

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO, GAS
NATURAL Y PETROQUÍMICA**



**“RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO DE HIDROCARBUROS
LÍQUIDOS DE TRAMPAS DE ACEITE Y GRASAS DE
ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO PETROQUÍMICO

PRESENTADO POR:

JUAN AMILCAR CONTRERAS SERRANO

**PROMOCIÓN
1998 - 0**

**LIMA – PERÚ
2006**

Agradecimientos

Deseo dar un sincero agradecimiento a mis padres, así como a mi asesor, y demás personas que me han tenido paciencia ayudándome en la elaboración de este trabajo, de manera incondicional y desinteresada.

RESUMEN EJECUTIVO DE LA TESIS

RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO DE HIDROCARBUROS LÍQUIDOS DE TRAMPAS DE ACEITE Y GRASAS DE ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE

ALCANCE

El presente trabajo estudia la presencia contaminante de los aceites del agua de lavado de vehículos en estaciones de servicio de combustibles, que van a parar al sistema de alcantarillado.

Objetivos

- Evaluar los pequeños sistema de tratamiento de aguas contaminadas con aceites, analizando la eficiencia de los equipos de separación de aceites de las estaciones de servicio que brindan el servicio de lavado de vehículos.
- Plantear como mejorar la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas aceitosas existentes en las estaciones de servicio y su viabilidad.

Antecedentes

Este tema de investigación nace por la observación de los equipos de separación de aceite de las estaciones de servicio en la provincia de Lima. En trabajos de inspección realizados se observó que en algunos equipos de separación se encontró aceites en cantidades variadas, en algunas muy poco en otras en cantidades apreciables, pero no se sabía si este sistema de tratamiento cumplía con los límites permisibles establecidos.

Debido a esta situación se procedió a hacer un análisis de efluentes y residuos obtenidos de en las trampas de aceites de las estaciones de servicio que cuentan con servicio de lavado de vehículos, mediante muestreo e inspección de las instalaciones.

Análisis

De los resultados obtenidos en el laboratorio se demuestra que en la mayoría de los establecimientos inspeccionados los efluentes no cumplen con el límite permisible de 100 ppm de contenido de aceites y grasas. Además de las inspecciones realizadas se observo que no cuentan con un adecuado mantenimiento y otras un diseño subdimensionado.

Respecto a la recuperación de aceites de las trampas de aceites y grasas, es muy poca según se observó en las inspecciones, debido a la falta de mantenimiento o deficiente diseño de los equipos de separación.

Respecto al tratamiento de los aceites y grasas recuperadas, se puede convertir estos productos en aceites lubricantes o combustibles, semejante al tratamiento de aceites usados, pero por las cantidades encontradas se debería agregar a los aceites usados en el proceso de reciclaje porque es muy poco lo que se obtiene para efectuar un tratamiento de forma independiente.

Se ha elaborado el diseño de una trampa de aceites muy sencilla con la finalidad de indicar las dimensiones adecuadas que debería tener.

Conclusiones

La falta de mantenimiento o diseño inadecuado de trampas de aceite en estaciones de servicio ocasiona deficiencias de la función de estos equipos, teniendo como consecuencia efluentes con concentraciones de aceites y grasas superiores al límite permisible, considerado como contaminación.

Un adecuado diseño y mantenimiento de las trampas de aceite sería a la vez más rentable, pero en una sociedad donde se verifica los vertimientos de la actividad tratada.

Recomendaciones

Se recomienda a las autoridades competentes verificar el cumplimiento de los reglamentos ambientales en cuanto a los vertimientos del servicio de lavado de vehículos en estaciones de servicio de combustibles y extenderlo a otras actividades donde se realiza el servicio indicado.

Las estaciones de servicio de combustible con servicio de lavado de vehículo deberían tener trampas de aceite y grasas con un diseño correspondiente a su uso y con un mantenimiento efectivo.

Índice

1. GENERALIDADES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Antecedentes	2
1.4. Hipótesis	2
1.5. Justificación	3
1.6. Alcances	3
1.7. Metodología	4
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Contaminación	6
2.2. Principios fisicoquímicos de tratamiento de aguas	9
2.3. Equipos de separación	17
2.4. Diseño de una trampa de Grasas	20
2.5. Reciclaje	22
2.6. Marco legal	24
3. ENSAYOS REALIZADOS	28
3.1. Universo Muestral	28
3.2. Cantidad de aceite separada	28
3.3. Toma de la muestra	29
3.4. Preservación	29
3.5. Análisis de muestras	30
4. RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO DE ACEITES DE TRAMPA DE GRASAS	32
4.1. Proceso de separación de aceites de agua de lavado	32
4.2. Tratamiento de aceites Usados	33
5. DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS AL TERMINO DEL PROCESO A USAR	37
6. EVALUACIÓN DE TRAMPAS DE ACEITES	40
6.1. Evaluación Técnica de Trampas de aceites	40
6.2. Evaluación económica de las Trampas de aceites	42
7. DISEÑO SUGERIDO EN UNA ESTACIÓN DE SERVICIOS	48
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
9. BIBLIOGRAFÍA	55
10. ANEXOS:	56

Recuperación y tratamiento de hidrocarburos líquidos de trampas de aceite y grasas de estaciones de servicio de combustible

1. Generalidades

1.1. Introducción

El presente trabajo estudia la presencia contaminante de los aceites del agua de lavado de vehículos en estaciones de servicio de combustibles, que van a parar al sistema de alcantarillado. La finalidad del este análisis planteado es sugerir una alternativa viable para un mejor tratamiento de estos efluentes y su aprovechamiento, dándoles un valor comercial a parte de los residuo obtenido en el tratamiento de efluentes.

El presente trabajo analizó muestras de efluentes aceitosos de trampas de aceite, mostrando los resultados obtenidos y plantea alternativas de mejorar la eficiencia de los equipos de separación de aceites.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales

- Evaluar los pequeños sistema de tratamiento de aguas contaminadas con aceites, analizando la eficiencia de los equipos de separación de aceites de las estaciones de servicio que brindan el servicio de lavado de vehículos.
- Plantear como mejorar la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas aceitosas existentes en las estaciones de servicio y su viabilidad.

1.2.2. Objetivos específicos

- Interpretar los resultados obtenidos de las inspecciones en campo y de las pruebas de laboratorio.
- Proponer un diseño típico de un sistema de sedimentador y trampa de grasas tomando los parámetros necesarios.

- Verificar en base a los resultados obtenidos que la calidad del agua que se vierte cumpla con los límites permisibles establecidos en la ley de aguas, respecto al contenido de aceites y grasas.
- Buscar alternativas de uso de hidrocarburo líquidos (aceite) recuperado de las trampas de aceites y grasas.

1.3. Antecedentes

Este tema de investigación nace por la observación de los equipos de separación de aceite de las estaciones de servicio en el año 1999 y el año 2003 en la provincia de Lima. En trabajos de inspección realizados se observó que en algunos equipos de separación se encontró aceites en cantidades variadas, en algunas muy poco en otras en cantidades apreciables, pero no se sabía si este sistema de tratamiento cumplía con los límites permisibles establecidos.

Revisando la normatividad peruana del sector hidrocarburos no se encontró ningún reglamento específico que indique las características de un separador de aceites para las estaciones de servicio.

Existen estudios sobre reciclaje de aceites lubricantes, aceites gastados de los vehículos motorizados que ayudará a tener una referencia de tratamiento de aceites.

1.4. Hipótesis

La falta de mantenimiento o diseño inadecuado de trampas de aceite en estaciones de servicio ocasiona deficiencias de la función de estos equipos, teniendo como consecuencia efluentes con concentraciones de aceites y grasas superiores al límite permisible.

1.5. Justificación

Una de las fuentes de contaminación de aguas por hidrocarburos son las Estaciones de servicio que brindan servicio de lavado de vehículos y otras actividades similares que generan aguas contaminadas con aceites y grasas que se dirigen al sistema de alcantarillado y que finalmente darán a parar al mar. La contaminación marina por hidrocarburos tiene como uno de los peores efectos atentar contra la vida animal y vegetal del mar.

El presente trabajo se desarrolla por el interés del investigador y el apoyo una institución para facilitar el acceso a la información requerida para esta investigación de la situación actual del sistema de tratamiento de aguas aceitosas en estaciones de servicios. Se busca saber si los efluentes líquidos cumplen con los límites permisible y si no cumplen el porque de ello.

Se toma como referencia la evaluación del sistema de trampa de grasas de estaciones de servicio pero las trampas de aceites también pueden encontrarse en la industria y plantas de venta de combustibles y talleres de lavado o limpieza de vehículos motorizados.

1.6. Alcances

El estudio realizado cubre la evaluación de las trampas de grasas de estaciones de servicio, sus características y eficiencia. Las muestras para este estudio se tomaron solo estaciones de servicio de la provincia de Lima.

El análisis del efluente es básicamente el contenido de aceites y grasas, mientras que en el caso del aceite recuperado se hace un análisis mas amplio para saber sus características.

Esta investigación permitirá evaluar el estado del sistema de tratamiento de aguas aceitosas de las estaciones de servicio y además proponer un diseño típico para una trampa de aceites.

Se muestra las alternativas de tratamiento que se le pueden dar a los aceites recuperados de la trampa de aceites y grasas.

1.7. Metodología

1.7.1. Investigación bibliográfica

Existen estudios sobre reciclaje de aceites lubricantes que ayudará a tener una referencia de tratamiento de los aceites recuperados, así también de la normatividad nacional. Las fuentes de información son textos de consulta, tesis relacionadas al tema, publicaciones en Internet y consulta a instituciones y a expertos del tema.

1.7.2. Trabajo de campo

Las fuentes primarias se obtiene de las inspecciones desarrolladas siguiendo el siguiente paso:

- Identificación de la estación de servicio a inspeccionar y llenar la hoja de datos que contiene las dimensiones de la trampa de aceite, consumo mensual de agua, características de la trampa, aspectos operativos y nota de muestreos.
- Tomar las muestras de agua efluente de las trampas de aceite y también del aceite recuperado.
- Tomar fotos de la trampa de aceites y del sedimentador.
- También se debe inspeccionar las principales vías de tránsito de Lima, donde se pueda realizar un conteo de las estaciones de servicio que brindan es servicio de lavado de vehículos motorizados y talleres exclusivos de

lavado de vehículos o que son parte de talleres mecánicos independientes de venta de combustible para saber la relación que guarda con estos.

1.7.3. Análisis de laboratorio

Se realiza la prueba de contenido de aceites y grasas del agua muestreada a la salida de la trampa de grasas siguiendo las recomendaciones del Método EPA 1664 u otra. Otras pruebas que se aplican solo al aceite recolectado fueron Grado API, punto de inflamación, poder calorífico y contenido de agua y viscosidad.

1.7.4. Interpretación de resultados

Interpretar los resultados obtenidos de las inspecciones de campo y de los resultados de las muestras analizadas en el laboratorio. Luego proponer mejoras de la situación encontrada mediante las conclusiones de este trabajo.

1.7.5. Espacio muestral a analizar

Se tomo un espacio muestral de 455 estaciones de servicio con un error máximo aceptable del 20% y porcentaje estimado de la muestra de 50%, con un nivel deseado de confianza de 80%. Con esta información se calculó una muestra de 10.17

2. Marco Teórico

El tratamiento de aguas contaminadas con hidrocarburos se da en la industria petrolera y también en la comercialización de estos, pero deseamos saber como afectan los hidrocarburos a los efluentes, como reducir su efecto contaminante y que tecnologías están disponibles en el mercado, por lo que nos basamos en los siguientes fundamentos.

2.1. Contaminación

El termino contaminación se refiere al cambio o degradación de un ambiente producido por algún agente contaminante como los ácidos, metales, bacterias, hidrocarburos, etc. pero el que centrará nuestra atención es la contaminación de los hidrocarburos líquidos en el agua.

2.1.1. Contaminación del agua por hidrocarburos Líquidos

El agua contaminada por hidrocarburos líquidos es un caso ampliamente conocido, siendo los mas comunes la contaminación de agua por el petróleo o sus derivados.

Efectos de la contaminación del agua por hidrocarburos líquidos.-El vertimiento de Los hidrocarburos líquidos como los aceites minerales en fuentes de agua, mar o alcantarillado provoca problemas ambientales muy serios que afecta a la vida acuática y al hombre.

Un caso mas especifico de contaminación de fuentes de aguas es el vertimiento de aceites usados que contienen partículas metálicas, compuestos organometálicos conteniendo plomo procedente de las gasolinas, ácidos orgánicos o inorgánicos originados por oxidación o del azufre de los combustibles, restos de aditivos: fenoles, compuestos de zinc, cloro y fósforo

Compuestos clorados: Disolventes, PCBs y PCTs, también Hidrocarburos polinucleares aromáticos (PNA).

Aunque los aceites no son miscibles con el agua se mantienen en su superficie causando los siguientes efectos:

Afectación a la vida acuática.- Los aceites en la superficie del agua produce una película, que impide la adecuada oxigenación del agua que puede asfixiar a los seres vivos que allí habitan como los peces. Los aceites o combustibles minerales también le dan olor al agua.

Tan sólo un litro de combustible en 1 millón de litros de agua es suficiente para conferir olor al agua, y son suficiente 8 litros en la misma cantidad para afectar gravemente la vida de los peces. Estas sustancias aceitosas pueden reducir los niveles de oxígeno disuelto, al impedir el intercambio de gases entre la atmósfera y el agua, afectando adversamente al crecimiento y la longevidad de los peces. (Pag. 522 de Ecología 4ta edición, por Robert leo Smith y Thomas M. Smith, Addison Wesley)

Afectación al hombre.- por su bajo índice de biodegradabilidad, afecta gravemente a los tratamientos biológicos de las depuradoras de agua, llegando incluso a inhabilitarlos, además la afectación a los peces afecta al hombre pues este se alimenta de ellos.

2.1.2. Formas de Contaminación

En el mundo han ocurrido y continúan ocurriendo tragedias que afectan el ecosistema por la contaminación producida por el hombre. En el caso de contaminación por hidrocarburos líquidos existe dos formas de contaminación que ocurren.

Constante o periódico

La contaminación constante se produce por los vertimientos de aguas contaminadas con hidrocarburos líquidos en fuentes de agua. El grado de efecto dañino que tienen sobre las aguas depende de la concentración de estos hidrocarburos líquidos en el agua y también de sus componentes. Estos vertimientos deben ser regulados. Un ejemplo de esto se da por el vertimiento de aceites y grasas por parte del sector industrial y comercial como es el caso de las refinerías y plantas de venta de combustibles (regulada actualmente), industrias manufactureras que generan aguas contaminadas con aceites, talleres automotrices y estaciones de servicio que brindan servicio de lavado de vehículos, otros como restaurantes que vierten aceites comestibles al desagüe. Parte de este tipo de contaminación por aceites será el que se trate en este trabajo de investigación.

Fortuitos

La contaminación por hidrocarburos líquidos en ríos, lagos, mares puede ser producida por derrames accidentales producido por el transporte o manejo de estos sobre o en las cercanías las fuentes de agua como los anteriormente mencionados. Como ejemplo tenemos los derrames por buques de transporte de crudo y derivados de petróleo, uno de los casos más conocidos es la catástrofe ecológica que sucedió el 24 de marzo de 1989, cuando el buque Exxon Valdez encalló en las costas de Alaska y el derrame de crudo mató la mayor cantidad de vida silvestre que cualquier otro hecho similar. Por lo demás, el petróleo arruinó 1.600 kilómetros de costa, y acabó con la pesca y la caza de la región.

2.2. Principios fisicoquímicos de tratamiento de aguas

El tratamiento de aguas contaminadas con aceites puede darse por procesos fisicoquímicos desde:

- Tratamiento Primario
- Tratamiento Secundario
- Tratamiento Terciario

2.2.1. Tratamiento Primario

Entre las operaciones que se utilizan en los tratamientos primarios de aguas servidas están: la filtración, la sedimentación, la flotación, la separación de aceites y la neutralización.

2.2.1.1. Sedimentación

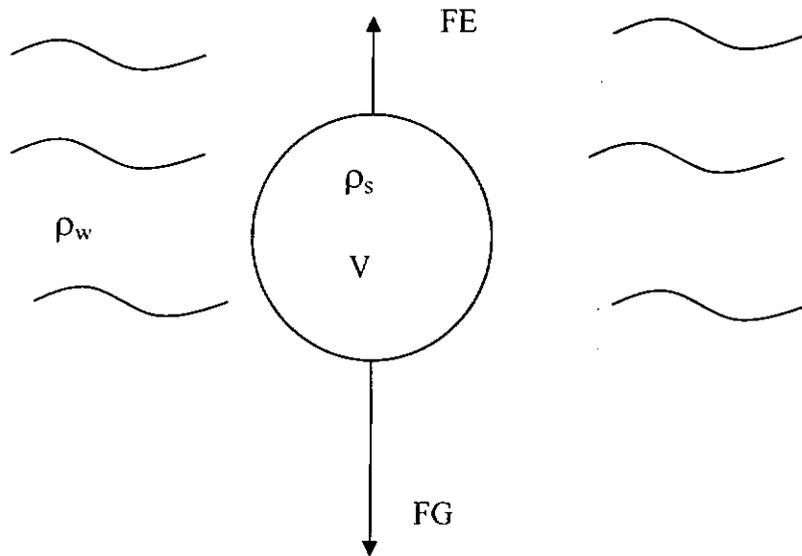
La sedimentación se aplica a las operaciones en las que una suspensión es desdoblada en un fluido clarificado y una suspensión mas concentrada.

Describe el asentamiento gravitatorio de partículas sólidas a través de un líquido, usualmente agua. Los términos "clarificación" y "espesamiento" son aplicados a menudo a la misma operación. Sin embargo la clarificación implica un interés especial en la calidad del líquido clarificado y en el espesamiento el interés se centra en la lechada concentrada, en la parte inferior del flujo.

Se aplica al asentamiento de partículas discretas no coagulantes en suspensiones líquidas diluidas. La sedimentación de una partícula es ayudada por la presencia de otras partículas asentantes y es una función solo de las propiedades del fluido y las partículas en cuestión.

La velocidad de asentamiento en un fluido en reposo tiende a acelerarse hasta tanto la resistencia friccional o arrastre del fluido que actúa de inmediato,

iguales a la fuerza de impulsión que actúa sobre la partícula. Ello provoca, un desplazamiento de esa partícula a velocidad uniforme.



De la figura se observa que sobre el cuerpo actúan dos fuerzas inicialmente que son la fuerza gravitacional y el empuje. La resultante de ambas fuerzas nos indicará que la partícula desciende o asciende en el fluido.

$$FE = \rho_w * g * V$$

$$FG = \rho_s * g * V$$

g : aceleración de la gravedad, cm/s^2

ρ_s : densidad de la partícula, g/cm^3

ρ_w : densidad del fluido, g/cm^3

V : volumen del cuerpo sumergido

La resultante de ambas fuerzas es:

$$F_i = FG - FE = g * V * (\rho_s - \rho_w) \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

FE: Fuerza de empuje

FG: Fuerza gravitacional, peso

Si la resultante es positiva la particular se sumerge y si es negativa la particular asciende en forma acelerada, pero inmediatamente que inicia su desplazamiento en sentido vertical surge la fuerza de arrastre o fricción del fluido sobre la partícula deducida por Newton por la siguiente expresión.

$$F_r = C_d \cdot A \cdot \rho \cdot v_s^2 / 2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

v_s : Velocidad de Sedimentación para este caso.

A: Área transversal al escurrimiento

C_d : Coeficiente de arrastre.

Después de cierto tiempo la aceleración de la partícula pasa a ser nula y el valor de la fuerza de fricción (F_r) se iguala con la fuerza resultante de sedimentación (F_i), momento en que adquiere una velocidad constante que es conocida como velocidad de asentamiento o sedimentación cumpliéndose en este momento:

$$F_i = F_r$$

Remplazando valores de la Ec. 1 y Ec. 2

$$g \cdot V \cdot (\rho_s - \rho_w) = C_d \cdot A \cdot \rho \cdot v_s^2 / 2$$

despejando v_s

$$v_s = ((2g/C_d) \cdot (\rho_s - \rho_w) / \rho \cdot (V/A))^{1/2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Para el caso partículas sólidas esféricas, el área transversal y su volumen pueden ser expresados bajo la siguiente expresión:

$$A = \Pi \cdot d^2 / 4, \quad V = \Pi \cdot d^3 / 6$$

d: diámetro de la partícula.

Remplazando estas expresiones en (3)

$$v_s = ((4/3) \cdot (g/C_d) \cdot (\rho_s - \rho_w) / \rho \cdot d)^{1/2} \quad \dots\dots\dots(4)$$

v_s : Velocidad de Sedimentación, cm/s

d : diámetro de la partícula, cm

g : aceleración de la gravedad, cm/s²

ρ_s : densidad de la partícula, g/cm³

ρ_w : densidad del fluido, g/cm³

C_d , coeficiente de arrastre esta en función del número de Reynolds y toma la siguiente forma:

$$C_d = a / Re^n$$

a y n son constantes

Consideramos tres regímenes: 1.- laminar, 2.- Intermedio; 3.- Newton o turbulento, donde C_d tiene un valor determinado para cada régimen.

Para $Re < 2$ en la región laminar, $a = 24$ y $n=1$

Para el régimen intermedio $2 < Re < 500$, en esta tenemos

$$a = 18,5 \text{ y } n = 0,6$$

Para $Re > 500$; $b = 0,44$ y $n = 0$, por tanto el valor de C_d es constante,

$$C_d = 0,44$$

Si una suspensión diluida de partículas no coagulantes con un tamaño y forma uniformes, ocupa un volumen rectangular, Sea v_s la velocidad de la partícula que cae a través de la profundidad total (h) en un tiempo igual al período de retención teórico:

A : área horizontal de sedimentación

h : Altura de sedimentación

Como la partícula sedimenta a velocidad constante

$$v_s = h / t_m$$

t_m : tiempo de sedimentación de una partícula

$T_m = \text{Volumen del tanque} / \text{Caudal volumétrico de clarificado}$

Si T_m , tiempo de residencia es igual a la tiempo de sedimentación

$$t_m = V/Q$$

$$v_s = (h/V) Q \quad \text{Además: } V = A \cdot h$$

Reemplazando tenemos que:

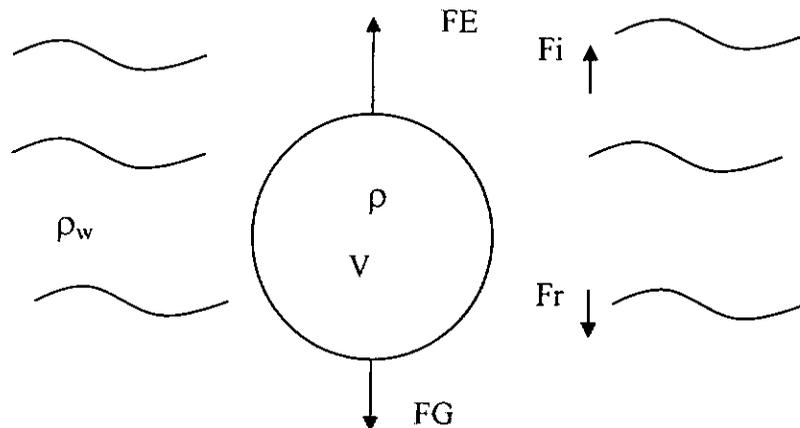
$$v_s = Q/A$$

$$Q = v_s \cdot A$$

Q : Caudal del fluido a sedimentar

2.2.1.2. Separador de aceites y grasas

Cuando una burbuja se mueve libremente en un fluido y esta sujeta a la fuerza gravitacional y la fuerza del empuje del fluido sobre la burbuja esta experimenta una fuerza resultante. Si la partícula asciende lo hará con un movimiento acelerado, pero inmediatamente se presenta la fuerza de fricción entre la partícula y el fluido hasta que la velocidad con que asciende se hace constante cuando la fuerza con que se eleva la partícula se anule con la fuerza de resistencia al movimiento o fuerza de fricción, que lo podemos describir de la siguiente manera.



$$FE = \rho_w \cdot g \cdot V$$

$$FG = \rho \cdot g \cdot V$$

La resultante de ambas fuerzas es:

$$Fi = FE - FG = g \cdot V \cdot (\rho_w - \rho) \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

FE: Fuerza de empuje

FG: Fuerza gravitacional, peso

Si la resultante es positiva la particular asciende en forma acelerada, pero inmediatamente que inicia su desplazamiento en sentido vertical surge la fuerza de arrastre o fricción del fluido sobre la partícula deducida por Newton por la siguiente expresión.

$$Fr = C_d \cdot A \cdot \rho \cdot v^2 / 2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

v : Velocidad de elevación para este caso.

A: Área transversal al escurrimiento

C_d: Coeficiente de arrastre.

Cuando la fuerza resultante de ascenso sea igual a la fuerza de fricción Fr, se cumple. Ec. 1 = Ec. 2

$$v_s = ((4/3) \cdot (g/C_d) \cdot (\rho_w - \rho) / \rho \cdot d)^{1/2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

donde

v : Velocidad de elevación, cm/s

d : diámetro de la partícula, cm

g : aceleración de la gravedad, cm/s²

ρ: densidad de la partícula, g/cm³

ρ_w: densidad del fluido, g/cm³

C_d: esta en función del número de Reynolds, como en el caso de sedimentación.

Si un fluido viscoso se mueve alrededor de una partícula con régimen laminar o cuando una partícula se mueve dentro de un fluido viscoso en reposo, se ejerce una fuerza resistente sobre la partícula deducida por George Stokes bajo la expresión.

$$Fr = 3 \cdot \pi \cdot \mu \cdot v \cdot d \quad \dots\dots\dots(4)$$

Donde

μ : es la viscosidad dinámica

v : es la velocidad de elevación

d : d es el diámetro trasversal del desplazamiento.

Igualando la ec. (1) con (4)

Obtenemos que

$$v = (g/18) * (\rho_w - \rho) / \mu * d^2 \quad \dots \dots \dots (5)$$

Siendo esta la expresión básica para el calcular las dimensiones de un separador de aceites.

2.2.2. Tratamiento Secundario

Entre las operaciones que se utilizan en el tratamiento secundario de las aguas contaminadas están:

- Proceso de lodos activados
- Aireación u oxidación total
- Filtración por goteo
- Tratamiento anaeróbico.

El tratamiento secundario de aguas servidas es un proceso biológico que utiliza bacterias aerobias como un primer paso para remover hasta cerca del 90 % de los desechos biodegradables que requieren oxígeno. Después de la sedimentación, el agua pasa a un tanque de aireación en donde se lleva a cabo el proceso de degradación de la materia orgánica y posteriormente pasa a un segundo tanque de sedimentación, de ahí al tanque de desinfección por cloro y después se descarga para su reutilización. El tratamiento secundario más común es el de los lodos activados. Las aguas residuales que provienen del tratamiento primario pasan a un tanque de aireación en donde se hace burbujear aire o en algunos casos oxígeno, desde el fondo del tanque para favorecer el rápido crecimiento de las bacterias y otros microorganismos. Las

bacterias utilizan el oxígeno para descomponer los desechos orgánicos de estas aguas. Los sólidos en suspensión y las bacterias forman una especie de lodo conocido como lodo activado, el cual se deja sedimentar y luego es llevado a un tanque digestor aeróbico para que sea degradado. Finalmente el lodo activado es utilizado como fertilizante en los campos de cultivo, incinerado o llevado a un relleno sanitario. Otras plantas de tratamiento de aguas utilizan un dispositivo llamado filtro percolador en lugar del proceso de lodos activados. En este método, las aguas a tratar a las que les han sido eliminados los sólidos grandes, son rociadas sobre un lecho de piedras de aproximadamente 1.80 metros de profundidad. A medida que el agua se filtra entre las piedras entra en contacto con las bacterias que descomponen a los contaminantes orgánicos. A su vez, las bacterias son consumidas por otros organismos presentes en el filtro. Del tanque de aireación o del filtro percolador se hace pasar el agua a otro tanque para que sedimenten los lodos activados. El lodo sedimentado en este tanque se pasa de nuevo al tanque de aireación mezclándolo con las aguas negras que se están recibiendo o se separa, se trata y luego se tira o se entierra. Una planta de tratamiento de aguas produce grandes cantidades de lodos que se necesitan eliminar como desechos sólidos. El proceso de eliminación de sólidos de las aguas tratadas no consiste en quitarlos y desecharlos, sino que se requiere tratarlos antes de su eliminación.

Entre el tratamiento primario y secundario de las aguas eliminan cerca del 90 % de los sólidos en suspensión y cerca del 90 % de la materia orgánica (90 % de la demanda bioquímica de oxígeno).

2.2.3. Tratamiento Terciario

Entre las operaciones que se utilizan en el tratamiento terciario de aguas contaminadas están:

- Microfiltración
- Adsorción por carbón activado
- Intercambio iónico
- Osmosis inversa
- Electrodialisis
- Remoción de nutrientes
- Cloración
- Ozonización.

A cualquier tratamiento de las aguas que se realiza después de la etapa secundaria se le llama tratamiento terciario y en éste, se busca eliminar los contaminantes orgánicos, los nutrientes como los iones fosfato y nitrato o cualquier exceso de sales minerales. En el tratamiento terciario de aguas servias de desecho se pretende que sea lo más pura posible antes de ser descargadas al medio ambiente.

2.3. Equipos de separación

Solamente aremos mención de separadores de aceite para contaminación por hidrocarburos de manera constante o periódica. Los separadores más usados en la industria para reducir la contaminación constante son:

2.3.1. Separadores de gran escala.

Los separadores API, FPI y CPI estos separadores se usan mayormente en refinerías de petróleo y actividad industrial donde se generen grandes caudales de aguas contaminadas con aceites. Otros aplicados también son los separadores DAF. Estos equipos en el tratamiento de efluentes requieren una mayor inversión y son usados para caudales mayores, por lo que económicamente no justifica su uso para las operaciones de lavado de

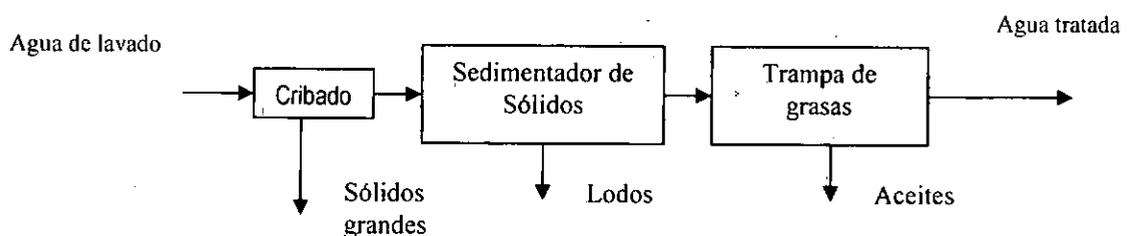
vehículos de estaciones de servicio de combustibles, a menos que las normas ambientales lo justifique.

2.3.2. Separadores simples

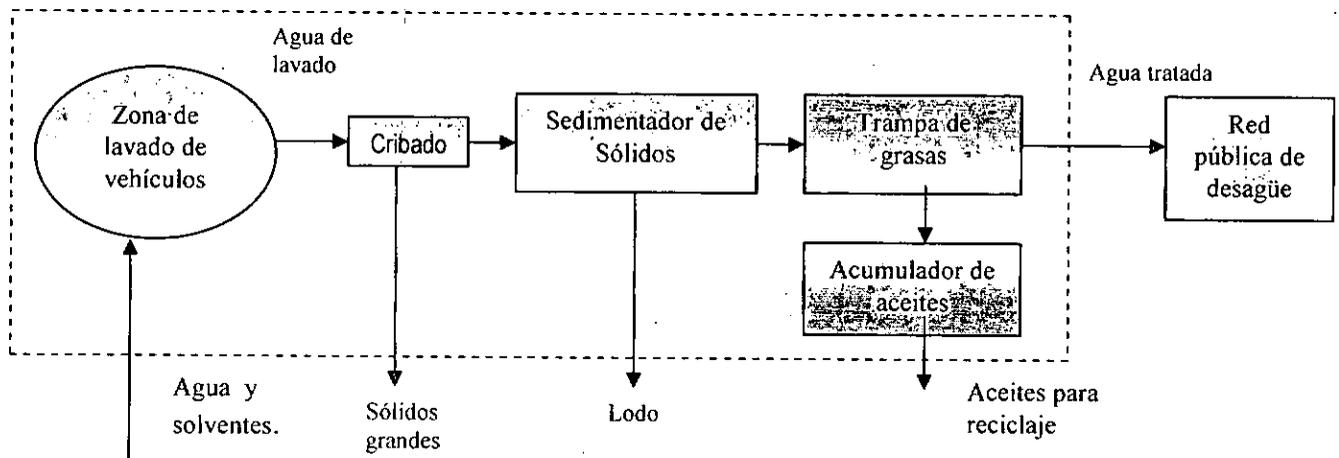
Tienen el mismo principio que los separadores de gran escala pero de menor tamaño y eficiencia, conocidas como trampa de aceites y grasas que se usan en la actividad industrial y comercial de bajo caudal de vertimientos de aguas contaminadas, pero en mayor número que las refinerías y otras actividades industriales de gran volumen de vertimiento.

Un equipo separador de menor escala conocido también como "trampa de grasas" lo podemos encontrar en estaciones de servicio que brindan servicio de lavado de vehículos.

Sin embargo para el caso de aguas contaminadas provenientes de talleres de lavado de auto se requiere solamente un tratamiento primario que expondremos a continuación.



En el mercado mundial existen hoy en día procedimientos de descontaminación de aguas con equipos tecnológicos que permiten que se reduzca la concentración por aceites en aguas a distintos niveles, según la necesidad. Para el caso de aguas aceitosas como en la actividad a continuación graficada se requiere el uso de trampas de aceite y grasas, siendo estas muy económicas.



Este proceso esta formado por las siguientes partes.

1. **Cribado.**- su función es de impedir el paso de sólidos flotantes de gran tamaño al sedimentador de sólidos como papel, plástico, madera (cajetilla de cigarro, botellas, palitos de helado, etc.). Generalmente la función de cribado se realiza con una rejilla que recibe las aguas de lavado de la zona de lavado de vehículos.
2. **Sedimentador.**- Este equipo tiene como función básica lograr sedimentar los sólidos lodos suspendidos, presentes en el agua del lavado de vehículos y de la limpieza de los pisos de la estación de servicio. Los sólidos sedimentan en este deposito, evitando de esta manera que concentraciones grandes de sólidos lleguen al sistema de alcantarillado. Grandes concentraciones de sólidos puede ocasionar atoros en el sistema de alcantarillado.
3. **Trampa de Grasas.**- estos equipo se basan en el principio de separación por diferencia de densidades al igual que los separadores de sólidos, se usa para separar aguas contaminadas con aceites y grasas, pero que también puede atrapar sólidos menos densos que el agua o otras sustancias no miscibles con el agua y menos densos que el agua.

Tiene los principios de la poza API, pero está diseñado para tratar caudales mucho menores y con menor eficiencia pues el tiempo de residencia es mucho menor.

2.4. Diseño de una trampa de Grasas

El diseño de una trampa de grasas se realiza según el caudal de agua que se usará y el periodo con que se use la trampa, pero se debe cumplir las siguientes recomendaciones.

- El diseño debe estar hecho para el máximo flujo de agua
- La menor temperatura del fluido tratado debe tomarse en cuenta para un diseño conservador.
- La gravedad específica del fluido a tratar.
- La viscosidad dinámica del fluido a tratar.
- La gravedad específica del aceite a retirar. Altos valores son recomendados en un diseño conservador.
- El tamaño de la gota. El tamaño nominal es de 0.015 cm, con tamaños menores a este valor puede tenerse dificultades en espacio o en costos excesivos. El API recomienda que el diámetro de gotas de aceite es de 0.015 cm para separadores por gravedad

2.4.1. Las restricciones que hay que tenerse en cuenta son:

- La velocidad horizontal (V_h) a través del separador debería ser menor que 1.5 cm/s (0.015 m/s) o 15 veces la velocidad de elevación de las gotas de aceite (V_i)
- La profundidad de agua del separador (d) no debería ser menor de 90 cm
- La proporción de profundidad del separador con la anchura del separador (d/B) típicamente es desde 0.3 hasta 0.5.

- La relación que debe guardar el largo con el ancho (L/B) debe ser $L = 1.8^B$, según Sedapal.
- Se debe instalar un punto de muestreo a la salida del agua tratada.

Para las estaciones de servicio con lavado de automóviles de volumen convencional de 200 a 300 litros y de acuerdo al número de rampas para el lavado de automóviles.

Para el cálculo de las dimensiones de la trampa de aceites aplicamos las siguientes expresiones.

$$A_c = Q / (V_h * h)$$

A_c : Área de la sección vertical que atraviesa el fluido

Q : Caudal de diseño para el separador

V_h : Velocidad Horizontal, cm/s

$$d = A_c / B$$

d : profundidad de líquido en el separador

B : Ancho del separador de aceites.

Longitud del Separador

$$L = F * (V_h / V_t) * d$$

L : Longitud de la Trampa

F : Factor de turbulencia

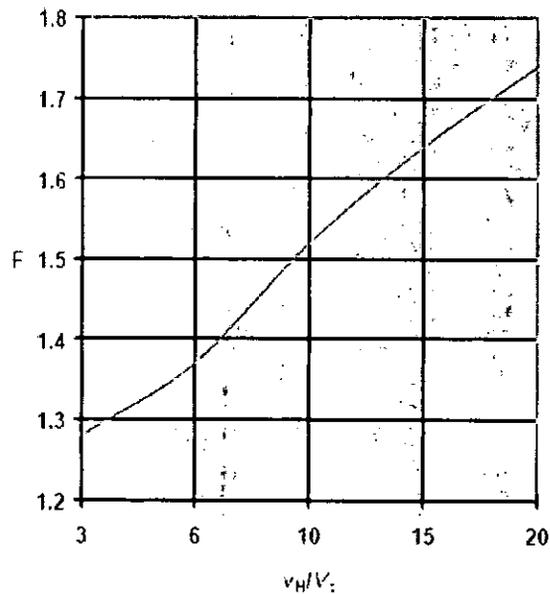
V_h : Velocidad Horizontal

V_t : Velocidad de elevación

d : profundidad del líquido

V_h/V_t	Ft	$F = 1.2 * Ft$
3	1.07	1.28
6	1.14	1.37
10	1.27	1.52
15	1.37	1.64
20	1.45	1.74

Tabla de factor de Turbulencia



Curva : Factor de Turbulencia

2.5. Reciclaje

2.5.1. Reciclar

Reciclar es cualquier proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas

2.5.2. Procesos previos al reciclaje

Antes de iniciar el reciclaje se requiere obtener la materia prima a reciclar, debiendo esta ser: accesible, económica, y en cantidades regulares. Para ello se debe tener una logística de recolección que involucre los siguientes puntos.

- **Acopio**

El acopio de los materiales a reciclar debe darse de una manera selectiva y organizada, buscando que nuestra materia prima a recolectar nos cueste el menor precio posible. En el caso de aceites usados se debe seleccionar por tipo de aceite, sea aceite automotor, aceite comestible, aceite dieléctrico y otros que requieran clasificación.

Para nuestro caso el aceite colectado será proveniente de la trampa de aceites, que separa el aceite del agua de lavado de vehículos.

- **Transporte**

El transporte de los lugares de acopio a la planta de tratamiento o planta de reciclaje debe de ser económica y segura. En el caso de aceites usados se requiere manejar una logística de abastecimiento efectiva que permita tener costos bajos de transporte y de una manera segura.

- **Almacenamiento**

El almacenamiento como se mencionó en la etapa de acopio debe ser selectiva, tratando de no mezclar los materiales a reciclar que no tengan características físicas y químicas semejantes. Las instalaciones de almacenamiento deben de cumplir los reglamentos de seguridad para el dicho almacenamiento evitando de esta manera algún derrame, intoxicación u otro efecto dañino a las instalaciones y personal que trabaje en ella.

2.5.3. Procesos después del reciclaje

- **Almacenamiento**

Una vez reciclado el producto se almacena en un lugar que cumpla las condiciones para su almacenamiento. No todo lo que se obtiene del reciclaje es usado, también se produce residuos que pueden ser peligrosos. Los residuos peligrosos productos del reciclaje deben de ser almacenados adecuadamente antes de darles una disposición final.

- **Comercialización**

La elaboración de productos del reciclaje, desde el punto de vista empresarial, depende de su demanda en el mercado. En el caso de aceites lubricantes se tiene una demanda aceptable de aceites de bajo costo.

2.5.4. Reciclaje en el Perú

El reciclaje que se da en nuestros días con los aceites usados son para conseguir bases lubricantes o llegar a usarlos como lubricante y también usarlos como combustible alternativo. Esta misma operación podría usarse para reciclar los aceites y grasas recuperadas de las trampas de aceites de las estaciones de servicio y poder usarlo como combustible o aceite lubricante.

El reciclaje de aceites usados en el Perú aun se da de manera informal, existiendo pocas empresas formales autorizadas a reciclar aceites usados. Por tanto es un campo que se encuentra en pleno desarrollo.

2.6. Marco legal

El marco legal peruano en cuanto a protección ambiental viene adecuándose a la nuestra realidad, sin embargo aun con algunos vacíos legales donde se aplica normas internacionales mientras tanto.

Para el presente estudio se tomará en cuenta el marco legal nacional que se relacione con el tema tratado, siendo los reglamentos aplicados los siguientes.

- Reglamento de Desagües Industriales aprobado por D.S. 028-60 S.A.P.L. del 29.11.60 Comisión - R. M. N° 50 (8 - 7 - 958), según este reglamento indica que los vertimientos de aguas al sistema de alcantarillado debe de ser con contenido de aceites y grasas menor a 100 mg/L
- Ley General de Residuos Sólidos, LEY N° 27314 y su reglamento, aquí se detalla el manejo que debe de darse a los distintos residuos como los producidos por servicios.
- Reglamento para la Protección ambiental en las actividades de Hidrocarburos, Art. 3 y 21 del Decreto Supremo N° 046-93-EM.- (1993)

Indica que las personas que realicen vertimientos de desechos al ambiente como resultado de sus procesos en sus instalaciones son los responsables y

además que los límites de descargas de aguas debe de estar de acuerdo con la ley general de aguas. Se debe usar tratamientos primarios como separación por gravedad, flotación, floculación, sedimentación, etc.

- Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos producto de las actividades de explotación y comercialización de hidrocarburos, Resolución Directoral N° 030-96-EM/DGAA.- (07/11/96). Dicho reglamento indica que los niveles máximos permisibles de aceites y grasas en cualquier momento es de 50 mg/L, pero para vertimientos directamente en el mar u otras fuentes naturales de corrientes de agua.
- Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos, D.S. N° 030-98-EM.
En este reglamento se menciona que una estación de servicios debe contar con el respectivo separador de grasas.
- NTP 900.050:2001 GESTION AMBIENTAL. Manejo de aceites usados. Generalidades, norma de Indecopi que hace referencia a los tipos de tratamientos que se le da a los aceites usados para su reciclaje.
- NTP 900.051:2001 GESTION AMBIENTAL. Manejo de aceites usados. Recolección y almacenamiento, norma del Indecopi donde se menciona los procedimientos y requisitos a tener en cuenta para la recolección y almacenamiento de aceites usados.
- NTP 900.052:2002 GESTION AMBIENTAL. Manejo de aceites usados. Transporte, hace referencia al transporte motorizado, las condiciones del tanque.
- NTP 900.053:2003 GESTION AMBIENTAL. Manejo de aceites usados. Re-refinación. Se refiere a los tipos de tratamiento que se le da a los aceites usados para obtener productos nuevos (reciclaje), menciona algunos detalles de los procesos químicos y físicos que se le aplica al aceite usados.

- NTP 900.054:2004 GESTION AMBIENTAL. Manejo de aceites usados. Aprovechamiento energético de aceites usados, previo tratamiento.

- Resolución de Intendencia No. 001-96/PRES-VMI-SUNASS-INF de SUNASS del 14.08.96

Hace referencia a la creación de Sedapal y la prohibición de la eliminación a través del sistema publico; de residuos, desmonte, basura, aguas de regadío o pluviales, etc.; en resguardo de sobrecargas, obstrucciones y deterioro del sistema.

(http://www.sedapal.com.pe/di_reglamento.htm)

- Reglamento Nacional de Construcciones de Lima (R.N.C.), aprobado por D.S. 039-70 y D.S. 063-70-VI del 11.09.70 del Ministerio de Vivienda. Hace mención de las características que debe tener las construcciones.

- Código Penal

El Código Penal – Decreto Legislativo 635, en su Título XIII, Delitos Contra la Ecología, Capítulo Único – Delitos Contra los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, prescribe que el que infringiendo las normas sobre protección del medio ambiente, lo contamina vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza, por encima de los límites establecidos, y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrológicos, serán reprimidos con pena privativa de libertad, no menor que uno y no mayor de tres años o con ciento ochenta a trescientos sesenta y cinco días multa. Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de un año o prestación de servicio comunitario de diez a treinta jornadas.

- El Código del Medio Ambiente y Recursos Naturales determina

En su Capítulo II – De la Planificación Ambiental, el código citado, en su artículo 9o, señala que los estudios de impacto ambiental (EIA) contendrán

una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad, en el medio ambiente físico y social (faltó citar el medio biológico), a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos, debiendo ser indicadas, igualmente, las medidas necesarias para evitar o reducir el daño a niveles tolerables. La autoridad competente señalará los demás requisitos que debe contener los EIA. En su artículo 13o, de este mismo Capítulo, determina que a juicio de la autoridad competente, podrán exigirse la elaboración de EIA para cualquiera actividad en curso que esté provocando impactos negativos en el medio ambiente, a efectos de requerir la adopción de medidas correctivas pertinentes.

– Ley Orgánica de las Municipalidades

La Ley Orgánica de las Municipalidades – Decreto Ley 23853, en su artículo 66°, señala que, entre otras, es función de las municipalidades normar y controlar las actividades relacionadas con el saneamiento ambiental.

– Tipificación de Infracciones y Escala de Multas y Sanciones de OSINERG
Res. N° 028-2003-OS/CD

no cumplir con los compromisos del EIA, multa de hasta 100 UIT

Incumplimiento de los límites máximos permisibles en los efluentes, multa hasta 1000 UIT

No cumplir con las normas sobre monitoreo, hasta 50 UIT

No cumplir con las normas sobre disposición y/o manejo de residuos, efluentes, desagüe, desechos y/o chatarra. hasta 2000 UIT

3. Ensayos Realizados

3.1. Universo Muestral

Las muestras que se tomaron fueron de estaciones de servicio que contaban con servicio de lavado de vehículos, no se consideró en la toma de muestras los talleres que brindan estos servicios en forma exclusiva o como parte de talleres automotrices. Se realizó una medición aproximada de cuántas unidades de negocio son los que brindan el servicio de lavado de vehículos en Lima. De una inspección de las principales vías de tránsito de Lima y sus conos se registró 39 estaciones de servicio y 34 talleres automotrices que brindan el servicio de lavado de autos, Además por las condiciones de trabajo se deduce que 24 de estos talleres son informales pues no cuentan con trampas de aceite. En Lima hay 455 estaciones de servicio, si seguimos la misma proporción podríamos decir aproximadamente que hay 397 talleres de lavado de vehículos que no son estaciones de servicio. Se inspeccionó un total de 15 estaciones de servicio sin embargo solo en 8 de ellas fue posible tomar muestras.

3.2. Cantidad de aceite separada

Este resultado depende del tipo de servicio de lavado que brindan, así también de la frecuencia de atención diaria que se tenga y lo más importante que es la eficiencia de sus equipos de separación de aceite.

Las muestras tomadas pertenecen a la actividad complementaria de lavado de vehículos que existe en las estaciones de servicio de Lima, pero el universo de lugares donde se lava vehículos en Lima es más grande, como se mencionó en el universo muestral. Existen lugares formales exclusivos de lavado de vehículos pero también como parte del servicio en los talleres automotrices. Además se brinda este servicio de manera inadecuada en talleres informales

sin los mínimos cuidados ambientales para dicha actividad. La trampa de grasa con la mayor cantidad de aceite contenía 10 galones aceite y 5.7 galones en la segunda trampa. El servicio de lavado de vehículos comprendía también limpieza del motor y accesorios con vapor. El retiro del aceite era cada dos meses.

3.3. Toma de la muestra

Las muestras que se toman son el aceite recuperado de la trampa de aceites y grasas, además del agua de salida de la trampa. La muestra de aceite se tomara en un recipiente de vidrio de 1/2 litro, sin embargo se tomará solo muestras apreciables. La muestra de agua a la salida de la trampa de aceites de las estaciones de servicio se tomará en recipientes de hasta 500 ml.

La muestra de agua se toma a la salida de la trampa de grasas, con una botella de muestreo (de vidrio), donde el agua ingresa dentro de la botella y se retira la botella antes de que se llene del agua, aproximadamente al nivel de 2 cm de la boca de la botella.

Mientras que el aceite se toma sumergiendo la botella en la capa de aceite de la trampa de aceites, si esta es suficientemente gruesa o en el acumulador de aceite. Para la toma de muestra se usa un gancho que sujetaba la botella debido a que las muestras se encontraban como a un metro bajo el nivel del piso de los patios de maniobras.

3.4. Preservación

Para la preservación del agua de muestreo se le agrega una cantidad de 15 gotas de ácido clorhídrico concentrado para mantenerlo en un pH 2, aproximadamente y se conserva a una temperatura de 4° C.

El aceite recuperado se guarda en un recipiente de vidrio cerrado de ½ litro de capacidad, para evitar que se vaporicen los posibles hidrocarburos volátiles que pudiera contener.

3.5. Análisis de muestras

Las muestras recolectadas fueron sometidas a un análisis de acuerdo a la necesidad. El Agua se sometió solo a un análisis de contenido de aceites y grasas, mientras que el aceite recolectado se sometió a un mayor número de análisis.

- **Análisis del Agua a la salida de la trampa de grasas**

N° de Muestra*	Contenido de aceites y grasas (mg/l)	Resultado (Limite permisible es 100 mg/l)
1	179.8	No cumple
2	59.4	Cumple
3	150.2	No cumple
4	93.5	Cumple
5	141.6	No cumple
6	1202	No cumple
7	134	No cumple
8	229	No cumple

*los puntos de muestreo son mayores que las muestras tomadas, no se tomo muestras de los otros puntos de muestreo por la dificultad para recolectar la muestra o que ya habia dejado de operar ese servicio.

Según los resultados de la tabla anterior se tiene que sólo en dos estaciones de servicio se encontró efluentes con contenido de aceites y grasas inferior a los 100 mg/L que son: la N° 2 que tiene una trampa de aceites de gran tamaño y muy usada, mientras que la N° 4 era pequeña pero con poco uso.

- **Análisis del Aceite recuperado**

Se obtuvo solo 2 muestras de aceites, pero se analizó solo una, sometiéndola a 6 pruebas. La segunda muestra no se analizó porque la cantidad muestreada era escasa para realizar alguna prueba de laboratorio importante. En las 6 estaciones restantes no se muestreo porque la cantidad de aceites y grasas de las trampas era insuficiente para un análisis de laboratorio. Los resultados de las pruebas de laboratorio de la muestra analizada es la siguiente.

Análisis realizado	Resultado	Rangos	Prueba ASTM	Conclusión
Agua por arrastre	0.2 %	D2: Max 0.1 R5: Max 1.0	D1796	Contenido menor que un residual
Punto de inflamación	68 °C	D2: Min 52	D93	Semejante al Diesel N° 2
Poder calorífico	17600 BTU	R5: Prom 18856 R6: Prom 18544	D4868	Inferior al D2 y residuales
Contenido de ceniza	0.02 %	D2: Max 0.02 R5: Max 0.10	D482	Menor al Residual
API	30.8 ° API	D2: Prom 32.1	D287	Semejante al D2
Viscosidad	7.704 cst	D2: Max 5.83	D445	Semejante al D2

Los resultados de esta prueba demuestran que el aceite obtenido puede ser usado como combustible por las propiedades semejantes que posee entre el petróleo diesel 2 y residual. Respecto a la muestra no analizada solo podemos decir que tenía una consistencia semejante a la analizada pero la cantidad recolectada no era la suficiente para someterla a alguna prueba.

4. Recuperación y tratamiento de aceites de trampa de grasas

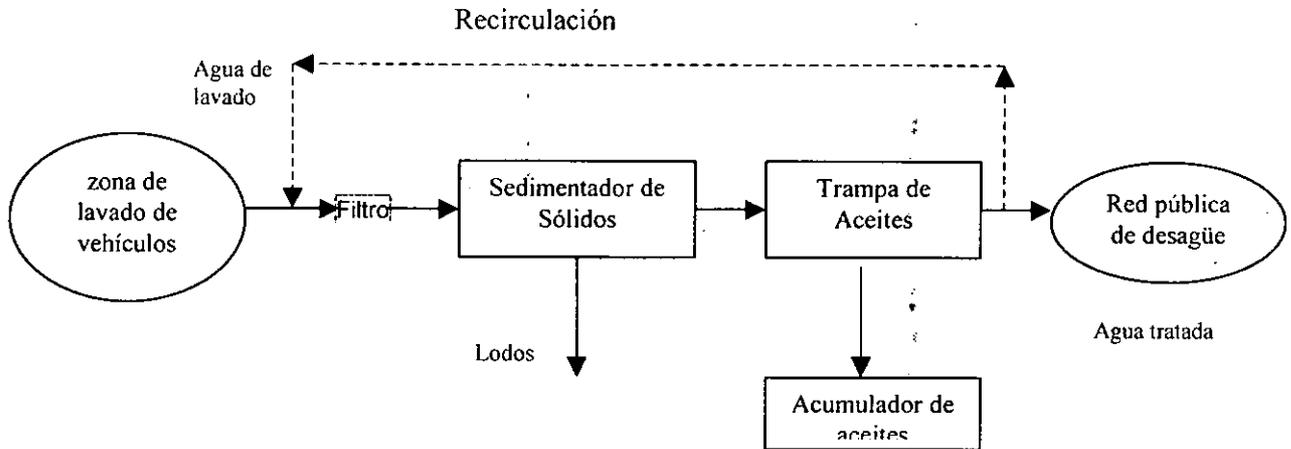
Los aceites recuperados de las trampas de aceite o grasa tienen varias alternativas de tratamiento para reducir el efecto contaminante que pudieran tener estos. El producto final de estos tratamientos sean físicos o fisicoquímicos son recuperar las propiedades del aceite y/o obtener otros productos aprovechables. También se tiene la alternativa de no tratar estos aceites y confinarlos en rellenos sanitarios, siendo esta la más costosa.

4.1. Proceso de separación de aceites de agua de lavado

El agua de lavado que proviene del servicio de lavado de vehículos en Estaciones de Servicio se caracteriza por contener variadas concentraciones de aceites o grasas, lodos y sólidos flotantes. Antes de llegar al sedimentador el agua pasa por unas rejillas para hacer la operación de cribado. Entre más pequeñas sean estas rejillas es mejor para la trampa de aceites, sin embargo puede obstruirse con más facilidad e impedir el ingreso de las aguas al sedimentador. El sedimentador retiene gran parte de los sólidos suspendidos, saliendo el agua hacia la trampa de aceites. En el acumulador de aceites retira gran parte del aceite contenido en el agua, esto es dependiendo de la concentración de aceite en el agua.

El acumulador de aceites de la trampa de aceites permite prologar el periodo de mantenimiento de la trampa de aceites. El aceite recuperado es muy similar al aceite lubricante usado de vehículos motorizados pues su composición es principalmente aceite lubricante porque gran parte de estos se obtiene de la limpieza del vehículo con agua, vapor de agua o con algún solvente como kerosene.

Entonces los aceites recuperados pueden ser usados para el reciclaje de aceites y además el agua de lavado a la salida de la trampa, podría recircular para la limpieza de vehículos grandes, en la remoción de lodos y así reducir los costos del uso del agua para lavado de vehículos. Esto es según se muestra en el siguiente diagrama



4.2. Tratamiento de aceites usados

Existe referencia de tratamientos de aceites usados en plantas de reciclaje de aceites lubricantes. En el Perú existen referencias de tratamiento de aceites lubricantes, siendo el producto obtenido aceites, grasas, combustibles alternativos y otros. Los aceites usados de las trampas de aceite no representan insumos suficiente para este tratamiento exclusivo de reciclaje, sin embargo puede ser adicionado a los aceites usados que se reciclan en este tipo de plantas o usarse como combustible alternativo

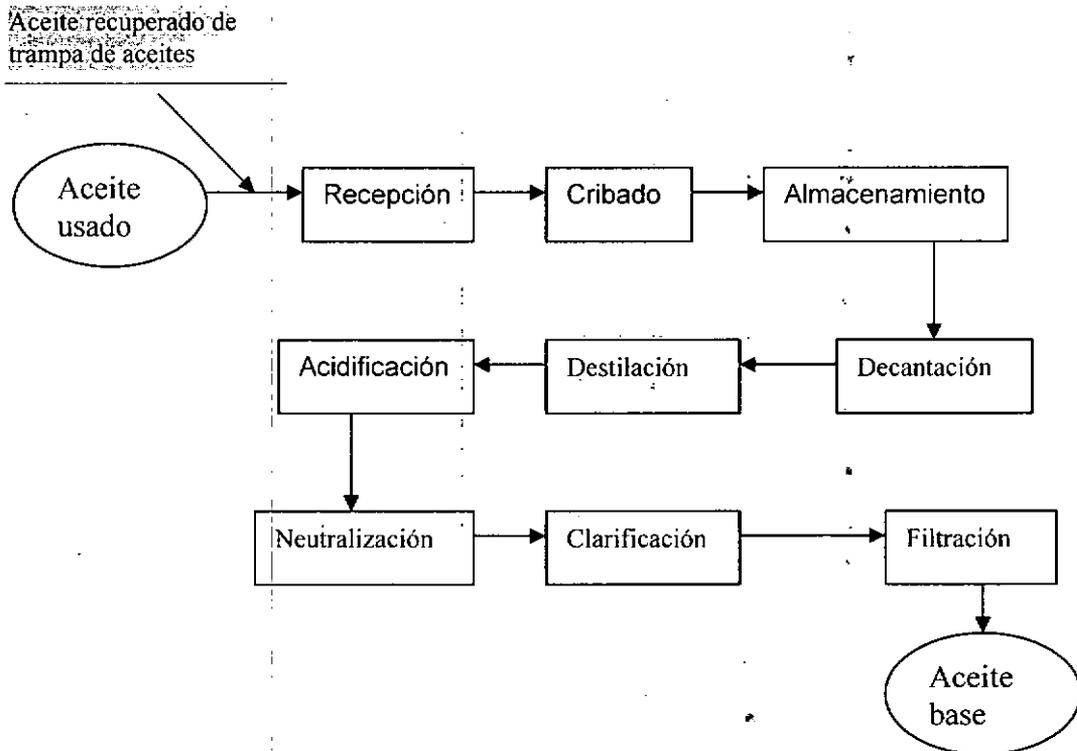
Diagramas de procesos

El procesar un aceite usado comprende también un proceso de logística para las plantas de tratamiento pues el insumo (aceite gastado) tiene que ser recolectado y transportado de los lugares de acopio hasta la planta. Este proceso consiste en primer lugar en el buen almacenamiento de los aceites del aceite gastado en los lugares de generación, seguidamente se debe

realizar el acopio o recolección de estos aceites y finalmente trasportarlos hasta la planta, en un vehículo apropiado, para almacenarlo su almacenamiento. El obtener y procesar un aceite usado pasa por distintas etapas. A continuación se muestra alternativas de tratamiento.

4.2.1. Tratamiento fisicoquímico para obtener aceites bases

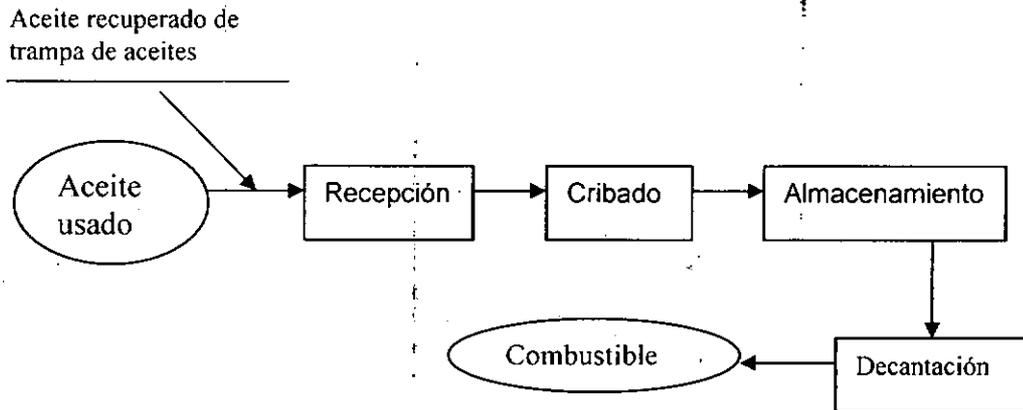
Los residuos o sub productos de este proceso son: el agua residual del proceso que se recircula permanentemente, los componentes livianos que se utilizan como solventes y como combustible en el proceso, las borras ácidas y las borras de filtrado que luego se utilizan como insumos para fabricar grasas mecánicas.



4.2.2. Tratamiento físico para Aprovechamiento energético previo tratamiento

El uso del aceite es como combustible para cementeras y ladrilleras, solamente con un simple reducción del contenido de agua, se usa los aceites del carter de motores de gasolina o diesel, que son aceites minerales que se obtienen a partir de fracciones pesadas del petróleo.

El tratamiento exclusivo que se le daría al aceite de trampas de grasa en una planta como negocio de combustibles reciclados no es muy rentable debido a que no se produce la cantidad de aceites suficientes, pero si se le puede agregar al aceite usado que las plantas de reciclaje tratan:



4.2.3. Confinamiento en rellenos sanitario

Es lo más costoso pero es lo que se dice que se viene haciendo en Lima, según las empresas que brindan servicio de mantenimiento y limpieza de trampas de aceite. Se pidió cotizaciones de cuanto costaría hacer limpieza de trampa de aceites y sedimentado los precios varían entre 400 a 600 soles. El problema es ahora donde se envía los lodos y agua aceitosa retirada de la trampa de aceites y grasas. Las empresas de saneamiento ambiental entregan un documento de servicio de retiro de los sedimentos y aceites, pero no indican el destino de estos.

4.2.4. No hacer nada

Llevar el aceite de las trampas de grasas a que lo boten en cualquier basurero, echarlo al desagüe o no usar una trampa de grasa o no darle el mantenimiento requerido. Esto también se viene dando porque no hay un estricto monitoreo en nuestro país. Los reglamentos existentes mencionan sobre los límites permisibles pero no se realiza monitoreos o supervisiones de rutina en este tema. Además recién la normatividad peruana esta en proceso de adecuación a solucionar estos problemas. Quizás parezca "la alternativa

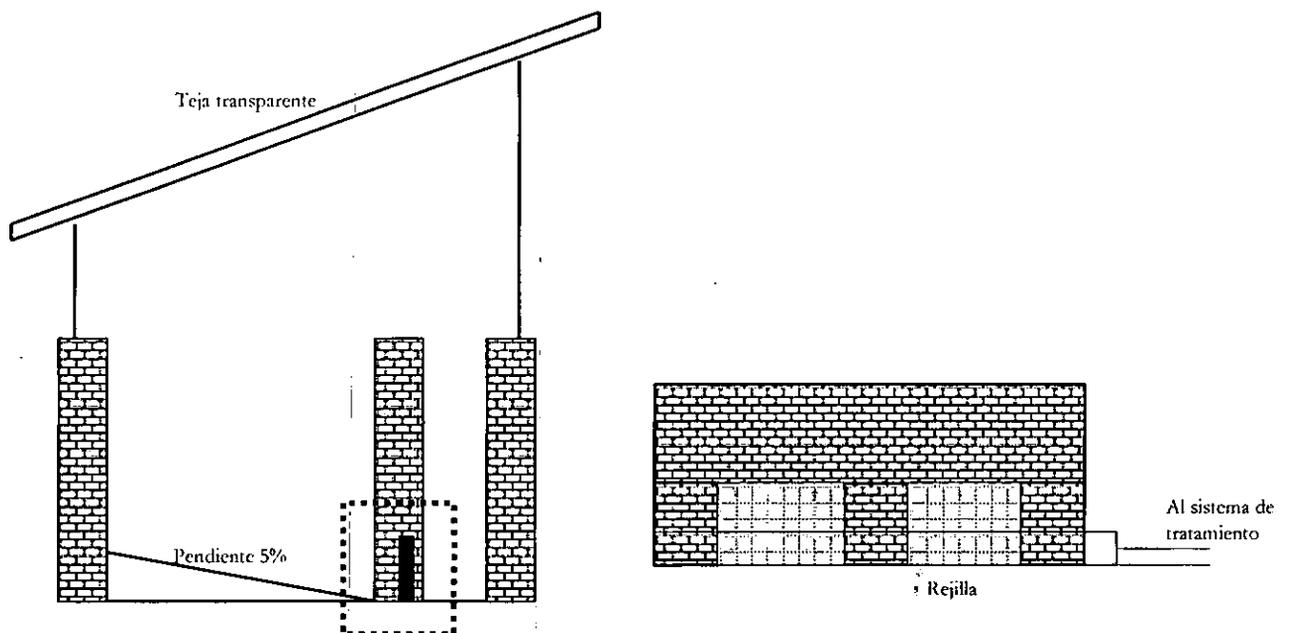
mas económico" para el que brinda el servicio de lavado de vehículos, pero generan un mayor gasto futuro en la remediación ambiental y otros problemas relacionados para el futuro. El aceite que se hecha al desagüe llega al mar produce daños ambientales por motivos ya explicados anteriormente, pero también origina dificultades para el tratamiento de aguas servidas. El echar los aceites a los botaderos origina contaminación de la tierra con aceite y que estas en algún momento lleguen a contaminar las aguas subterráneas.

5. Disposición final de los residuos al termino del proceso a usar

La actividad de lavado de vehículos genera residuos sólidos y líquidos. La disposición final de estos residuos más apropiada es la siguiente.

Residuos Sólidos, son los lodos y basura flotante

El lodo.- esta formado por arena, tierra y trazas de aceites o grasas. Para un adecuado manejo de lodos se debe contar con un sistema de tratamiento de lodos que permita su secado y facilite su posterior manejo o confinamiento.



En la figura se presenta un esquema de una caseta de secados de lodos, la cual esta diseñada para drenar y secar los lodos originados en las unidades de tratamiento de aguas residuales industriales al igual que las borras de tanques, facilitando así su manejo. El piso de la caseta debe tener una pendiente mínima de 5% para dirigir el agua contenida en los lodos hacia el filtro, (rejilla recubierta por geotextil) en donde se recolecta y se conduce hacia la trampa de grasas. La caseta está cubierta por una teja transparente que permite el paso de la luz y a su vez facilita el secado rápido de los lodos, los

cuales deben mezclarse constantemente para que se produzca la biodegradación de las trazas de aceite que estos puedan contener. Los lodos podrán ser extraídos con pala y ser empacados en bolsas convencionales para ser recogidos por la empresa de recolección de basuras. La remoción de lodos debe hacerse frecuentemente para evitar deficiencias en el sistema de tratamiento.

Basura flotante.- nos referimos a objetos grandes como botellas plásticas, madera, papel que es atrapada por la rejilla que pueden ser tratados como basura doméstica. Además se tiene objetos pequeños que pasa a través de la rejilla que se retiene en la superficie del decantador, por su contenido de aceites y grasas debe tratarse como residuo industrial. Estos residuos pequeños pueden limpiarse con agua y tratados como basura doméstica.

Residuos líquidos, el único residuo producido es el aceite recuperado, pues el agua es el producto tratado. El agua de lavado tratada por el equipo de separación de aceites, se elimina al sistema de alcantarillado, debiendo para ello cumplir con los límites permisibles de aceites y grasas, que es como máximo 100 mg/L de aceite en el efluente.

Aceite recuperado es un residuo líquido que puede servir de materia prima adicional para la regeneración de aceites o uso como combustible alternativo que son las dos formas de reciclaje más común que se viene dando en nuestros días.

En las plantas de tratamiento de aceites usados, es decir reciclaje para obtener aceites regenerados o combustibles alternativos, debido al tratamiento físico y químico se producen residuos o sub productos de estos procesos y son: el agua residual del proceso que se recircula permanentemente, los componentes livianos que se utilizan como solventes y como combustible en

el proceso, las borras ácidas y las borras de filtrado que luego se utilizan como insumos para fabricar grasas mecánicas.

Los residuos peligrosos que no se pudieran usar al término del proceso de tratamiento desarrollado es confinado en rellenos sanitarios.

Se encontró una planta de tratamiento de lubricantes en Lima llamada planta Marte, donde se tratan los aceites usados que recogen de las estaciones de servicio, talleres automotrices, industrias y pollerías. No se usa el aceites recolectado proveniente de las trampas de aceite de las estaciones de servicio porque las cantidades obtenidas son pequeñas y las trampas no cuentan con acumulador de aceites o estos no cumplen su función. Ver hoja de resumen de la evaluación ocular en anexos.

6. Evaluación de Trampas de aceites

6.1. Evaluación Técnica de Trampas de aceites

La mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas aceitosas de las estaciones de servicio que brindan el servicio de lavado de vehículos en la provincia de Lima no cumplen con el límite permisible de vertimientos de aceites y grasas por distintos factores que se indica a continuación.

6.1.1. Factores de diseño

Las trampas de aceite encontradas cuentan con un diseño muy variado unas de otras, ya sea por el tamaño, forma o uso.

Por el tamaño, las trampas de aceite y sedimentadores subdimensionados hacen que su eficacia en la separación de sólidos y aceites sea baja, ver foto 14. Mientras que el sobredimensionamiento ayuda a darle el mantenimiento en periodos mas largos y mejora la eficacia, sin embargo el costo de su construcción será mucho mayor, Ver foto 11 y 12.

Por la forma, se ha encontrado sedimentadores y trampas de aceite rectangulares y cuadradas, algunas muy profundas. El hecho de encontrar trampas de aceite con el ancho igual al largo hace que agua y residuos se acumulen en las esquinas, haciendo que el espacio de flujo de agua sea menor al espacio total del recipiente, parecido a uno subdimensionado, ver foto 13.

Por su Uso, cuando se usa un único espacio como sedimentador y trampa de aceites se origina una deficiencia en la operación a medida que los sedimentos van acumulándose en el fondo del espacio. Reduciendo el área de flujo del agua y aumentando la velocidad del agua, ver fotos 10, 13 y 15. Es mejor usar espacios independientes para el sedimentador y trampa de aceites, evitando así deficiencias en la trampa de aceites por falta de mantenimiento del sedimentador, ver fotos 1, 3, 4, 5 y 6.

6.1.2. Factores operativos y de mantenimiento

Durante la operación de lavado de vehículos se ha encontrado que en algunos lugares retiran las rejillas de cribado durante el trabajo de lavado de vehículos consiguiendo así que trozos grandes de basura flotante pase al sedimentador y hasta el separador de aceites, ver fotos 2 y 12.

En cuanto al mantenimiento de la trampa de aceites se observó que algunas presentan una acumulación significativa de aceites, ver fotos 4 y 5, sin embargo la mayoría no presenta acumulación significativa de aceites por cuestiones de diseño o daños a los accesorios, ver fotos 8, 10, 12, 13, 14 y 15. Es así que cuando se realiza el mantenimiento de las trampas de aceites, la encargada de esta encomienda retira las aguas aceitosas del espacio de la trampa con cantidades mínimas de aceites.

Otros problemas que no se puede apreciar por observación visual, pero que se puede dar es el uso de detergentes en la limpieza del vehículo, que hace que la eficiencia de la trampa de aceites sea baja.

En cuanto al separador de sólidos, se tiene que cuando no se le da el mantenimiento oportuno al sedimentador (retirando el lodo acumulado), que funcionan a la vez como separadores de aceite, reducen el espacio de diseño para el paso del flujo de agua aumentando la velocidad del agua y reduciendo así el tiempo de elevación del aceite a la superficie del agua. Ver fotos 10.

6.1.3. Factores legales

No se tiene un reglamento nacional que indique las características mínimas que debe contener una trampa de aceites, solo se indica en los requisitos del proyecto que debe contar con una, D.S. N° 030-98-EM. En reglamentos mas generales hace mención que se debe de contar con tratamientos primarios en

casos vertimientos peligrosos, así uno escoge el tipo de tratamiento que mas convenga (Art. 3 y 21 del D. S. N° 046-93).

No se indica directamente en los reglamentos el realizar monitoreos periódicos de los efluentes en las estaciones de servicio con lavado de vehículos. Lo que podría obligar a realizar el monitorio de efluentes es el compromiso que figura en el EIA de la estación de servicio, pues en estos documentos se indica que realizaran monitoreos periódicos de efluentes, como por ejemplo trimestralmente.

El límite permisible de aceites y grasas para descargas en el sistema de alcantarillado lo indica en el Reglamento de Desagües Industriales (D.S. 028-60 S.A.P.L).

Se ha encontrado que las sanciones como son las multas por contaminación al medio ambiente se da solo en explotación, refinación y almacenamiento del petróleo, mas no para el caso tratado por no estar directamente relacionado a la cadena de comercialización de hidrocarburos, R.M. 176-99-EM/SG. Además existen otros reglamentos del sector manufacturero que hacen referencia a las sanciones por daños al medio ambiente pero de forma general como lo indica el Régimen de Sanciones e Incentivos del Reglamento de Protección Ambiental para el desarrollo de las actividades de la industria manufacturera, D. S. N° 025-2001-ITINCI.

En cuanto al reciclaje de aceites, recientemente el Indecopi ha elaborado normas relacionadas a este tema, pero mientras no la tome como suyas la entidades competentes no será una obligación, sino referencial.

6.2. Evaluación económica de las Trampas de aceites

Una trampa de aceite y sus complementos se construyen junto con la estación de servicios. Su vida útil será desde la apertura de la estación de servicios hasta el

cierre de esta o en ocasiones el cierre solo del servicio de lavado de vehículos cuando este servicio no es muy rentable.

Usando un caso mas general se tiene:

Caso 1: Costos posibles con equipos deficientes o nulos, sin considerar costos por sanciones legales a daños ambientales.

Caso 2: Costos posibles con un equipo eficiente, cumpliendo los reglamentos ambientales.

Caso 3: Costos posibles con equipos deficientes o nulos, valorizando las sanciones legales por daños ambientales.

Caso 1: el único gasto sería el mantenimiento del equipo de tratamiento primario y lo denotaremos como Ma . Este gasto tiene un valor básico calculado como el valor acumulado de lo que se gasta en veces que se realiza el servicio de mantenimiento. El servicio de mantenimiento consiste en retirar los lodos y aguas aceitosas del sedimentador y trampa de aceites, además de su disposición final. Su costo de mantenimiento o limpieza en el mercado es de aproximadamente de 400 soles a mas. En un año puede realizarse aproximadamente desde 4 a 52 veces la limpieza del sedimentador, dependiendo del tamaño y del volumen de servicio que se brinde.

Considerando: n , el periodo anual en que se realiza la limpieza y T el tiempo en que el gasto del caso 1 sea igual al caso dos.

No se considera multas, por que no se tiene una información clara de cuanto sería la multa por cometer alguna infracción a la ley en el tema tratado, sin embargo se buscara el equivalente de la multa o sanción por estos casos para comparar el caso y lo llamaremos caso 3.

Caso 2: los costos en este caso son varios, El costo de reparación o modificación de la trampa de aceites y sedimentador (Mod), el costo de mantenimiento (Ma') al

igual que el caso 1, el costo de monitoreo (M_o), el beneficio de la venta de los aceites recuperados (B_e).

Entonces para saber en cuanto tiempo recuperaremos lo invertido en el caso dos dependerá de igualar los valores acumulados, considerando que los precios de los servicios no varía en el tiempo.

$M_a = \text{Modificación} + M_a' + \text{Monitoreo} - \text{Beneficios}$

$$M_a = n \cdot T \cdot P$$

Donde: n , T y P son veces en el año que se realiza el mantenimiento, tiempo en que ambos casos tienen el mismo valor y precio del servicio de mantenimiento respectivamente.

$$M_a' = n' \cdot T' \cdot P$$

M_o = es el valor anual del monitoreo, se realiza en forma trimestral

B_e = el valor del beneficio anual por la venta del aceite recuperado de la trampa de aceites.

$$n \cdot T \cdot P = \text{Mod} + n' \cdot T' \cdot P + T \cdot M_o - T' \cdot B_e$$

$$T = \text{Mod} / (P \cdot (n - n') - (M_o - B_e))$$

Para que este tiempo sea posible el denominador debe ser positivo. Es decir la diferencia de los periodos de mantenimiento deben de ser positivo y la diferencia entre el monitoreo y el beneficio la menor posible, esto implica conseguir un precio bajo del servicio de monitoreo.

Caso 3 Si se valoriza el impacto ambiental por no cumplir con sus compromisos medioambientales o la normatividad aplicable, las acreencias de deudas por daños ambientales pueden ser consideradas dentro de una norma o compromiso ambiental, en nuestro caso para saber cual sería la deuda ambiental se tendría que considerar dos aspectos básicos como los costos material y los de contingencias o de no uso.

Los costos materiales serian los costos no invertidos para la construcción y el mantenimiento de la trampa de aceites. Otros costos materiales pero indirectos sería la reparación del daño que produciría en el sistema desagües de la localidad y la cuantificación de daños ambientales.

Los daños de contingencia se valorizada por el estimado de cuanto valor monetario se ha considerado por la afectación ambiental al superar los límites permisible, sin embargo su calculo escapa a este análisis, y no se considerará en la valorización de lo estudiado.

A continuación se muestra un caso práctico que se puede conseguir.

Caso 1: Costos posibles actuales, con equipos deficientes

Descripción	Costo por vez (S/.)	Costo al año (S/.)
Costo de construcción de una trampa de aceite y accesorios	1000	1000
Costo de mantenimiento de la trampa de aceites y sedimentador	400	2400 ^a
Beneficios por recuperación de aceites	0	0 ^b
Multas por faltas al reglamento ambiental	Ver caso 3 ^c	

^a 6 mantenimientos al año

^b la empresa de servicio del limpieza se lleva este aceite recuperado, gratis.

^c No se tiene un reglamento nacional que precisa el valor de la multa, sin embargo de las metodologías que se tiene para calcular el daño o afectación se puede calcular una multa según el caso.

Caso 2: Costos posibles cumpliendo el EIA o DIA, con equipos mejorados.

Descripción	Costo por vez (S/.)	Costo al año (S/.)
Costo de construcción-modificación de una trampa de aceite y accesorios	1500	1500
Costo de mantenimiento de la trampa de aceites y sedimentador	400	1600
Beneficios por recuperación de aceites	34	-204
Costo de monitoreo	100	400
Multas por faltas al reglamento ambiental	0	0

Caso 3: Costos posibles actuales, con equipos deficientes y considerando sanciones ambientales.

Descripción	Costo por vez (S/.)	Costo al año (S/.)
Costo de construcción de una trampa de aceite y accesorios	1000	1000
Costo de mantenimiento de la trampa de aceites y sedimentador	400	2400
Beneficios por recuperación de aceites	0	0
Costo de monitoreo	0	0
Multas por faltas al reglamento ambiental	900	900

Caso 1: El costo total anual, sin considerar costo de construcción, ni multa resulta 2400 nuevos soles al año, si el mantenimiento de la trampa se realiza bimestralmente

Caso 2: El costo anual, sin considerar el costo de construcción del separador de aceite y sedimentador, pero si considerando su reparación o modificación es de 2296 nuevos soles para el primer año y de 1796 nuevos soles para los siguientes años. Entonces desde el primer año se obtendría menores gastos, eso si el mantenimiento es trimestral. Con lo que el Caso 2 es el mas rentable para la estación de servicios con servicio de lavado de vehículos.

Caso 3: El costo anual, sin considerar el costo de construcción, realizando 6 veces el mantenimiento anual pero considerando las sanciones económicas por el reglamentos ambientales sería 4300 soles

Pero en el caso que solo se realice 4 veces el mantenimiento anual similar al caso 2, se tendría como costo acumulado de mantenimiento y sanción la suma de 2500, que es mayor al costo del caso 2.

Finalmente se aclara que el costo indicado de 900 soles como sanción a infringir reglamentos ambientales, solo considera el caso de no cumplir los monitoreos ambientales y el costo de adecuación de la trampa de aceites, pero si no se cuenta con trampa de aceites o no realiza el mantenimiento de estas se considera además para estos cálculos el daño al sistema de alcantarillado que puede llegar a ser muy altos e incluyo la prohibición de usar este servicio.

Por lo tanto si la comparamos el caso 2 con el "Caso 0" donde no se realiza mantenimiento alguno, no cumpliendo la reglamentación, definitivamente que nuestro caso 2 será menos rentable que el "Caso 0", pero recordar que la sanción sería mayor porque no solo sería consideraría el costo de mantenimiento y de monitoreo, sino también el de reparación del sistema de alcantarillado o hasta su prohibición de usar este sistema de no remediar su situación, aquí le

correspondería a las autoridades el hacer cumplir los reglamentos de protección ambiental e infraestructura del sistema de alcantarillado, mediante control del monitoreo y sanciones si el caso lo amerita, de este modo el caso 2 sería nuevamente el mas rentable.

7. Diseño Sugerido en una estación de servicios

De lo visto anteriormente podemos decir que el diseño de un sedimentador de sólidos y una trampa de aceite en una estación de servicios debe ser de acuerdo al tamaño de vehículos y la cantidad unidades de lavado.

Según el fundamento teórico explicado anteriormente mostramos el cálculo para que puedan hacer un diseño de un sedimentador.

Paso 1: Caudal y propiedades de físicas.

Saber el caudal de agua que ingresa a la trampa de aceites. Seguidamente debemos saber la densidad del agua, de la partícula y aceite a una temperatura más baja posible del lugar. También nos interesa la viscosidad del agua. Para nuestro caso podemos considerar:

Caudal máximo (Q_{max}) : 60 lt/min

ρ : densidad del aceite: 0.9 g/cm³

ρ_s : densidad de la partícula: 1.5 g/cm³

ρ_w : densidad del fluido : 1.0 g/cm³

μ : es la viscosidad dinámica del fluido (agua) : 1 Cp \leftrightarrow 10⁻² g/cm-s

Seguidamente para $Re < 2$, aplicamos la siguiente formula

$$V_s = (g/18) * (\rho_s - \rho_w) / \mu * d^2 \dots\dots\dots (1)$$

v_s : Velocidad de Sedimentación, cm/s

d : diámetro de la partícula sólida, 0.006cm

g : aceleración de la gravedad, 981 cm/s²

Remplazando valores obtenemos que $V_s = 0.1$ cm/s

Si una suspensión diluida de partículas no coagulantes con un tamaño y forma uniformes, ocupa un volumen rectangular, Sea v_s la velocidad de la partícula que cae a través de la profundidad total (h) en un tiempo igual al período de retención teórico:

A : área horizontal de sedimentación

h : Altura de sedimentación

Como la partícula sedimenta a velocidad constante

$$A_H = Q / V_s \dots\dots\dots (2)$$

$$A_H = 1000 / 0.1 = 10000 \text{ cm}^2 = 1 \text{ m}^2$$

$$A_H = w * L \dots\dots\dots (3)$$

Considerando para $w = 87 \text{ cm}$, $L = 115 \text{ cm}$

Para una altura de $h = 50 \text{ cm}$, se tiene:

$$v_s = h / t_m \Rightarrow t_m = h / v_s \dots\dots\dots (4)$$

$$t_m = 50 / 0.1 = 500 \text{ s } \text{ ó } 8.3 \text{ min}$$

t_m : tiempo de sedimentación de una particular

$T_m = \text{Volumen del tanque} / \text{Caudal volumétrico de clarificado}$

T_m , tiempo de residencia

$$T_m = V / Q = w * L * h / Q = 87 * 1.15 * 50 / 1000 = 500.25 \text{ seg}$$

es igual a la tiempo de sedimentación

Con estos cálculos obtenemos las dimensiones efectivas del sedimentador

son 115 cm de largo, 87 cm de ancho y 50 cm de alto, ahora siguiendo un

procedimiento similar calcularemos las dimensiones de la trampa de aceites

En nuestro caso podemos considerar:

Caudal máximo (Q_{max}) : 60 lt/min

ρ : densidad del aceite: 0.9 g/cm^3

ρ_w : densidad del fluido : 1.0 g/cm^3

μ : es la viscosidad dinámica del fluido (agua) : $1 \text{ Cp} \ll 10^{-2} \text{ g/cm-s}$

Seguidamente para $Re < 2$, aplicamos la siguiente formula

$$V_s = (g/18) * (\rho_s - \rho_w) / \mu * d^2 \dots\dots\dots (1)$$

v_s : Velocidad de elevación, cm/s

d : diámetro de la gotita de aceite, 0.015 cm

g : aceleración de la gravedad, 981 cm/s^2

Remplazando valores obtenemos que $V_s = 0.123 \text{ cm/s}$

Si una gotita de aceite en agua asciende, Sea v_s la velocidad de la partícula que asciende a través del fluido desde el fondo hasta la superficie, recorriendo una altura (h) en un tiempo igual al período de retención teórico:

A_H : área horizontal de elevación

h : Altura de elevación

Como la partícula sedimenta a velocidad constante

$$A_H = Q / V_s \quad (2)$$

$$A_H = 1000 / 0.123 = 8130 \text{ cm}^2 = 0.81 \text{ m}^2$$

$$A_H = w * L \quad (3)$$

para $w = 87 \text{ cm}$, $L = 93 \text{ cm}$

Para una altura de $h = 80 \text{ cm}$, se tiene:

$$v_s = h / t_m \Rightarrow t_m = h / v_s \quad (4)$$

$$t_m = 80 / 0.123 = 650 \text{ s } \text{ ó } 10.8 \text{ min}$$

t_m : tiempo de sedimentación de una particular

$T_m = \text{Volumen del tanque} / \text{Caudal volumétrico de clarificado}$

T_m , tiempo de residencia

$$T_m = V / Q = w * L * h / Q = 87 * 93 * 80 / 1000 = 648 \text{ seg}$$

es igual a la tiempo de sedimentación

Con estos cálculos obtenemos las dimensiones del separador de aceites, siendo entonces la altura efectiva de 80 cm, el largo del 93 cm y el ancho de 87 cm.

8. Conclusiones y recomendaciones

CONCLUSIONES

La mayoría de los separadores de aceite que se usan en las estaciones de servicio con servicios de lavado de vehículos no cumplen con los límites permisibles de contenido de aceites y grasas.

La mayoría de los separadores de aceite de las estaciones de servicio con servicios de lavado de vehículos no tienen un mantenimiento oportuno, reduciendo su eficiencia.

El servicio de lavado de vehículos, realizado de manera formal tienen que competir con talleres informales de lavado de vehículos, afectando la rentabilidad de este negocio formal por la competencia desleal de estos talleres que no cuentan con la infraestructura mínima para brindar este servicio. El resultado es contaminación de suelos y aguas con aceites porque los talleres informales no invierten en el tratamiento del agua de lavado. Actualmente los negocios informales de lavado de vehículos viene incrementándose.

Recientemente se ha creado normas técnicas nacionales para el tratamiento de aceites usados que puede ser aplicadas también a los aceites recuperadas en las trampas de grasas porque son de composición similar.

La Limpieza de las trampas de aceite realizado por las empresas formales de limpieza es costosa.

El diseño de las trampas de aceite encontradas no son los adecuados, son muy pequeñas, de rápida saturación o simplemente no cumplen la función de trampas de aceite.

El monitoreo de efluentes no se realiza por alguna institución de su competencia. En el EIA de las estaciones de servicio se dice que las estaciones de servicio con servicio de lavado de vehículos deben de someterse a inspecciones periódicas durante el año, sin embargo no se viene realizando aun.

El reciclaje de aceites recuperados de trampas de aceite es una buena alternativa de obtener combustibles porque su poder calorífico es superior al Residual 6, pero menor que el D2.

La disposición final de los residuos obtenidos debe de ser supervisada (constatar su confinamiento en caso de requerirlo)

Rentabilidad del equipo de separación de aceites, comparando con lo que actualmente viene usándose, un equipo de separación con el diseño adecuado puede ser rentable, porque prolonga el periodo de mantenimiento y captara mas eficientemente el aceite del agua. Así se podrá comercializar este aceite como materia prima para las recicladoras de aceite.

Las alternativas de tratamiento en el reciclaje de estos aceites son semejantes para los aceites usados de uso automotor.

El uso de detergentes en el lavado de vehículos reduce la eficiencia de estos equipos de separación porque el detergente facilita la emulsión de las gotitas de aceite con el agua.

Campaña de sensibilización de las autoridades competentes en este aspecto para reducir la contaminación por efluentes líquidos.

Las pozas API, tienen más alta eficiencia que las trampas de aceites y grasas.

RECOMENDACIONES

Para que los efluentes de las trampas de aceite de las estaciones de servicio con servicios de lavado de vehículo cumplan con los límites permisibles deben de someterse a monitoreos periódico y a su vez un mantenimiento oportuno de las trampas de aceite.

El mantenimiento de las trampas de aceite debe de realizarse cuando el sedimentador de sólidos tenga el nivel de acumulación de lodos muy cercano al de su diseño, o que el acumulador de aceite este lleno o que la trampa de aceite tenga

una capa gruesa de aceite mayor al límite de diseño, si no tiene acumulador de aceite. Según la frecuencia y gasto de agua en el servicio de lavado de vehículos se podrá predecir un periodo próximo de inspección de mantenimiento. De esta manera se evitará que el equipo de separación disminuya su eficiencia.

La adecuación en infraestructura y formalización de estos negocios permitirá que los talleres de lavado de vehículos trabajen con los requisitos de protección ambiental, además que así estos negocios informales dejan de evadir impuestos. Este trabajo de adecuación es responsabilidad de las municipalidad del sector donde ocurran estos problemas y de otras autoridades competentes que se puedan manifestar.

Las autoridades medioambientales competentes deberían gestionar con el Indecopi y Municipalidades la creación de reglamentos claros que establezcan un el correcto manejo ambiental de esta actividad.

El mantenimiento o limpieza de las trampas de aceite y sedimentador de sólidos tiene un costo elevado por lo que se debe de buscar prolongar el periodo de mantenimiento y esto se consigue modificando los diseños para que puedan acumular mas aceites y sedimentar mas sólidos.

Los diseños de trampas de aceites y sedimentadores deben de ser los mas adecuados según su uso, evitando que sean muy pequeñas, de rápido llenado de sedimentos y aceite o simplemente no cumplan la función de trampas de aceite. Tomando se en cuenta los parámetros básicos para su diseño como son el caudal y frecuencia de uso.

Debería de efectuarse el monitoreo de efluentes a la salida de la trampa de aceites en las estaciones de lavado de vehículos para saber el contenido de aceites y grasas. Esto es factible pues para la aprobación del EIA, las estaciones de servicio con servicio de lavado de vehículos se comprometen a inspecciones periódicas durante el año, sin embargo no se viene realizando aun.

El aceite recuperado de la trampa de aceite se puede juntar a los aceites usados para su reciclaje pues tiene el mismo origen, además que cuenta con un poder calorífico superior al residual por lo que puede usarse como combustible alternativo.

En una trampa de aceites prácticamente no hay residuo pues el aceite recuperado se usa para productos reciclados y el agua es el efluente tratado. Sin embargo en su complemento que es el sedimentador de sólidos se obtiene lodos que deben de llevarse a un relleno sanitario o a un lugar libre y ventilado donde se pueda degradar las trazas de hidrocarburos que puedan contener. Las empresas que brindan el servicio de limpieza de trampas de aceites y sedimentadores deberían indicar en sus contratos de trabajo la disposición final de los residuos para poder constatar su confinamiento en caso de requerirlo.

Un equipo de separación con el diseño adecuado puede ser rentable, porque prolonga el periodo de mantenimiento y captara mas eficientemente el aceite del agua. Así se podrá comercializar este aceite como materia prima para las recicladoras de aceite. Por tanto es recomendable revisar el actual gasto que se emplee en el mantenimiento de su trampa de aceite con lo propuesto.

Se recomienda que el aceite obtenido de las trampas de aceite se le de un uso como energía alternativa por sus características cercanas al diesel N°2.

Se recomienda no usar detergentes en el lavado de zonas aceitosas de vehiculos porque provoca emulsiones que no serán retenidas por la trampa de aceites. Además las aguas de lavado con detergente deberían ir directo al desagüe, sin pasar por la trampa de aceites pues en contacto con las aguas aceitosas provocaría que el aceite sea arrastrado al desagüe como emulsión.

9.

Bibliografía

Ramalho, R.S. Tratamiento de aguas residuales, 2da. Ed. Editorial Reverte: Canada 1991.

GTZ. Manual de disposición de aguas residuales, CEPIS: Lima, 1991.

William T. Hall. Química Analítica: Análisis Cuantitativo, Tomo I. Unión Tipográfica Hispano – Americana: México.

U.S. Department of health, education, and welfare. Manual para el diseño, operación, y mantenimiento de tanques sépticos, publicación N° 526. Centro Regional de ayuda Técnica: México.

Ministry for the Environment New Zealand.- Environmental guidelines for water discharges from petroleum industry APPENDIX 5 SEPARATOR DESIGN METHODOLOGIES [on line]

<http://www.mfe.govt.nz/publications/hazardous/water-discharges-guidelines-dec98/app-5-separator-design-dec98.pdf>

Arizona Department of Environmental Quality.- BADCT GUIDANCE DOCUMENT FOR PRETREATMENT WITH OIL/WATER SEPARATORS, July 1, 1996. [on line]

<http://www.azdeq.gov/environ/water/permits/download/owsbadct.pdf>

Tacoma.-Volume V – Runoff Treatment BMPs, Chapter 11 - Oil and Water Separators, January 2003 [on line]

<http://www.ci.tacoma.wa.us/waterservices/permits/Volume5/SWMM%20V5-C11.pdf>

US Army Corps of engineers.- Selection and design of Oil/Water separators at army facilities, 26 Aug 94 [on line]

<http://www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-tech-ltrs/etl1110-3-466/a-a.pdf>

Hanna instruments.- Etapas del Tratamiento de Aguas Servidas [en línea]

<http://www.hannachile.com/articulos/24/etapas-tratamiento-aguas-servidas.htm>

Facultad Regional Mendoza, Efluentes líquidos [en línea]

http://www.frm.utn.edu.ar/investigacion/compuquim/trat_primario.html

Ministerio de Energía y Minas: Dirección general de Hidrocarburos. Lima, 2005. [en línea]

<http://www.minem.gob.pe/hidrocarburos>

10.

Anexos:

Tablas

Fotos

Planos

Documentos

Tablas

- Resultados anuales del contenido de aceites y grasas de los efluentes a la salida de una poza API
- Hoja de resumen de la evaluación ocular y análisis de laboratorio de los efluentes de las estaciones de servicio visitadas
- Resultados de los análisis de laboratorio de la muestra de aceite recuperado en la trampa de aceites.

6.1 ENTRADA A LA POZA DE PERCOLACION

En el cuadro siguiente se presentan los resultados de los análisis de las muestras captadas.

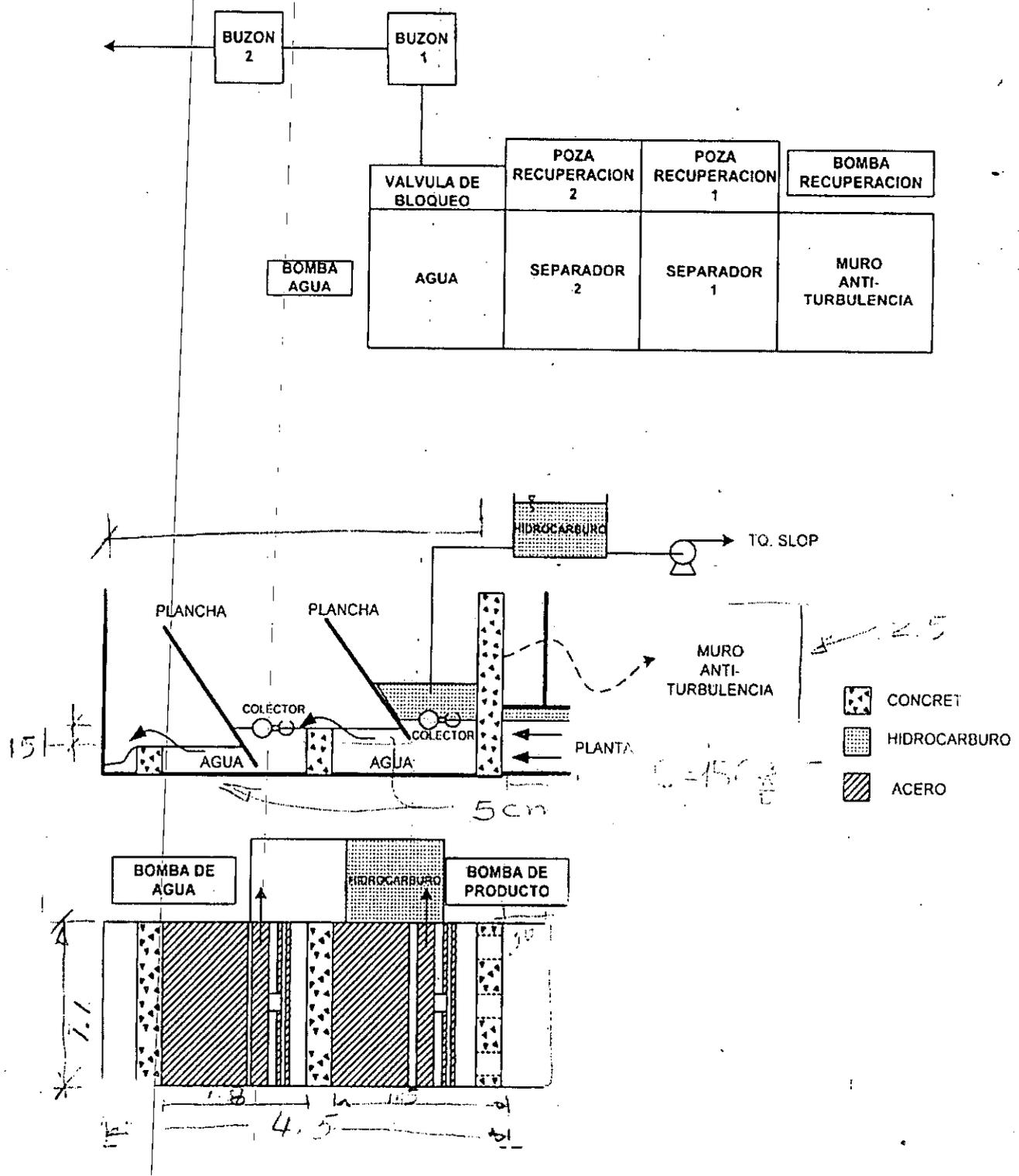
Cuadro N° 15

Resultados del monitoreo de Efluentes líquidos

PUNTO DE MUESTREO	PARAMETROS	UNI DAD	ENTRADA A LA POZA DE PERCOLACIÓN												LMP(1)
			PERIODO												
			ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	
Fecha de muestreo			27/01/03	27/02/03	28/03/03	29/04/03	29/05/03	22/06/03	30/07/03	27/08/03	07/10/03	30/10/03	28/11/03		
Hora			14,30	15,20	11,20	14,00	11,20	15,30	15,30	14,30	14,15	13,30	13,15		
Temperatura	°C		39,5	45,6	39,3	36,4	35,9	33,6	33,2	32,2	39,8	37,85	35,8		
PH			8,3	8,41	8,71	8,23	8,4	8,46	9,02	8,23	9,11	8,95	8,20		>5.5 y <9
Conductividad	mS/cm		8,6	5,9	32,01	22,14	16,8	12,75	13,52	6,74	6,20	13,45	7,21		
Sólidos Disueltos	mg/l		12 896,0	2588,0	40,60	11584,0	4530,0	7292,0	7180,0	4044,0	2628,0	14340,0	3760,0		
Cloruros	mg/l		6 851,0	1144,0	8645,7	5995,4	2271,1	3791,0	3615,9	2350,1	1261,4	7237,3	1672,2		
Aceite y grasas	mg/l		7,5	11,7	8,0	9,9	27,21	36,0	16,4	40,9	24,6	36,1	29,4		50
Plomo	mg/l		<0,025	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	<0,025	<0,025	<0,05	<0,05	<0,05		
Bario	mg/l		1,41	0,19	0,01	<0,1	0,2	0,3	0,3	0,16	<0,1	0,1	0,1		

(1) Niveles Máximos Permisibles de emisión de efluentes líquidos para las Actividades de Hidrocarburos, R.D. N° 030-96-EM/DGAA.

DIAGRAMA DEL SISTEMA DE RECUPERACION DE HIDROCARBURO



Hoja de resumen de la evaluación ocular y análisis de laboratorio de los efluentes de las estaciones de servicio visitadas			Contenido de aceites y grasas del efluente (mg/L)	
Nº	Dirección	Fecha	Observación en el sitio	
1.	~~~~~	16.10.03	Equipo operativo, sin embargo no cuenta con acumulador de aceite los que provoca que la gruesa capa de aceite sea arrastrada por el agua que sale de la trampa de aceite. Ver foto 2	179.8
2.	~~~~~	16.10.03	No operativo, No hay trampa de aceite, solo un sedimentador totalmente lleno de sedimentos.	No se tomo muestra
3.	~~~~~	17.10.03	Equipo operativo, sedimentador y trampa de aceite están con falta de mantenimiento, no hay retención de sólidos grandes por rejillas.	59.4
4.	~~~~~	22.10.03	Equipo operativo, sin embargo falta de mantenimiento y pared de separación de pozo de sedimentación y de la trampa de aceite está abierto.	No se tomo muestra
5.	~~~~~	23.10.03	No hay trampa de aceites, solo un sedimentador de sólidos. Ver foto 1	No se tomo muestra
6.	~~~~~	5.12.03	Trampa de aceite sin mantenimiento, acumulador de aceite lleno de agua, no cumple su función.	150.2
7.	~~~~~	12.12.03	Trampa de aceites y sedimentador en el mismo espacio, sedimentador muy pequeño y con falta de mantenimiento.	93.5
8.	~~~~~	13.12.03	Acumulador de la trampa con tuberías de acceso cerradas.	141.6
9.	~~~~~	15.12.03	Sedimentador y trampa de aceites ocupan el mismo espacio, además acumulador de aceites solo contiene agua.	1202
10.	~~~~~	17.12.03	Falta de mantenimiento, caja de muestreo atorado con material en putrefacción.	134
11.	~~~~~	18.12.03	No se da servicio de lavado de vehículos, no hay trampa de aceites.	--
12.	~~~~~	18.12.03	No se da servicio de lavado de vehículos, no hay trampa de aceites.	--
13.	~~~~~	19.12.03	Trampa de aceites sin mantenimiento, sedimentador totalmente lleno de lodo	229
14.	~~~~~	19.12.03	Equipo operativo, pero no se viene brindando el servicio de lavado de vehículos.	No se tomo muestra
15.	~~~~~	20.12.03	Equipo no operativo, falta de mantenimiento. Tampoco se brinda el servicio de lavado.	No se tomo muestra

Resumen de Resultado de Laboratorio de agua y aceites

	Estación de servicios 1	Resultado Aceite	Conclusión
	Aceite		
1.	Grado API	30.8 ° API	Semejante al D2
2.	Viscosidad	7.704 cst	
3.	Índice de viscosidad	1.015	
4.	cenizas	0.02 %	Menor que residuales
5.	Punto de inflamación	68 °C	Semejante a diesel
6.	Poder calorífico	17600 BTU	Menor a diesel
7.	Agua por arrastre	0.2 %	Muy Poca agua
	Agua		
8.	Temperatura	25° C	ambiente
9.	Aceites y grasas	342.6 ppm	entrada
		179.8 ppm	Salida
10.	Densidad	1000 g/l	Agua turbia

Fotos

Fotos de 6 estaciones inspeccionadas

Foto N° 1: Descripción de la distribución de un sedimentador y trampa de aceites.

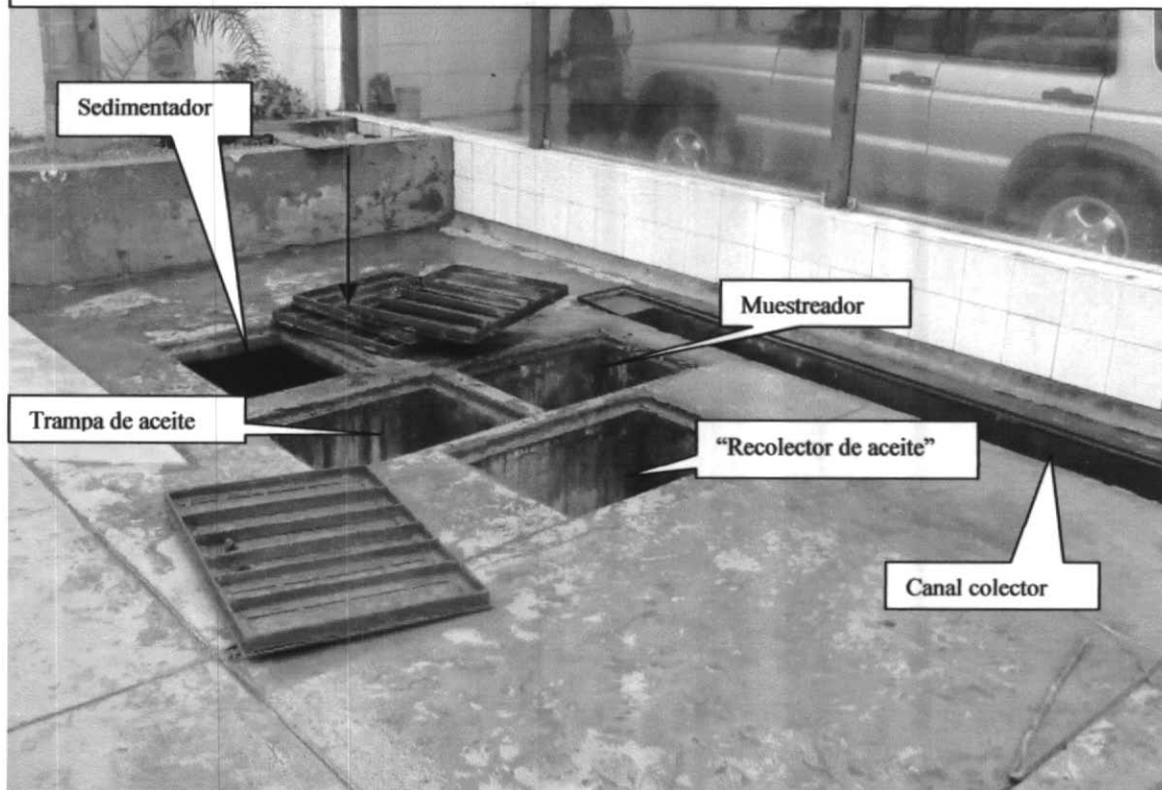


Foto N° 2: Canaleta de recolección de agua, rejillas incompleta y rota, no cumplen su función de retener sólidos de tamaño grande



Foto N° 3: Sedimentador, muro de paso de agua superficial aceitosa no presenta una superficie uniforme. Ingreso de agua al sedimentador es lateral al muro de paso.



Foto N° 4: En la trampa de aceite, solo hay una salida y es por el fondo, la que se dirige al recolector de aceites que no cumple su función, en mas bien una segunda trampa de grasas.

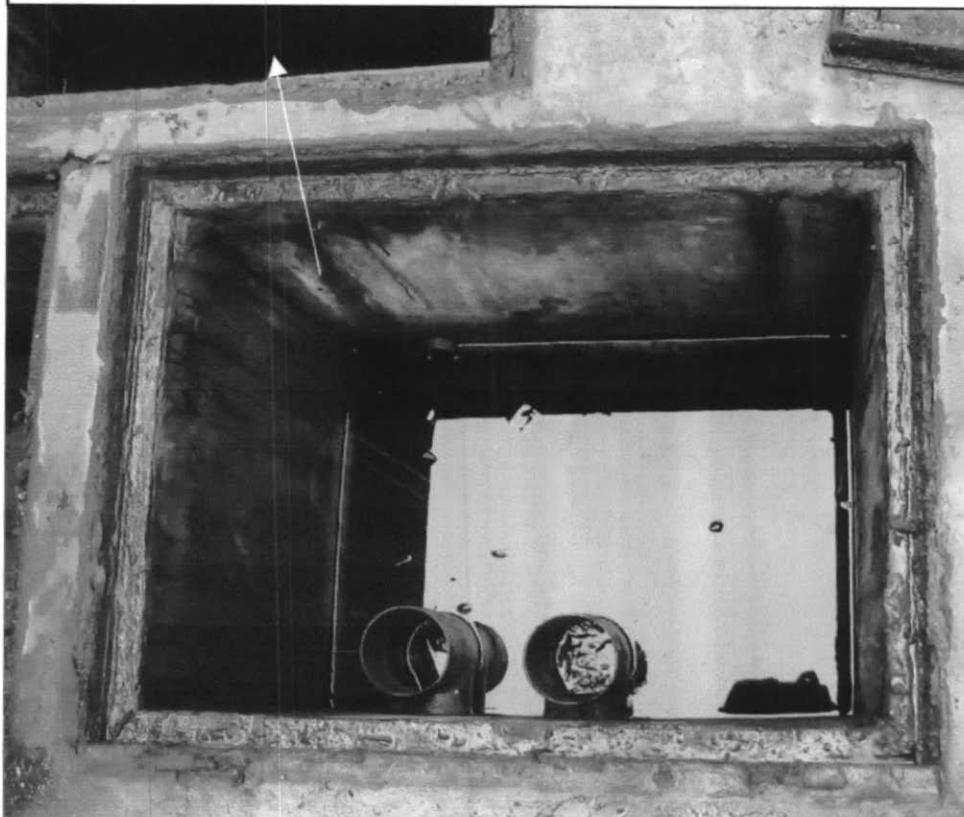


Foto N° 5: Recolector de aceite, se observa salida del agua por el fondo de codo mostrado, pero el codo tiene solo 15 cm sumergido, que significa que puede haber una capa de 15 cm de aceite. Funciona como segunda trampa.

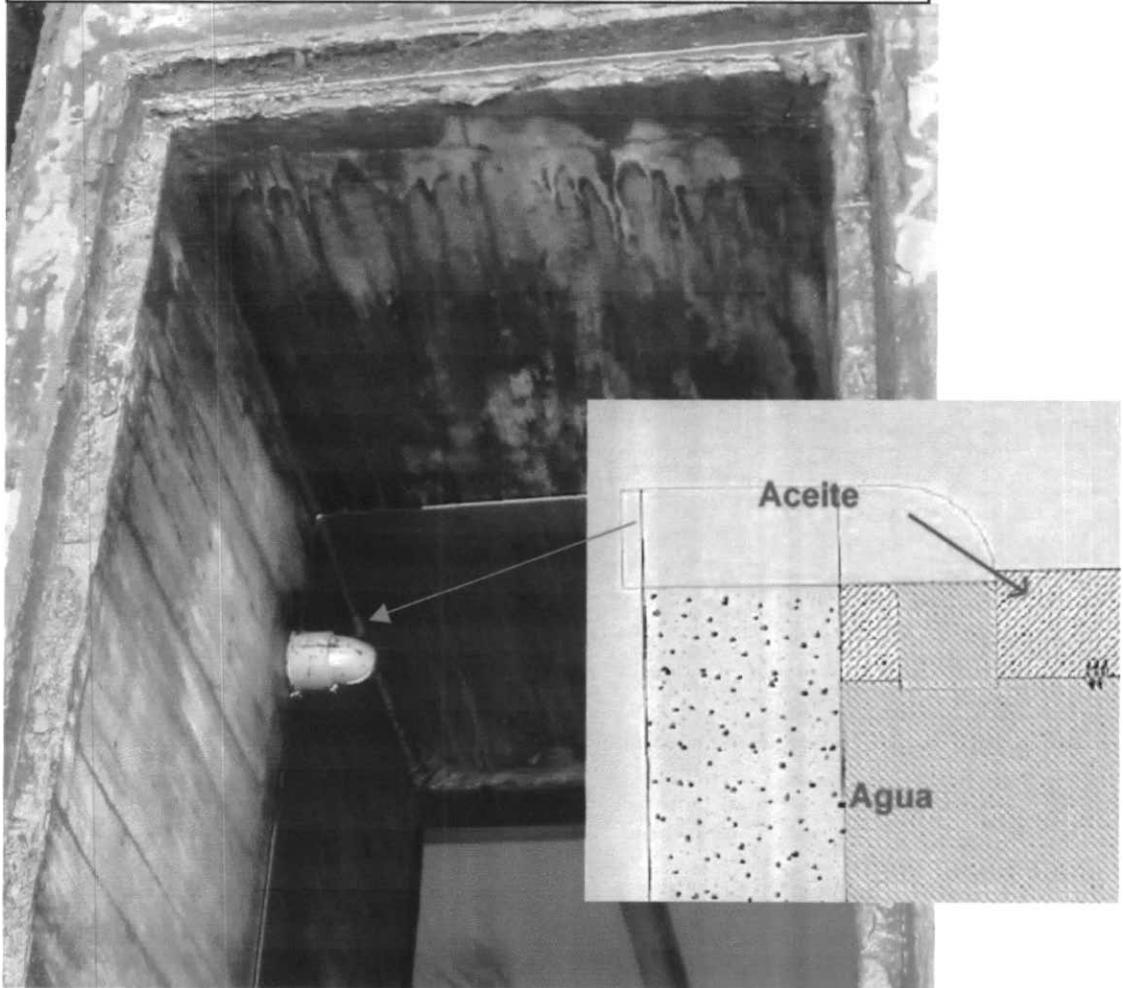


Foto N° 6: Muestreador, es usado como una tercera trampa de grasas, pero la tubería de salida al desague tipo T se encuentra rota.



Foto N° 7: Salida de agua aceitosa de la segunda trampa a la tercera caja (muestreador), se nota capas de aceite en la superficie del agua porque la segunda trampa esta llena y no hay caja de acumulación

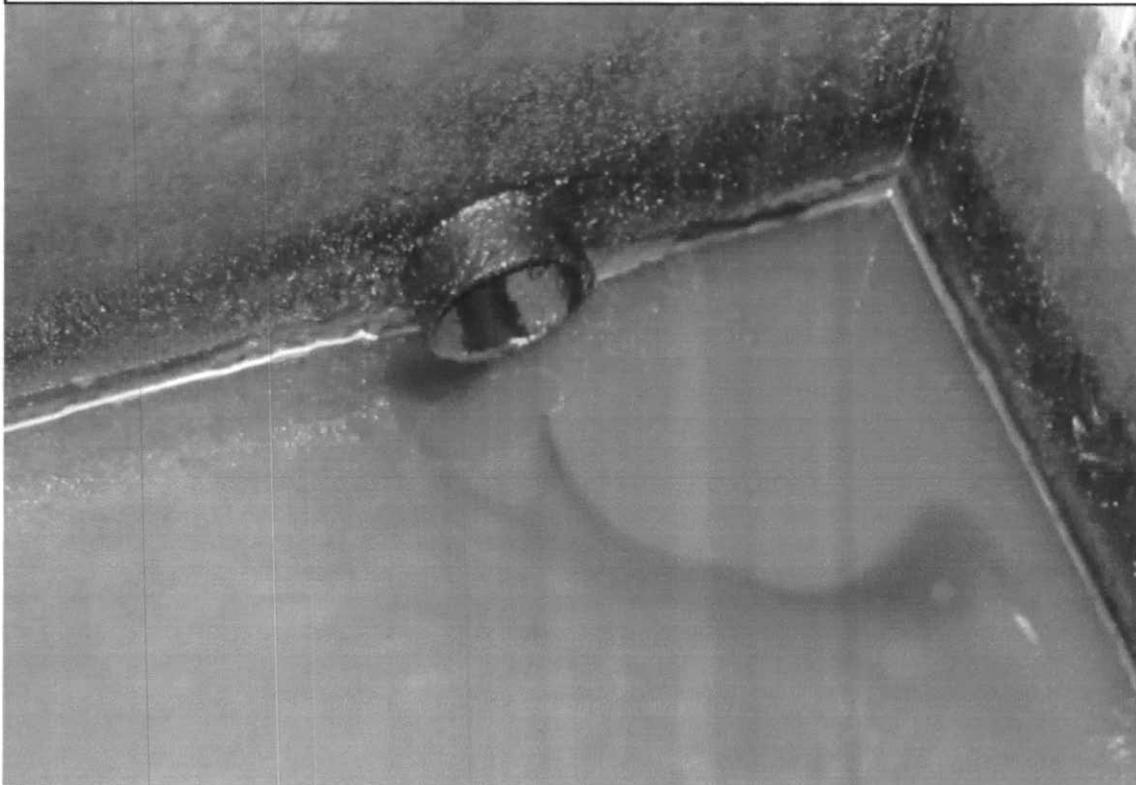


Foto N° 8: Tubería de ingreso del agua tratada al desagüe, se observa que toma el agua aceitosa de la superficie.



Foto N° 9: Estación de servicios con servicio de lavado de autos solo cuenta con sedimentador y no con la trampa de grasas



Foto N° 10: Solo existe este sedimentador sin mantenimiento, no existe en el lugar una trampa de grasas.



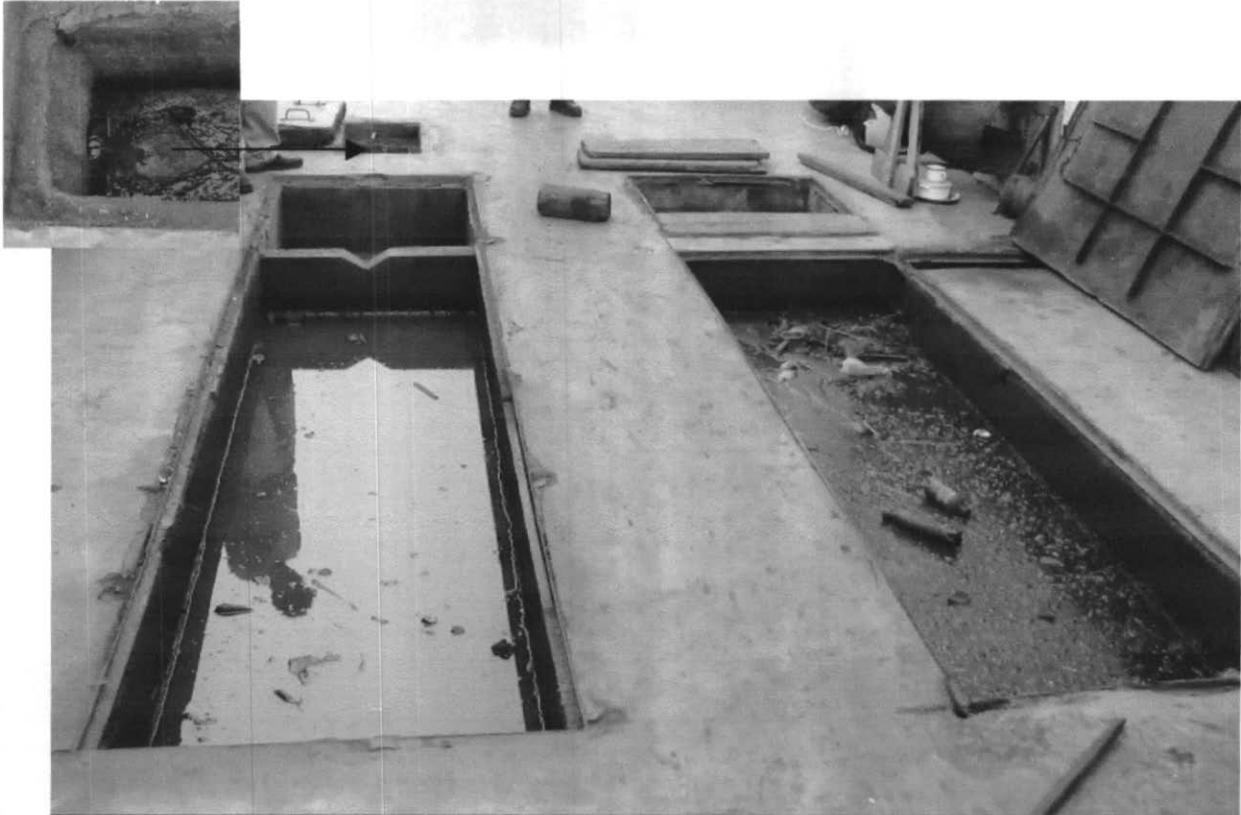


Foto N° 11: Trampa de aceite diseñada para lavado de vehículos de gran dimensión como camiones, se observa un sedimentador y trampa de aceite de gran magnitud. En la parte superior izquierda se observa el punto de muestreo a la salida de la trampa de aceites.

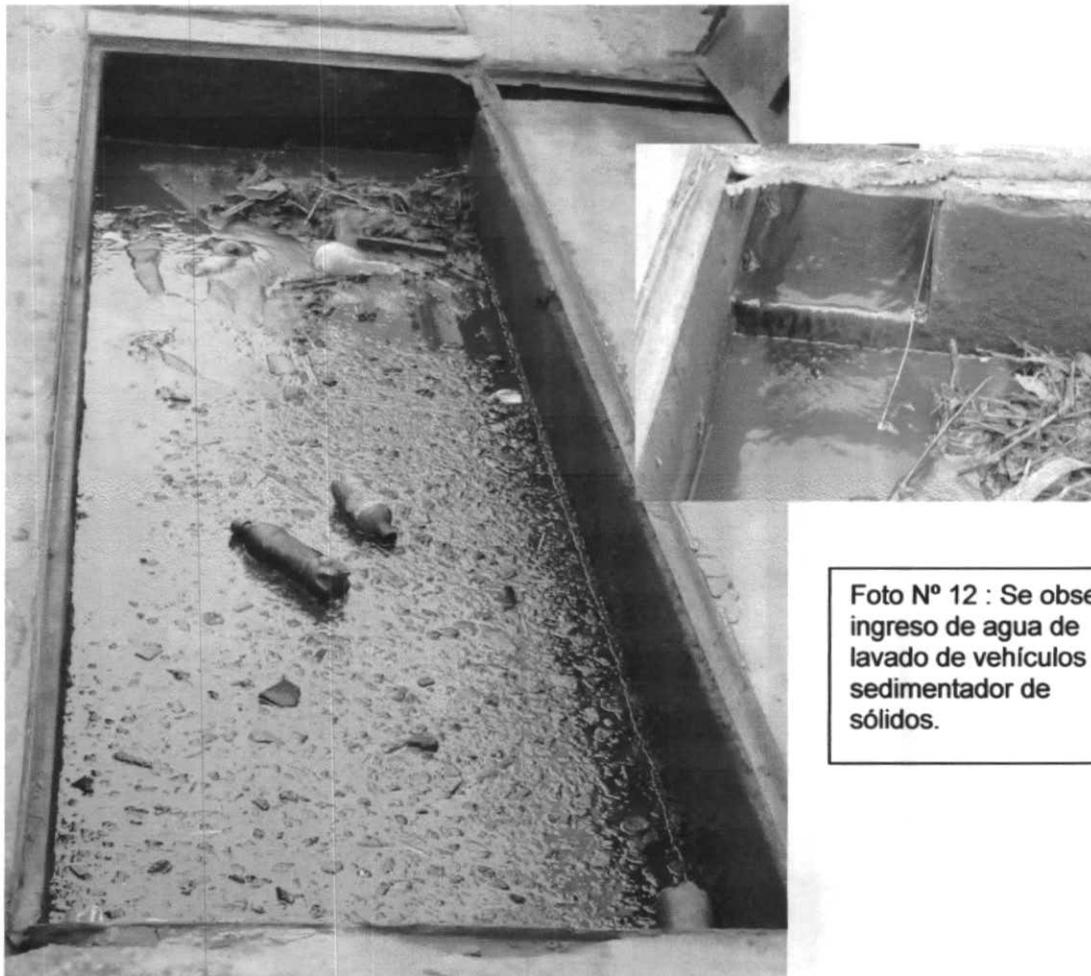
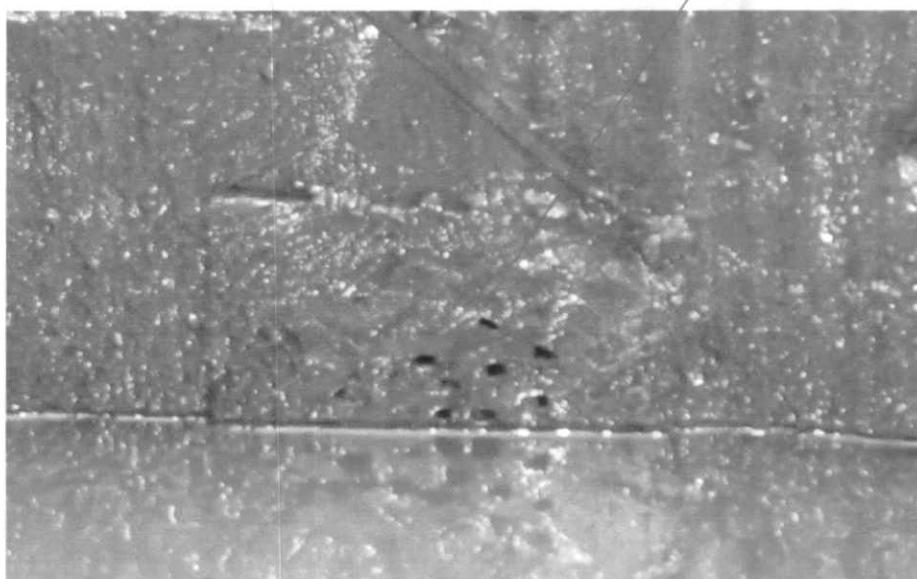


Foto N° 12 : Se observa ingreso de agua de lavado de vehículos al sedimentador de sólidos.

Foto N° 13: Estación de servicio con servicio de lavado de vehículo pero sin trampa de aceites y grasas, se observa solo un sedimentador de sólidos. Los aceites y grasas que se observan (mancha negra sobre el agua) se dirige directamente al desagüe pasando por la coladera que se ve en la foto ampliada.



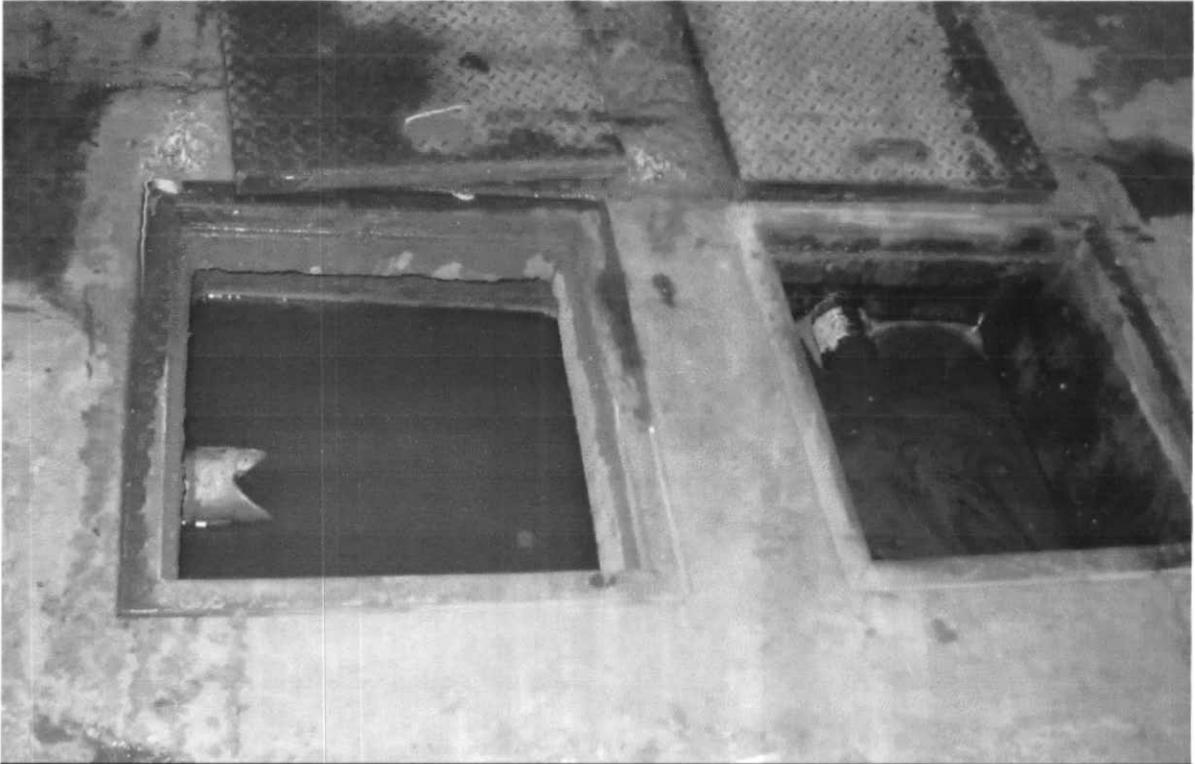


Foto N°14: Trampa de aceites y sedimentador en uno, lado derecho. El espacio izquierdo no cumple una función de retención de sólidos ni de líquidos, solo es un muestreador.

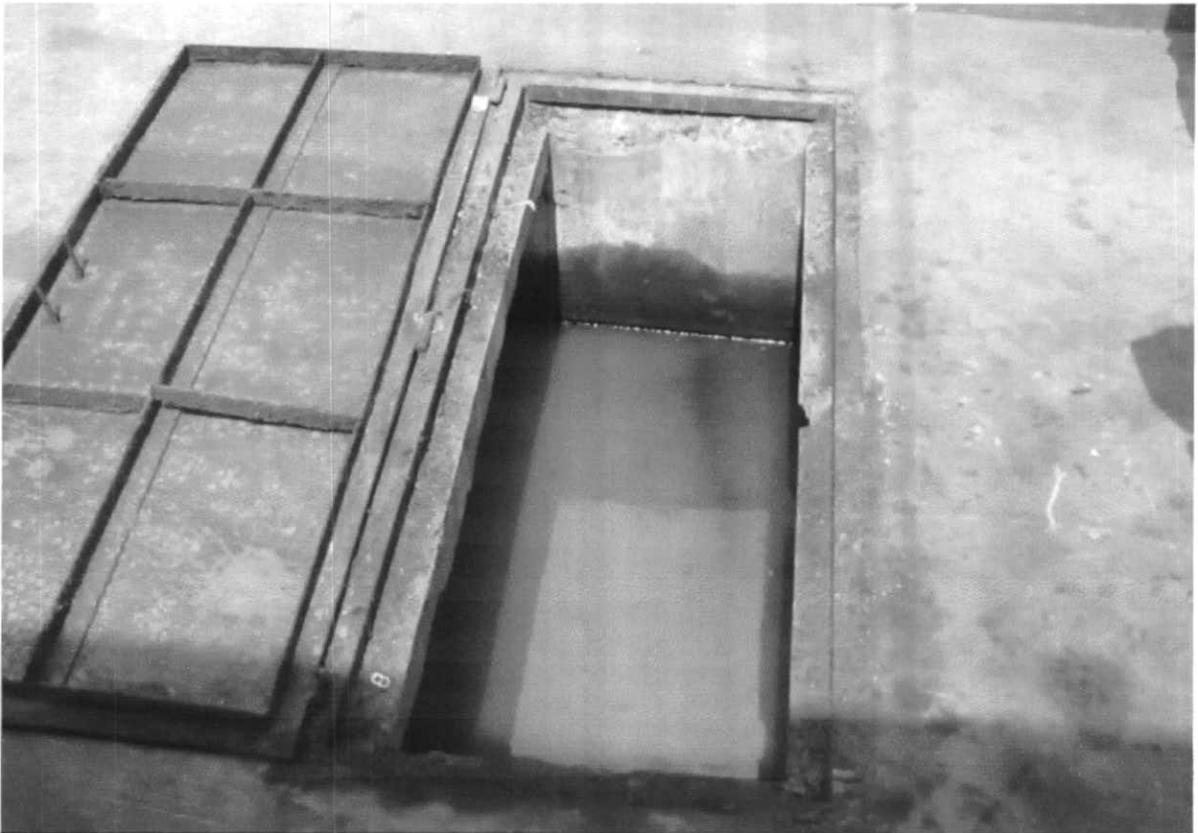


Foto N°15: Trampa de aceite y sedimentador en un mismo espacio, se observa manchas de aceites en las paredes de este sedimentador.

Fotos del análisis de laboratorio

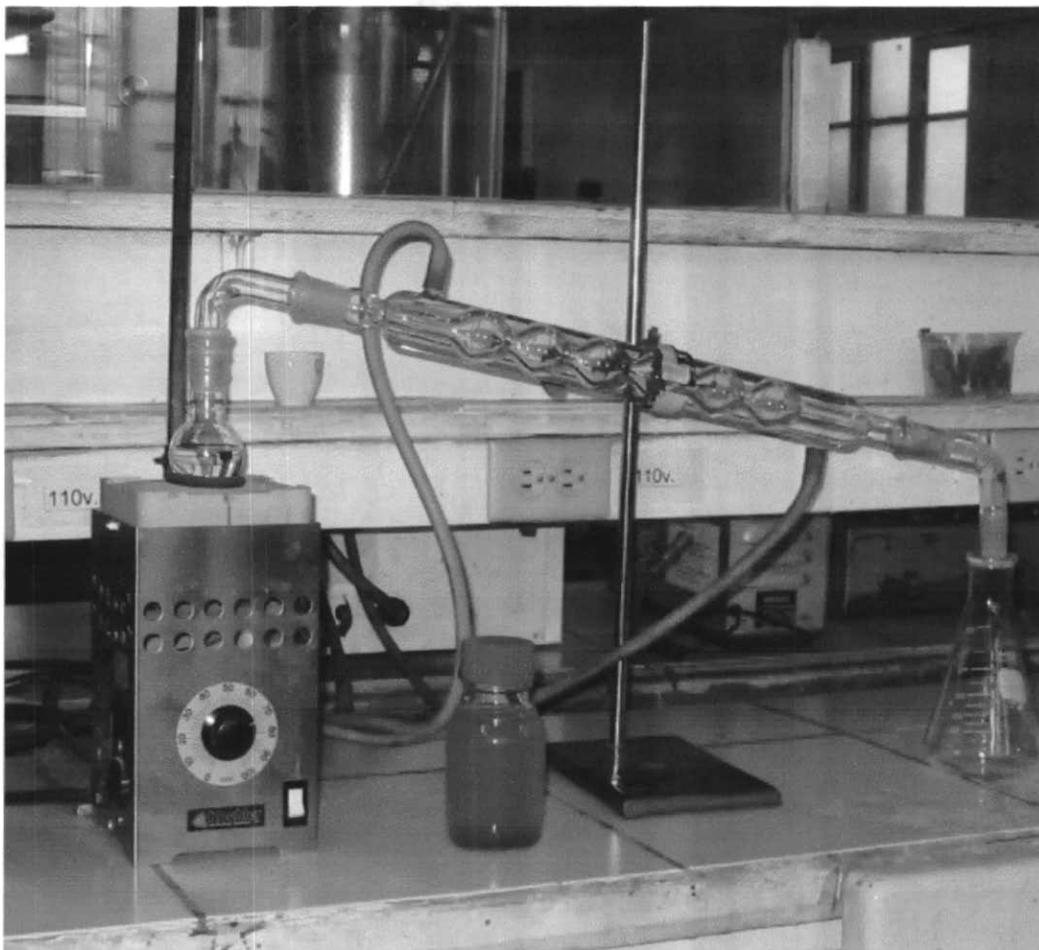


Foto N° 16: Muestra de agua de la salida de la trampa de aceites.

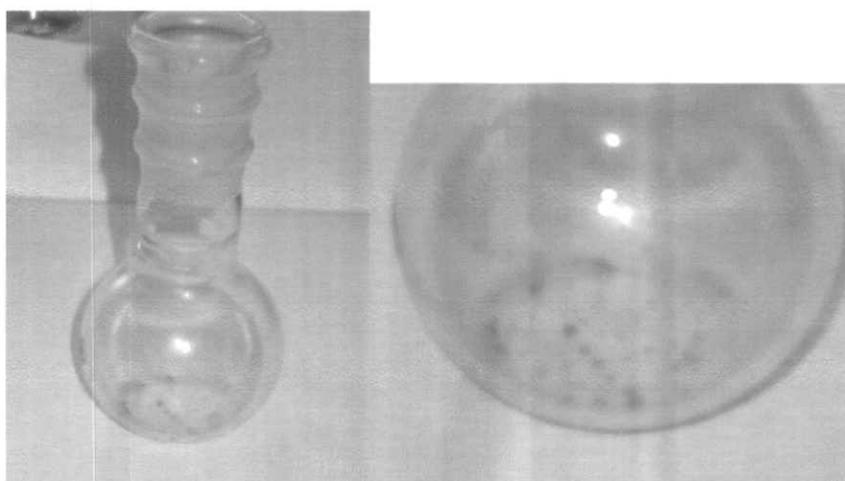


Foto N° 17: muestras de aceites en el balón de evaporación de solventes

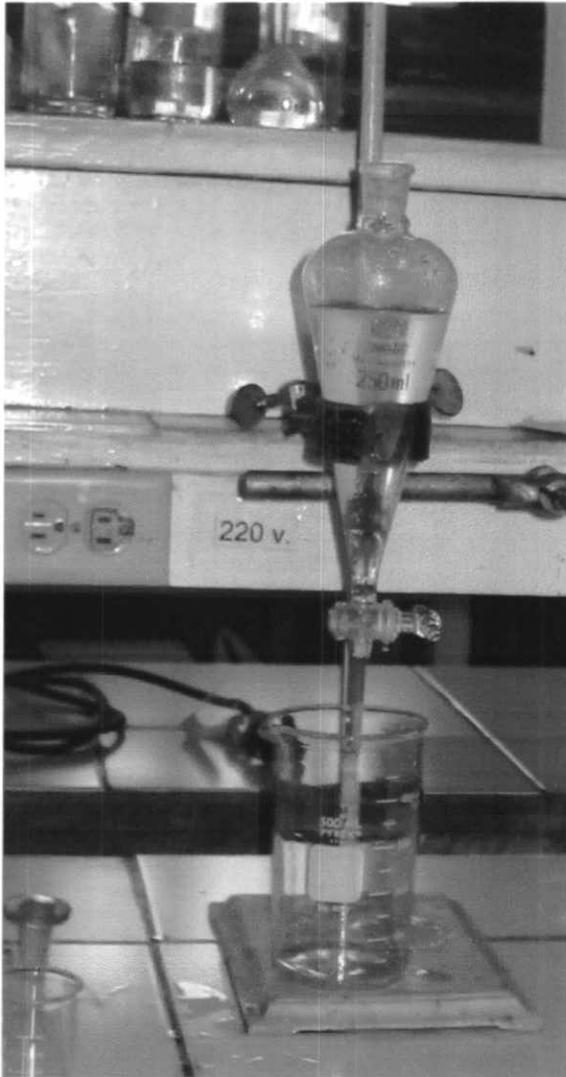


Foto N° 18 : Pera de separación de agua y solvente.



Foto N° 19: Cenizas del crisol con la muestra de aceite de la trampa de aceites (blanco) es menor que las cenizas de los otros crisoles que son residuales (el rojo y negro)

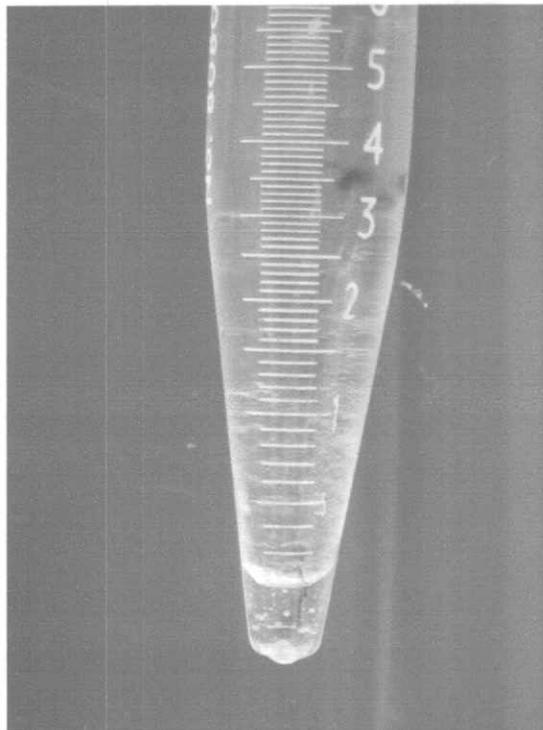
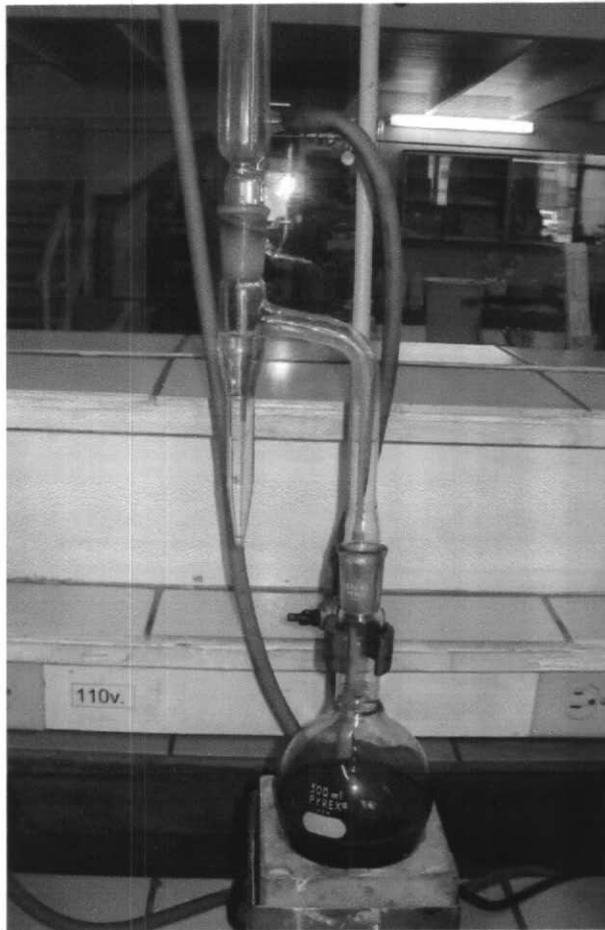
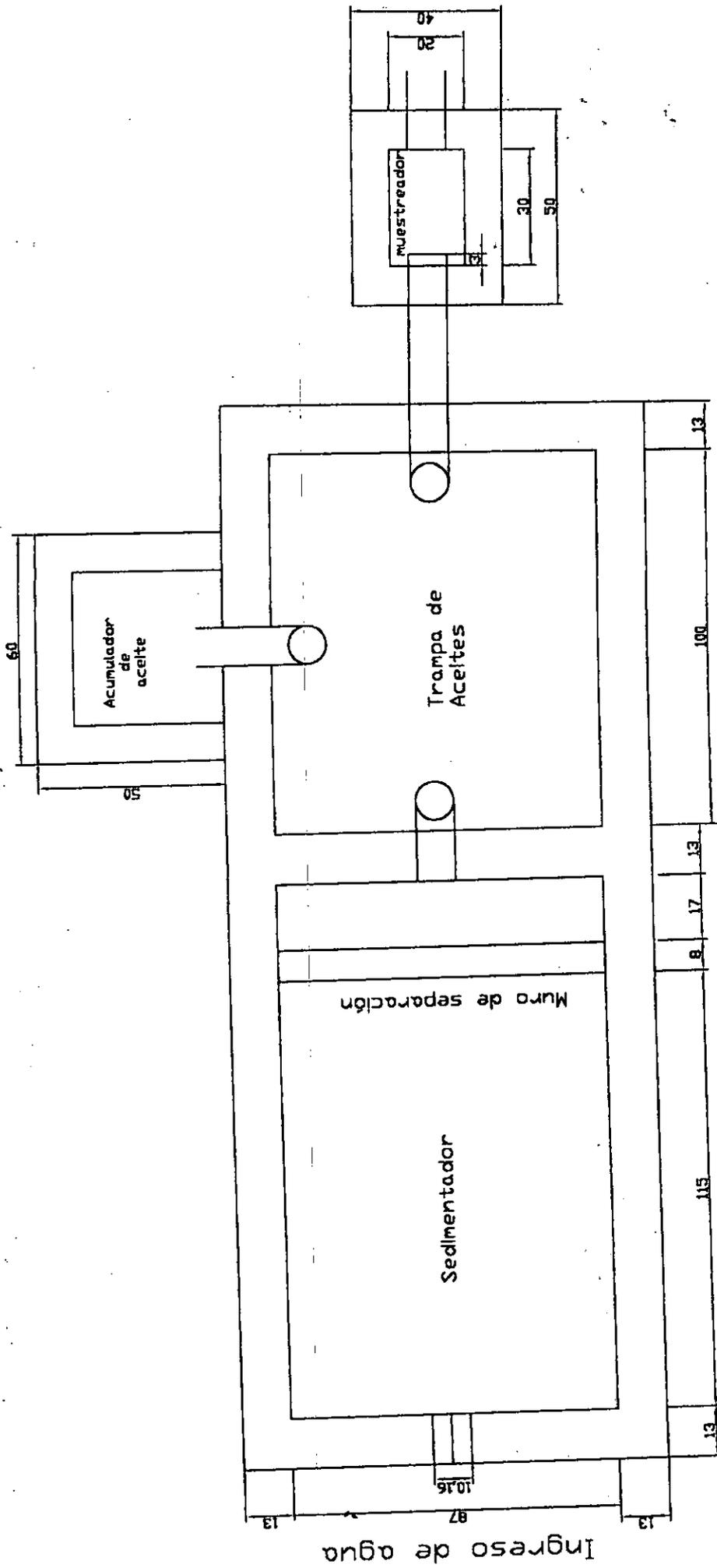


Foto 20 y 21: Contenido de agua por arrastre, se observa en la imagen inferior que el aceite recuperado contiene 0.2 ml de agua.

PLANOS

Plano típico de una trampa de aceites



Ingreso de agua

Salida de agua

Trampa de Aceite de una estacion de servicio de combustible.	
Vista de Planta	Escala: S/E Unidad: cm
Fecha: Diciembre - 2005	
Diseño: JACS	

Documentos

- Informe N° 014-04-L-21-FIQM: análisis de laboratorio de tres muestras de agua
- Carta N° 739-2003/EEC: respuesta a la solicitud de información referente a análisis de contenido de aceites en efluentes de trampas de aceite.
- Of. No. 1824 – 60 del Ministerio de Fomento Superintendencia del Agua Potable de Lima
- Carta presentada a Osinerg donde se adjunta un informe preliminar de la investigación de las trampas de aceites de las Estaciones de Servicio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y MANUFACTURERA
LABORATORIO N°21 INVESTIGACION Y QUIMICA APLICADA

Av. Túpac Amaru 210. Lima 25 PERU - Apartado 1301
Teléfonos Central UNI 481-1070. Central FIQM 381-3849 381-3867 anexo 37. Telefax 481-7919

INFORME N°014-04-L21-FIQM

SOLICITANTE : JUAN CONTRERAS SERRANO
MUESTRA : UNIVERSAL
JAVIER PRADO
BENAVIDES
Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante
ENSAYO : ANALISIS QUIMICO
FECHA : 13-01-04

REPORTE DE RESULTADOS

	ACEITES Y GRASAS mg/L
UNIVERSAL	229,0
JAVIER PRADO	134,0
BENAVIDES	93,5

NT.APHA5520-B

Sin otro particular, quedamos de ustedes. ,

Atentamente,

ING. ENRIQUE F. NEIRA MONTOYA
Jefe del Lab. N° 21

JEFF



CARTA N° 793 -2003/EEC

Lima,

Señor

Juan Amilcar Contreras Serrano
Jr. Las Calendulas # 899
San Juan de Lurigancho
Presente -

Ref. : Expediente N° 11225

Estimado señor:

Nos es grato saludarlo mediante la presente y a la vez para dar respuesta al documento de la referencia, donde nos solicita apoyo para la elaboración de su tesis sobre información de contaminación de aguas por hidrocarburos.

Al respecto, debo informarle que nuestra área no realiza ese tipo de análisis, por lo que lamentamos no poder brindarle dicha información.

Sin embargo, cualquier otra consulta estaremos gustosos en atenderlo.

Atentamente,


ING. NELLY NAKAMATSU NAKAMATSU
Jefe Equipo Evaluación de Calidad

OFICINAS ADMINISTRATIVAS

Av. Ramiro Prialé 210
El Agustino
Telf.: 317-3000

Av. Venezuela 812
Breña - Lima
Telf.: 432-5505

CENTROS DE SERVICIOS

C.S. COMAS
Av. Victor Andrés Belaunde Oeste Cdra 5
Tells.: 537-2345 / 537-2343
536-2179 / 536-2189

C.S. CALLAO
Av. Guardia Chafaca 1131
Tells.: 429-1926 / 429-3520 / 429-0950

C.S. BREÑA
Av. Tingo María 600
Tells.: 425-5051 / 425-5030 / 425-5151

C.S. ATE VITARTE
Av. Nicolás Aylón 2309
Tells.: 326-1312

C.S. SURQUILLO
Av. Primavera 1450
Tells.: 241-8100 / 421-4018
241-4460

C.S. VILLA EL SALVADOR
Av. Industrial Cdra. 3 - 1er. Sect.
Tells.: 291-2125 / 291-2126

C.S. SAN JUAN DE LURIGANCHO
Av. Próceres de la Independencia 3101 / 3105
Tells.: 388-2478 / 388-2479
388-2480
Fax: 387-6015

24 OCT. 2003 12:25

RECIBIDO

HORA: 12:25

Viernes, 24 de Octubre del 2003

Ing. Nelida Camacho

Jefa de equipo de evaluación de calidad de aguas residuales de SEDAPAL

Asunto: Información para trabajo de investigación (Tesis)

De mi consideración.

Me dirijo a Ud. para informarle y pedirle apoyo informativo para la realización de mi tesis, soy bachiller de ingeniería petroquímica de la universidad nacional de ingeniería y vengo desarrollando mi tesis en la parte medioambiental, analizando el tratamiento de aguas residuales provenientes del lavado de vehículos de estaciones de servicio mediante trampas de aceites y grasas, para buscar alternativas de reducir la contaminación de aguas por hidrocarburos. Me facilitaría mucho la colaboración su empresa para en la obtención de información estadística y algunos resultados hechos por su unidad; *Por lo que pido el apoyo requerido durante la elaboración de la tesis*, pues este estudio es finalmente de beneficio del país.

La información que requiero son las siguientes:

- Diseño típico para trampa de aceites que recomiendan ustedes por su experiencia para estaciones de servicio
- Concentración de aceites y grasas encontrada en la salida de agua residual de la trampa de aceites y grasas de una estación de servicios de combustibles que cumpla con el diseño adecuado.
- Rango de concentración de aceites y grasas (ppm) en el agua de salida de una trampa de aceites y grasas típica que recomiendan o existen en el mejor de los casos.
- Cantidad de inspecciones realizadas en estaciones de servicio de combustibles y cuantos no cumplen con el límite permisible de 100 ppm de concentración de aceites y grasas en vertimientos de aguas residuales provenientes de trampas de aceite al desagüe.
- Recomendaciones y opinión respecto a las autorizaciones actuales que se dan para el funcionamiento de las estaciones de servicio con lavado de vehículos. Además me gustaría que plazos dan para la instalación o modificación de trampas de aceites y grasas.

Finalmente me gustaría tener una entrevista con usted o con alguien que delegue usted y que también conozca del tema, si su agenda es muy recargada. Constancia de aprobación de tema de tesis.

Atentamente

Juan Amílcar Contreras Serrano

Teléfono: 97019592 ó 4586138
Correo: jcontreras19@yahoo.com

**MINISTERIO DE FOMENTO
SUPERINTENDENCIA DEL AGUA POTABLE DE LIMA.**

Lima, 1° de Diciembre de 1960.

Of. No. 1824 - 60

Señor Director General de Salud.

Se ha expedido el siguiente Decreto Supremo N.º 28/60 S.A.P.L.:

"EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA". - CONSIDERANDO:- Que habiendo comprobado la Superintendencia del Agua Potable de Lima efectos de destrucción en diversos tramos del alcantarillado público de la Ciudad de Lima y Balnearios que se hacían más notorios en los colectores de desagües que sirven a las zonas industriales, se nombró por Resolución Ministerial una Comisión de Ingenieros Especialistas de dicha superintendencia, de la Sub-Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, y el Ministerio de Salud Pública, con la finalidad de estudiar el problema y formular una reglamentación al efecto. Que el estudio realizado por la indicada Comisión señala como causas fundamentales que propenden de la destrucción, la acción química, la elevada temperatura y la alta concentración de materia orgánica de los desagües industriales descargados sin ningún control en los colectores públicos. Que por lo tanto se precisa establecer las características normales cuyos límites no deben sobrepasarlos desagües industriales, al ingresar al alcantarillado motivada por el recargo de volumen o en concentración orgánica de las redes, requiere, para ser evitada, de un programa de inspección permanente y de control y limpieza adecuada, cuyos gastos deben ser cubiertos por las industrias en proporción a las sobrecargas que causen, siendo preciso determinar, previo estudio, las tasas de retribución equitativas y proceder de inmediato a la ejecución de los análisis de los líquidos evacuados de las fábricas. **DECRETA:**

- 1° Apruébase el Estudio de los desagües industriales de Lima Metropolitana, formulado por la Comisión de Ingenieros, Don EDMUNDO ASPILLAGANAVARRO, Don ENRIQUE BIELICH U., y Don ALEJANDRO VINCÉS ARAOZ.
- 2° Queda terminantemente prohibido descargar en el alcantarillado público residuos que puedan causar el deterioro de sus estructuras u originar obstrucciones, trayendo como consecuencia la elevación del costo normal de operación y mantenimiento.
- 3° Bajo ninguna circunstancia será permitido descargar en las redes públicas de desagües los siguientes residuos:
 - a) Basuras o restos de comida.
 - b) Gasolina y solventes industriales.
 - c) Barros y arenas.
 - d) Alquitranes, materiales bituminosos y viscosos.
 - e) Pegamentos y cementos.
 - f) Plumas, huesos, trapos e hilachas.
 - g) Trozos de metal, vidrios, madera, cerámica y materiales similares capaces de producir atoros.
 - h) Gases peligrosos para la vida y la salud.
 - i) Productos residuales del petróleo.
 - j) Aquellos que pueden ser tóxicos o convertirse en tales al mezclarse con los ácidos naturales del líquido cloacal, cianuros, fenoles, arseniatos, etc.
 - k) Aquellos que sean corrosivos e incrustantes o que puedan convertirse en tales al reaccionar con los gases y ácidos naturales de los líquidos cloacales.
 - l) Aquellos que contengan en elevada concentración sulfatos y sulfitos.
 - m) Aquellos que sean radiactivos en condiciones y concentraciones superiores a los establecidos por los reglamentos internacionales.
 - n) Aquellos que contengan iones de metales pesados.
- 4° No se aceptará en ningún caso el ingreso directo a las redes públicas de desagüe de:
 - a) Las aguas de lavado de pisos de talleres y fábricas.
 - b) Las aguas sobrantes de la construcción civil.
 - c) Substancias volátiles.
 - d) Minerales precipitables o solubles.
 - e) Los residuos de camales, caballerizas, establos y similares.

Al efecto los interesados deberán instalar los dispositivos necesarios para evitar los ingresos directos, consistentes en trampas, retenedores y otros.

5° Todo residuo industrial que ingrese a las redes públicas de desagüe deberá cumplir sin excepción, con las siguientes normas:

- a) Temperatura que no sobrepase de los 35°C.
 - b) Los vapores deberán ser condensados para ingresar al desagüe.
 - c) Los líquidos grasos que ingresen al colector, deberán tener una concentración menor de 0,1 g./L., en peso.
 - d) Las substancias inflamables que ingresen al desagüe deben tener un punto de ignición superior a los 90 °C y concentración inferior a 1 g./L.
 - e) El pH deberá estar comprendido entre 5.0 y 8.5. Las industrias que evacuen los ácidos minerales o substancias fuertemente alcalinas, deberán tener tanques de suficiente capacidad donde sean neutralizados.
 - f) La D.B.O. (Demanda Bioquímica de Oxígeno), no sobrepasará las 1,000 p.p.m.
 - g) Los sólidos sedimentables no tendrán concentración mayor a 8.5 mL./L./h. (Mililitros/Litro/hora).
- 6° Los Industriales deberán tomar las medidas necesarias para cumplir con los requisitos señalados en los Art. 3°, 4°, y 5°, debiendo presentar a la Superintendencia de Agua Potable de Lima, para su aprobación de los diseños a adoptar, elaborados por un profesional especializado, inscrito en el Registro Oficial de Ingenieros del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, para lo cual contarán con 120 días de plazo; dentro de los 120 días posteriores a la aprobación del proyecto la obra deberá quedar ejecutada.
- 7° Los Industriales que infrinjan los Art. 3°, 4° y 5°, que al vencimiento de los plazos indicados no hubieran cumplido con

ejecutar las obras pagarán multa de S/. 1,000.00 a S/. 10,000.00 quedando facultada la Superintendencia del Agua de Lima, en caso de incumplimiento, para suspender el servicio público de abastecimiento de agua potable y gestionar la clausura de la industria reuente.

- 8° La superintendencia de Agua potable de Lima, procederá a efectuar los análisis de laboratorio y los estudios de descarga de los desagües de las fábricas de Lima, por cuenta de los industriales, quedando obligados a permitir el ingreso a sus locales al personal autorizado por la Superintendencia del Agua Potable de Lima, para la toma de muestras.
- 9° En la Jurisdicción del Callao será la Junta de Obras Públicas, la entidad encargada de la aplicación de las disposiciones del presente Decreto, con excepción del sector de influencia del interceptor de la Avenida Argentina, hasta la cámara de Reunión punto inicial del Emisor General de Desagües del Callao.
- 10° En las ciudades y pueblos de la República, la ampliación del presente Decreto estará a cargo de las Oficinas Departamentales de Obras Sanitarias, de las Administraciones de Servicios de Agua Potable y Desagüe o de los Municipios respectivos, según sea la entidad que opera al servicio de desagüe establecido en su jurisdicción.
- 11° Las Industrias quedan obligadas a instalar una cámara para inspección, muestreo y verificación del volumen de los líquidos que evacuen, y a pagar los gastos que los análisis y estudios que sus desagües originen.
- 12° Terminados los estudios a que se refiere el Art. 8 y dentro de un plazo que no sea mayor de un año, la Superintendencia del Agua Potable de Lima, formulará la escala de aporte de los establecimientos industriales para la conservación de los colectores públicos de desagües.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima a los veintinueve días del mes de Noviembre de Mil Novecientos Sesenta. MANUEL PRADO - Vice Almirante Guillermo Tirado L., Ministro de marina, Encargado de las carteras de Fomento y Obras Públicas"

<http://www.sedapal.com.pe/servicios/prin.htm>



Organismo Supervisor de la Inversión en Energía

Fecha: 2004.01.20

Hora: 04:02:36 PM

Página: 1

RECIBO POR DERECHO A TRAMITE

Número : 404940

Fecha de Ingreso : 20-JAN-04

Nº Carta / Línea : -

Documento : CARTA Nº S/N

Referencia :

Trámite : EN PROCESO

Oficina Destino : GERENCIA FISCALIZACION DE HIDROCARBUROS

Remitente : CONTRERAS SERRANO JUAN AMILCAR

Asunto : ENTREGA DE INFORME PRELIMINAR DE LA TESIS "RECUPERACION Y TRATAMIENTO DE HIDROCARBUROS LIQUIDOS DE SEPARADORES DE ACEITE DE ESTACIONES DE SERVICIOS DE COMBUSTIBLE"

Nota: Se ruega conservar este documento, para cualquier consulta deberá referirse al número de documento otorgado

CARGO

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía

Bernardo Monteagudo 222 - Magdalena del Mar - Lima 17 Tel. 219-3400 Fax: 219-3413

Lima, 20 de enero del 2004

Señores:

OSINERG

Ate. : Ing : Jorge Alarcón

Jefe de Unidad de Medio Ambiente de la Gerencia de Fiscalización en
Hidrocarburos del Osinerg.

Presente .-

Asunto: Entrega de informe preliminar de la tesis "Recuperación y tratamiento de hidrocarburos líquidos de separadores de aceite de estaciones de servicio de combustible".

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted, para remitirle este informe preliminar que es un avance de mi tesis, el cual contiene una evaluación de las trampas de aceites inspeccionadas, que espero les pueda ser de utilidad para las futuras inspecciones que desarrollen. Solicito además la revisión de los expedientes de las trampas de aceite inspeccionadas para poder concluir si el problema es solo la falta de mantenimiento de las trampas de aceite o que los diseños no fueron cumplidos.

Posteriormente me gustaría alcanzarles un informe final de mi tesis o la misma tesis aprobada para lo cual requiero aun de su apoyo en asesoría e información como solicito en el párrafo anterior. La parte final de la tesis contendrá un diseño sugerido para trampas de aceite que permita que sea más eficiente y prolongar el periodos de mantenimiento de estas.

Sin otro particular, agradezco su atención de antemano.

Atentamente,

Juan Amílcar Contreras Serrano

Bach. Ing. Petroquímica

Teléfono: 4586138 y 97019592

Jcontreras19@yahoo.com

Anexo: Carta de presentación

RES		PAE
GG		LOG
GL		RRHH
GFH		CONT
GFE		OI
GART		OAI
OSPP		ORL
OEE		OC
JARU		EJC
OPG		

OSINERG
TRÁMITE DOCUMENTARIO
RECIBIDO
20 ENE. 2004
REGISTRO HORA
LA RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO NO INDICA CONFORMIDAD

REPUBLICA DEL PERU
A NOMBRE DE LA NACION
EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

POR CUANTO:
EL CONSEJO UNIVERSITARIO, VISTO QUE HAN SIDO CUMPLIDOS
LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN LA FACULTAD DE
INGENIERIA DE PETROLEO,

HA OTORGADO CON FECHA 09 DE AGOSTO DEL 2000

EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN:
INGENIERIA PETROQUIMICA

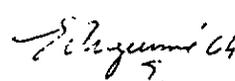
A DON

JUAN AMILCAR CONTRERAS SERRANO

POR TANTO:

EXPIDE EL PRESENTE DIPLOMA PARA QUE SE LE RECONOZCA COMO TAL
DADO EN LIMA A 18 DE AGOSTO DEL 2000


Secretario General


Decano de la Facultad


Rector de la Universidad

REGISTRADO A FOJAS 143 DEL TOMO 07 RESPECTIVO.

FEDATARIO
Ley N° 27443
Copia fiel del original que tengo a la vista

A. Reynaldo Rodríguez Aponte
Lima, 18 de Agosto del 2000
SOLAMENTE PARA TRAMITE INTERNO

