medio Físico</b>	Ubicado a menos de 1 km del Río Salí.	Ubicado a 1 Km del Río Salí.
<b>Afectación al Medio Biótico</b>	No aplica.	No aplica.
<b>Medio Perceptual</b>	No aplica.	No aplica.
<b>Aceptabilidad Social</b>	Buena.	Indiferente.
<b>Riesgo Ambiental por incendio</b>	Ubicación próxima a otras industrias, lo que aumenta el riesgo de daño a terceros. Se deberá contemplar un sistema contra incendios adecuado a esta situación.	Ubicación alejada de otros centros industriales o viviendas. También deberá contemplar un sistema contra incendios.
<b>Riesgo Ambiental por derrame</b>	Utilización de tanques con bateas de contención, dimensionadas para contener el 110 % de la capacidad de almacenamiento de aceite.	Utilización de tanques con bateas de contención, dimensionadas para contener el 110 % de la capacidad de almacenamiento de aceite.

**Tabla 4.2:** Comparación de aspectos ambientales respecto de 2 Alternativas de localización de la Planta.

Cabe destacar que una tercera Alternativa sería realizar un gran centro de acopio y transferencia para centralizar la gestión en base a la generación anual. Desde este centro realizar el traslado a las diferentes plantas de tratamiento habilitadas ubicadas en otros puntos del país.

A continuación, se presentan imágenes esquemáticas de la planta propuesta:



**Figura 4.12:** Vista de planta, donde se identifican la nave principal, tanques, zona administrativa y pileta API.



**Figura 4.13:** Vista esquemática de la planta.



**Figura 4.14:** Vista esquemática de la planta.

► **Proceso de Recuperación**

Se propone una planta con una capacidad operativa de 60 m<sup>3</sup>/mes, trabajando con un turno de 8 horas, se tratarán los aceites lubricantes usados provenientes de industrias y talleres de automotores. El proceso incluye la separación primaria por centrifugado. El producto obtenido es un insumo para formular un combustible o bien incorporarse al proceso de regeneración y obtención de aceite base.

El proceso cuenta con las siguientes etapas:

- 1° Recepción
- 2° Reposo y purgado
- 3° Centrifugado
- 4° Almacenamiento de Producto
- 5° Tratamiento de corrientes residuales
- 6° Instalaciones Auxiliares

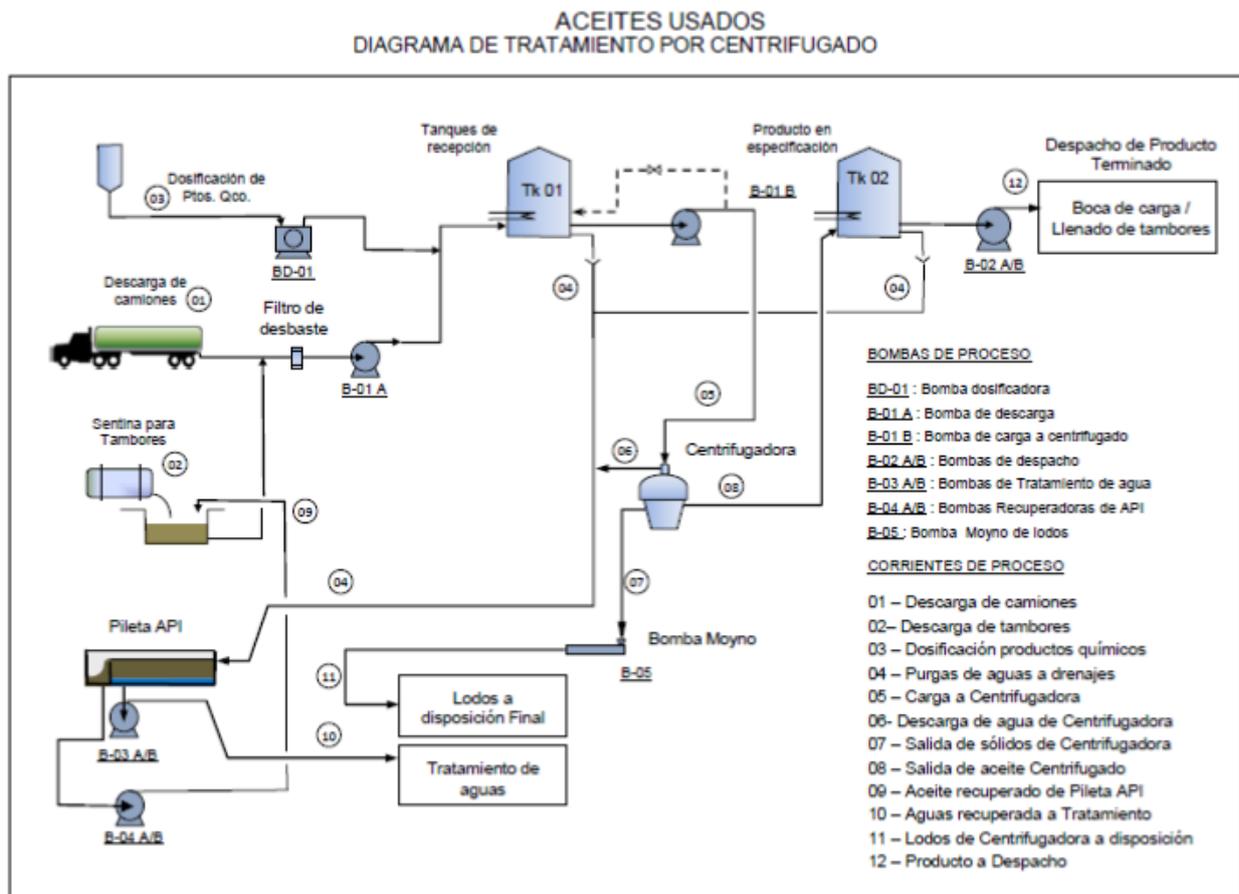


Figura 4.15: Diagrama de Flujo.

Bomba	Servicio	Tipo	Potencia				Características	
			Cantidad	Motor (Hp)	Total Hp	Total KW	Caudal Nominal	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )
B 1	Dosificadora	Desplazamiento positivo	1	0,25	0,25	0,19	0-1 l/hr	-
B 2	Descarga	Centrifuga horizontal	1	10	10	7,46	30 m <sup>3</sup> /hr	3,5
B 3	Carga	Centrifuga horizontal	1	1	1	0,75	1,5 m <sup>3</sup> /hr	1,5
B 4	Despacho	Centrifuga horizontal	2	5	10	7,46	30 m <sup>3</sup> /hr	3,5
B 5	Agua	Centrifuga horizontal	2	1	2	1,49	1,5 m <sup>3</sup> /hr	1,5
B 6	Recuperación	Centrifuga sumergida	2	0,5	1	0,75	1 m <sup>3</sup> /hr	1,5
B 7	Lodos	Moyno	1	1	1	0,75	0,5 m <sup>3</sup> /hr	1,5
		Centrifuga			2	1,5	1,5 m <sup>3</sup> /hr	-
Potencia total				20,34KW				
				27,26 Hp				

**Tabla 4.3:** Consumo eléctrico de equipos.

## 1. Recepción del aceite lubricante usado

El proceso se inicia con un análisis fisicoquímico del aceite en origen, evitando trasladar el mismo con contaminantes que no pueden ser tratados en la planta, luego se realiza el traslado y su recepción. Los aceites pueden ser retirados en tambores o camiones cisternas:

- **Recepción del aceite ingresado con camiones cisternas**

Se debe presentar la documentación habilitante para la recepción y autorizar el ingreso del camión al área de descarga. La misma estará construida sobre plateas niveladas y pisos impermeabilizados con las bocas de drenajes que permita contener cualquier derrame que se pudiera producir durante las maniobras. El área de manipuleo estará bajo techo evitando el ingreso de agua de lluvia y la posible contaminación de áreas adyacentes o drenajes pluviales.

Se debe tomar de una muestra representativa para Laboratorio, donde se verificará y autorizará la descarga. Las operaciones de trasvase se efectuarán con todas las precauciones necesarias para evitar derrames durante el conexionado de mangueras, (las mismas deberán contar con niples de acople rápido) y su retiro. Se contará con recipientes portátiles de poco volumen que servirán de apoyo en las maniobras.

Se dispondrá de matafuegos ubicados estratégicamente y se dispondrá de productos absorbentes de hidrocarburos actuar ante cualquier derrame.

- **Recepción en tambores o contenedores**

En el caso de recepción en tambores se procede administrativamente como en el caso anterior, contabilizando la cantidad de tambores. Se integra una muestra representativa del cargamento (por cada origen común) y se envía al Laboratorio para realizar los análisis correspondientes y autorizar las maniobras de descarga y vaciado.

Como en el caso de descarga de cisternas se contará con el mismo apoyo de elementos menores y absorbentes de hidrocarburos.

Toda el área operativa estará acordonada creando un soporte de contención ante cualquier derrame y así proteger las áreas adyacentes.

Se contará con la bomba de descarga, la cual aspirará el aceite usado de descarga previo pasaje por un filtro desbastador (que retendrá elementos extraños de tamaños superiores a los 5 mm) y lo enviará a un tanque de recepción.

Teniendo en cuenta que la planta tendrá una capacidad de 60.000 litros/mes y que los tambores tienen un volumen de 200 litros, la capacidad equivale a 300 tambores/mes, con un promedio de 13,6 diarios.

## **2. Reposo y purgado**

El tanque de recepción de aceite usado con una capacidad de 10 m<sup>3</sup> estará preparado para mantener en reposo durante un mínimo de 24 hs para permitir el decantado y purgado del agua libre.

A los efectos de actuar sobre posibles emulsiones, se puede inyectar productos flocculantes. En este tanque además de separar el agua que pudiera contener se producirá la sedimentación de las partículas más finas que no se hayan separado antes.

Posteriormente se realiza un filtrado en un equipo de filtro de placas a 40-50°C con el fin de separar las partículas que no hubieran decantado.

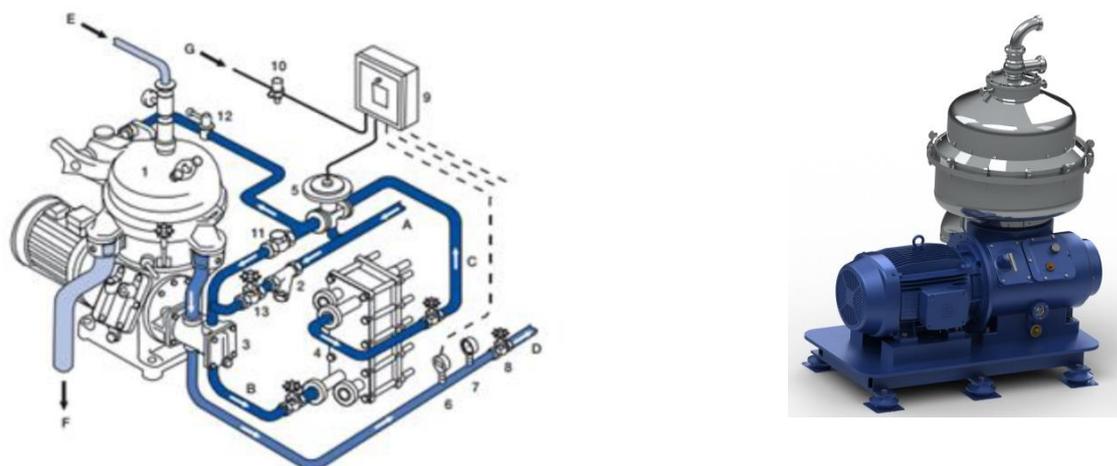
Tanto los sedimentos de fondo como las partículas filtradas, son considerados residuos peligrosos (Y<sub>48</sub> sólidos contaminado con Y<sub>8</sub>) y se deben tratar con un operador autorizado. A partir de este punto, los aceites lubricantes usados continuarán hacia el proceso de Centrifugado.

## **3. Centrifugado**

El proceso de centrifugación se realizará mediante un equipo de centrifugación y un manifold de maniobra además de contar con un sistema para el pre-acondicionamiento antes que ingrese a la operación de centrifugado.

En la centrifuga se acelera el proceso de separación por medio de la fuerza centrífuga separándose por diferencia de densidad los productos de fases no miscibles. De esta manera se separa el aceite del agua y los sólidos.

En esta operación el aceite usado transforma su condición de residuo peligroso a un producto apto para destinarse como insumo energético industrial (combustible fueloil) o como materia prima en reciclajes de bases lubricantes. En la imagen siguiente se muestra una instalación típica de este equipo:



**DETALLES:**

- |                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
| 1 – Separador centrífugo MAB         | 8 – Válvula reguladora                  | A – Alimentación de aceite                |
| 2 – Filtro de aceite                 | 9 – Cabina de alarmas                   | B – Aceite a calentador                   |
| 3 – Bomba de alimentación y descarga | 10 – Válv. reductora de presión de aire | C – Aceite al separador                   |
| 4 – Intercambiador de placas         | 11 – Válvula de retención               | D – Salida de aceite del separador        |
| 5 – Válvula de 3 vías                | 12 – Válvula de parada                  | E – Alimentación de aceite de sello       |
| 6 – Preso switch                     | 13 – Válvula reguladora                 | F – Salida de agua                        |
| 7 – Manómetro                        |   | G – Alimentación de aire a válvula 3 vías |

**Figura 4.16:** Esquema del proceso de Centrifugado.

La centrifuga es un equipo que opera normalmente a temperaturas de 50-60°C y 7.000-8.000 rpm, a esta velocidad separan por diferencia de densidades partículas sólidas, agua y la fase oleosa por corrientes separadas, posibilitando recuperar la fase de interés y separar los residuos. Estas condiciones de temperatura relativamente bajas hacen que el proceso no sea peligroso y además permita el control de cualquier eventual emisión gaseosa. En este proceso se elimina toda el agua ingresante con la materia prima; como así también la casi totalidad de sólidos ingresantes al proceso (elimina partículas de hasta 0,5 micrones). El producto final obtenido alcanza un aspecto límpido y un color ambarino.

Los sólidos separados por centrifugación estarán compuestos esencialmente por:

- a) Partículas de carbón: que son las responsables de dar un color oscuro al aceite usado; y varían su tamaño desde varios micrones hasta 0,5 micrones las más pequeñas.
- b) Polvo recogido en el manipuleo y/o almacenamiento inadecuado por descuido en los recolectores.
- c) Elementos extraños de muy pequeño tamaño que pueden provenir de las partes internas de los motores o equipos en que los que se utilizaron los aceites.

En el siguiente diagrama se muestra el **Balance del Proceso** de centrifugado a partir de valores estimados:

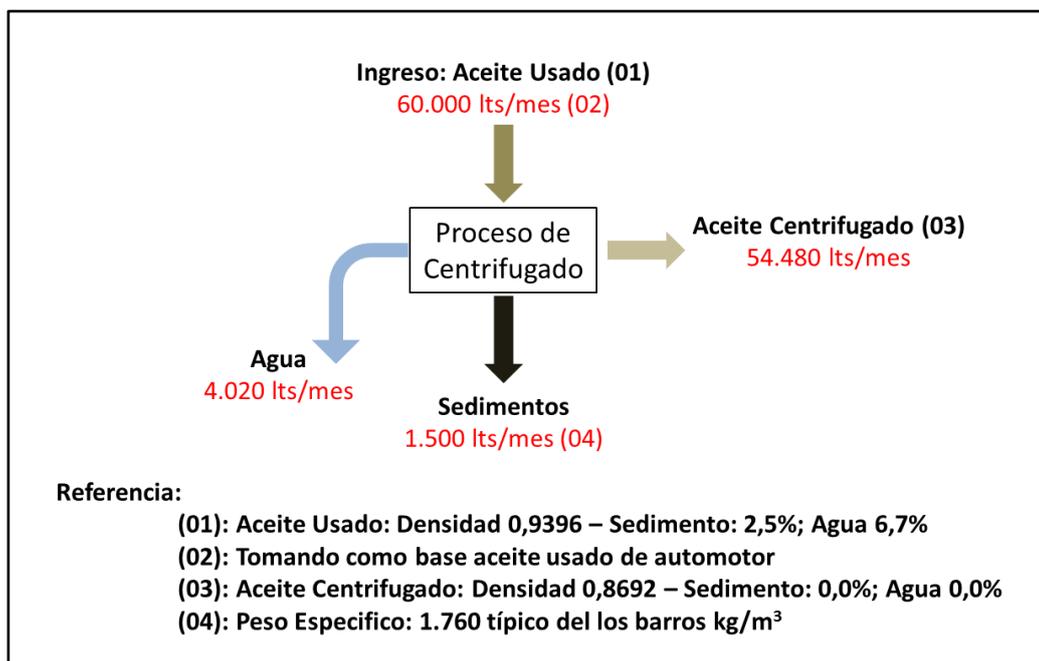


Figura 4.17: Esquema del Balance del Proceso de Centrifugado.

- **Calidad de la operación de centrifugado**

Respecto a remoción de contaminantes:

VALORES CONSEGUIDOS EN EL PROCESO <sup>(01)</sup>		
CONTAMINANTES	ANTES	DESPUÉS <sup>(02)</sup>
Cloro, %w	0,17-0,47	0
S, %w	0,17-1,09	0
Zn, ppm	260-1787	Trazas
Ca, ppm	211-2291	Trazas
Ba, ppm	9-3906	Trazas
P, ppm	319-1550	0
Pb, ppm	85-21676	Trazas
Al, ppm	0,6-758	0
Fe, ppm	97-2411	Trazas
(01): Pierde su condición de producto peligroso. (02): Cumple con las especificaciones establecidas por ASTM 396 (Standard for Testing Methods). (03): Fuente de información: Unidad de Planeamiento Minero y Energía de Colombia (estudios).		

Tabla 4.4: Valores comparativos de contaminantes antes y después del proceso.

#### 4. Almacenamiento del Producto

El producto terminado, luego de haber sido procesado en la operación de centrifugado en forma satisfactoria, es colectado en tanques según el destino:

**i) Combustible alternativo:**

- Se controla y formula con el agregado de hidrocarburos livianos como el Gas Oil, para obtener un combustible con las especificaciones de viscosidad y punto de inflamación (Flash Point) requerido por el cliente, luego mediante una bomba de despacho se alimenta la boca de carga de camiones sistema para su traslado.

**ii) Obtención de aceite base:**

- Se controla y con una bomba de despacho se alimenta la boca de carga de camiones sistema para su traslado a otras plantas para su refinado, donde se realizarán una serie de operaciones para obtener el aceite base.

Los tanques deberán contar con su recinto de contención tal como lo establece la Secretaría de Energía de la Nación en la Resol. 10877/60. En el diseño del proyecto deberán tenerse en cuenta las instalaciones auxiliares y de equipos de seguridad de acuerdo con las exigencias de la normativa aplicable.

**5. Tratamiento de Corrientes Residuales**

Se plantea un proceso para el tratamiento de efluentes para separar el aceite y el agua mediante una **pileta de recuperación API**<sup>10</sup>, que permite la separación de fases de líquidos inmiscibles por diferencia de densidad. Normalmente, para que la separación sea efectiva en este proceso, se permiten tiempos de residencia suficiente que posibilite la separación de la mezcla aceite-agua. En la capa superior se posiciona el aceite y en la inferior el agua que llegó a la pileta procedentes de las purgas de tanques y separada en la centrifugación.

Desde la pileta se colectan los líquidos desde sus fases separadas, dándoles el destino adecuado. En el caso de los hidrocarburos oleosos, se los envía al tanque de recepción de aceites usados, donde se los recupera para el reciclaje en el proceso.



**Figura 4.18:** Imagen de una pileta API para la decantación de lodos separación de agua.

<sup>10</sup>El nombre deriva del hecho de que estos separadores fueron diseñados según los estándares publicados por el Instituto Americano de Petróleo (EE. UU.), API por sus siglas en inglés.

## Destinos del agua residual

El agua separada de la pileta API se debe entregar a un operador habilitado responsable de la Disposición Final. Normalmente se obtienen valores que pueden llegar a 100 ppm de aceite.

Los barros que se van acumulando en el fondo de la pileta a través del tiempo también deberán disponerse con operadores habilitados.

## Residuos

Para la producción mensual de 60.000 l, se producirán aproximadamente los siguientes residuos:

Residuos Generados	Tipo de Residuo	kg/mes	Destino
Barros generados por la centrifugación	Peligroso: Y <sub>18</sub>	2760	Operador habilitado
Filtros sucios y sólidos contaminados	Peligroso: Y <sub>48</sub>	50	Operador habilitado
Agua contaminada con hidrocarburos	Peligroso: Y <sub>09</sub>	4020	Operador habilitado
Residuos tipo domiciliarios	Domiciliarios	320	Municipio Correspondiente

**Tabla 4.5:** Residuos generados en el proceso.

Los barros separados por la centrifuga, la decantación y el filtrado de la materia prima, están constituidos por una mezcla variable de hidrocarburos, restos carbonosos y minerales, clasificados como Residuos Peligrosos Y<sub>18</sub><sup>11</sup>.

Es importante destacar que todos estos residuos, incluida el agua contaminada con hidrocarburos, pueden ser destinados por ejemplo, a incineración en hornos de clinker (operadores habilitados), pues tienen poder calórico que puede aprovecharse de esta manera y además eliminar los resto de contaminantes que contienen los mismos como se explicó en el **Apartado 3.2.1.**

## 6. Instalaciones Auxiliares

Las Instalaciones se completan con: laboratorio, taller, depósito de insumos y materiales, baños y oficinas y como con los sistemas de seguridad y contra incendios.

El plantel de personal para la operación de la Planta dependerá del volumen a tratar, sin embargo, se estima una dotación de 6 personas en planta permanente. El proceso se realizará en una jornada de 8 horas con tiempos periódicos de paradas operativas.

<sup>11</sup> Ley 24.051: Y<sub>18</sub>: Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

#### 4.4 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

A partir del análisis de los precios del mercado, costos de equipamientos y los consumos y tomando como referencia otros operadores en el país con plantas de similares características a la planteada en la tesis, se estima que resultaría rentable la instalación de la planta en Tucumán, sin embargo se debe realizar una evaluación económica pormenorizada con los indicadores económicos de VAN y TIR y tiempo de recuperación de la inversión del proyecto, para obtener conclusiones más concluyentes, tarea que se podría desarrollar en una etapa de estudio posterior.

En esta evaluación preliminar se pueden tener en cuenta las siguientes consideraciones económicas, que dan indicios de la factibilidad del proyecto, resulta conveniente presentar los valores en dólares estadounidenses:

##### Precios de Referencia:

- Precio del **aceite lubricante:** **6,1 USD/I** (Aceite YPF Elaion15W40).
- Precio del **aceite base:** **1,64 USD<sup>12</sup>**.
- Precio del **aceite en desuso:** **0,033 USD/I** (dato consultado en las visitas a los Generadores y Operadores).
- Precio del **Fuel Oil:** **0,25 USD/I** (dato consultado en las visitas a los Generadores y Operadores).

##### Costos de Tratamiento:

El transporte y disposición final de aceite en desuso en la provincia de Tucumán tiene un costo de: **0,25 USD/km** de recorrido y de **0,17 USD/I** de aceite a tratar, datos consultados a la empresa Ciageser S.R.L., ver **Anexo V**.

##### Cantidad de Aceite a Tratar:

Teniendo en cuenta lo expuesto en el **Apartado 2.1**, considerando el parque automotor de Tucumán asciende a 387.341 unidades a Diciembre del año 2018 y bajo la suposición de que al menos una vez al año se realizará un cambio del aceite del motor, lo que implica la generación de aproximadamente 3 litros de aceite residual, totalizando sólo por esta actividad una generación **de 1.160.000 Litros de aceite residual/año**, a lo que habría que adicionarle lo generado en las industrias y talleres, se puede estimar una generación total de **2.000.000 de litros/año**.

La planta descrita en el presente trabajo tiene una capacidad operativa de 60.000 litros/mes trabajando en un turno de 8 horas, equivalente a 720.000 litros/año. Esto implica que a este régimen puede abarcar solo el 40% de lo generado anualmente, sin embargo, si ampliamos a 3 turnos de trabajo, con un mes de parada para mantenimiento anual el volumen que podría tratar se eleva a 1.980.000 litros, lo que abarcaría el 99% del aceite generado en la provincia.

---

<sup>12</sup> Tesis “Sistema Integrado de Gestión Ambiental para Aceites Lubricantes”. Ing. Julio Marcelo del Valle Córdoba. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Tucumán.

Del 100% del aceite lubricante en desuso ingresado a la planta, se obtiene un 90,8% de producto tratado, 6,7% de agua y un 2,5% de sedimentos (residuos):

Períodos y turnos de trabajo		Volumen en Litros			
		Aceite ingresado (100%)	Aceite obtenido (producto) (90,8%)	Agua (6,7%)	Sedimentos (residuos) (2,5%)
Mensual	1 turno de trabajo	60.000	54.480	4.020	1.500
	3 turnos de trabajo	180.000	163.440	12.060	4.500
Anual	1 turno de trabajo	720.000	653.760	48.240	18.000
	3 turnos de trabajo	1.980.000	1.797.840	132.660	49.500

**Tabla 4.6:** Detalle de los volúmenes de aceite ingresado a la planta, aceite obtenido (producto), agua residual y sedimentos (residuos), evaluados para un mes y un año de trabajo, considerando uno o tres turnos de trabajo.

Estimación Económica:

Estimación Económica (base anual) con un turno de trabajo		
Ingreso por venta:	653.760 l x USD/l 0,25 =	USD 163.440
Gastos pago aceite:	720.000 l x USD/l 0,033 =	-USD 23.760
Gasto disposición final de Sedimentos	18.000 l x USD/l 0,17 =	-USD 3.060
Gastos de traslado a tratador	USD 35 x 3 =	-USD 105
Costo de personal	2 x USD 835 x 13 = 21.710 4 x USD 555 x 13 = 28.860	-USD 50.570
Costo de energía	9,35 USD/kW-m x 27,8 kW x 12 = USD 3.119 20 kwh/d x 0,056 USD/kWh x 22d x 12m = USD 296	-USD 3.415
<b>Total Anual</b>		<b>USD 82.530</b>

**Tabla 4.7:** Estimación Económica anual con un turno de trabajo.

Estimación Económica (base anual) con 3 turnos de trabajo		
Ingreso por venta:	1.797.840 l x USD/l 0,25 =	USD 449.460
Gastos pago aceite:	1.980.000 l x USD/l 0,033 =	-USD 65.340
Gasto disposición final de Sedimentos	49.500 l x USD/l 0,17 =	-USD 8.415
Gastos de traslado a tratador	USD 35 x 8 =	-USD 280
Costo de personal	6 x USD 835 x 13 = 65.130 12 x USD 555 x 13 = 86.580	-USD 151.710
Costo de energía	9,35 USD/kW-m x 83,4 kW x 12 = USD 9.357 60 kwh/d x 0,056 USD/kWh x 22d x 12m = USD 887	-USD 10.244
<b>Total Anual</b>		<b>USD 213.471</b>

**Tabla 4.8:** Estimación Económica anual con tres turnos de trabajo.

### Inversión:

Respecto de la inversión, y como dato de interés en esta etapa preliminar, se puede tomar como referencia, los costos de instalación de una planta<sup>13</sup> que incluye la recuperación y regeneración de aceite base, con columnas de destilación y equipos auxiliares para una capacidad de 26 m<sup>3</sup> /mes, estimado en USD 310.176. Si extrapolamos a la planta propuesta a instalar en la provincia, con una capacidad de prácticamente el doble 60 m<sup>3</sup> mensuales, se esperaría un costo mayor, aunque No necesariamente el doble, suponiendo un incremento de costos del orden del 50 % la inversión necesaria asciende a USD 400.000. Esta información sólo sirve como ilustrativa ya que el proceso incluye la recuperación de aceite base. En la propuesta de esta tesis se plantea una primera etapa con solamente el pretratamiento, por lo que podían esperarse valores mucho menores.

### ► Análisis FODA:

Se expone a continuación un Análisis FODA a modo de síntesis de los aspectos más significativos que identificaron durante el desarrollo de este trabajo:



**Figura 4.19:** Esquema Análisis FODA.

<sup>13</sup> Análisis de rentabilidad de “Planta de regeneración de aceites lubricantes”. Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Económicas – Autor: Melanie NielsenCingel. Prof. Tutor: Lic. Claudia Botteón - Mendoza 2016

### ► Crecimiento del negocio:

Para evaluar la potencialidad de la instalación en la provincia de Tucumán de la Planta de tratamiento, se debe tener en cuenta el crecimiento basándose en el incremento de los volúmenes recogidos a nivel provincial además de la posibilidad de recibir aceites residuales de otras provincias del NOA, es decir, se puede pensar en una planta modular que permita un incremento escalonado de la capacidad de tratamiento.

Una segunda alternativa sería incorporar procesos más complejos como el de destilación y absorción entre otros para producir el aceite base, con lo que aumentaría la rentabilidad del negocio.

## 4.5 BENEFICIOS AMBIENTALES

Con la instalación de la planta propuesta en la provincia de Tucumán, recuperando, tratando y reutilizando 60 m<sup>3</sup>/mes, equivalentes a 720 m<sup>3</sup>/año trabajando en un turno y 1.980 m<sup>3</sup>/año trabajando en tres turnos, se verá reflejado en los siguientes beneficios ambientales:

- **Tratamiento y Recuperación de 720.000 a 1.980.000 litros de aceite lubricante usado a partir de un residuo peligroso que se trata de un recurso no renovable escaso.**
- Reducción del consumo de energía en la elaboración de aceites base.
- Reducción de emisiones de contaminantes gaseosos (ver **Tabla 4.9**) y metales pesados, ya que se trata y reutiliza un producto que seguramente sería incinerado en forma descontrolada.
- Disminución de la probabilidad de contaminación de cursos de agua tanto subterráneos como superficiales.
- Aumento en el ciclo de vida del aceite por la reutilización.

Períodos y turnos de trabajo		CO <sub>2</sub> por Tn de aceite lubricante usado recuperado		
		Aceite ingresado en Lts	Aceite ingresado en Tn	CO <sub>2</sub> equivalente <sup>14</sup> en Tn
Anual	1 turno de trabajo	720.000	576	1.757
	3 turnos de trabajo	1.980.000	1.584	4.831

**Tabla 4.9:** Cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente por toneladas de aceite lubricante usado recuperado, según los volúmenes a tratar en forma anual, trabajando en uno o tres turnos.

<sup>14</sup> Guía Práctica para el Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Versión de marzo de 2011 – Oficina Catalana de Cambio Climático - España

## Capítulo 5. CONCLUSIONES

### ► COMENTARIOS

- En la Tesis se realizó la recopilación y análisis de información acerca del estado de situación del manejo de los aceites lubricantes usados en la Provincia de Tucumán, se relevaron los distintos generadores trabajando sobre información aportada por el Registro de Actividades Contaminantes de la Dirección de Medio Ambiente. Se efectuó la visita a distintos Operadores a nivel Provincial y Nacional para comprender las características de la actividad y de la operación de los aceites usados.
- Existe una oportunidad para realizar una gestión responsable con beneficios económicos y ambientales. Se estudió la aplicación de procesos de recuperación de los aceites lubricantes usados que permitieran dar respuestas a las necesidades locales y regionales.
- Se adoptaron distintas variables para realizar el análisis y comparación de las distintas tecnologías modulares empleadas en la recuperación de los aceites minerales usados, teniendo en cuenta aspectos: tecnológicos, económicos, productos y corrientes residuales obtenidas y disponibilidad local de equipos entre otros.
- Se adoptó una alternativa factible para instalar una planta con etapa de pre-tratamiento para la obtención de un **combustible alternativo** o derivar el producto obtenido a otros establecimientos de mayor envergadura que ya están en funcionamiento para la **Regeneración de aceite base**.
- De un análisis preliminar y observando la funcionalidad de otras plantas, resulta factible la implementación del proyecto teniendo una oportunidad de negocio.
- Los aceites minerales usados son considerados Residuos Peligrosos por la Ley Nacional N° 24.051 y su correlativa Provincial N° 6.605, sin embargo, luego de ser tratado **estos aceites cambian su “estatus” de Residuos Peligrosos, para convertirse en insumos para otros procesos industriales**. Esta situación no se refleja claramente en la actual Normativa, por lo cual se plantea para una etapa de desarrollo posterior el análisis de propuestas de generar normativa específica para la actividad de “tratamiento y reciclaje de aceites minerales usados”, tal como existe en otros países, con los siguientes lineamientos:
  - Establecer las condiciones de almacenamiento específicas para la gestión interna de los generadores y operadores.
  - Establecer obligaciones a los distintos actores, particularmente a los proveedores de aceites lubricantes nuevos, haciéndolos responsables del retiro de un porcentaje mínimo de aceite usado contra entrega de aceite nuevo, de forma similar a la normativa referida a la gestión de baterías de Plomo Ácido (Resolución Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano N° 544/94 - Reglamentación de las Operaciones de Ventas de Acumuladores Eléctricos). Este tipo de exigencias requieren del diseño de un sistema que permita la trazabilidad de los aceites residuales desde la generación hasta la disposición final.

- Prever régimen de exención impositiva para los distintos actores: proveedores, generadores y operadores por el retiro y almacenamiento transitorio de los aceites lubricantes usados de manera de promover la actividad.
- Prever un régimen de incentivos para favorecer la radicación de Operadores de Residuos Peligrosos en la Provincia.
- Deben promoverse políticas regionales en la materia, trabajando coordinadamente y en conjunto con las provincias del NOA, para propiciar una gestión regional orientada a la reutilización y rentabilidad del negocio, estableciendo protocolos simplificados y/o incentivos para favorecer una correcta gestión de los aceites lubricantes usados, que resulte operativa y accesible no solamente de los grandes generadores sino también a las Pymes (talleres mecánicos y locales de recambio de aceite).

## ► CONCLUSIONES

- De acuerdo con los datos surgidos del relevamiento se adoptó una capacidad de tratamiento de 60 m<sup>3</sup>/mes para la planta con un turno de trabajo de 8 horas. Asimismo, se podrá ampliar la capacidad con la implementación de dos y tres turnos de trabajo. Por otra parte al ser del tipo modular permite ampliar su capacidad con flexibilidad.
- La logística en la gestión de los aceites usados se ve beneficiada por la geografía de nuestra provincia, su red vial troncal y su cercanía con otras ciudades del NOA. Teniendo en cuenta la cercanía y vías de comunicación, se propone una ubicación estratégica para la instalación de la planta y estación de almacenamiento transitorio de los aceites minerales usados. Se identificó como sitio más favorable la Comuna Rural de San Andrés, que se encuentra cercana al Gran San Miguel de Tucumán y de las industrias y lo suficientemente alejado de los centros urbanos, permitiendo además reducir los volúmenes de almacenamiento en los centros de generación.
- Se identificó la existencia de **un nicho de desarrollo para una nueva actividad, estando dadas las condiciones para la instalación de una planta de recuperación de los aceites minerales usados en la provincia.**
- El producto obtenido resulta competitivo ya que los **costos de fabricación de aceite lubricante nuevo es sensiblemente superior si se compara al costo del aceite base recuperado.**
- La implementación del proyecto con una inversión estimada en USD 400.000, generará empleo de mano de obra local, tanto en la etapa de construcción como en la etapa de funcionamiento. Con un ingreso anual neto de USD 82.530 trabajando en un turno de 8 horas con 6 empleados, mientras que si se amplía la producción a tres turnos de 8 horas, el ingreso anual neto podría ascender a USD 213.471.
- Esta tesis propone una alternativa a la actual **No gestión de Aceites Lubricantes Usados**, y se espera que sirva como un elemento de análisis más para evidenciar la oportunidad e interesar al Estado Provincial y/o a cualquier grupo económico en instalar una planta de recuperación de aceites lubricantes usados en la Provincia de Tucumán. Se contaría con un

mecanismo eficiente en la recolección, transporte, recuperación y valorización del aceite mineral usado, disminuyendo significativamente los impactos ambientales en el aire, los cursos de agua y el suelo en general.

- Se identificaron una serie de beneficios ambientales a partir de la recuperación de aceites lubricantes usados:
  - **Tratamiento y Recuperación de 720.000 a 1.980.000 litros de aceite lubricante usado a partir de un residuo peligroso (aceite lubricante usado) que se trata de un recurso no renovable escaso.**
  - Reducción del consumo de energía en la elaboración de aceites base.
  - Reducción de entre 1.757 y 4.831 TN de CO<sub>2</sub>, ya que se reutiliza un producto que seguramente sería incinerado en forma descontrolada.
  - Disminución de la probabilidad de contaminación de cursos de agua tanto subterráneos como superficiales.
  - Aumento en el ciclo de vida del aceite por la reutilización.

## Bibliografía

- Ley Nacional N° 24.051: Gestión de Residuos Peligrosos.
- Decreto Reglamentario N° 831/1993: Reglamenta la Ley Nacional N° 24.051.
- Resolución SAyDS N° 897/2002: Agrega al Anexo I de la Ley Nacional N° 24.051 y su Decreto Reglamentario N° 831/93, la categoría sometida a Control Y 48. Obligaciones de los generadores, transportistas y/u operadores.
- Resolución MAyDS N° 177-E/2017: Establece las condiciones y Requisitos Mínimos para el almacenamiento de Residuos Peligrosos.
- Ley Provincial N° 6.605: Adhiere a la Ley Nacional N° 24.051 de Residuos Peligrosos.
- Ley Provincial N° 7165: Créase en el ámbito de la Provincia de Tucumán el Registro de Actividades Contaminantes.
- Resolución DMA N° 193/2017: Establece las condiciones y Requisitos Mínimos para el Almacenamiento de Residuos Peligrosos en la provincia de Tucumán, en correlación de la Resolución MAyDS de la Nación N° 177 – E/2017.
- CIAGESER S.A.: Compañía General de Servicios, empresa que realiza la disposición final de Residuos Peligrosos en Tucumán.
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos – EPA. <https://www.epa.gov/>
- Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia – Plan de Acción para el Mediterráneo (2001). Posibilidad de Reciclaje y Aprovechamiento de los Aceites Usados. Barcelona, España.
- Cámara Argentina de Lubricantes: <http://www.cal.org.ar/lubricantes/>
- Sistema de Manifiestos en Línea – SIMEL: <http://simel.ambiente.gob.ar>
- Universidad del CEMA. Autores: Carlos M. Gómez, Gustavo C. García, Ariel Hernández, Pablo Ramírez. Profesores: Francisco Pertierra Cánepa, Carolina Pavía (2007). La industria de la re-refinación de aceite mineral usado en Argentina. Oportunidad de negocios con beneficio ambiental. Buenos Aires, Argentina.
- Melanie Nielsen Cingel. Profesor Tutor: Lic. Claudia Botteón. Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Cuyo (2016). Análisis de rentabilidad de Planta de regeneración de aceites lubricantes. Mendoza, Argentina.
- La industria de la re-refinación de aceite mineral usado en Argentina – Oportunidad de negocios con beneficio ambiental. Autores: Carlos M. Gomez, Gustavo C. García, Ariel Hernández, Pablo Ramírez. Profesores Francisco Pertierra Cánepa, Carolina Pavía. Universidad del CEMA, 2007. Buenos Aires. Argentina.
- La Gestión de los Aceites Usados. Autor: José Luis Martín Pantoja. EOI Escuela de Negocios. 2008. España.
- Posibilidad de Reciclaje y Aprovechamiento de los Aceites Usados. Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia. Plan de Acción para el Mediterráneo. 2001. Barcelona. España.
- Departamento de Química Orgánica de la Universidad de Valladolid – España. <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-13.php>

## **Anexos**

ANEXO I: Bases y Aditivos para Aceites Lubricantes.

ANEXO II: Normativa de Referencia.

ANEXO III: Anexos Ley Nacional de Residuos Peligrosos N° 24.051.

ANEXO IV: Formularios – Registro de Actividades Contaminantes - Declaraciones Juradas  
Generador, Operador y Transportista.

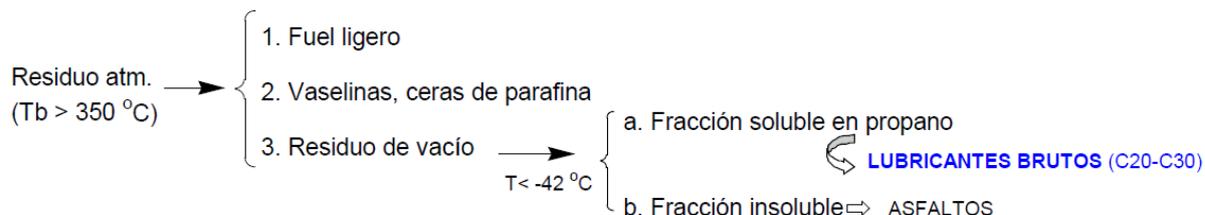
ANEXO V: Presupuesto CIAGESER S.A.

## ANEXO I: Bases y Aditivos para Aceites Lubricantes

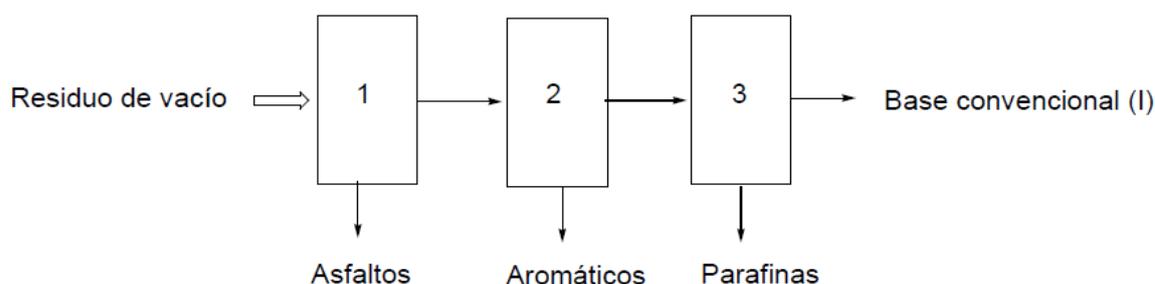
### BASES MINERALES<sup>15</sup>

#### ► Bases convencionales (grupo I)

Las bases convencionales están constituidas por aceites hidrocarbonados derivados del petróleo crudo por procesos físicos. Primero se realiza una destilación fraccionada a vacío y después una extracción con propano líquido. Se obtienen así los lubricantes brutos.



Los aceites (lubricantes brutos) así obtenidos contienen hidrocarburos de 20 a 30 átomos de carbono. Se someten a un proceso de desaromatizado que consiste en una extracción con furfural con objeto de eliminar los hidrocarburos aromáticos. El furfural es muy polar y sólo disuelve los compuestos más polares que son los aromáticos. Estos presentan una buena resistencia a la oxidación pero su viscosidad varía rápidamente con la temperatura. Además debido a su menor relación hidrógeno/carbono, respecto de los alifáticos, a elevadas temperaturas se carbonizan con más facilidad y forman un lodo negro insoluble. El proceso de desaromatizado aumenta el índice de viscosidad, disminuye el contenido en azufre y rebaja el punto de congelación.



1: Extracción líquido-líquido con propano líquido a 30 atm (lubricantes brutos).

2: Desaromatizado: extracción líquido-líquido con furfural a 5-7 atm.

3: Desparafinado: extracción líquido-líquido con tolueno/2-butanona a -5° C.

El producto resultante de la extracción con furfural es sólido debido a su alto contenido en parafinas y, por ello se somete a una segunda operación denominada desparafinado. Este proceso consiste en eliminar hidrocarburos con altos puntos de fusión (hidrocarburos

<sup>15</sup> Departamento de Química Orgánica – Universidad de Valladolid – España.  
<https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-13.php>

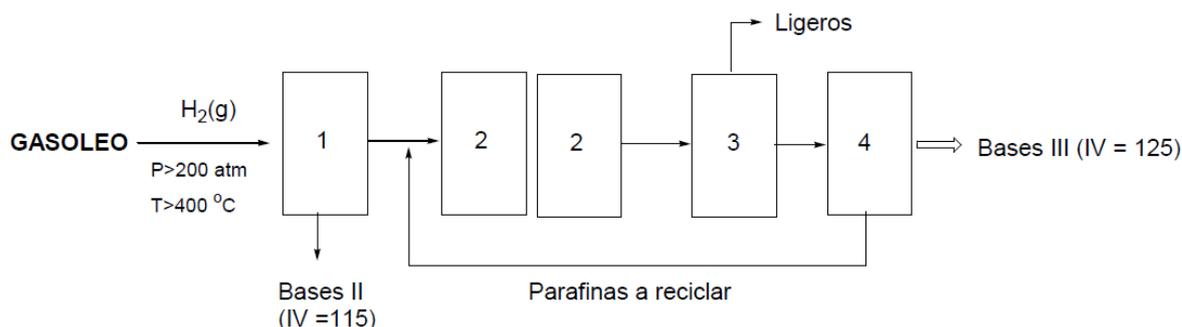
denominados ceras o parafinas). Las parafinas se eliminan disolviendo el aceite con una mezcla de tolueno y 2-butanona, que es enfriada a -5°C hasta que las parafinas cristalizan y se eliminan por filtración.

Los aceites parafínicos así obtenidos constituyen aproximadamente el 92% de la producción mundial. Presentan un bajo contenido en ceras, y suelen presentar un índice de viscosidad entre 90 y 100.

### ► Bases hidrocraqueadas (grupos II y III)

Las bases no convencionales se obtienen también del petróleo pero utilizando procesos de refinado sobre distintas fracciones para conseguir aceites base con muy alto índice de viscosidad (VHVI). Uno de los más empleados es el Hidrocraqueo del gasóleo (C15-C22). En el proceso se utiliza H<sub>2</sub>, catalizadores metálicos (Co-Mo, Ni-Mo o Ni-W) y condiciones drásticas de P (>200 atm) y T (>400 °C). Con este proceso se obtienen aceites base con índices de viscosidad superior a 115 (grupo II).

También se utilizan procesos de isomerización de parafinas en el que se transforman las n-parafinas en iso-parafinas generando aceites base de índice de viscosidad superior a 120 (grado III).



1: Prehidrotreatmento para retirar azufre y nitrógeno; Bases grupo II.

2: Hidroisomerización en dos etapas para transformar n-parafinas en iso parafinas (cat. Ácidos; AlCl<sub>3</sub>)



3: Vacío, para eliminar productos volátiles.

4: Desparafinado convencional (puede haber o no desaromatizado).

Propiedades de bases lubricantes de los grupos I a III

	Base grupo I	Base grupo II	Base grupo III
Índice de viscosidad	95	115	125
Azufre (% en peso)	<0,40	>0,02	<0,02
Saturados (% en peso)	70	93	95

Recientemente la Shell ha trabajado en la construcción de una planta piloto de producción de bases con un índice de viscosidad extremadamente alto (XHVI, bases GTL con IV=136) a partir de gas natural mediante un proceso Fischer-Trops (Malasia).

Las bases de origen mineral son válidas para la gran mayoría de las aplicaciones para las que son requeridas. Sin embargo cuando se necesita trabajar en condiciones extremas, estas bases sufren algunos límites en su comportamiento. Algunas de estas limitaciones son:

- A temperaturas por debajo de  $-20$  (C, la mayoría de los aceites minerales, salvo cuando se les ha añadido aditivos depresores del punto de congelación, comienzan a solidificar.
- A temperaturas por encima de  $180$  (C, los componentes de peso molecular inferior se evaporan, causando un incremento de viscosidad en el aceite y, alterando, en consecuencia, la mayoría de sus propiedades.
- Cuando se trabaja a altas temperaturas, los aceites minerales reaccionan más fácilmente con el oxígeno del aire, formando gomas y residuos que espesan el aceite.
- Las propiedades viscosidad/temperatura de algunos aceites minerales implican que son demasiado fluidos a altas temperaturas y muy poco a bajas temperaturas.
- Desde el punto de vista medioambiental los aceites base de origen mineral no son completamente biodegradables.

## **BASES SINTÉTICAS**

Las bases sintéticas se utilizan en aquellas aplicaciones en las que los aceites minerales no son recomendables debido a la agresividad del ambiente (alta T, radiación nuclear, oxidantes fuertes) o, a que el menor desgaste y menor mantenimiento del equipo justifican el incremento del coste. Las ventajas que presentan son las siguientes:

Menor  $T_f$  (aptas a menores temperaturas de operación).

- Mayor estabilidad a la oxidación (temperatura de trabajo más alta).
- Mayor índice de viscosidad (rango de operación más amplio y menor dosis de aditivo)
- Menor volatilidad (menor consumo de aceite)
- Mejor lubricidad (menor grado viscosímetro)
- Biodegradabilidad (mejor comportamiento ambiental)
- Baja toxicidad
- Combustión limpia
- Resistencia al fuego (aplicaciones especiales hidráulica)

Las bases sintéticas son esenciales a temperaturas subárticas, por encima de  $170$  (C y en la industria aeroespacial. Requieren menos aditivos y son más fáciles de reciclar. Al ser más eficaces disminuyen el consumo de combustible.

Las bases sintéticas se clasifican en tres grandes grupos:

- Esteres sintéticos
- Hidrocarburos sintéticos

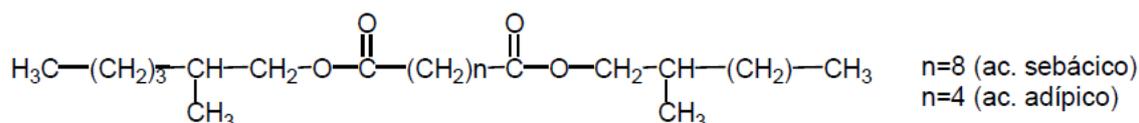
- Polietilenglicoles (o polioxietilenos)

#### ► Esteres sintéticos

Los esteres derivados de alcoholes de cadena larga y ácidos carboxílicos fueron inicialmente utilizados como lubricantes en turbinas de gas para aviación. Actualmente se usan en aceites para motores de automoción y marinos, compresores, sistemas hidráulicos y engranajes. Presentan una baja toxicidad y son biodegradables. El proceso de fabricación consta de cuatro etapas: esterificación, neutralización, destilación y filtración. La esterificación se realiza en presencia de catalizadores ácidos y con eliminación continua de agua para desplazar el equilibrio a la derecha. Se puede utilizar una amplia variedad de compuestos para la preparación de los esteres lo que permite preparar bases con índices de viscosidad determinados. En general cuanto mayor es el Pm del polímero mayor es la viscosidad. Otras características tales como pto. de inflamación, solubilidad, pto. de vertido también se ven afectadas por el Pm. Su principal desventaja se debe a su alta polaridad que les hace muy agresivos frente a las piezas de caucho (disuelven lentamente las juntas elastoméricas). Las propiedades y usos más comunes de los esteres lubricantes se comentan a continuación.

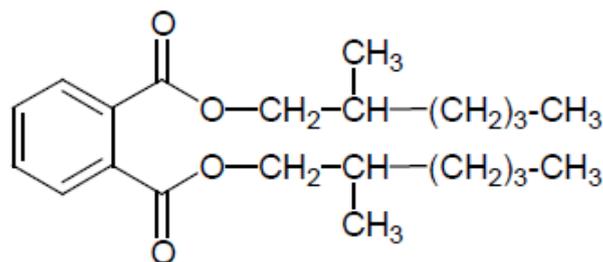
#### ► Diesteres

Son los más utilizados entre los esteres sintéticos. Son más estables a la oxidación y al calor que los hidrocarburos, comenzando a descomponerse a 200 (C. Se preparan a partir de un diácido lineal y un alcohol ramificado. La parte lineal del diácido, generalmente ácidos adípico y sebácico, aporta elevado índice de viscosidad, mientras que la parte ramificada del alcohol (2-etilhexanol) es la responsable de las buenas propiedades a baja temperatura. Se usan en turbinas de aviación, motores y compresores de aire.



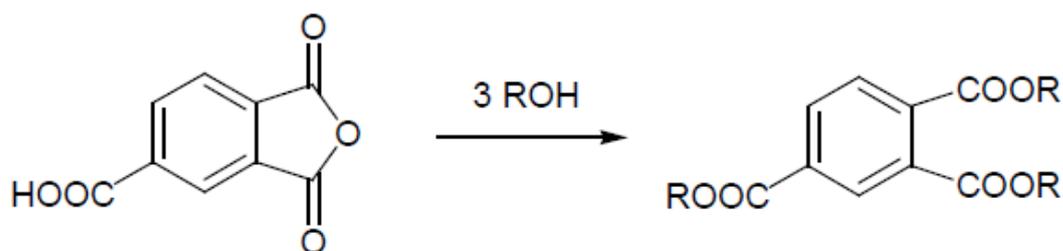
#### ► Ftalatos

Se obtienen por reacción del anhídrido ftálico con un alcohol. Son los que presentan la mejor relación efectividad/precio y se utilizan en múltiples aplicaciones industriales tales como compresores de aire donde sustituyen a los aceites minerales. Su desventaja es una mala relación índice de viscosidad/punto de congelación.



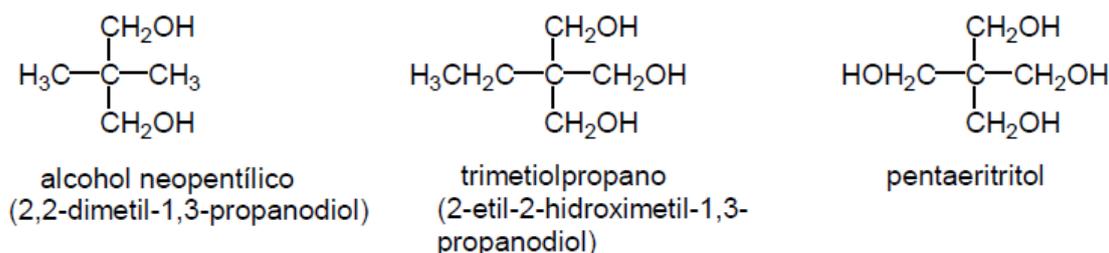
► **Trimelitatos (ésteres de ácidos tribásicos)**

Se obtienen por reacción del anhídrido trimelítico con un alcohol. Se utilizan en sustitución de los ftalatos en aquellas aplicaciones que requieren propiedades más exigentes. Debido a su elevado Pm tienen puntos de inflamación altos, bajas volatilidades y estabilidad térmica muy buena.



► **Ésteres de poliol**

Su estabilidad térmica es del orden de 50 °C superior a los diésteres de viscosidad equivalente. Se obtienen por reacción entre un ácido monofuncional (pentanoico, octanoico y nonanoico) y un poliol (pentaeritritol, alcohol neopentílico). Se utilizan en sustitución de los diésteres cuando se requiere estabilidad a alta temperatura. Así son útiles en sistemas hidráulicos resistentes al fuego y turbinas de gas en aviación. Los productos de degradación son volátiles o solubles por lo que no forman lodos.



Las diferencias entre la Ti, Tc Y Tig entre un aceite mineral, un diéster y un éster de poliol son:

Lubricante	Tinflamación	Tcombustión	Tignición
Aceite mineral	105	115	245
Diester	230	260	410
Ester de poliol	260	290	500

#### Propiedades de los esteres sintéticos

Propiedades	Diesteres	Ftalatos	Trimelitados	Esteres de poliol
Viscosidad a 40 °C, cSt	6-46	29-94	47-366	14-35
Viscosidad a 100 °C, cSt	2-8	4-9	7-22	3-6
Índice de viscosidad	90-170	40-90	60-120	120-130
Pto. de congelación	-70 a -40	-50 a -30	-55 a -25	-60 a -9
Pto. de inflamación	200-260	200-270	270-300	250-310
Estabilidad térmica	Buena	Muy buena	Muy buena	Excelente
Biodregadabilidad	excelente	buena	mala	excelente

#### ► Hidrocarburos sintéticos

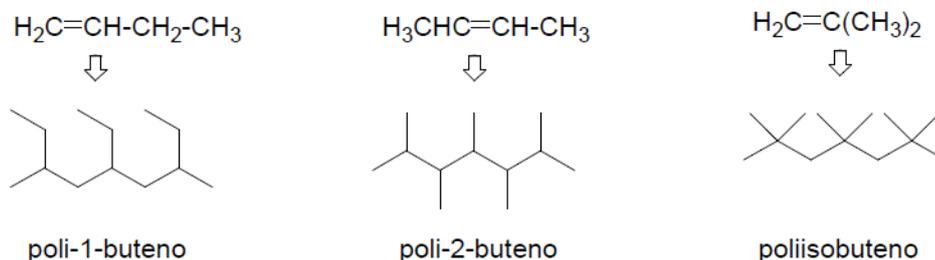
Los hidrocarburos sintéticos más utilizados son las alfa poliolefinas (PAO), y los poliisobutenos.

Las PAO son lubricantes sintéticos obtenidos a partir de etileno en un proceso en dos etapas. En la primera etapa se produce el proceso de polimerización de etileno. El Pm del polímero puede controlarse cambiando las condiciones experimentales y el catalizador. Como catalizadores se utilizan BF<sub>3</sub> para preparar PAOs de baja viscosidad (2-10 cSt a 100 (C) y compuestos de trialkilaluminio para obtener PAOs de mayor viscosidad (40-100 cSt a 100 (C). En la segunda etapa se lleva a cabo una hidrogenación en presencia de catalizadores metálicos (Ni o Pd). Las PAO se purifican por destilación. Estos lubricantes no son aptos en aplicaciones a altas temperaturas y, su resistencia al fuego es menor que la de los esteres.

**Propiedades de polialfaolefinas  
 (%S=0)**

	PAO 2	PAO 4	PAO 6	PAO 100
Viscosidad a 100 °C	1,8	3,84	5,98	103-110
Viscosidad a 40 °C	5,54	6,7	30,9	1260-1390
Viscosidad a -40 °C	306	2390	7830	>150.000
Índice de viscosidad	-	124	143	
Pto. Congelación	-63	-72	-64	-21 a -27
Pto. inflamación	164	213	235	280-290

Los poliisobutenos son polímeros de alto Pm (270 a 6000 umas) que proceden de la polimerización de 1-buteno, 2-buteno e isobuteno procedentes de los procesos de craqueo al vapor de fracciones pesadas del petróleo. Se obtienen por polimerización catiónica con ácidos de Lewis como catalizadores. Controlando las condiciones experimentales se obtienen polímeros de diferente longitud de cadena. Los polibutenos de diferentes Pm pueden mezclarse para suministrar viscosidades adecuadas. Se pueden sintetizar polibutenos desde 1 a 45.000 cSt a 100 (C correspondientes a un Pm entre 180 a 5800. Se usan en compresores de etileno y en engranajes de automoción.



Las ventajas de los polibutenos se deben a:

Se presentan en distintos grados viscosímetros (véase nota al pie 5).

- Buen comportamiento anticorrosivo
- No son tóxicos
- Se queman sin producir residuos
- Excelentes propiedades de lubricación
- Son miscibles con aceites minerales y con hidrocarburos sintéticos

Sus desventajas:

- Moderada estabilidad a la oxidación
- Alta volatilidad
- Moderado comportamiento en el flujo a baja temperatura
- Baja biodegradabilidad



## ADITIVOS

Los aditivos son productos químicos que intervienen en la formulación de un lubricante para mejorar o reforzar sus propiedades. Gracias a los aditivos los aceites lubricantes han adquirido las propiedades con los que les conocemos actualmente.

Hay cuatro grandes compañías que dominan el mercado de los aditivos: Infineum, Lubrizol, Oronite (Chevron) y Ethyl. La proporción de aditivos incorporados a una base lubricante ha aumentado en los últimos años alcanzando una tasa en torno al 25-30% y el resto, hasta el 100%, es el aceite base (70-75%).

Los aditivos cumplen dos finalidades:

1. Proteger la superficie metálica y
2. Mejorar las propiedades del aceite base.

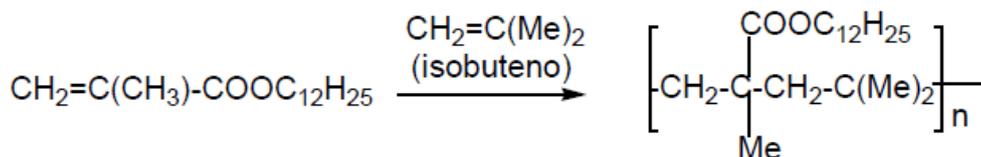
Los aditivos se clasifican atendiendo a la función que realizan en los siguientes tipos:

- Mejoradores del índice de viscosidad
- Depresores del punto de congelación (depresores del punto de flujo)
- Antioxidantes
- Inhibidores de la corrosión
- Dispersantes
- Agentes antiespumantes y
- Mejoradores de la lubricación

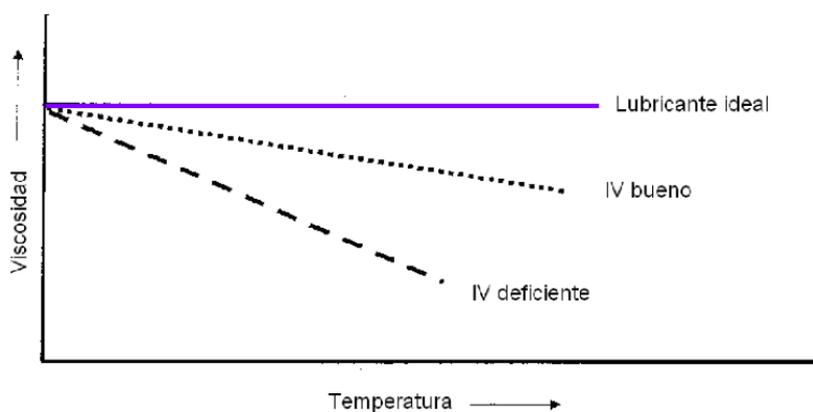
### ► **Mejoradores del índice de viscosidad (5-12%)**

Los mejoradores del IV son aditivos que mejoran la viscosidad del aceite base; permite al aceite tener una buena viscosidad en frío (facilitan el arranque reduciendo la temperatura de fluidez crítica a entre -15 y -45°C según los aceites) y suficiente viscosidad en caliente para garantizar correctamente la lubricación del motor y evitar el contacto de las partes en movimiento.

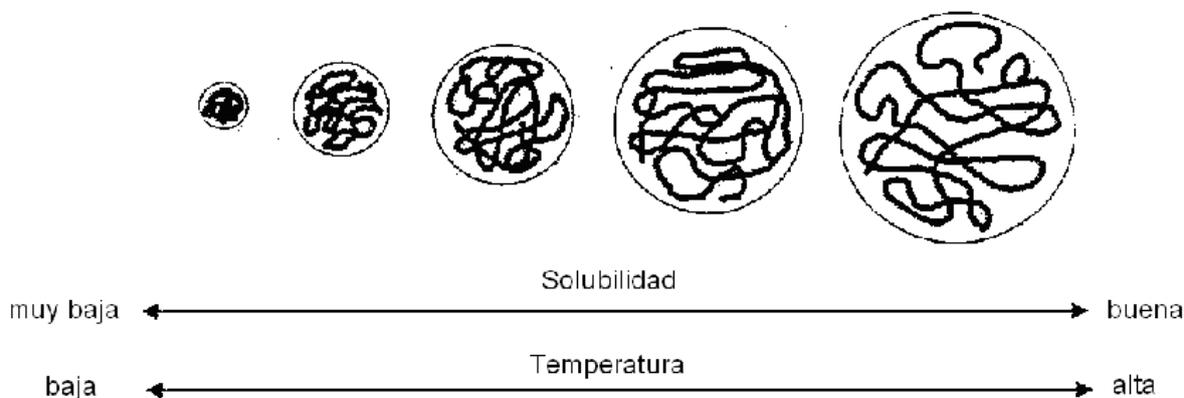
Para muchos usos, como son los lubricantes para maquinaria de automóviles o líquidos de transmisiones automáticas, se requieren bases con altos I.V. Para ello se añaden los mejoradores del I.V., que son polímeros de elevado peso molecular, poco solubles en la base lubricante y que se encuentran formando una suspensión coloidal en el aceite. Estos compuestos aumentan más la viscosidad a temperaturas elevadas que a temperaturas bajas. Se debe a que a bajas temperaturas las moléculas del polímero se encuentran enrolladas, como partículas coloidales, con poco efecto sobre la viscosidad. Al aumentar la temperatura aumenta la solubilidad del polímero, y las moléculas se desenrollan aumentando por tanto la viscosidad y compensando la pérdida de viscosidad sufrida por el aceite lubricante con la T (mejora la relación viscosidad-temperatura). De esta forma se pueden alcanzar IV superiores a 180. Se consiguen así los aceites llamados multigrado. Se emplean copolímeros estireno-butadieno, etileno-propeno, isobuteno-metacrilato con Pm de 30000 a 200.000 umas.



El grupo alquilo de la cadena larga le confiere solubilidad en la base y contribuye a la no cristalinidad del polímero.



Volumen efectivo del polimero en el aceite base

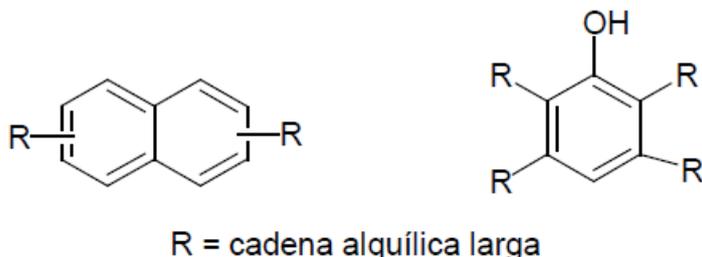


### ► Depresores del punto de congelación (o punto de flujo)

El punto de flujo es la temperatura por debajo de la cual los aceites dejan de fluir debido a la cristalización de los hidrocarburos de mayor Pm que forman una red entrecruzada de cristales.

Los depresores del punto de flujo actúan disminuyendo la Tf e impiden la formación de macrocristales. Hay dos tipos de sustancias que actúan en este sentido, los copolímeros de metacrilato que cocrystalizan con las ceras y cambian su estructura cristalina, de manera que impiden la formación de cristales de gran tamaño (son los mismos que actúan como

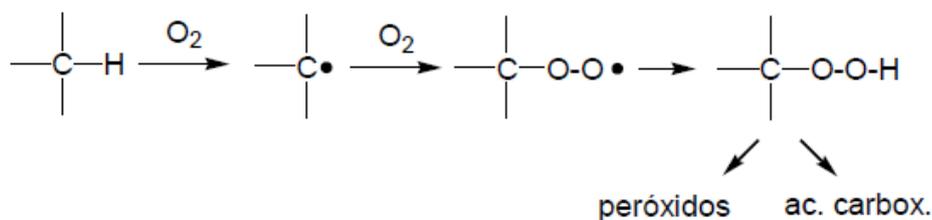
mejoradores del I.V.). Por otra parte los fenoles y naftalenos alquilados tienen el mismo efecto, pero actúan adsorbiendo los cristales de cera cuando comienzan a aparecer, impidiendo su agrupamiento y favoreciendo que se mantengan en suspensión, así el aceite mantiene sus propiedades de flujo a menores temperaturas. Se utilizan en dosis muy bajas (0,01 a 0,3%) y pueden rebajar en 30 °C el punto de congelación.



### ► Antioxidantes (1-10%)

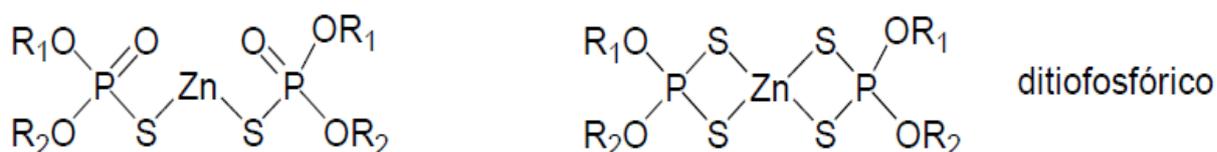
Los antioxidantes evitan la oxidación del aceite y la corrosión del motor.

La oxidación de un aceite genera productos insolubles que forman lacas y lodos que se depositan sobre los metales. También se producen ácidos que originan corrosión del metal. La oxidación se produce por adsorción del oxígeno del aire formándose peróxidos intermedios que dan lugar a radicales libres. Los antioxidantes reaccionan con los peróxidos evitando que el proceso de oxidación continúe.



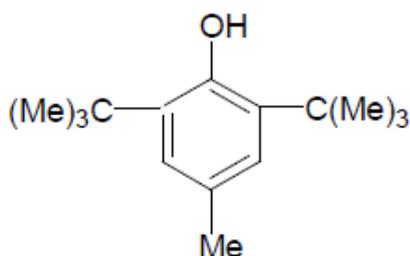
Con los antioxidantes no sólo disminuye la oxidación del aceite base sino que se evita la formación de lodos y la corrosión de las piezas metálicas. Se utilizan compuestos que cambien fácilmente de estado de oxidación. Algunos ejemplos son los siguientes:

**Ditiofosfatos de Zn y derivados** (son los más eficaces):

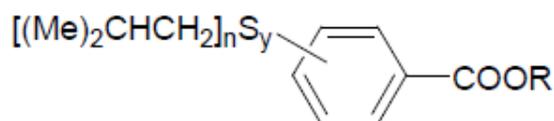


Son los más usados para aplicaciones a  $T > 93\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Los grupos R1, R2 pueden ser restos alquilo o arilo. Para R= 2-etilhexil;  $T_{\text{descompos.}} = 189\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Para R= propil;  $T_{\text{descompos.}} = 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Son aptos para casi todas las bases. Estos ditiofosfatos también actúan como inhibidores de la corrosión y mejoradores de la lubricación.

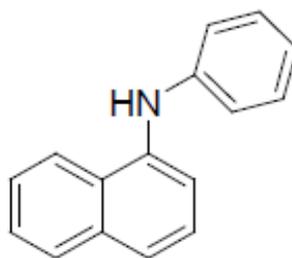
**Compuestos fenólicos:** 2,6-ditbutil-p-cresol



**Esteres de azufre:** utilizados en vehículos de gasolina

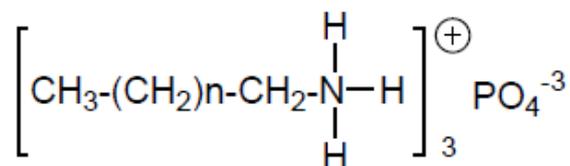


**Aminas aromáticas** como la  $\alpha$ -naftilamina



### ► Inhibidores de la corrosión

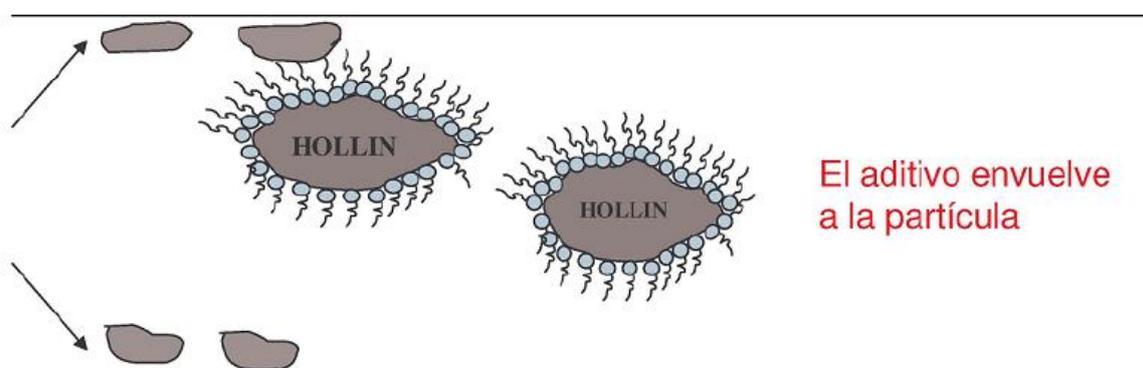
Los inhibidores de la corrosión impiden que los ácidos, formados en los procesos de oxidación, ataquen a la superficie metálica. Actúan fijándose a las partículas coloidales resultantes de los procesos de oxidación aumentando la solubilidad de estas y por tanto impidiendo que se depositen y formen agregados de mayor tamaño. Además se fijan a la superficie metálica evitando el contacto de esta con sustancias corrosivas. Son especialmente útiles en aplicaciones en las que se trabaja a bajas temperaturas. Se emplean, fenoles etoxilados y fosfatos de aminas grasas entre otros.



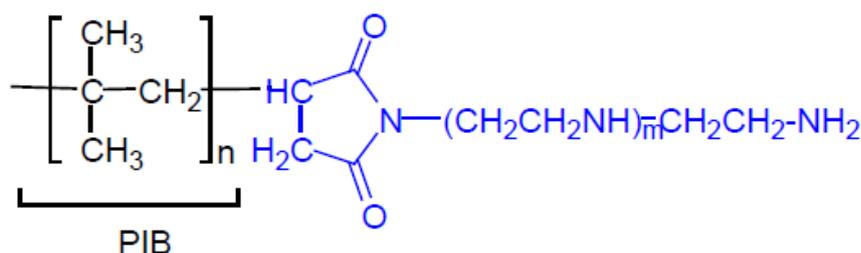
► **Dispersantes-Detergentes (5-15%)**

Los detergentes evitan la formación de depósitos o barnices en las partes más calientes del motor y los dispersantes mantienen en suspensión las impurezas sólidas formadas durante el funcionamiento del motor (lodos, gomas, hollines).

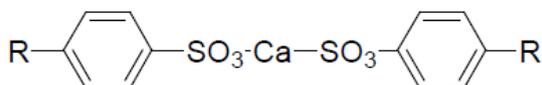
En una máquina de combustión interna los materiales extraños tienden a contaminar el aceite. El agua, el combustible parcialmente quemado y los materiales carbonosos pasan por los anillos de los pistones hasta el cárter. El S que contienen los combustibles se transforma en ácido sulfúrico. El mismo aceite lubricante forma depósitos a altas temperaturas. Todos estos materiales forman emulsiones viscosas o lodos que, si no se consigue mantenerlos en suspensión, se depositan sobre las superficies frías o bien reaccionan formando depósitos duros denominados "barnices". El propósito de un detergente-dispersante es evitar la formación de estos "barnices". Los dispersantes actúan adsorbiendo las partículas insolubles y previenen su crecimiento impidiendo la aparición de partículas en suspensión.



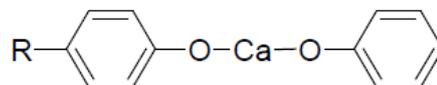
Se emplean tensoactivos no iónicos, fundamentalmente polímeros con grupos polares como la poliisobutenilsuccinimida. Estos compuestos mantienen las impurezas en dispersión evitando su reagrupamiento. Los PIB (M=100-2000 umas) se hacen reaccionar con anhídrido maleico y etiléndiamina.



También se emplean alquilbencenosulfonatos de calcio y alquilfenatos de calcio que neutralizan los ácidos carboxílicos procedentes de la combustión (efecto de limpieza). Se forman los correspondientes carboxilatos de calcio que forman micelas estables con el tensoactivo.

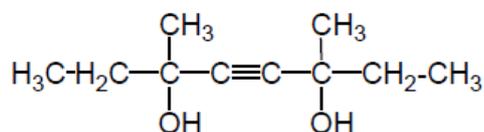
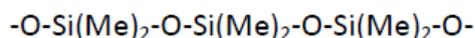


R = C20



#### ► Agentes antiespumantes:

Los aceites lubricantes tienen valores bajos de tensión superficial, lo que da lugar a la formación de espumas (dispersiones de un gas en un líquido que se estabilizan por una película de líquido entre burbujas). La espuma puede evitar que el aceite llegue a los lugares apropiados y, en general, tiende a producir derrames y pérdidas de aceite. Algunos antiespumantes actúan adhiriéndose a la burbuja y creando un punto débil. Las burbujas coalescen en otras más grandes y se elevan a la superficie reventando. Otros antiespumantes previenen la formación de estas burbujas de aire interponiéndose en la interfase entre el aceite y el aire. Los más usadas son polidimetilsiloxanos y derivados acetilénicos.



#### ► Mejoradores de la lubricación (aditivos antifricción; 5-12%)

Estos aditivos evitan el desgaste de dos superficies metálicas en contacto, disminuyendo las fuerzas de fricción y aumentando la vida del motor.

En condiciones extremas de carga y velocidad, las bases lubricantes pueden no ser capaces de formar capas lo bastante fuerte para evitar el contacto entre las dos superficies metálicas. Los agentes que reducen la fricción son agentes polares como las aminas grasas. Forman una capa monomolecular adsorbida sobre la superficie metálica quedando el extremo polar unido al metal y el graso al aceite.



## **ANEXO II: Normativa de Referencia**

### **Tratados Internacionales**

- **Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural** adoptado por la Conferencia General de la UNESCO celebrada en París en 1972 y ratificada por la Ley Nº 21.836.
- **Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas** de la OIT, ratificado por la Ley Nº 24.071.
- **Convención de San Salvador sobre Defensa del Patrimonio Arqueológico, Histórico y Artístico** de las Naciones Americanas de la OEA, adoptada en Washington e internalizada mediante la Ley Nº 25.568.
- **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático**, celebrada en Nueva Cork en 1992 y ratificada por Ley Nº 24.295.
- **Protocolo de Kyoto**, con fundamento en los principios y compromisos de la Convención de Cambio Climático celebrado en Kyoto y ratificado por la Ley Nº 25.438.
- **Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono**, adoptado en Viena en 1985, ratificado por Ley Nº 23.724.
- **Protocolo de Montreal sobre Sustancias que Agotan la Capa de Ozono**, aprobado por la Ley Nº 23.778, con varias enmiendas ratificadas por ley.
- **Convenio de Basilea sobre Movimiento de Transfronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación**, de 1989 y ratificado por la Ley Nº 23.922.
- **Convenio de Róterdam sobre Agroquímicos** de 1998 ratificado por la Ley Nº 25.278.
- **Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes**, de 2001 y aprobado por la Ley Nº 26.011.
- **Convenio sobre la Preservación y el Control de los Riesgos Profesionales Causados por las Sustancias o Agentes Cancerígenos**, (Convenio 139) de la OIT, de 1974 y aprobado por la Ley Nº 21.663.

### **NIVEL NACIONAL**

#### **a) Constitución Nacional:**

La reforma del año 1994 consagra los derechos ambientales a través del capítulo segundo “Nuevos Derechos y Garantías”, en particular los artículos. 41, 43, 121, 122 y 124. El primero de ellos reconoce explícitamente el derecho de todos los habitantes de gozar de un medio ambiente sano y equilibrado; adopta el concepto de desarrollo sustentable; impone la obligación de recomponer los daños ambientales y atribuye al Congreso de la Nación la facultad de dictar las leyes de presupuestos mínimos y a las Provincias la facultad de complementarlas. El segundo de los artículos mencionados incorpora la acción de amparo en defensa de los derechos que protegen al Medio Ambiente. El artículo 124 asigna a las Provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio.

De acuerdo al artículo 75, inciso. 30, el área operativa afectada al emprendimiento, en este caso el corredor Vial Nacional al que pertenece el Proyecto, corresponde a la Jurisdicción Federal porque a ella pertenecen todos los corredores Viales Nacionales que hacen de conexión entre las Provincias y de estas con la Capital Federal, sin perjuicio que las autoridades Provinciales y Municipales conservan atribuciones relacionadas con el poder de policía.

#### **b) Leyes Nacionales de Presupuestos Mínimos:**

- Ley Nº 25.612/02: Presupuestos Mínimos para la **Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios.**
- Ley Nº 25.670/02: Presupuestos Mínimos para la **Gestión y Eliminación de PCBs.**
- Ley Nº 25.675/02: Presupuestos mínimos **General del Ambiente.**
- Ley Nº 25.688/03: Presupuestos Mínimos de **Gestión Ambiental de las Aguas.**
- Ley Nº 25.831/03: Régimen de **Libre Acceso a la Información Pública Ambiental**
- Ley Nº 26.331/07: Presupuestos mínimos de **Protección Ambiental de los Bosques Nativos.**

#### **c) Otras Leyes Nacionales:**

- Ley Nº 16.986 de **Acción de Amparo** y su DR Nº 929/67.
- Ley 19.587 de **Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo** y los Decretos 351/79 y 911/96.
- Ley 24.051, y decretos reglamentarios, referida a los **residuos peligrosos**, regula entre otras cosas la generación, manipulación, transporte y disposición final. La Provincia de Jujuy cuenta con la Ley Provincial 5.011 de Adhesión a la misma y el DR 6.002/06.
- Ley Nº 23.724 de **Protección de la Capa de Ozono.**
- Ley Nº 25.743 de **Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico.**

#### **d) Decretos:**

Decreto Reglamentario 831/1993: Decreto Reglamentario de la Ley Nacional Nº 24.051.

#### **e) Resoluciones:**

Resolución SAyDS 897/2002: Modificaciones a la Ley Nacional 24.051 y su Decreto Reglamentario.

Resolución MAyDS 177/2017: Condiciones y Requisitos Mínimos para el almacenamiento de Residuos Peligrosos.

### **NIVEL PROVINCIAL**

#### **a) Constitución Provincial:**

Art. 41º: Derecho al ambiente sano. Obligación de las autoridades provinciales.

Art. 145º: Conservación, enriquecimiento y difusión de su patrimonio cultura, arqueológico, histórico, artístico, arquitectónico, documental, lingüístico, folclórico y paisajístico.

#### **b) Leyes Provinciales:**

- Ley Nº 3778: Declara Parques provinciales, monumentos Naturales y Reservas Provinciales las superficies del territorio de la Provincia de Tucumán que resulten necesarias para la protección y conservación de los Recursos Naturales Renovables.
- Ley Nº 6253 (modificada por Ley Nº 8517): Normas generales y metodológicas de aplicación para la defensa, conservación y mejoramiento del Ambiente. Evaluación de Impacto Ambiental.

- Ley N° 6292: Declara de interés público la preservación, conservación y aprovechamiento racional de la flora silvestre (bosques, tierras forestales y arbolados), los recursos biológicos acuáticos y la fauna silvestre. Declara de interés público la preservación, conservación y ampliación de las Áreas Naturales Protegidas. Régimen de Bosques Privados y Fiscales – Prevención y Lucha contra Incendios – Contravenciones Forestales – Fauna Acuática – Pesca.
- Ley N° 6605: Adhesión a la Ley Nacional N° 24.051.
- Ley N° 7165: Crea el Registro de Actividades Contaminantes.
- Ley N° 7350: Ley Orgánica de Comunas Rurales. Incluye competencia sobre el medio ambiente.
- Ley N° 7500: Sistema de Protección del Patrimonio Cultural Provincial.
- Ley N° 7621: Gestión integral y eliminación de PCBs.
- Ley N° 8304: Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos.

### **c) Decretos:**

Decreto N° 2204/3 – MP – 91: Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

### **d) Resoluciones:**

Resolución DCTyMA N° 116/2003: Obras y acciones sujetas a Evaluación de Impacto Ambiental.

Resolución DMA N° 196/2010: Establece el uso obligatorio de los Manifiestos de Transporte de Residuos Peligrosos.

Resolución DMA N° 193/2017: Condiciones y Requisitos Mínimos para el almacenamiento de Residuos Peligrosos.

### **► Resolución DMA 193/2017 - Condiciones y Requisitos para sectores destinados al almacenamiento transitorio de residuos peligrosos:**

#### **A) Generadores:**

A-1 Condiciones y Requisitos mínimos para sectores de acopio de residuos peligrosos generados:

- a) El sector destinado al acopio de residuos peligrosos, deberá encontrarse claramente delimitado, identificado y con acceso restringido utilizando cartelería con la leyenda ACCESO RESTINGIDO – ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS;
- b) Deberá exhibir el cartel Diamante de Peligro o Rombo NFPA 704 y el cartel de identificación de cada clase de residuo de acuerdo al Sistema de Clasificación de Sustancias Peligrosas de la ONU.
- c) Deberá hallarse separado de otras áreas de usos diferentes, con distancias adecuadas según el riesgo que presenten, impidiendo el contacto y/o la mezcla con residuos no peligrosos, insumos o materias primas;
- d) Deberá contar con piso o base impermeable y estar techado o poseer medios para resguardar los residuos peligrosos acopiados de las condiciones meteorológicas;

- e) Deberá contar con un sistema de colección, captación y contención de posibles derrames, que no permita vinculación alguna con desagües pluviales o cloacales. Los sistemas deberán poseer tapa o rejilla;
- f) Deberá poseer dimensiones acordes a la tasa de generación de residuos peligrosos y la periodicidad de los retiros;
- g) El acopio de los residuos peligrosos , deberá efectuarse en recipientes estancos, de materiales químicamente compatibles, debidamente tapados o cerrados, impidiendo el contacto y/o la mezcla con residuos no peligrosos, insumos o materias primas;
- h) Los recipientes deberán poseer rótulo indeleble e inalterable, identificando el/los residuos peligrosos contenidos incluyendo la siguiente información: descripción, categorización (Y), características de peligrosidad (H) y nombre del generador, a efectos de propender a su correcta gestión integral;
- i) Los residuos peligrosos deberán disponerse con un ordenamiento que permita su sencilla contabilización, dejando a su vez pasajes de un metro de ancho como mínimo, para acceder a verificar su estado. Deberá tener disponible en el depósito la Hoja de Seguridad y la Ficha de Intervención correspondiente a cada clase de residuos.

A-2 Condiciones y Requisitos mínimos para el almacenamiento transitorio en puntos de generación:

En los puntos de generación de residuos peligrosos, sector o puesto de trabajo, cada recipiente de acopio, deberá encontrarse identificado con rótulo indeleble e inalterable indicando la/s categoría/s sometida/s a control y la descripción del/los residuo/s contenidos dentro de estos.

## **B) Operadores:**

B-1 Condiciones y Requisitos mínimos para sectores de almacenamiento transitorio de residuos peligrosos en platas de tratamiento y/o disposición final y plantas de almacenamiento:

- a) Deberá encontrarse claramente delimitado, identificado y con acceso restringido utilizando cartelería con la leyenda ACCESO RESTRINGIDO – ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS, impidiendo el contacto y/o la mezcla con residuos no peligrosos.
- b) Deberá exhibir el Cartel Diamante de Peligro o Rombo NFPA 704 y el cartel de identificación de cada clase de residuo de acuerdo al Sistema de Clasificación de Sustancias Peligrosas de la ONU.  
Deberá delimitarse claramente los sectores de acopio transitorio de residuos peligrosos a tratar o disponer, de aquellos ya tratados y/o generados como consecuencia del tratamiento. Para estos últimos, deberá observar lo estipulado en el Punto A.
- c) Deberá contar con piso de material impermeable, resistente química y estructuralmente;
- d) Deberá presentar techo o poseer medios para resguardar los residuos peligrosos acopiados de las condiciones meteorológicas; y ventilación natural o forzada dependiendo de la clase de riesgo del residuo peligroso.

- e) Deberá contar con un sistema de colección, captación y contención de posibles derrames, que no permita vinculación alguna con desagües pluviales o cloacales. Los sistemas deberán poseer tapa y rejilla;
- f) Deberá contar con cerramiento perimetral con acceso restringido;
- g) Deberá poseer detectores pasivos de humo o incendio y sistema de alarma para dar respuesta temprana ante combustión o incendio;
- h) Las dimensiones de los sectores de almacenamiento de residuos peligrosos deben ajustarse al tipo, la cantidad y composición de los residuos, no pudiendo acopiar residuos peligrosos químicamente incompatibles sin barreras ni suficiente distancia;
- i) La capacidad máxima de almacenamiento en un recinto, será calculada considerando espacio interno que: permita el libre desplazamiento; contribuya a la prevención de accidentes, derrames o desmoronamiento de las estibas, y tenga una función de cortafuego;
- j) Los residuos deberán disponerse con un ordenamiento que permita su sencilla contabilización, dejando a su vez pasajes de un metro de ancho mínimo, para acceder a verificar su estado;
- k) Los niveles de estiba serán estipulados en función del tipo de recipiente y su resistencia y el tipo de residuo contenido, considerando entre nivel y nivel, separadores (por ejemplo pallets) para su manipulación segura;
- l) Todos los residuos peligrosos deben encontrarse acopiados en recipientes si defectos no pérdidas, de material física y químicamente resistentes al contenido, y rotulado de acuerdo al procedimiento de trazabilidad interno que la firma considere, hasta el momento en que comience su tratamiento, sin perjuicio que debe contar como mínimo con indicaciones del residuo peligrosos depositado en su interior y su característica de peligrosidad. A efectos de minimizar riesgos por incorrecta manipulación, no deben existir en el establecimiento, recipientes que contengan residuos peligrosos sin identificar su contenido o lugares de pretratamiento y/o tratamiento sin identificar de que residuos peligroso se trata;
- m) Para almacenamiento a granel de líquidos, los tanques deberán ser de material compatible a la clase de residuos peligrosos a acopiar dentro, y poseer sistema impermeabilizado para captación de derrames y dimensionado para contener una eventual contingencia;
- n) Para almacenamiento en piletas no cubiertas ni protegidas, ubicadas a la intemperie, estas deben encontrarse impermeabilizadas, y dependiendo de las condiciones climáticas o eventual presencia de fauna, la autoridad podrá requerir el agregado de cobertura. Esta condición se aplica para aquellas piletas donde, sin perjuicio del almacenamiento, sean destinadas a realizar algún tipo de tratamiento.  
Deberá tener disponible en el depósito la Hoja de Seguridad y la Ficha de Intervención correspondiente a cada clase de residuo.

**ANEXO III: Anexos Ley Nacional de Residuos Peligrosos N° 24.051****Ley Nacional N° 24.051 – Anexo I  
CATEGORIAS SOMETIDAS A CONTROL****Tabla I: Corrientes de Residuos**

Y1	Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas para salud humana y animal.
Y2	Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
Y3	Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal.
Y4	Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de biocidas y productos fitosanitarios.
Y5	Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
Y6	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.
Y7	Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple.
Y8	<b>Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.</b>
Y9	Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
Y10	Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilospoliclorados (PCB), trifenilospoliclorados (PCT) o bifenilopolibromados (PBB).
Y11	Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.
Y12	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
Y13	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.
Y14	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
Y15	Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente.
Y16	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
Y17	Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos.
Y18	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

**Ley Nacional Nº 24.051 - Anexo I**  
**CATEGORIAS SOMETIDAS A CONTROL**

**Tabla II: Desechos que tengan como constituyente**

Y19	Metales carbonilos.
Y20	Berilio, compuesto de berilio.
Y21	Compuestos de cromo hexavalente.
Y22	Compuestos de cobre.
Y23	Compuestos de zinc.
Y24	Arsénico, compuestos de arsénico.
Y25	Selenio, compuestos de selenio.
Y26	Cadmio, compuestos de cadmio.
Y27	Antimonio, compuestos de antimonio.
Y28	Telurio, compuestos de telurio.
Y29	Mercurio, compuestos de mercurio.
Y30	Talio, compuestos de talio.
Y31	Plomo, compuestos de plomo.
Y32	Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión de fluoruro cálcico.
Y33	Cianuros inorgánicos.
Y34	Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
Y35	Soluciones básicas o bases en forma sólida.
Y36	Asbestos (polvo y fibras).
Y37	Compuestos orgánicos de fósforo.
Y38	Cianuros orgánicos.
Y39	Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
Y40	Eteres.
Y41	Solventes orgánicos halogenados.
Y42	Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados.
Y43	Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranospoliclorados.
Y44	Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas.
Y45	Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas.
Y48	Materiales y/o elementos diversos contaminados con alguno o algunos de los Residuos Peligrosos identificados en el Anexo I o que presenten alguna o algunas de las características de peligrosidad enumeradas en el Anexo II de la Ley de RP.

**Ley Nacional Nº 24.051 - Anexo II**  
**LISTA DE CARACTERISTICAS PELIGROSAS**

<b>Clase de las Naciones Unidas</b>	<b>Nº de Código</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
1	H1	Explosivos: Por sustancia explosiva o desecho se entiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.
3	H3	Líquidos inflamables: Por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos o mezcla de líquidos, o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo pinturas, barnices, lacas, etcétera, pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60,5 °C, en ensayos con cubeta cerrada, o no más de 65,6 °C, en ensayos con cubeta abierta (como los resultados de los ensayos con cubeta abierta y con cubeta cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta tales diferencias sería compatible con el espíritu de esta definición).
4.1	H4.1	Sólidos inflamables: Se trata de sólidos o desechos sólidos distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.
4.2	H4.2	Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea: Se trata de sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontáneo en las condiciones normales del transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.
4.3	H4.3	Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables: Sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.
5.1	H5.1	Oxidantes: Sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden, en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.
5.2	H5.2	Peróxidos orgánicos: Las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente —O—O— son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición autoacelerada exotérmica.
6.1	H6.1	Tóxicos (venenosos) agudos: Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.

6.2	H6.2	Sustancias infecciosas: Sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.
8	H8	Corrosivos: Sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan o que, en caso de fuga pueden dañar gravemente o hasta destruir otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.
9	H10	Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua: Sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.
9	H11	Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos): Sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis.
9	H12	Ecotóxicos: Sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el medio ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.
9	H13	Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación, que posee alguna de las características arriba expuestas.

**Ley Nacional Nº 24.051 - Anexo III**  
**OPERACIONES DE ELIMINACION**

A) Operaciones que no pueden conducir a la recuperación de recursos, el reciclado, la regeneración, la reutilización directa u otros usos.

La sección A abarca las operaciones de eliminación que se realizan en la práctica.

D1	Depósito dentro o sobre la tierra (por ejemplo, rellenos, etcétera).
D2	Tratamiento de la tierra (por ejemplo, biodegradación de desperdicios líquidos o fangosos en suelos, etcétera).
D3	Inyección profunda (por ejemplo, inyección de desperdicios bombeables en pozos, domos de sal, fallas geológicas natural, etcétera).
D4	Embalse superficial (por ejemplo, vertido de desperdicios líquidos o fangosos en pozos, estanques, lagunas, etcétera).
D5	Rellenos especialmente diseñados (por ejemplo, vertido en compartimientos estanco separados, recubiertos y aislados unos de otros y del ambiente, etcétera.)
D6	Vertido en una extensión de agua, con excepción de mares y océanos.
D7	Vertido en mares y océanos, inclusive la inserción en el lecho marino.
D8	Tratamiento biológico no especificado en otra parte de este anexo que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminan mediante cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A (por ejemplo, evaporación, secado, calcinación, neutralización, precipitación, etcétera).
D9	Tratamiento fisicoquímico no especificado en otra parte de este anexo que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminan mediante cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A (por ejemplo, evaporación, secado, calcinación, neutralización, precipitación, etcétera).
D10	Incineración en la tierra.
D11	Incineración en el mar.
D12	Depósito permanente (por ejemplo, colocación de contenedores en una mina, etcétera).
D13	Combinación o mezcla con anterioridad a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A.
D14	Reempaque con anterioridad a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A.
D15	Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A.

**B. OPERACIONES QUE PUEDEN CONDUCIR A LA RECUPERACION DE RECURSOS, EL RECICLADO, LA REGENERACION, REUTILIZACION DIRECTA Y OTROS USOS.**

La sección B comprende todas las operaciones con respecto a materiales que son considerados o definidos jurídicamente como desechos peligrosos y que de otro modo habrían sido destinados a una de las operaciones indicadas en la sección A.

R1	Utilización como combustible (que no sea en la incineración directa) u otros medios de generar energía.
R2	Recuperación o regeneración de disolventes.
R3	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes.
R4	Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos.
R5	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
R6	Regeneración de ácidos o bases.
R7	Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
R8	Recuperación de componentes provenientes de catalizadores.
<b>R9</b>	<b>Regeneración u otra reutilización de aceites usados.</b>
R10	Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura o el mejoramiento ecológico.
R11	Utilización de materiales residuales resultantes de cualquiera de las operaciones numeradas R1 a R10.
R12	Intercambio de desechos para someterlos a cualquiera de las operaciones numeradas R1 a R11.
R13	Acumulación de materiales destinados a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección B.



**III- ADMINISTRADORES DE LA SOCIEDAD:**

Apellido y Nombres:

Tipo y Número de Documento:

C. U. I. T. / C. U. I. L.

Cargo:

**IV. DATOS DE LA ACTIVIDAD**

Fecha de inicio de la actividad:

Rubro general: R. específico:

Descripción detallada de la actividad:

**V- PLANTA/ UNIDAD GENERADORA:**

Ubicación:

Calle

Nº:

Piso:

Oficina:

Código Postal:

Localidad:

Nomenclatura catastral:

Superficie total del predio (m<sup>2</sup>):

Superficie utilizada (m<sup>2</sup>):

Área de Administración (oficinas) en m<sup>2</sup>.

Área de Operación en m<sup>2</sup>.

Área de Depósito en m<sup>2</sup>.

Área de Servicios auxiliares (comedores, vestuarios, primeros auxilios, etc.): en m<sup>2</sup>.

**POTENCIA INSTALADA: (en HP)**

**CONSUMO DE ENERGIA MENSUAL: (en Kw/ H)**

DATOS DE PERSONAL			
	Cantidad (masculino)	Cantidad (femenino)	Observaciones
Administrativos			
Operarios			
Jerárquicos			
Personal total			

INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS		
ITEM	SÍ	NO
Agua de red <sup>13</sup>		
Gas natural		
Cloacas		
Electricidad		

PRINCIPALES PROCESOS	
Nombre	Breve descripción
1)	
2)	
3)	
4)	

EQUIPAMIENTO PRINCIPAL UTILIZADO <sup>1</sup>		
Nombre	Descripción	Potencia consumida

#### **VI- INFORMACION RESIDUOS<sup>14</sup>:**

##### **Descripción de los residuos:**

Categorías de control: (Ley N° 24.051 Tabla I)

Constituyentes: (Ley N° 24.051 Tabla II)

##### **Identificación de los residuos**

Tipo (sólidos, semisólidos, líquidos, gaseosos)

Nombre<sup>2</sup>

Cantidad<sup>3</sup>

Humedad

Concentración

Tratamiento en planta <sup>4</sup>

Almacenaje <sup>5</sup>

Transporte y tratamiento en planta externa <sup>6</sup>

##### **Medidas para minimizar la corriente de desechos:**

Sustitución de Materias Primas.

Cambio de tecnología

Recuperación y reciclaje

Separación de residuos.

Otros.

##### **Procedimientos de extracción de muestras**

Tipo de muestras:

Tipo de procedimientos

Sitio de extracción:

**Descripción del Proceso de Tratamiento**

Operaciones de eliminación

Operaciones de recuperación (Tabla III)

**Método de análisis:**

Análisis de lixiviado

<b>MATERIAS PRIMAS</b>				
<b>Compuesto químico</b>	<b>Cantidad <sup>7</sup></b>	<b>U. M. <sup>8</sup></b>	<b>Clasificación <sup>9</sup></b>	<b>Estado físico <sup>10</sup></b>

<b>INSUMOS</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Uso <sup>11</sup></b>	<b>Lugar de origen</b>
<b>Agua</b>				
Combustible				
Aceites				
<b>Sustancias Químicas</b>				

**VII- RIESGO AMBIENTAL**

<b>Ruido (nivel máximo en db A. medido en punto perimetral)</b>		
<b>Vibración (medido en punto perimetral)</b>		
<b>Carga térmica (medido en punto perimetral)</b>		
<b>Aparatos de presión (cantidad de equipos)</b>		
<b>Item</b>	<b>Sí (Cuáles)</b>	<b>No (Justifique por qué)</b>
<b>Gases</b>		
<b>Vapores</b>		

<b>Material particulado</b>		
<b>Otros riesgos</b>		

### VIII- SISTEMA ELÉCTRICO

<i>ITEM</i>	<b>Origen</b>	<b>Nº Transform.</b>	<b>Marca</b>	<b>Potencia</b>	<b>Año Fabricac.</b>	<b>Relac. Transf.</b>
<b>Transformadores Eléctricos</b> <sup>12</sup>						
<b>Capacitores</b>						
<b>Interruptores, Cables subterráneos, etc.</b>						

### Referencias

- 1 Referir al proceso detallado en tabla anterior
- 2 Nombre químico o comercial. En caso de mezclas, citar cada uno de los constituyentes de la misma.
- 3 Expresar :  
**Sólidos:** toneladas generado por mes calendario referido al " promedio pesado" de los últimos 6 meses. Concentración: mg/kg.  
**Semisólidos:** toneladas generado por mes calendario referido al " promedio pesado" de los últimos 6 meses. En caso de expresar en m<sup>3</sup>, adjuntar densidad a determinada temperatura. Concentración: mg/kg, si son variables, indicar los rangos.  
**Líquidos:** m<sup>3</sup> generado por mes calendario referido al " promedio pesado" de los últimos 6 meses. Concentración: mg/litro.  
**Gases:** m<sup>3</sup> generado por mes calendario referido al " promedio pesado" de los últimos 6 meses. Concentración: mg/m<sup>3</sup>
- 4 Describir proceso.
- 5 Indicar sitio y forma de almacenaje hasta su retiro.
- 6 Consignar datos de la empresa operadora/ transportadora indicando CUIT, razón social o apellido y nombre, domicilio de la misma.
- 7 Cantidades empleadas por mes calendario referido al promedio pesado en los últimos 6 meses.
- 8 U.M. indicar los valores expresados en m<sup>3</sup> o toneladas según corresponda.

- 9 Según Anexo II de ley 24.051.
- 10 Sólidos, semisólidos, líquidos, gaseosos.
- 11 Indicar el tipo de uso primario o secundario que se le dé al insumo.
- 12 Adjuntar análisis de PCB realizados por laboratorio habilitado.
- 13 En caso de poseer agua de pozo, adjuntar copia de la inscripción del mismo.
- 14 Los datos de residuos deberán proporcionarse de manera tal de identificar a cada uno de los declarados con los datos mencionados en el título “**Identificación de residuos**”. Los residuos que se generen y que no se encuentren tipificados en la Ley Nacional 24.051 deberán identificarse con su nombre propio (v.gr. cartón, efluentes, cubiertas, etc.)

**IX- DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO: (Radio de hasta 1 km.)**

ASPECTOS AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN
Topografía (montañas, llanura, valles, etc.)	
Hidrología (cursos de agua, lagos, lagunas, etc.)	
Hidrogeología (caracterización del recurso, afectación del recurso, etc.)	
Vegetación y fauna (silvestre y doméstica) actual.	
Geomorfología	
Procesos ecológicos (incendios, inundaciones, sismicidad)	
Area Natural Protegida (existencia y distancia)	
Hábitat de especies en peligro	
Sitios y monumentos de patrimonio cultural	
Yacimientos arqueológicos	
Núcleo urbano (cantidad de habitantes, edificios públicos, intrusión visual, etc.)	

**X - DOCUMENTACION ADJUNTA**

- a) Manual de Higiene y Seguridad
- b) Plan de Contingencia y Procedimiento para su registro
- c) Plan de Monitoreo
- d) Plan de Capacitación para el personal
- e) Certificado de No Inundabilidad (Dirección Provincial del Agua)
- f) Antecedentes y experiencias en la metodología a aplicar.
- g) Plan de Cierre y restauración del área.
- h) Descripción de los contenedores.
- i) Contrato social o estatutos inscriptos.

- j) Actas societarias.
- k) Copias de documento de Identidad.
- l) Instrumento que acredite la calidad del representante legal.
- m) Diagrama de la planta generadora.

**Declaro bajo juramento que los datos e información vertida son verdaderos y que la documentación que se adjunta es fidedigna.**

San Miguel de Tucumán, ..... de ..... de 20.....

.....  
Firma y aclaración del Representante legal

REGISTRO DE ACTIVIDADES CONTAMINANTES (LEY N° 7165)

**DECLARACIÓN JURADA**

**Rubro: TRANSPORTISTA**

**I- NOMBRE / RAZÓN SOCIAL:**

CUIT N°:

Fecha de inicio de constitución de la sociedad:

Fecha de vencimiento del contrato:

Fecha de inicio de la Actividad:

**DOMICILIO LEGAL:**

Calle:

N°:

Piso:

Oficina:

C.P:

Localidad:

Provincia:

TE:

Email:

**DOMICILIO REAL:**

Calle:

N°:

Piso:

Oficina:

C.P:

Localidad:

Provincia:

TE:

Email:

**REPRESENTANTE LEGAL:**

Apellido y Nombre:

CUIT/L:

Calle:

N°:

Piso:

C.P:

Localidad:

Provincia:

TE:

FAX

Email:

**REPRESENTANTE TECNICO:**

Apellido y Nombre:

CUIT/L:

Título habilitante:

Matrícula Profesional N°

Calle:

N°:

Piso:

C.P:

Localidad:

Provincia:

TE:

Email:

**II- DATOS DE LOS VEHÍCULOS**

**Dominio:**

**N° interno:**

**Tipo:**

**Marca:**

**Modelo:**

**Año:**

**Motor**

**N° Motor:**

**Modelo:**

**Carrocería**

**N° Carrocería:**

**Modelo:**

**Caja: (según tabla)**

**Tacógrafo**

**N° tacógrafo:**

**Revisión técnica vehicular:**

**Registro Unico de Transporte Automotor ( R.U.T.A.): N°**

**Clase de carga: (según tabla)**

**N° Póliza del Seguro:**

**Vencimiento:**

**Compañía Aseguradora:**

**Plan de Tráfico:**

**Medio de comunicación entre vehículos y base.**

### **III- DATOS DE CONTENEDORES**

**Tipo: (según tabla)**

**Fijo/ Móvil:**

**Capacidad m<sup>3</sup>:**

**Identificación:**

**Observaciones:**

### **IV- DATOS DE LAVADERO**

**Empresa:**

**CUIT:**

**Calle:**

**N°:**

**Localidad:**

**C.P:**

**Dpto.:**

### **V- CARACTERÍSTICAS DE RESIDUOS**

1º.- Características de Peligrosidad: (Según Anexo II de Ley 24.051)

2º.- Categorías de control de residuos: (Según Anexo I de ley 24.051)

3º.- Constituyentes: ( Según Anexo I de ley 24.051)

**Descripción de embalajes:**

**OBSERVACIONES:**

**Métodos de desinfección vehicular:**

**Frecuencia de desinfección:**

**VI- MEMORIA TÉCNICA:**

**VII- DISPOSICIÓN FINAL**

**Ubicación del predio :**

**Titular responsable:**

**Inscripción en el Registro de Actividades contaminantes:**

**VIII- DOCUMENTACIÓN QUE ADJUNTA:**

- 1º.- Copia del Contrato Social.
- 2º.- Copia de Certificado habilitante e Inscripción en RUTA.**
- 3º.- Planilla de Coordinación y Seguridad Vial.
- 4º.- Respuesta ante Urgencias. ( Manual de procedimientos, materiales y equipamientos)
- 5º.- Lic. habilitante – Planilla psicofísica.
- 6º.- Certificado de revisión técnica vehicular.
- 7º.- Baliza giratoria.
- 8º.- Identificación externa del vehículo. (Rótulo de riesgo y Panel de seguridad)
- 9º.- Constancia de transmisión móvil.
- 10º.- Certificado de estanqueidad.
- 11º.- Copia de Póliza de seguro.
- 12º.- Documentación que acredita la recepción de los residuos. (Contrato de locación de servicio, C. de depósito, Constancia de entrega, etc.)
- 13º.- Instrumento que acredite la calidad del representante legal.

**Declaro bajo juramento que los datos e información vertida son verdaderos y que la documentación que se adjunta es fidedigna.**

**San Miguel de Tucumán,.....de.....de 20.....**

.....  
Firma y aclaración del Representante legal

REGISTRO DE ACTIVIDADES CONTAMINANTES (LEY Nº 7165)

**DECLARACIÓN JURADA**

**Rubro: OPERADOR**

**I- NOMBRE / RAZÓN SOCIAL:**

CUIT N°:

Fecha de inicio de constitución de la sociedad:

Fecha de vencimiento del contrato:

Fecha de inicio de la Actividad:

**DOMICILIO LEGAL:**

Calle: N°: Piso: Oficina:  
C.P: Localidad: Provincia:  
TE: E-mail:

**DOMICILIO REAL:**

Calle: N°: Piso: Oficina:  
C.P: Localidad: Provincia:  
TE: E-mail:

**REPRESENTANTE LEGAL:**

Apellido y Nombre:

CUIT/L:

Calle: N°: Piso: C.P:  
Localidad: Provincia:  
TE: FAX E-mail:

**REPRESENTANTE TECNICO:**

Apellido y Nombre:

CUIT/L:

Título habilitante:

Calle: N°: Piso:  
C.P: Localidad: Provincia:  
TE: E-mail:

**II- PLANTA**

Ubicación:

Calle: N°: Localidad:

Nomenclatura catastral:

Superficie total del predio (m<sup>2</sup>):

Superficie utilizada (m<sup>2</sup>):

Área de Administración (oficinas):

Área de Operación (recepción, separación y tratamiento):

Área de Depósito (maquinarias, herramientas, y residuos no compostables):

Área de Servicios auxiliares (comedores, vestuarios, primeros auxilios, etc.):

**POTENCIA INSTALADA: (en HP)**

**CONSUMO DE ENERGIA MENSUAL: (en Kw/ H)**

DATOS DE PERSONAL			
	Cantidad (masculino)	Cantidad (femenino)	Observaciones
Administrativos			
Operarios			
Jerárquicos			
Personal total			

INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS		
Ítem	SÍ	NO
Agua de red <sup>7</sup>		
Gas natural		
Cloacas		
Electricidad		

PRINCIPALES PROCESOS	
Nombre	Breve descripción
1)	
2)	
3)	
4)	

III- TIPO DE RESIDUOS A TRATAR			
RESIDUOS SÓLIDOS <sup>8</sup>			
Nombre/Categoría (según Ley Nacional 24.051)	Cantidad mensual (ton, m <sup>3</sup> o unidad)	Lugar de origen	Destino final (especificar nombre, actividad del destinatario y lugar)

IV- INSUMOS				
Ítem	Descripción	Cantidad <sup>1</sup>	Uso <sup>2</sup>	Lugar de origen
Agua				
<b>Combustible</b>				
<b>Aceites</b>				
Sustancias Químicas				

V- RIESGO AMBIENTAL		
Ruido (nivel máximo en db A. medido en punto perimetral)		
Vibración (medido en punto perimetral)		
Carga térmica (medido en punto perimetral)		
Aparatos de presión (cantidad de equipos)		
Ítem	Sí (Cuáles)	No (Justifique por qué)
Gases		
Vapores		
Material particulado		
Otros riesgos		

VI- RESIDUOS FINALES						
	Composición	Cantidad <sup>1</sup>	Tratamiento <sup>3</sup>	Lugar de Disposición <sup>4</sup>	Carga orgánica	Usos
<i>Sólidos</i>						
<i>Semisólidos</i>						
<i>Efluentes líquidos<sup>5</sup></i>						
<i>Efluentes gaseosos</i>						

VII- SISTEMA ELÉCTRICO *						
ITEM	Origen	Nº Transform.	Marca	Potencia	Año Fabricac.	Relac. Transf.
Transformadores Eléctricos <sup>6</sup>						

<b>Capacitores</b>						
<b>Interruptores, Cables subterráneos, etc.</b>						

### **Referencias**

<sup>1</sup> Expresar en la unidad correspondiente

<sup>2</sup> Indicar el tipo de uso primario o secundario que se le dé al producto o subproducto

<sup>3</sup> Indicar el tipo de tratamiento.

<sup>4</sup> Terrenos propios. Terrenos de terceros.

<sup>5</sup> Presencia o no de metales pesados. Identificar cuáles.

<sup>6</sup> Adjuntar análisis de PCB realizados por laboratorio habilitado.

<sup>7</sup> En caso de poseer agua de pozo, adjuntar copia de la inscripción del mismo.

<sup>8</sup> En caso de tratar residuos que no se encuentren tipificados en la Ley Nacional Nº 24.051, deberán identificarse por su nombre propio (v.gr. cartón, papel, etc.)

### **VIII- DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO: ( Radio de hasta 1 km.)**

<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Topografía (montañas, llanura, valles, etc.)	
Hidrología (cursos de agua, lagos, lagunas, etc.)	
Hidrogeología (caracterización del recurso, afectación del recurso, etc.)	
Vegetación y fauna (silvestre y doméstica) actual.	
Geomorfología	
Procesos ecológicos (incendios, inundaciones, sismicidad)	
Area Natural Protegida (existencia y distancia)	
Hábitat de especies en peligro	
Sitios y monumentos de patrimonio cultural	
Yacimientos arqueológicos	
Núcleo urbano (cantidad de habitantes, edificios públicos, intrusión visual, etc.)	

### **IX- DOCUMENTACION ADJUNTA**

- n) Manual de Higiene y Seguridad
- o) Plan de Contingencia y Procedimiento para su registro
- p) Plan de Monitoreo
- q) Plan de Capacitación para el personal

- r) Certificado de No Inundabilidad (Dirección Provincial del Agua)
- s) Antecedentes y experiencias en la metodología a aplicar.
- t) Plan de Cierre y restauración del área.
- u) Descripción de los contenedores.
- v) Diagrama de la planta generadora.
- w) Contrato social o estatutos inscriptos.
- x) Actas societarias.
- y) Instrumento que acredite la calidad del representante legal
- z) Copias de documento de Identidad.

**Declaro bajo juramento que los datos e información vertida son verdaderos y que la documentación que se adjunta es fidedigna.**

San Miguel de Tucumán, ..... de ..... de 200.....

.....  
Firma y aclaración del Representante legal

## ANEXO V: Presupuesto CIAGESER S.A.

Abril 2018 – Referencia USD 1 = \$20

VALORANDO EL FUTURO



San Miguel de Tucumán, Abril de 2018

### PRESUPUESTO DE SERVICIOS

#### LIQUIDOS Y SÓLIDOS:

Nuestra firma, entre otros ítems, se especializa en la recolección y transporte de residuos industriales peligrosos. Para ello, subdivide y clasifica a los mismos de acuerdo con lo establecido por la Dirección de Medio Ambiente, en las siguientes categorías:

#### LIQUIDOS:

*Y8: desechos de aceites minerales, puros sin contaminantes, no aptos para el uso a que estaban destinados.*

*Y9: mezclas y emulsiones de desechos de aceites y agua o de hidrocarburo y agua, ambos detallado en la Ley Nacional N° 24051.*

#### SÓLIDOS:

*Y48: referente a todos los materiales y/o elementos diversos contaminados (filtros, barros, tipos de trapos, envases, arena, etc.) en este caso con los Y8 y Y9, detallados en la resolución 897/2002 agregada al anexo I de la Ley 24051.*

**La empresa cuenta con las últimas Resoluciones emitidas por la Dirección de Medio Ambiente donde nos autorizaron aún más categorías para retirar.**

En todos los casos, la recolección se realiza en camiones cisterna o camiones cuyas cajas se encuentran acondicionadas para la carga y descarga de tambores de 200 litros, donde los residuos deberán estar acondicionados para su posterior incineración.

La Empresa retira del cliente, los residuos peligrosos a un costo de **\$680,00 IVA incluido, (\$3.40 IVA incluido el Kilo o Litro)** por frecuencia o visita hasta el volumen de un tambor de 200. La frecuencia con la que se realizara el servicio en cuestión, será de una vez por mes o por pedido expreso del cliente cuando este lo solicite.

El flete asciende a un importe de **\$ 5.00 IVA Incluido por Km.**

Por cada retiro el volumen de los residuos recolectados será constatado al momento de su retiro, dejando constancia de ello en un formulario denominado MANIFIESTO DE CARGA (confeccionado por triplicado) que será suscripto por el responsable designado por ustedes y por la persona que efectúe el retiro en representación de nuestra Empresa, quedando el original en vuestro poder.

Por último, una vez efectuada la DISPOSICIÓN FINAL de los mismos, se remitirá a ustedes el correspondiente certificado, posterior al pago de la factura.

La empresa Ciageser S.A. también cuenta con camiones Atmosféricos y camiones desobstructores. La capacidad del camión es de aproximadamente 7000 lts. por viaje.

**Puede visitar nuestra página: [www.ciageser.com.ar](http://www.ciageser.com.ar)**