



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE LUBRICANTES  
AUTOMOTRICES EN GUATEMALA**

**Hugo José Herrera De León**  
Asesorado por el Ing. Jorge Luis Puertas

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE LUBRICANTES  
AUTOMOTRICES EN GUATEMALA**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR:

**HUGO JOSÉ HERRERA DE LEÓN**  
ASESORADO POR EL ING. JORGE LUIS PUERTAS  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
EXAMINADOR:	Ing. Hernán Leonardo Cortez Urisote
EXAMINADOR:	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO  
DE ANÁLISIS DE LUBRICANTES AUTOMOTRICES EN GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial el 8 de marzo de 2007

  
Hugo José Herrera De León.

Guatemala 2 de agosto de 2007

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

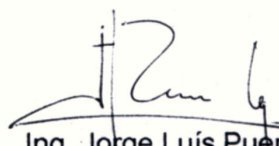
Respetable Ing. Francisco Gómez:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que he revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANALISIS DE LUBRICANTES EN GUATEMALA"**, elaborado por el estudiante de Ingeniería Mecánica Industrial HUGO JOSE HERRERA DE LEON.

A mi juicio, este trabajo cumple con los objetivos propuestos y no dudo sea de gran utilidad para todos aquellos que lo consulten.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente,



Ing. Jorge Luis Puertas  
Ingeniero Mecánico Industrial  
No. Colegiado 5763

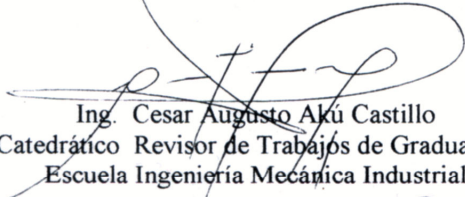
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE LUBRICANTES AUTOMOTRICES EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Hugo José Herrera De León**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Cesar Augusto Aku Castillo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

**César Aku Castillo**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO 4.073

Guatemala, septiembre de 2007

/mgp


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE LUBRICANTES AUTOMOTRICES EN GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Hugo José Herrera De León**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo

**ID Y ENSEÑAR A TODOS**

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2007.



/mgp

## **AGRADECIMIENTOS**

Al personal de Trittech Overseas y de forma muy especial a los ingenieros Ignacio Quiroz, Jorge Luis Puertas y Sergio Ricardo Herrera, por toda su colaboración, asesoría e incondicional apoyo. Sin su colaboración este trabajo no hubiera sido posible.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI

### 1. ASPECTOS GENERALES

1.1.	Análisis inicial de Tritech.....	1
1.1.1.	Misión.....	1
1.1.2.	Visión.....	1
1.1.3.	Ubicación geográfica.....	3
1.1.4.	Productos y servicios.....	4
1.2.	Definiciones y conceptos básicos.....	6
1.2.1.	Mantenimiento predictivo.....	6
1.2.2.	Análisis de lubricantes en el mantenimiento predictivo.....	7
1.3.	Descripción de los análisis más comunes para lubricantes.....	9
1.3.1.	Determinación del agua contenida en el combustible.....	10
1.3.2.	Análisis TAN y TBN.....	11
1.3.3.	Espectrofotometría de absorción atómica.....	12
1.3.4.	Espectrofotometría infrarroja (FTIR).....	13
1.3.5.	Oxidación.....	15

1.3.6.	Nitración.....	16
1.3.7.	Hollín.....	16
1.4.	Los análisis de lubricantes en la industria del transporte.....	17
<b>2.</b>	<b>ESTUDIO DE MERCADO</b>	
2.1.	Objetivos del estudio de mercado.....	21
2.2.	Fuentes de información.....	21
2.3.	Tamaño de la muestra.....	22
2.4.	Cuestionarios.....	23
2.5.	Otros mercados.....	24
2.6.	Resultados.....	25
2.7.	Análisis de los resultados.....	30
<b>3.</b>	<b>ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA</b>	
3.1.	Visión.....	33
3.2.	Misión.....	33
3.3.	Descripción de los servicios a ofrecer.....	34
3.4.	Objetivos estrategicos.....	37
3.5.	Metas.....	37
3.6.	Descripción de puestos.....	40
3.7.	Análisis del puesto.....	40
3.8.	Descripción del puesto.....	44
3.9.	Diseño organizacional.....	48
<b>4.</b>	<b>ESTUDIO TÉCNICO</b>	
4.1.	Descripción del equipo propuesto.....	51
4.2.	Distribución de maquinaria.....	65
4.2.1.	Diseño del local.....	66

4.2.2.	Distribución del equipo.....	70
4.3.	Iluminación.....	72
4.4.	Ventilación.....	80
4.5.	Instalaciones eléctricas.....	86
4.5.1.	Elementos principales.....	87
4.6.	Instalaciones mecánicas.....	92
4.6.1.	Acetileno.....	93
4.6.2.	Óxido nítrico.....	94
4.7.	Programa de mantenimiento.....	98
<b>5.</b>	<b>ESTUDIO FINANCIERO</b>	
5.1.	Inversión inicial .....	107
5.2.	Costo de operación.....	111
5.3.	Análisis en el tiempo.....	119
5.4.	Punto de equilibrio.....	124
<b>6.</b>	<b>ESTUDIO AMBIENTAL</b>	
6.1.	Posibles riesgos y contingencias ambientales.....	129
6.1.1.	Emisión de gases de combustión a la atmosfera.....	130
6.1.2.	Contaminación por derrames de aceite usado	
6.1.3.	proveniente de las muestras.....	131
6.1.4.	Derrames de reactivos químicos.....	135
6.2.	Medidas en caso de contingencias.....	143
6.2.1.	Emisión de gases a la atmosfera.....	144
6.2.2.	Derrame de aceite usado o reactivos químicos.....	145
6.2.3.	Incendios o explosiones.....	146

<b>CONCLUSIONES</b> .....	149
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	151
<b>RERERENCIAS</b> .....	153
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	157
<b>APÉNDICE</b> .....	159
<b>ANEXOS</b> .....	167

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Ubicación de Trittech Overseas	3
2	Espectroscopía IR de un lubricante	14
3	Análisis que se realizan	27
4	Participación del mercado de análisis de lubricantes	28
5	Mapa estratégico	39
6	Organigrama del laboratorio	49
7	Espectrofotómetro PerkinElmer AANALYST 400	56
8	Dimensiones del espectrofotómetro	58
9	Ciclo del titulador automático	60
10	Titulador METTLER TOLEDO T70	61
11	Titulador Karl Fisher METTLER TOLEDO DL38	63
12	Viscosímetro Quantotec Visco 88	64
13	Balanza analítica METTLER TOLEDO AB-S	66
14	Diseño del laboratorio	69
15	Distribución del equipo	71
16	Distribución de ventanas y tragaluces en el local	73
17	Distribución de luminarias en el local	80
18	Dimensiones de la campana extractora y su ducto	84
19	Sistema de ventilación	85
20	Diagrama de las instalaciones eléctricas circuitos $C_1$ y $C_2$	91
21	Diagrama de las instalaciones eléctricas circuitos $C_3$ y $C_4$	92

22	Instalaciones de suministro de acetileno y óxido nitroso	98
23	Flujo de efectivo para el proyecto	122
24	Punto de equilibrio para el primer año de operación	125

## TABLAS

I	Resultados obtenidos del estudio de campo	25
II	Extrapolación para la demanda del universo	26
III	Análisis que se realizan	26
IV	Análisis realizados con terceros	28
V	Resultados para otros segmentos del mercado	29
VI	Proporción de análisis realizados con la empresa proveedora de lubricante para otros mercados	29
VII	Iluminancias recomendadas para interiores	74
VIII	Relación del ambiente y coeficientes de utilización para los distintos ambientes	76
IX	Flujo luminoso para los distintos ambientes	77
X	Número de luminarias para los distintos ambientes	78
XI	Número de tubos por luminaria para los distintos ambientes	79
XII	Tasa de renovación de aire y área de ventilación para cada ambiente	83
XIII	Dimensiones y número de ventanas en cada ambiente	83
XIV	Corrientes de cada circuito y calibre del conductor a utilizar	89
XV	Valores de los interruptores automáticos en cada circuito	89
XVI	Inversión inicial en instalaciones	106

XVII	Inversión inicial mobiliario	107
XVIII	Inversión inicial equipo	108
XIX	Costos variables por paquete de análisis	113
XX	Ingresos estimados debidos a los análisis realizados	114
XXI	Precio de los servicios ofrecidos	115
XXII	Demanda anual de servicios ofrecidos	115
XXIII	Ingresos anuales previstos provenientes de los servicios	116
XXIV	Ingresos totales	116
XXV	Resumen de ingresos y egresos para el primer año	124
XXVI	Punto de equilibrio y demanda estimada para los primeros cinco años	126
XXVII	Punto de equilibrio y demanda estimada para los primeros cinco años	126
XXVIII	Emisiones atmosféricas previstas para el laboratorio	131
XXIX	Niveles de toxicidad del benceno	136
XXX	Niveles de toxicidad del hidróxido de sodio	142





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>m</b>	Metro
<b>V</b>	Voltio
<b>Hz</b>	Hertz
<b>°C</b>	Grado centígrado
<b>s</b>	Segundo
<b>KPa</b>	Kilo Pascal
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>VA</b>	Volt-Ampere
<b>W</b>	Wat
<b>Φ</b>	Flujo luminoso
<b>RR</b>	Relación del ambiente
<b>K</b>	Coefficiente de utilización de la luminaria
<b>\$</b>	Dólar estadounidense
<b>A</b>	Ampere
<b>Q</b>	Quetzal
<b>lum</b>	Lumen
<b>ppm</b>	Parte por millón
<b>RQ</b>	Coefficiente de riesgo
<b>LD<sub>50</sub></b>	Dosis letal media
<b>LC<sub>50</sub></b>	Concentración letal media



## GLOSARIO

<b>Aceite lubricante</b>	Es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada y forma, asimismo, una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.
<b>Asesoría</b>	Acompañar, brindar consejo técnico, revisar los resultados y ayudar a encontrar soluciones en conjunto con el cliente.
<b>Absorbancia</b>	Representada por la letra $\alpha$ , es el cociente entre la radiación incidente y la radiación transmitida por un objeto.
<b>Análisis</b>	Es la descomposición de un todo en sus distintos elementos constituyentes, con el fin de estudiar éstos de manera separada, para luego, en un proceso de síntesis, llegar a un cabal conocimiento integral.
<b>Campana de extracción</b>	Estructura de lámina con forma piramidal truncada utilizada para captar de mejor forma humos y gases para su posterior canalización.

<b>Cárter</b>	Recipiente donde se aloja el aceite de engrase del motor y esta situado en la parte inferior del bloque.
<b>Chumacera</b>	Un tipo de cojinete deslizante teniendo movimiento ya sea oscilatorio o rotatorio en conjunto con el muñón con el que opera.
<b>Cojinete</b>	Pieza o elemento mecánico que sirve de apoyo a un eje, le facilita su giro y reduce fricción y esfuerzos. Según el tipo de contacto entre las piezas, pueden ser de deslizamiento o de rodadura y, según el elemento de rodadura que llevan en su interior, los hay de bolas, de rodillos o de agujas. También, hay cojinetes radiales o axiales en función del tipo o sentido del esfuerzo sobre el mismo.
<b>Colorimetría</b>	Técnica instrumental que tiene por objeto determinar la absorción de luz visible por una muestra, la cual puede ser una sustancia pura o bien una mezcla o disolución.
<b>Concentración</b>	Magnitud física que expresa la cantidad de un elemento o un compuesto por unidad de volumen. En el SI se emplean las unidades $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$ .
<b>Contaminación atmosférica</b>	Es la alteración de la atmósfera terrestre por la adición de gases, o partículas sólidas o líquidas en suspensión en proporciones distintas a las naturales.

<b>Contingencia</b>	Una contingencia es toda condición o situación cuyo desenlace final, ganancia o pérdida, solo se confirmará si acontecen o dejan de acontecer uno o más sucesos futuros inciertos.
<b>Costo</b>	Recurso que se sacrifica o al que se renuncia para alcanzar un objetivo específico. Representa la inversión necesaria par producir o adquirir artículos para la renta.
<b>Costos fijos</b>	Son los que permanecen constantes en un rango relevante de producción.
<b>Costos variables</b>	Los que varían de forma proporcional al volumen de producción.
<b>Desgaste</b>	La pérdida de material de la superficie como resultado de una acción mecánica.
<b>Ducto</b>	Tubo de sección cuadrada que se utiliza para el flujo de gases.
<b>Espectrofotometría</b>	Método de análisis óptico que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

<b>Estudio de mercado</b>	El estudio del mercado trata de determinar el espacio que ocupa un bien o un servicio en un mercado específico. Por espacio se entiende la necesidad que tienen los consumidores actuales y potenciales de un producto en un área delimitada.
<b>Extrapolación</b>	Proceso de construir nuevos puntos de datos a partir de un conjunto discreto de puntos conocidos. La extrapolación es el método más habitual de pronóstico. Se basa en suponer que el curso de los acontecimientos continuará en la misma dirección y con velocidad constante.
<b>Imidazol</b>	Compuesto orgánico de la familia aromática, caracterizado por disponer de un anillo pentagonal nitrogenado.
<b>Incentivo</b>	Compensación extra que se paga a un empleado o trabajador por realizar labores adicionales a los mínimos fijados.
<b>Ingreso</b>	Son todas las entradas financieras que percibe la empresa.
<b>Inocuo</b>	Que no es dañino.
<b>Inversión</b>	Empelo de capital en un proyecto con el fin de incrementarlo.

<b>Lubricante</b>	Cualquier sustancia que se interpone entre dos superficies en movimiento relativo con el propósito de reducir la fricción y el desgaste entre ellas.
<b>Lugol</b>	Solución de I2 (1%) en equilibrio con KI (2%) en agua destilada.
<b>Luminaria</b>	Aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas.
<b>Mantenimiento</b>	Tareas necesarias para que un equipo sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.
<b>Mantenimiento predictivo</b>	Tareas de seguimiento del estado y desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios, a través de análisis de síntomas, o análisis por evaluación estadística, las cuales determinen el punto exacto de su sustitución.
<b>Muestra estadística</b>	Una muestra es un subconjunto de casos o individuos de una población estadística.
<b>Optimol</b>	Empresa fabricante de productos lubricantes de alto rendimiento

<b>Puesto de trabajo</b>	Conjunto de tareas ejecutadas por una sola persona. El trabajo total asignado a un trabajador individual, constituido por un conjunto específico de deberes y responsabilidades.
<b>Riesgo ambiental</b>	Posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente natural o social por causa de un fenómeno natural o una acción humana.
<b>Transmitancia</b>	Es una magnitud que expresa la cantidad de energía que atraviesa un cuerpo. La transmitancia de la solución es la fracción de la radiación incidente transmitida por la solución
<b>Viscosidad</b>	Medida de la resistencia de un líquido a fluir. La medida común métrica de la viscosidad absoluta es el Poise, que es definido como la fuerza necesaria para mover un centímetro cuadrado de área sobre una superficie paralela a la velocidad de 1 cm por segundo, con las superficies separadas por una película lubricante de 1 cm de espesor.



## RESUMEN

El presente estudio determinó técnica y económicamente la factibilidad de implementar un laboratorio dedicado a analizar muestras de lubricante usado en motores de vehículos de transporte pesado.

Partiendo de una evaluación del mercado se encontró que existen espacios en el mercado guatemalteco para una entidad de este tipo y se conocieron cuáles son las necesidades y ofertas de este tipo de servicios actualmente en el país.

Basado en los resultados arrojados por el estudio de mercado se hace una propuesta administrativa y técnica de cómo debería organizarse, estructurarse y diseñarse el laboratorio para poder satisfacer las necesidades descubiertas. El estudio económico demostró que las propuestas hechas son económicamente rentables.

Finalmente, se han evaluado cuáles son los posibles riesgos de una entidad de este tipo para el ambiente, encontrándose que no representa mayor riesgo siempre que se tomen las precauciones y medidas de contingencia propuestas.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Evaluar mediante un estudio técnico y económico la factibilidad de implementar un laboratorio dedicado al análisis de lubricantes provenientes de la industria del transporte en Guatemala.

### **ESPECÍFICOS**

1. Determinar por medio de un estudio de mercado las necesidades actuales en el mercado de análisis de lubricantes y definir las características de la oferta actual.
2. Determinar a través de un estudio técnico el equipo necesario para la implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes que responda a las necesidades del mercado.
3. Diseñar una estructura administrativa que sustente el funcionamiento del laboratorio de análisis de lubricantes

4. Diseñar las instalaciones mecánicas necesarias para asegurar la correcta instalación y funcionamiento del equipo a utilizar en el laboratorio.
  
5. Analizar los beneficios financieros y los costos de operación, determinando la tasa de retorno de la inversión.
  
6. Prever mediante un estudio ambiental posibles contingencias y consecuencias ambientales de la creación del laboratorio y proponer alternativas de mitigación.

## INTRODUCCIÓN

Los programas de mantenimiento predictivos son importantes herramientas en las actuales culturas enfocadas a la calidad. El análisis de muestras de lubricantes usados es uno de los pilares en los que se fundamentan estos programas.

Actualmente, existe en la industria del transporte en Guatemala un mercado potencial grande para la implementación de un laboratorio que se dedique al análisis de lubricantes. Se necesita de un laboratorio imparcial, moderno y rápido, lo que no existe en el mercado guatemalteco.

En el presente trabajo se crea una estructura administrativa que empuje a un laboratorio de este tipo hacia un alto rendimiento y se evalúan de forma técnica cuáles serían las condiciones y equipos necesarios para que se pueda implementar un proyecto de este tipo.

Este proyecto ofrece una atractiva tasa de rendimiento y tiene un gran potencial económico que no solo generará utilidades, también creará valor en las actividades de mantenimiento del país.



# **1. ASPECTOS GENERALES**

## **1.1 Análisis inicial de Tritech**

### **1.1.1 Misión**

“Tritech Overseas está comprometido en ofrecer resultados documentados de aumentos de productividad y reducción de costos en el mercado de lubricación industrial, a través de personal, programas, servicios y productos de alta tecnología y calidad, contribuyendo al mismo tiempo a la conservación del medio ambiente”. (1)

### **1.1.2 Historia**

Tritech es desde su concepción una empresa dedicada a prestar productos y servicios relacionados con el campo de la lubricación a las distintas ramas de la industria productiva. Da inicio a sus operaciones en Guatemala en el año 1973 distribuyendo de forma exclusiva los lubricantes Molub-Alloy. En 1978 expande sus operaciones hacia el vecino país de El Salvador. (1)

En el año de 1987 adquirió Lubricantes Metálicos en Costa Rica, ampliando sus operaciones a todo el istmo centroamericano. Esta vez no bajo el nombre de Molu-Alloy, sino bajo la prestigiosa marca Castrol que había adquirido a la anterior. (1)

En 1993 inicia operaciones Trittech México en la ciudad de Córdoba, Veracruz, enfocado inicialmente a trabajar con la industria del azúcar. En 1998 Trittech México se une con la empresa LOF (distribuidor mexicano de Optimol) para formar Picnos. Ofreciendo en toda el área la mejor gama de lubricantes de alto rendimiento para la industria en general. (1)

Desde su concepción hasta la fecha Trittech ha buscado elevar la eficiencia y productividad de las actividades industriales de la región mediante la promoción de una selección y uso adecuado de productos lubricantes en general.

Ante las nuevas técnicas y métodos de mantenimiento surgidos y probados en otros países con mayor industrialización y ante los retos que plantea una cultura globalizada y competitiva, ha decidido buscar la forma de prestar a la industria de la región las herramientas necesarias para elevar su competitividad.



Fruto de estas iniciativas ha surgido la inquietud de establecer en Guatemala un laboratorio dedicado al análisis de muestras de lubricantes usados. Sabiendo que los resultados ofrecidos por estos análisis contienen información valiosa e indispensable para la implantación de programas de mantenimiento más modernos, más productivos y de mejor calidad.

### 1.1.3 Ubicación Geográfica

Para iniciar la implementación de este proyecto Trittech cuenta con una amplia plataforma a nivel regional que le sirve de respaldo económico y técnico. Actualmente cuenta con oficinas en los siguientes países:

- México
- Guatemala
- El Salvador
- Costa Rica

**Figura 1 Ubicación de Trittech Overseas**



Fuente: [www.tritechoverseas.com](http://www.tritechoverseas.com)

#### **1.1.4 Productos y servicios**

Tritech Overseas es una empresa dedicada a ofrecer productos y sistemas de lubricación que permitan a las empresas que contratan sus servicios mejorar su productividad.

Su personal esta capacitado en el área de lubricación para crear sistemas completos de lubricación. El sistema inicia en la selección del equipo y lubricante correcto para cada aplicación, capacitación al personal técnico responsable de dichas instalaciones y ofrecer herramientas para la documentación y seguimiento de los resultados obtenidos.

Se puede dividir la actividad de Tritech en dos ramas íntimamente relacionadas. La venta de productos y suministros incluye la venta de equipo, de aceites y grasas lubricantes de alto rendimiento para diversas aplicaciones industriales y la venta de equipos de lubricación para equipo industrial.

Todos los equipos son instalados por el personal de Tritech o estos asesoran su instalación. Los técnicos de Tritech capacitan al personal técnico de la empresa en el mantenimiento y uso de las mismas para obtener los máximos resultados posibles.

La otra rama de actividad de Trittech es la asesoría y diseño de sistemas de lubricación. Ofrece personal altamente capacitado en la resolución de problemas de lubricación en las diversas actividades industriales. Mediante visitas programadas el personal colabora con el personal de la planta para resolver los problemas de lubricación.

Estos servicios incluyen la capacitación al personal de las industrias en distintos aspectos de la lubricación mecánica, desde sus fundamentos básicos, hasta equipos específicos de amplia aplicación industrial.

Además colabora con las empresas del área en la implementación de sistemas de mantenimiento preventivo. Ofrece distintas herramientas para el control del rendimiento del lubricante, como software, análisis de laboratorio, etc. que permiten a la industria reconocer el momento más oportuno para reemplazar su lubricante y distintas partes deslizantes.

Basados en esta amplia experiencia en el área de la lubricación y en los programas de mantenimiento preventivo en las distintas ramas productivas de la región, nació la idea de buscar nuevas y modernas opciones para incrementar la productividad del mantenimiento y los equipos que atiende.

De esta experiencia nace la iniciativa de crear un laboratorio de análisis de lubricantes. Destinado en un inicio a atender a la masiva industria del transporte guatemalteco. Trittech cuenta con la experiencia, capital y personal necesario para impulsar e implementar este proyecto y beneficiar en un primer momento a la industria nacional y posteriormente a la de toda la región.

## **1.2 Definiciones y conceptos básicos**

Antes de presentar el proyecto es necesario que el lector tenga claro algunos conceptos básicos.

### **1.2.1 Mantenimiento predictivo**

Sin duda, el desarrollo de nuevas tecnologías ha marcado sensiblemente la industrial mundial. En los últimos años, la industria mecánica se ha visto bajo la influencia determinante de la electrónica, la automatización y las telecomunicaciones, exigiendo mayor preparación en el personal, no sólo desde el punto de vista de la operación de la maquinaria, sino desde el punto de vista del mantenimiento industrial.

La realidad industrial, se caracteriza por la enorme necesidad de explotar eficaz y eficientemente la maquinaria instalada y elevar a niveles superiores la actividad del mantenimiento.

La industria tiene que distinguirse por una correcta explotación y un mantenimiento eficaz. En otras palabras, la operación correcta y el mantenimiento oportuno constituyen vías decisivas para cuidar lo que se tiene.

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

### **1.2.2 Análisis de lubricantes en el mantenimiento predictivo**

Los análisis de lubricantes proporcionan valiosa información sobre el estado y funcionamiento de la maquinaria, en especial de sus componentes lubricados (ejes, chumaceras, engranes, cojinetes, etc.)

Los análisis de lubricantes pueden dividirse de forma sencilla en tres grandes grupos:

Análisis iniciales: se realizan a productos de los equipos que presenten dudas provenientes de los resultados del estudio de lubricación y permiten correcciones en la selección del producto, motivadas a cambios en condiciones de operación.

Análisis rutinarios: aplican para equipos considerados como críticos o de gran capacidad, en los cuales se define una frecuencia de muestreo, siendo el objetivo principal de los análisis la determinación del estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros.

Análisis de emergencia: se efectúan para detectar cualquier anomalía en el equipo y/o lubricante, según:

- Contaminación con agua
- Sólidos (filtros y sellos defectuosos).
- Uso de un producto inadecuado

Una práctica frecuente de análisis a los lubricantes usados asegura que se alcanzará:

- ◆ Máxima reducción de los costos operativos.
- ◆ Máxima vida útil de los componentes con mínimo desgaste.
- ◆ Máximo aprovechamiento del lubricante utilizado.
- ◆ Mínima generación de efluentes.

En cada muestra se pueden estudiar los siguientes factores que afectan a la máquina en cuestión:

- Elementos de desgaste: Hierro, Cromo, Molibdeno, Aluminio, Cobre, Estaño, Plomo.
- Contaminantes: Silicio, Sodio, Agua, Combustible, Hollín, Oxidación,
- Nitración, Sulfatos, Nitratos.
- Aditivos y condiciones del lubricante: Magnesio, Calcio, Zinc, Fósforo,
- Boro, Azufre, Viscosidad.

- Gráficos e historial: Para la evaluación de las tendencias a lo largo del tiempo.

De este modo, mediante la implementación de técnicas ampliamente investigadas y experimentadas, y con la utilización de equipos de la más avanzada tecnología, se logrará disminuir drásticamente:

- Tiempo perdido en producción en razón de desperfectos mecánicos.
- Desgaste de las máquinas y sus componentes.
- Horas hombre dedicadas al mantenimiento.
- Consumo general de lubricantes.

### **1.3 Descripción de los análisis más comunes**

La tecnología hoy en día nos permite obtener una cantidad casi infinita de información de las muestras de lubricante mediante una gran variedad de análisis que varían en complejidad y costos.

Basta con un grupo de análisis para poder implementar un buen programa de mantenimiento predictivo. Estos análisis ofrecen información relevante y concreta sobre el estado y funcionamiento del equipo.

Los análisis más comúnmente practicados al lubricante y los que ofrecen la información más relevante para el mantenimiento se describen brevemente a continuación.

### **1.3.1 Determinación del agua contenida en el combustible**

Es muy raro detectar agua en un hidrocarburo común debido a que por su polaridad estos compuestos son generalmente insolubles. Sin embargo hasta pequeñas concentraciones de agua suspendidas en el aceite pueden provocar daños significativos.

La contaminación de agua es causa de mucho interés en muchas aplicaciones industriales donde el agua es mucho más dañina que los mismos sólidos presentes y es considerada como la principal causa de daños.

Las partículas presentes en el aceite no pueden observarse debido a que se encuentran suspendidas en él, formando una mezcla muy similar a una solución. Si la cantidad de agua aumenta las partículas se saturan y se empieza a formar otra fase que puede ser observada.

Muchos métodos son recomendados para la detección de agua en el aceite lubricante. El método más utilizado es la titulación *Karl Fischer*. A diferencia de otras técnicas, esta puede detectar niveles bajos de agua presente, alcanzando medidas tan bajas como 1 ppm de agua.



### **1.3.2 Análisis TAN y TBN**

El denominado número TAN es el número total de acidez que posee un líquido. La medida del TAN involucra una titulación, donde el contenido total del ácido contenido en el aceite disuelto y mezclado con solventes es completamente neutralizado por la adición gradual de una solución alcohólica de hidróxido de potasio. El método colorimétrico de determinación del punto final usa un indicador químico que cambia de color tan pronto el ácido está completamente neutralizado. El método alternativo es el potenciométrico.

Este tipo de análisis es practicado sobre todo en el análisis de aceite lubricantes que no son utilizados en motores. Un incremento en la acidez del aceite se puede deber a una oxidación del aceite debido a un sobre calentamiento, un tiempo de servicio exagerado o la presencia de agua o aire en el aceite. Los componentes utilizados en sistemas de refrigeración son particularmente susceptibles a un ataque de ácidos.

El TBN es el número total de base que contiene un líquido. La medición de TBN involucra una titulación potenciométrica completa donde el total de la reserva alcalina de un gramo de aceite disuelta en un solvente reacciona con la adición gradual de una cantidad de una solución de acidez conocida. La reacción es monitoreada midiendo el voltaje, para elaborar una gráfica de voltaje vs. ácido agregado. El punto final de la titulación es encontrado del punto de inflexión de la gráfica.

Este análisis solo se aplica a muestras de aceite de motor, debido a que estos lubricantes son deliberadamente formulados para contener una reserva de alcalinidad que tiene como propósito neutralizar los productos ácidos del proceso de combustión. El TBN es en un aceite una medida directa de su reserva de alcalinidad. Todos los aceites de motor tienen una alcalinidad inicial que se reduce con el uso.

El TAN de un aceite se define como el número de miligramos de KOH necesarios para neutralizar el contenido ácido de un gramo de aceite. El TBN de un aceite es el número de miligramos de KOH necesarios para neutralizar el ácido usado para neutralizar los componentes básicos de un gramo de aceite.

Tanto el TAN como el TBN pueden ser determinados de forma manual o mediante tituladores automáticos.

### **1.3.3 Espectrofotometría de absorción atómica**

La detección y el análisis de las partículas metálicas es la columna vertebral de un análisis de lubricantes. Este tipo de análisis ofrece información importante de fallas prontas a ocurrir en el motor o de fallas que de hecho ya han ocurrido.

La espectrofotometría de absorción atómica es de las técnicas más aplicadas en este campo, proveyendo información cuantitativa y cualitativa de las partículas contenidas en el aceite analizado. Siendo muy efectiva para detectar fallas que se caracterizan por la aparición de una cantidad anormal de partículas metálicas producidas por desgaste.

Con la espectrofotometría, las concentraciones de hasta 20 elementos son reportadas en partes por millón. Partes metálicas debidas a desgaste, aditivos y contaminantes son detectados y cuantificados por este método en forma rutinaria.(2)

La importancia de este análisis es su capacidad para anticiparse a las fallas. Aún cuando no existen signos del desgaste como ruidos, anomalías, etc., el análisis evidencia las piezas que están sufriendo desgaste y señala la proximidad de la falla. Mediante la comparación con un patrón, se pueden detectar límites anormales en el desgaste.(3)

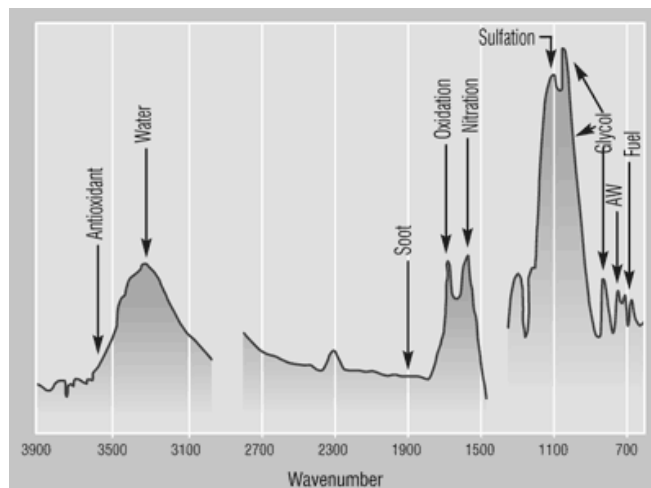
#### **1.3.4 Espectrofotometría infrarroja (FTIR)**

Es la segunda espectrofotometría más común en los análisis de laboratorio. A diferencia del análisis elemental, FTIR provee información de compuestos, en vez de elementos, encontrados en un aceite. FTIR revela parámetros de la degradación sufrida por el aceite, lo que le hace de mucha aplicación en aceites de motor. El análisis infrarrojo puede detectar la presencia de agua y también la oxidación y nitración del aceite.

A diferencia de otros espectrómetros este se centra como su nombre lo indica en la radiación en la región infrarroja. La degradación por productos y contaminantes encontrados en el aceite causan absorciones características en el espectro infrarrojo.

Una gráfica de absorbancia, transmitancia o concentración versus número de onda se genera durante el análisis de una muestra de aceite, llamada espectro infrarrojo. Otros componentes del aceite como aditivos, combustible y glycol pueden ser también medidos por espectroscopía infrarroja pero para esto es necesario comparar los resultados con los obtenidos de aplicar el análisis a una muestra de aceite nuevo.

**Figura 2 Espectroscopía IR de un lubricante**



Fuente: Ashley Mayer, Noria Corporation, "What the Tests Tell Us". **Revista Practicing Oil Analysis Magazine**. May 2006. Pp. 24

### **1.3.5 Oxidación**

La oxidación severa del aceite lubricante puede ocasionar la formación de barnices, lacas o resinas y un incremento en la viscosidad del mismo. Afortunadamente la reacción química entre el oxígeno y las moléculas del lubricante son muy lentas a temperatura normal y en estas condiciones no es un problema de consideración. La situación cambia cuando las condiciones en que se lleva a cabo la reacción son favorables a esta.

Los aceites de motor son formulados con un ambiente hostil en mente. Muchas condiciones promotoras de la oxidación acelerada coexisten en un motor, como son altas temperaturas, altas presiones, buen suministro de aire, agitación, la presencia de catalizadores metálicos y un gran área de contacto.

La más significativa de esas condiciones es la temperatura de operación, porque la velocidad de oxidación se duplica cada 10° C de incremento en la temperatura. El sobrecalentamiento es generalmente acompañado de un incremento de partículas de desgaste.

Para medir la oxidación del aceite se utiliza la espectrofotometría infrarroja a una muestra de aceite usado.

### **1.3.6 Nitración**

La nitración es la reacción del aceite con los productos de combustión que contienen nitrógeno. Esta reacción tiende a incrementarse cuando las temperaturas son más altas. Es por esto que se asocia con incremento del “*blow-by*”, como los gases calientes de combustión reaccionan con el aceite. (4)

En aceites industriales la nitración es una medida de la destrucción térmica del aceite. Esto puede ocurrir cuando el aceite entra en contacto con superficies extremadamente calientes o cuando hay un exceso de aire particularmente en sistemas hidráulicos.

### **1.3.7 Hollín**

El índice de hollín es una medida de la contaminación con el hollín del combustible, un indeseable producto del proceso de combustión, que ha sufrido un aceite. Este índice se aplica sólo a los aceites utilizados en los motores diesel porque en los motores de gasolina se espera que las medidas de hollín sean muy bajas. En los motores diesel, un exceso de hollín puede ser generado por exceso de combustible, temperaturas incorrectas de combustión y bajas revoluciones de operación entre otros.

Los aceites cuentan con aditivos que dispersan el hollín y lo mantienen en suspensión. Cuando la máxima capacidad del dispersante es excedida, se inicia la formación de depósitos que pueden dañar el motor.

Cuando se interpreta la gravedad de los resultados del índice de hollín, se deben tomar en cuenta lecturas previas de este índice del aceite del motor y los cambios que han ocurrido en su viscosidad. Altos valores de hollín pueden afectar negativamente la exactitud de otras medidas de la espectroscopía infrarroja.

#### **1.4 Los análisis de lubricantes para la industria del transporte**

Las técnicas utilizadas para la detección de fallas y problemas en los motores de combustión han evolucionado mucho en los últimos años. El análisis de laboratorio del aceite permite conocer de forma bastante exacta y con rigurosidad científica que es lo que ocurre en el interior de motor.

El aceite del motor se encarga de lubricar los elementos metálicos en movimiento. Durante la operación del motor pequeñas partículas se desprenden de estas partes en movimiento y son transportadas por el aceite. Conocer la concentración de las partículas metálicas desprendidas durante un período de operación revela el desgaste que ha sufrido el motor, y permite compararlo con el desgaste sufrido en otros períodos.

El método de análisis de aceite consiste en la toma de pequeñas muestras representativas del aceite del motor y que se someten a distintas prueba de laboratorio que permiten conocer sus características físicas y químicas del aceite y de las partículas que se encuentran en él. El análisis revela lo que ocurre en el motor y la contaminación y degradación del aceite.(5) Partiendo de los resultados se puede determinar el estado del motor, establecer la relación entre los valores obtenidos en el análisis y distintos factores y condiciones que afectan al motor.

Un diagnóstico oportuno, rápido y exacto del estado del motor permite reducir los daños al motor incrementando su vida útil, planificar los momentos del mantenimiento, evitando paradas innecesarias y paradas inoportunas, reduce los costos del mantenimiento del motor, el gasto de combustible y las emisiones contaminantes al medio ambiente.

El análisis de laboratorio también se puede utilizar como herramienta para planificar cambios de aceite, rellenos de aceite y cambios de filtros en los momentos más oportunos, aumentando el rendimiento del motor y reduciendo gastos innecesarios.



Para las empresas con grandes flotillas de reparto o dedicadas exclusivamente al transporte es de vital importancia poder determinar el momento apropiado para realizar el mantenimiento de sus camiones y transportes debido a que una avería inesperada resulta en grandes costos y seguramente en desprestigio ante los clientes. Dar mantenimiento a un vehículo que no lo necesita y que podría reportar ganancias en vez de estar parado, también es una pérdida no siempre considerada en su justa dimensión.

Por tanto, es indispensable que estas empresas con una fuerte dependencia económica de sus vehículos posean un programa de mantenimiento que pueda responder de forma óptima a sus necesidades y a su ritmo de trabajo de forma económica. Una de las herramientas claves en estos programas de mantenimiento es sin lugar a dudas el análisis de laboratorio del aceite del motor que, como se explicó anteriormente, realizado de forma periódica y con la adecuada orientación, puede ofrecer valiosa información del estado del motor y del aceite que utiliza.

Las empresas con maquinaria pesada, maquinaria de construcción y montacargas también necesitan cuidar del buen estado de su maquinaria y prolongar en tanto sea posible la vida útil de su equipo debido a su alto costo. Los costos de tener una de estas máquinas fuera de servicio por avería o por mantenimiento innecesario también resultan elevados. Conocer el estado de sus motores o de sus sistemas hidráulicos mediante un análisis de laboratorio del aceite que utilizan es una herramienta valiosa para poder alcanzar los objetivos de sus programas de mantenimiento.

Sin embargo, en Guatemala la cultura de mantenimiento que predomina es aún la del mantenimiento correctivo, reparar las fallas conforme se presenten, o en el mejor de los casos el mantenimiento preventivo, cambiar partes reemplazables del equipo después de un período de operación determinado. Cultura que no permite competir en calidad y productividad con otros países y regiones con mejores prácticas en el área del mantenimiento.

Es por tanto necesario el desarrollo e implementación de mejores y más productivos programas de mantenimiento para poder transformar la industria del transporte nacional en una industria altamente competitiva y confiable. Y estos programas de mantenimiento deben apoyarse en métodos precisos, modernos y económicos como el análisis de laboratorio de muestras de lubricantes usados.

## **2. ESTUDIO DE MERCADO**

### **2.1 Objetivos del estudio de mercado**

- Determinar la demanda actual y potencial de análisis de lubricantes para motor en transporte de carga en Guatemala.
- Delimitar el mercado objetivo de un laboratorio para un laboratorio de análisis de lubricantes en Guatemala.
- Conocer la oferta actual de servicios de análisis de lubricantes para motor.
- Proponer una estrategia de mercadotecnia para el laboratorio de análisis de lubricantes.

### **2.2 Fuentes de información**

Como fuente de información se han seleccionado fuentes directas e indirectas que proporcionan información reciente y actualizada de un estimado del tamaño y características del mercado.

Como fuentes directas se seleccionó:

- entrevista vía telefónica a los encargados de mantenimiento de las empresas seleccionadas en la muestra y
- entrevista personal a conocedores del campo de la lubricación.

Como fuentes indirectas se han seleccionado las estadísticas elaboradas por:

- Departamento de tránsito de la SAT y
- Gremial de Transportistas de Guatemala

### 2.3 Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra estadística a analizar se partió de los registros de vehículos existentes para Guatemala.

La población total de vehículos de transporte pesado es de 86,522 vehículos, por tanto se utilizará la fórmula estadística simplificada para poblaciones finitas (menores de 100,000). (6)

El tamaño de la muestra se determinará entonces como sigue:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{E^2 (N - 1) + Z^2 * P * Q} \quad (7)$$

Donde:

n = Número de elementos de la muestra.

N = Tamaño de la población

P/Q = Probabilidades con las que se presenta el fenómeno.

Z<sup>2</sup> = Valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido

E<sup>2</sup>= Margen de error permitido

Para determinar los valores de p y q, es decir la proporción con que se espera se realicen análisis de lubricantes, se hizo una estimación inicial.

Tomando una muestra de 153 camiones, a 76 de los mismos se les práctica análisis a los lubricantes que utilizan. Lo que da una proporción de 49.67%. Por tanto se puede suponer que el comportamiento se aproxima a una distribución binomial y que ambas probabilidades son iguales.

En el estudio se asumirá que la población se comporta de forma normal, dado que se trata de un grupo muy numeroso. La confianza que se elige es de un 95%, lo que corresponde a un valor Z de 1.96. El error permitido se eligió como un error de 3%.

Sustituyendo los valores para determinar el tamaño de la muestra se obtuvo:

$$n = \frac{1.96^2 \times .5 \times .5 \times 86522}{0.03^2 \times (86522 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 1,054.12 \text{ camiones.}$$

por tanto se analizará una muestra de por lo menos 1,054.12 vehículos de transporte pesado.

## **2.4 Cuestionarios**

Para la recopilación de información del mercado se utilizaron cuestionarios estructurados. Los cuestionarios estructurados facilitan la recolección y tabulación de datos y permiten recoger la información de forma ordenada y sistemática.

Se utilizaron dos cuestionarios, el primero diseñado para recolectar información de los clientes, el segundo para la recolección de información proveniente de las instituciones que actualmente ofrecen el servicio de análisis de lubricantes en Guatemala (véase páginas 158 y 159).

## **2.5 Otros mercados**

Además de estudiar el potencial del segmento de mercado constituido por las empresas dedicadas al transporte pesado y sus vehículos, se considerarán otros segmentos afines que representan otra área de oportunidad para el proyecto.

En los otros segmentos de mercado a considerar, se incluirán empresas que poseen otros tipos de vehículos con motores de combustión interna y altos ritmos de trabajo.

Las empresas de ramas afines que se incluirán dentro del mercado potencial son:

- Montacargas
- Maquinaria pesada
- Flotillas de reparto

Para el estudio de estos, se utilizó la misma metodología que la utilizada en el estudio de mercado de las empresas con transporte de carga pesada.

## 2.6 Resultados

A partir del estudio de mercado se determinó que actualmente de los 1,238 camiones incluidos en el estudio a 881 se les práctica algún tipo de análisis en el lubricante que utilizan. Esto representa un 71% del total estudiado. En cada caso se realizan con distinta frecuencia, pero se determinó que los 881 camiones realizan aproximadamente 1762 análisis al año. Los resultados se muestran en la tabla I.

**Tabla I Resultados obtenidos del estudio de campo.**

Número de camiones incluidos en el estudio	1,238
Número de camiones en los que se práctica análisis a los lubricantes que utilizan	881
Porcentaje de camiones en los que se práctica análisis a los lubricantes que utilizan	71%
No. promedio de análisis que realizan por unidad al año.	2 al año
Demanda de análisis al año	1,762

Los datos obtenidos se extrapolaron al universo, partiendo del número total de camiones 86,522 en Guatemala. Obteniéndose que la demanda actual de análisis al año es de 122,861. Los resultados de la extrapolación se presentan en la tabla II.

**Tabla II Extrapolación para la demanda del universo**

Número total de vehículos de transporte en Guatemala	86,522
Porcentaje de camiones en los que se práctica análisis a los lubricantes que utilizan	71%
No. promedio de análisis que realizan por unidad al año.	2 al año
Demanda total de análisis al año	122,861

El estudio determinó adicionalmente qué análisis practicaban los camiones estudiados. Las proporciones del total de camiones estudiados que practicaba cada tipo de análisis se registra en la tabla III.

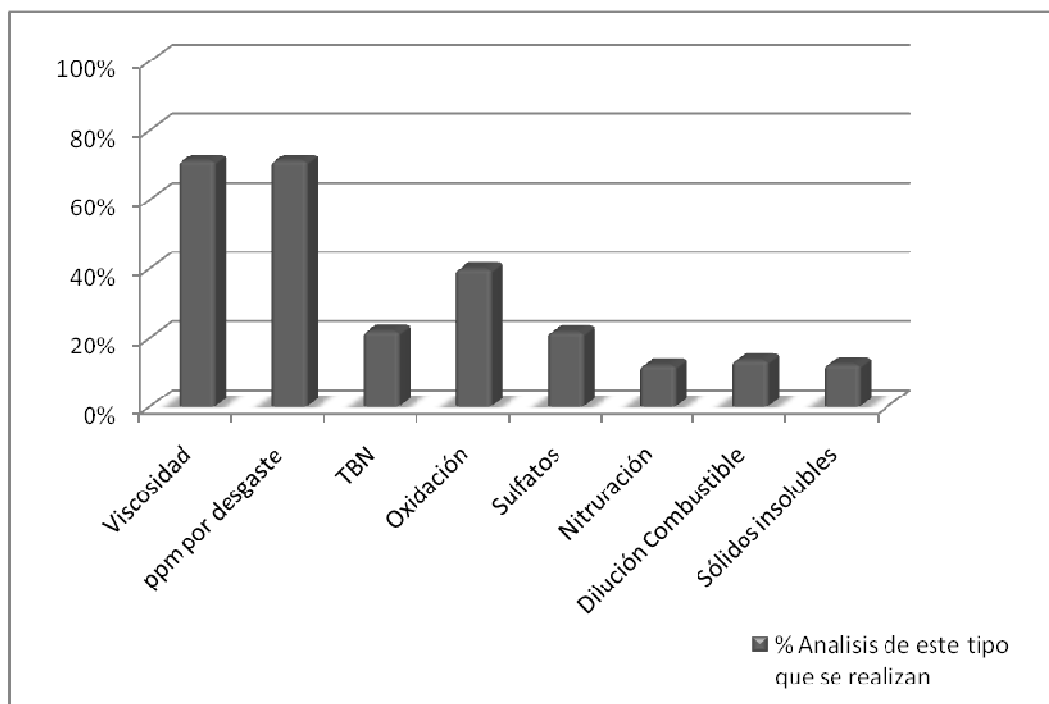
**Tabla III Análisis que se realizan**

<b>Análisis</b>	<b>Porcentaje de camiones a los que se les práctica este análisis al año</b>	<b>Estimado de análisis de este tipo por año</b>
Viscosidad	71%	122,861
ppm por desgaste	71%	122,861
TBN	21.8%	37,724
Oxidación	39.74%	68,768
Sulfatos	21.56%	37,308
Nitruración	11.87%	20,540
Dilución Combustible	13.25%	22,928
Sólidos insolubles	12.11%	20,956



Adicionalmente la tabla III muestra la demanda esperada de cada uno de los análisis, encontrada por medio de una extrapolación similar a la utilizada para encontrar la demanda total. La figura 3 muestra estas proporciones.

**Figura 3** Análisis que se realizan



Fuente: Tabla III

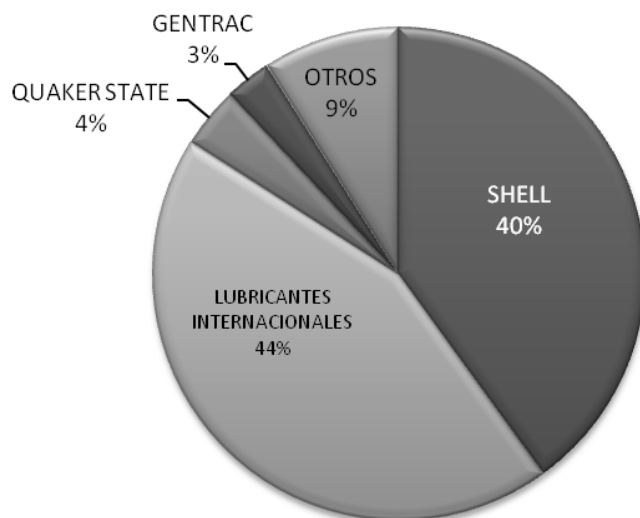
Algunas de las empresas dedicadas a la venta de lubricantes ofrecen el servicio de análisis a sus clientes. Se determinó qué cantidad de los análisis que actualmente se practican son realizados por las empresas proveedoras de lubricantes y cuánto por terceros. Los resultados se presentan en la tabla IV.

**Tabla IV Análisis realizados con terceros**

Número de camiones que realizan los análisis con terceros	106
Porcentaje de camiones que realizan los análisis con terceros	12%
Estimación del número de análisis al año que se realizan con terceros.	14,743

El estudio determinó que la mayoría de los análisis actualmente se realizan con la empresa Lubricantes Internacionales S.A. la cual posee un 44% del mercado. La participación en el mercado de las empresas se muestra en la figura 4.

**Figura 4 Participación del mercado de análisis de lubricantes**



En los otros segmentos de mercado estudiados, se incluyó, como se mencionó anteriormente, montacargas, maquinaria pesada y flotillas de reparto. Los resultados obtenidos para estos otros segmentos del mercado se muestran en la tabla V.

**Tabla V Resultados para otros segmentos del mercado**

	<b>Porcentaje de unidades que practican análisis a su lubricante</b>	<b>Frecuencia promedio con que practican el análisis</b>
<b>Montacargas</b>	83.42%	3.16
<b>Maquinaria pesada</b>	92.16%	9
<b>Flotilla de reparto</b>	0%	0

Para otros segmentos del mercado, también se determinó la proporción de análisis que se realizan en cada caso con las empresas que les proveen los lubricantes. Los resultados se presentan en la tabla VI

**Tabla VI Proporción de análisis realizados con la empresa proveedora de lubricante para otros mercados**

	<b>Proporción realizado con el proveedor de lubricantes</b>
<b>Montacargas</b>	85.3%
<b>Maquinaria pesada</b>	84.0%
<b>Flotilla de reparto</b>	0%

## **2.7 Análisis de resultados**

El estudio de campo determinó con una precisión del 95% y un error del 3% que actualmente existía entre los vehículos de transporte pesado una demanda de 122,861 análisis al año. Lo que representa que a un 71% de los vehículos de transporte pesado se les practica algún análisis al lubricante que utilizan.

Se determinó que el número promedio de análisis al año es de 2 análisis por vehículo al año. De la poca frecuencia con que se realizan los análisis se estima que el análisis se realiza como parte del mantenimiento programado y que los datos que actualmente se obtienen de los mismos son de poco valor para un verdadero control estadístico y un programa de mantenimiento predictivo.

Los análisis realizados por lo general son ofrecidos como paquetes de análisis que constan de varios análisis diferentes practicados a la misma muestra. Los análisis incluidos en cada paquete varían según la empresa que ofrece el servicio. Todos los paquetes contienen análisis de viscosidad y de partes por millón de partículas metálicas suspendidas. Estos son los más ofrecidos debido a que las empresas proveedoras de lubricantes los utilizan como una forma de demostrar que su producto es de calidad superior al de la competencia. Estos son los mismos análisis que los clientes manifestaron ser de su interés debido a la información que ofrecen.

Los análisis que siguen en frecuencia son los de oxidación, número total de base (TBN) y sulfatos. Estos análisis reflejan el estado del lubricante y permiten planificar su cambio en el momento más oportuno. Su poca frecuencia se justifica por: la inexistencia de una cultura de mantenimiento predictivo en este sector de la industria nacional, no es conveniente a las empresas que suministran el lubricante y que en la mayoría de los casos realizan los análisis.

La mayoría de los transportistas, un 88% del total de camiones que realizan análisis al aceite usado por sus vehículos, lo hacen con la empresa que les provee el lubricante. Las empresas proveedoras de lubricante lo ofrecen como un servicio a sus clientes, dependiendo del cliente el servicio puede ser gratuito o con un costo bajo. Sin embargo este servicio es ofrecido para realizarse de una a dos veces al año, por lo que la información que ofrece al encargado del mantenimiento del vehículo es muy poca.

El 12% que realiza sus análisis con terceros, constituye la demanda real actual para el proyecto y representa aproximadamente 14,743 análisis al año.

Los análisis se enfocan a demostrar que el lubricante de la empresa proveedora es de buena calidad y no son utilizados como herramienta en un programa de mantenimiento predictivo. La mayoría de los casos los análisis son realizados por el proveedor de lubricante y rara vez ofrecen información oportuna.

Al analizar otros segmentos de mercado, se obtuvo que la mayoría de las empresas que poseen maquinaria pesada como aquellas que poseen montacargas practican estos análisis a sus equipos. Al 83% de los montacargas y al 92% de las maquinarias pesadas se les practica algún análisis al lubricante que utilizan. Estos equipos son sumamente costosos y para la mayoría de los empresarios tenerlos parados representa un costo significativo, lo que justifica la alta frecuencia observada.

La mayoría de las empresas que poseen montacargas y maquinaria pesada acuden a los laboratorios de las empresas que les venden los lubricantes para analizarlos. El 83% de los montacargas y el 84% de la maquinaria pesada. Debido a que la empresa GENTRAC posee su propio laboratorio y que son los responsables del mantenimiento de muchas de estas máquinas, son ellos quienes ofrecen este servicio. Este segmento representa una oportunidad a futuro, cuando el laboratorio pueda competir en calidad y precio con dicha empresa.

Las flotillas de camiones pequeños utilizados para reparto, no practican análisis de laboratorio a los lubricantes que utilizan sus unidades. La mayoría de estas empresas tiene a su servicio talleres y otras empresas que se encargan del mantenimiento y por tanto estos servicios no son de su interés. No constituyen un segmento atractivo de mercado.

### **3. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA**

#### **3.1 Visión**

Una visión expresa las aspiraciones y propósitos fundamentales de una organización por lo general apelando a los corazones y las mentes de sus miembros (8). La visión del laboratorio es la siguiente:

*“Somos el mejor laboratorio de análisis de lubricantes de la región que pone a disposición de nuestros clientes los resultados más confiables y rápidos en el análisis de lubricantes, operando con la tecnología idónea y el personal capacitado que nos permite garantizar la calidad de nuestros resultados”.*

#### **3.2 Misión**

Una misión es el propósito de existir o razón de existir de la organización. Es la fuerza unificadora para la toma de decisiones estratégicas y el establecimiento de metas a largo plazo de la organización (8). La misión del laboratorio será:

*“Aumentar la productividad y calidad de los programas de mantenimiento de la región, proporcionando asesoría, herramientas técnicas e información oportuna y confiable para la implementación de programas de mantenimiento de motores de combustión y maquinaria industrial.”*

### 3.3 Descripción de los servicios a ofrecer

Los servicios que se ofrecerán al laboratorio se dividen en dos grandes grupos:

- análisis de laboratorio,
- servicios de asesoría y apoyo técnico.

Los servicios de análisis de laboratorio incluirán:

- Capacitación de campo en la toma de muestras de lubricantes en motores de combustión y maquinaria industrial.
- Presentación de los resultados de los análisis practicados. A cada muestra se le practicarán los siguientes:
  - Viscosidad
  - Ppm de partículas metálicas por desgaste
  - TBN
  - Contenido de agua
- Interpretación técnica de los resultados obtenidos de los análisis practicados.
- Recomendaciones técnicas a partir de los resultados obtenidos del análisis de lubricantes y asesoría en su aplicación en los programas de mantenimiento.



Los servicios considerados como asesoría y apoyo técnico incluirán cuatro diferentes servicios.

Taller de capacitación en programas de mantenimiento predictivo: se ofrecerá a todas las empresas en especial a las que practiquen análisis de lubricantes en el laboratorio. Irá orientada a los supervisores y gerentes de mantenimiento. La capacitación incluirá:

- Importancia del mantenimiento predictivo
- Ahorros debidos a programas de mantenimiento predictivo.
- Pasos para implementar un programa de mantenimiento predictivo.
- Los análisis de lubricantes en un programa de mantenimiento predictivo.

Diagnóstico inicial del equipo: se realizará un diagnóstico de todas las posibles áreas de mejoras y ahorro posibles con el programa de mantenimiento predictivo. Identificará equipos críticos, recomendará los análisis sugeridos y la información que podrán aportar al cliente, además ofrecerá pautas para el posterior desarrollo del programa de mantenimiento predictivo

Asesoría para la implementación de programas de mantenimiento predictivo: se ofrecerá orientación a distancia para la creación administración y seguimiento de los programas de mantenimiento predictivo. La asesoría se contratará por período de un año e incluirá:

- Participación en el taller de capacitación a tres de los encargados del mantenimiento de la organización cliente.
- Diagnóstico inicial del equipo.
- Análisis de 10 muestras de lubricante durante el año.
- Entrevista mensual durante un año para dar seguimiento a los avances obtenidos y ayudar a la implementación del programa de mantenimiento predictivo.

Implementación de programas de mantenimiento predictivo: se implementará el programa de mantenimiento predictivo por completo en la organización cliente. Se contratará por un año y tendrá:

- Participación en el taller de capacitación a tres de los encargados del mantenimiento de la organización cliente.
- Diagnóstico inicial del equipo.
- Diseño del programa de mantenimiento predictivo.
- Toma de muestra y análisis de las muestras de lubricante necesarias por un año.
- Interpretación de resultados de los análisis por un año.
- Diseño de programa de optimización de costos a partir de los resultados de los análisis por un año.
- Entrevista quincenal por un año para dar seguimiento a los avances obtenidos e implementar el programa de mantenimiento predictivo.

### **3.4 Objetivos estratégicos**

- Proveer un servicio de análisis de lubricantes usados rápido, efectivo y de alta calidad que nos transforme en los líderes en este tipo de servicios en la región.
- Ayudar en el desarrollo de una cultura de mantenimiento predictivo la industria guatemalteca para mejorar su competitividad y elevar su productividad.

### **3.5 Metas**

Las metas de la organización son los resultados que se han seleccionado y que todos en la organización están comprometidos a lograr para la supervivencia a largo plazo y el crecimiento de la organización.

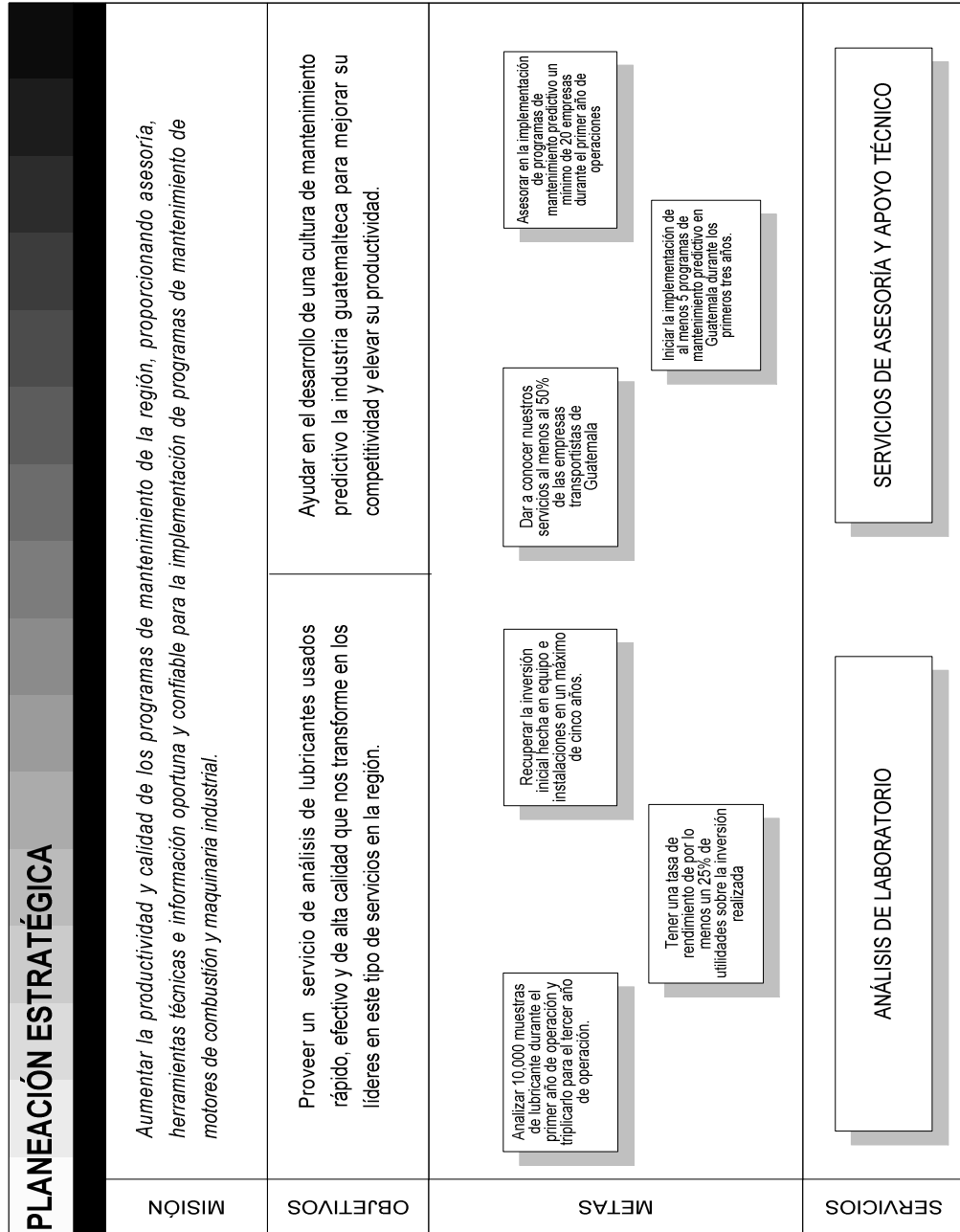
Nuestras metas para los primeros tres años:

- Analizar 3,000 muestras de lubricante durante el primer año de operación y alcanzar las 5,000 muestras para el quinto año de operación.
- Recuperar la inversión inicial hecha en equipo e instalaciones en un máximo de cinco años.
- Tener una tasa de rendimiento de por lo menos un 25% de utilidades sobre la inversión realizada.

- Dar a conocer nuestros servicios al menos al 50% de las empresas transportistas de Guatemala.
- Capacitar 50 profesionales del mantenimiento durante el mantenimiento predictivo durante el primer año de operaciones.
- Visitar al menos 20 empresas para diagnosticar cuales serían los beneficios que obtendría de implementar un programa de mantenimiento predictivo durante el primer año de operaciones.
- Asesorar en la implementación de programas de mantenimiento predictivo un mínimo de 10 empresas durante el primer año de operaciones.
- Iniciar la implementación de al menos 2 programas de mantenimiento predictivo en Guatemala durante el primer año de operaciones.

La planeación estratégica expuesta anteriormente se presenta en el mapa estratégico del laboratorio (véase figura 5).

Figura 5. Mapa estratégico



### **3.6 Diseño de puestos**

El diseño del puesto, que surge del análisis del puesto, se ocupa de estructurar los puestos para mejorar la eficiencia de la organización y aumentar la satisfacción en el trabajo de los empleados. (9)

El principal objetivo es facilitar la tarea de encontrar a la persona idónea para cada tarea y desglosar de forma clara cuáles son sus obligaciones y responsabilidades.

#### **3.6.1 Análisis del puesto**

El análisis de puesto es el proceso que consiste en obtener información acerca de los puestos determinando cuales son los deberes, tareas o actividades de los mismos. A través de este análisis también se pueden determinar las características que debe poseer la persona que ha de ocupar cada puesto. (9)

El análisis de los puestos es el fundamento de muchas prácticas de recursos humanos, y sirven para justificar las descripciones del puesto y otros procedimientos de selección de personal.

Dos de los métodos más populares son:

- Análisis funcional del puesto
- Método del incidente crítico

En este caso se utilizará el método del incidente crítico. El objetivo del método del incidente crítico es identificar las tareas decisivas del puesto. Las tareas decisivas del puesto son los deberes y responsabilidades importantes en el trabajo que realiza el empleado y que lo llevan al éxito.

Los puestos propuestos para el análisis son:

- Director de operaciones del laboratorio
- Técnico de laboratorio
- Técnico de campo
- Secretaria ejecutiva
- Encargado de limpieza y mantenimiento

A continuación se presenta el análisis para cada uno de los puestos.

## Director de operaciones del laboratorio

### Tareas decisivas:

1. Coordinar el personal del laboratorio para que alcancen los objetivos propuestos por la organización.
2. Preparar y dirigir los talleres de capacitación
3. Asesorar a las empresas clientes en la implementación de los programas de mantenimiento predictivo.
4. Diseñar, implementar y dar seguimiento a los programas de mantenimiento predictivo de las empresas clientes.
5. Verificar y avalar que la interpretación de los resultados obtenidos en los distintos análisis es la correcta.
6. Elaborar un plan financiero anual para el laboratorio y velar porque se cumpla.
7. Fijar anualmente las metas de la organización, transmitir las a sus subordinados y velar porque se alcancen.
8. Ordenar la compra de insumos, realización de reparaciones, mantenimiento y modificaciones en el laboratorio
9. Autorizar modificaciones a las políticas de ventas y mercadeo establecidas previamente.
10. Reclutar y administrar al personal a su cargo.
11. Administrar los recursos físicos y económicos del laboratorio para su óptima utilización



#### Técnico del laboratorio

##### Tareas decisivas:

1. Elegir los análisis y procedimientos a seguir con cada muestra a analizar.
2. Realizar los análisis de laboratorio requeridos a cada muestra.
3. Cuidar el equipo de laboratorio a su cargo.
4. Presentar los resultados obtenidos de los análisis y su interpretación al director para que este los valide.
5. Encargarse de la adquisición de reactivos, manejo y desecho de los mismos.

#### Técnico de campo

##### Tareas decisivas:

1. Visitar al cliente en el lugar que se convenga para recolectar la muestra.
2. Elegir el procedimiento y los equipos a utilizar para recolectar la muestra de lubricante.
3. Recolectar las muestras de lubricante y transportarlas al laboratorio.
4. Capacitar al cliente en la toma de muestras de lubricante.
5. Realizar los diagnósticos de los equipos a las empresas clientes y elaborar un informe para presentar a las mismas.
6. Presentar un informe de la forma en que se recolectó la muestra y de las condiciones del equipo del que se tomó al Supervisor.
7. Apoyar al técnico de laboratorio en la interpretación de los resultados.
8. Cuidar el equipo y material a su cargo.

### Secretaria ejecutiva

#### Tareas decisivas:

1. Redactar los informes, formas y documentos que le sean solicitados
2. Recibir y administrar la correspondencia del laboratorio.
3. Recibir a los clientes y comunicarlos con la persona más conveniente.
4. Atender las llamadas telefónicas.
5. Apoyar al director operativo en sus funciones administrativas.

### Encargado de limpieza y mantenimiento

#### Tareas decisivas:

1. Velar porque el establecimiento se mantenga limpio en todo momento.
2. Realizar actividades de mantenimiento menores, como pintura, podar las plantas, cambiar los bombillos, etc.
3. Mantener la bodega en orden.
4. Velar por el buen estado de todo el equipo del laboratorio.

### **3.6.2 Descripción del puesto**

Una descripción del puesto es una descripción escrita de este y los tipos de tarea que incluyen, las aptitudes que necesita para desempeñarse con éxito y otros elementos. (10)

A diferencia del análisis del puesto no ahonda en las tareas que ha de desempeñar y solo presenta un resumen de las mismas. Presta atención a las características que debe tener la persona que ocupe el mismo lo que es de gran ayuda en el proceso de reclutamiento. El salario e incentivos que se contemplan para el puesto también se incluyen.

A continuación se presenta la descripción de cada uno de los puestos.

#### Director de operaciones del laboratorio

Función: Coordinar los recursos físicos, humanos y técnicos para que se alcancen las metas de la organización.

Perfil del Puesto:

- Ingeniero Químico o Ingeniero Mecánico
- 4 años de experiencia en laboratorios industriales
- Dominio del idioma Inglés
- Amplio conocimiento de los principios de lubricación.
- Amplio conocimiento de análisis de lubricantes.
- Experiencia en el área administrativa.
- Liderazgo y responsabilidad.
- Edad comprendida entre 30 y 40 años

Salario Q10,000.00 mensuales

Incentivos

- Constante capacitación
- Bonificación anual en base a objetivos de Q2,000.00

#### Técnico de laboratorio

Función: Realizar e interpretar los análisis a las muestras de lubricante.

Perfil del Puesto:

- Estudiante de Ingeniería Química o carrera afín (6° semestre en adelante)
- 1 año de experiencia en laboratorios
- Dominio del idioma Inglés
- Conocimiento de paquetes de computación.
- Edad comprendida entre 20 y 40 años

Salario Q5,000.00 mensuales

Incentivos

- Constante capacitación
- Bonificación anual en base a objetivos de Q1,000.00

#### Técnico de campo

Función: Recolectar las muestras de lubricante del equipo del cliente y transportarla al laboratorio para su análisis.

Perfil del Puesto:

- Estudiante de Ingeniería Mecánica o carrera afín (6° semestre en adelante)
- 1 año de experiencia en mantenimiento
- Dominio del idioma Inglés
- Conocimiento de paquetes de computación.
- Edad comprendida entre 25 y 40 años

Salario Q5,000.00 mensuales

Incentivos

- Constante capacitación
- Bonificación anual en base a objetivos de Q1,000.00

### Secretaria ejecutiva

Función: Elaboración de documentos, administración de la correspondencia y atención de la recepción.

Perfil del Puesto:

- Secretaría comercial bilingüe graduada.
- 2 año de experiencia
- Dominio del idioma Inglés
- Conocimiento de paquetes de computación.
- Edad comprendida entre 20 y 30 años

Salario Q3,000.00 mensuales

Incentivos

- Bonificación anual en base a objetivos de Q500.00
- Ambiente agradable de trabajo

### Encargado de limpieza y mantenimiento

Función: Mantener las instalaciones limpias y ocuparse de actividades de mantenimiento menores

Perfil del Puesto:

- 6° Primaria mínimo
- 1 año de experiencia en puesto similar
- Sexo masculino
- Edad comprendida entre 20 y 30 años

Salario Q1,800.00 mensuales

### 3.7 Diseño organizacional

Organización es el proceso de definir quiénes tomaran las decisiones, quien realizará qué trabajos y tareas, y quién le reportara a quien en el laboratorio. Organizar implica crear una estructura con el establecimiento de departamentos y descripciones de funciones y las respectivas relaciones que generen sinergia a la empresa.

La organización se fundamenta en:

- División del Trabajo: el trabajo se divide en tareas más pequeñas.
- Especialización: identificación de tareas particulares y su asignación a los departamentos, equipos y divisiones.
- Diferenciación: Significa que la organización está compuesta de unidades que trabajan en tareas especializadas, que usan métodos de trabajo diferentes y requieren empleados con competencias únicas.
- Integración: Significa que las diversas unidades deben reunirse constantemente de modo que se coordine el trabajo.

El propósito fundamental de la estructura es coordinar el trabajo que se ha dividido. Tipos de estructura:

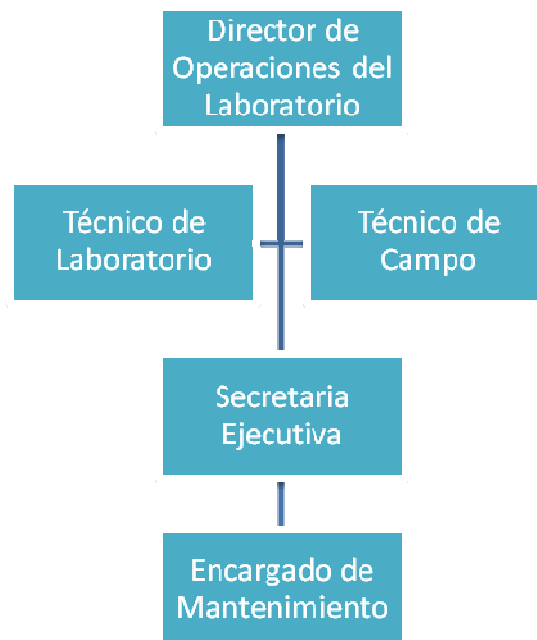
- Estructura simple
- Burocracia mecánica
- Burocracia profesional
- Estructura divisionalizada
- Adhocracia

En este caso se utilizará una estructura simple. La estructura simple consta de poco personal operativo y de línea media. La toma de decisiones se lleva acabo en la cúspide y la supervisión se realiza de forma directa por la dirección. La estructura simple facilita y economiza la operación de organizaciones pequeñas como la aquí planteada.

Para la representar la estructura administrativa se presenta a través del siguiente organigrama. “Un organigrama es un diagrama que ilustra las líneas de reporte entre unidades y personas dentro de la organización.” (11)

El organigrama diseñado para el laboratorio se presenta en la figura 6.

**Figura 6 Organigrama del laboratorio**







## **4. ESTUDIO TÉCNICO**

### **4.1 Descripción del equipo propuesto**

Para alcanzar los objetivos propuestos y cumplir con la misión del laboratorio, el mismo necesita contar con la tecnología que le permita trabajar con suficiente fiabilidad y confiabilidad. A continuación se presenta una breve descripción de los equipos mínimos sugeridos para realizar los análisis más frecuentes y satisfacer la demanda esperada.

#### **Espectrómetro de absorción atómica PerkinElmer AANALYST 400**

##### **Principio de funcionamiento**

La espectroscopía de adsorción atómica usa la adsorción de la luz para medir la concentración de la fase gaseosa de átomos. Ya que la mayoría de las muestras son sólidas o líquidas, los átomos o iones de los analitos deben ser vaporizados a la flama o en un horno de grafito.

Los átomos adsorben luz visible o ultravioleta y hacen transiciones a niveles de energía más altos. La concentración del analito es determinada por la cantidad de adsorción. Las mediciones de concentración son generalmente determinadas de una curva de calibración, después de haber calibrado el aparato con los estándares de concentración conocida. Las partes fundamentales del espectrofotómetro de adsorción atómica son las descritas a continuación.

Fuente de luz: la fuente de luz usualmente es una lámpara de cátodo con vacío de los elementos a ser medidos. La desventaja de estas angostas bandas de luz es que solo se puede medir un elemento a la vez.

Atomizador: la espectroscopía de adsorción atómica necesita que los átomos se encuentren en fase gaseosa. Los átomos y iones de la muestra deben sufrir desolvación y vaporización a altas temperaturas como en el horno de grafito o la flama. El proceso de convertir el analito en sólido, líquido o solución a un átomo gaseoso libre se llama atomización. (12)

En la mayoría de los casos la muestra contiene el analito sufre una preparación para dejar el analito en solución orgánica o acuosa. Dos métodos generales de atomización son usados: atomización a la flama y atomización electrotérmica (horno de grafito).

La flama de adsorción atómica solo puede ionizar soluciones analíticas, mientras que el horno de granito puede aceptar soluciones, mezclas o muestras sólidas.

En la atomización a la flama la muestra es primero convertida en una suspensión de gotitas de la solución usando un ensamble nebulizador. La muestra es aspirada en una cámara de spray pasando un vapor a alta presión que consiste de uno o más gases de combustión, pasa al final de un tubo capilar sumergido en la muestra.

El impacto de la muestra con el vidrio produce gotas en una solución en aerosol. La suspensión en aerosol se combina con los gases de combustión en la cámara de spray antes de pasar al quemador donde la energía térmica de la flama desolvata la suspensión de aerosol para secar el aerosol a pequeñas partículas sólidas. Después, la energía térmica volatiliza las partículas, produciendo vapor que consiste de las especies moleculares, especies iónicas y los átomos libres.

La energía térmica en la atomización a la flama es suministrada por la combinación de una mezcla combustible oxidante. Los combustibles comúnmente usados son aire-acetileno y óxido de nitrógeno-acetileno

La principal ventaja de la flama por atomización es la reproducibilidad con que la muestra es inyectada en el espectrofotómetro. Una desventaja significativa que la eficiencia de la atomización puede ser muy pobre.

Un atomizador electrotérmico muy común, es conocido como horno de grafito, que consiste de un tubo cilíndrico de grafito. El tubo de grafito es alojado en un ensamble que sella las salidas del tubo con ventanas ópticamente transparentes. El ensamble también permite el paso de corrientes de gas inerte, protegiendo el grafito de la oxidación, y removiendo los productos gaseosos producidos durante la atomización. Una fuente de poder es usada para pasar la corriente a través del tubo de grafito, resultando en un calentamiento por la resistencia.

El horno de grafito tiene varias ventajas sobre la flama. Es mucho más eficiente y puede aceptar directamente muestras muy pequeñas para usarse directamente. Además produce un ambiente de reducción para así oxidar fácilmente los elementos.

### **Especificaciones del equipo**

Dimensiones	0.70X0.65X0.65 m
Peso	49 Kg
Sensibilidad	Garantizada de 0.35 unidades de absorbancia con un estándar de 2.0 ppm
Detector	Segmentado de estado sólido de alta eficiencia
Fuente de luz	Lámparas de cátodo hueco y de descarga sin electrodos. Las lámparas de descarga sin electrodos proporcionan mayor salida de luz y tiempo de vida más largo.

Control de gases	Caja de gases completamente automatizada con selección de oxidante controlado por computadora y secuencia automática de gases, control y monitoreo de combustible y oxidante.
Controlador	Software WinLab32 con interfase para la computadora.
Compresor de aire	Flujo de 3 m <sup>3</sup> /s a 413.68544KPa (60 psi) 115 V 60 Hz
Longitud de onda	189-900 nm
Ancho de banda espectral	0.12 nm a 200 nm
Capacidad aproximada	Puede analizar hasta tres muestras por minuto incluyendo preparación de la muestra y calibración del equipo.

El equipo es un equipo compacto y de fácil manejo. El espectrofotómetro se presenta en la figura 7.

**Figura 7 Espectrofotómetro PerkinElmer AANALYST 400**



Fuente: Catálogo PerkinElmer 2002 “Equipos de adsorción atómica”

### **Requerimientos técnicos del equipo**

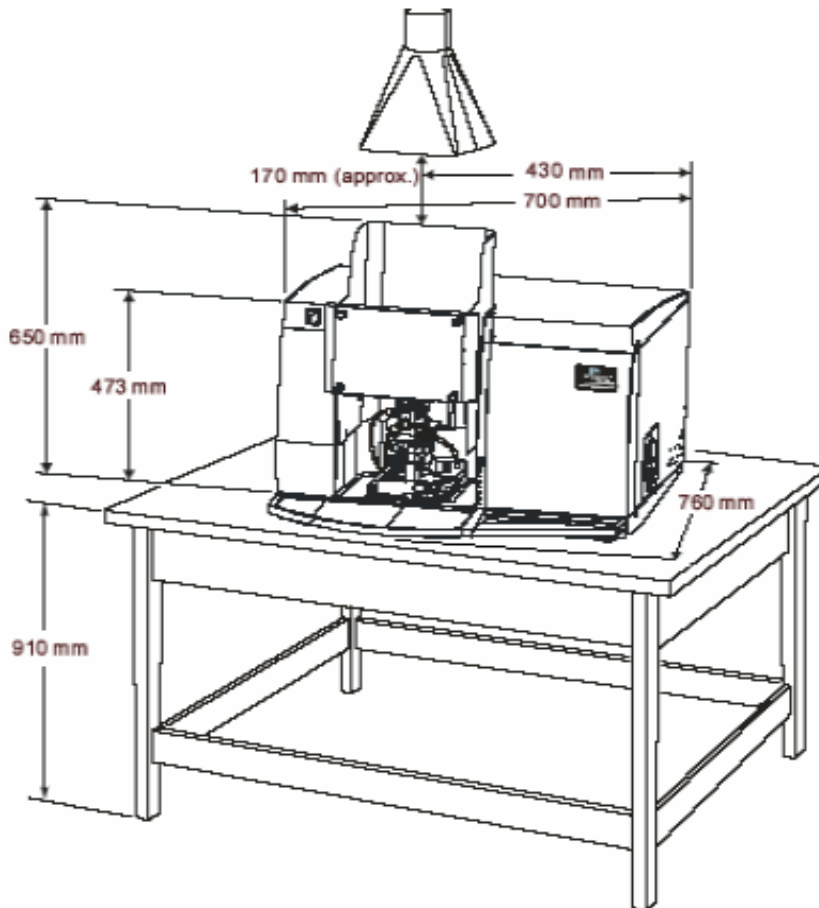
Rango de temperatura	15° C a 35° C con un incremento máximo de 3° C por hora
Humedad	De un 20% a un 80% de humedad relativa
Requerimientos eléctricos	Corriente 110V 60 Hz (+/-1%) Un tomacorriente normal disponible para el equipo
Potencia consumida	300VA

Aire	Consumo máximo 1.68 m <sup>3</sup> /s Presión de 303.369-399.895 KPa (44-58 psig) Necesita un filtro para remover aceite, agua y partículas sólidas.
Acetileno	Consumo máximo 0.72 m <sup>3</sup> /s Presión de 82.737-96.526 KPa (12-14 psig) Necesita una pureza del 99.6%
Óxido nitroso	Consumo máximo 1.68 m <sup>3</sup> /s Presión de 303.369-399.895 KPa (44-58 psig) Necesita una pureza mayor al 99%
Ventilación	Es necesario un sistema de extracción que remueva los productos de la combustión. Flujo de aire 339.80-509.70 m <sup>3</sup> /s Altura del extractor .180 m sobre el quemador

### **Dimensiones del equipo**

Para poder operar de forma cómoda el espectrofotómetro se deben tomar en cuenta las dimensiones del mismo para poder asignarle un espacio adecuado. Las dimensiones del equipo y algunas sugerencias del fabricante a tomar en cuenta para su colocación se presentan en la figura 8.

**Figura 8 Dimensiones del espectrofotómetro**



Fuente: Catálogo PerkinElmer 2002 "Equipos de Adsorción Atómica"



## **Titulador automático METTLER TOLEDO T70**

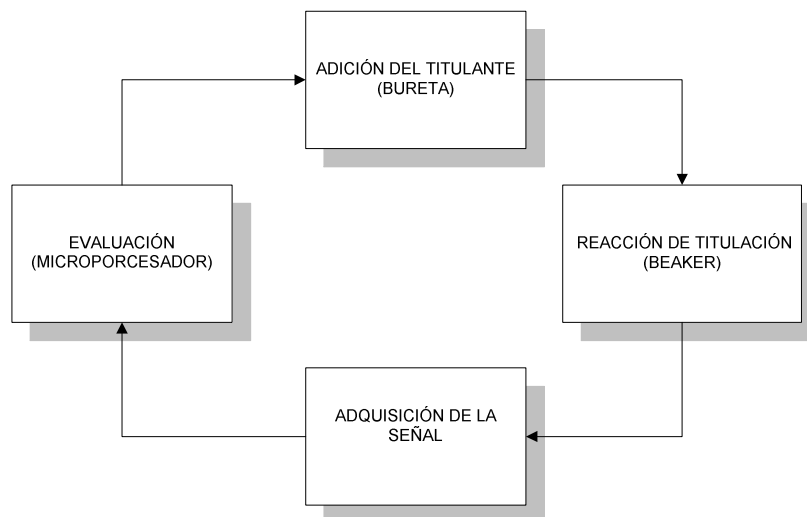
### **Principios de funcionamiento**

La titulación es una técnica analítica que permite la determinación cuantitativa de una sustancia específica (analito) disuelta en una muestra. Se basa en la reacción química completa entre el analito y un reactivo (titulante) de concentración conocida que es agregado a la muestra. El titulante es agregado hasta que se completa la reacción del analito. La concentración del analito se encuentra con el volumen utilizado de titulante y la estequiometría de la reacción.

El titulante puede ser agregado directamente por medio de una bureta (volumetría) o generado electroquímicamente en una celda tituladora (colorimetría). La titulación colorimétrica es aplicada para la determinación del agua cuando las concentraciones son muy bajas (menores de 50 a 100 ppm).(13)

Los tituladores automáticos poseen un microprocesador que controla todas las operaciones que involucra la titulación. Estos tituladores poseen una secuencia de operaciones, básicamente la misma sin importar el modelo. La secuencia se repite cuantas veces sea necesaria hasta que se alcanza el punto de equivalencia o el punto final de la titulación. El ciclo de la titulación automática se representa en la figura 9.

**Figura 9** Ciclo del titulador automático



Fuente: "Basics of Titration" MettlerToledo Suiza 2005

### **Especificaciones del equipo**

Tipo de muestras	Sólidas, líquidas y gaseosas
Número de métodos de usuario	120
Métodos predeterminados	30
Número de resultados por métodos	3
Capacidad de la bureta	$5 \times 10^{-6}$ m
Dimensiones	0.30X0.25X0.35 m
Requerimientos eléctricos	Un tomacorriente 110 V 60 Hz

El equipo seleccionado se presenta en la figura 10, en donde se puede apreciar que es un equipo muy compacto y portátil.

**Figura 10 Titulador METTLER TOLEDO T70**

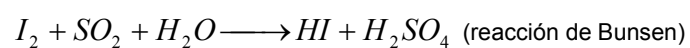


Fuente: Catálogo Mettler Toledo “Automatic and Flexible Titration Systems” 2005

### **Titulador automático Karl Fisher METTLER TOLEDO DL38**

#### **Reacción Karl Fisher**

El funcionamiento de este equipo está basado en la reacción de R. W. Bunsen, Karl Fisher descubrió que a través de esta reacción se podía determinar el contenido de agua en medios no acuosos.



Comúnmente se utiliza el metanol como solvente y la piridina como agente bufer para evitar pH demasiado ácidos. La reacción Karl Fisher depende del pH y es óptima en pH entre 5 y 8. (14)

Debido a que el metanol es considerablemente más tóxico que el etanol, últimamente se utilizan reactivos disueltos en etanol.

Los reactivos utilizados en estos tituladores son:

- Yoduro en etanol como titulante.(14)
- Dióxido de azufre, imidazol y dietanol-amida en etanol como solvente.(14)

### **Especificaciones del equipo**

Rango de medición del contenido de agua	Arriba de 100 ppm
Tipo de muestras	Sólidas, líquidas y gaseosas
Número de métodos de usuario	50
Métodos predeterminados	10
Número de resultados por métodos	3
Capacidad de la bureta	$5 \times 10^{-6}$ m
Dimensiones	0.25X0.25X0.35 m
Requerimientos eléctricos	Un tomacorriente 110 V 60 Hz

El titulador Karl Fisher seleccionado se presenta en la figura 11.

**Figura 11 Titulador Karl Fisher METTLER TOLEDO DL38**



Fuente: Catálogo Mettler Toledo “Determinación de contenido de agua según Karl Fischer” 2005

### **Viscosímetro Quantotec Visco 88**

#### **Principio de funcionamiento**

El grado en que un líquido resiste una tendencia a fluir se define como viscosidad. Los viscosímetros rotacionales se emplean para determinar la viscosidad de los líquidos que no dependen exclusivamente de la temperatura y la presión. Los viscosímetros rotacionales miden la resistencia que presenta un líquido a la rotación de un cilindro en su interior.

Es un instrumento de estructura compacta, como se presenta en la figura 12, de gran estabilidad en las medidas y alta exactitud y precisión, adecuado para lectura de viscosidades medias.

**Figura 12 Viscosímetro Quantotec Visco 88**



Fuente: [www.quantotec.com](http://www.quantotec.com)

Tiene un amplio espectro de aplicación como puede ser la medida de la viscosidad en grasas, pinturas, industrias alimentarias, farmacéuticas, etc.

### **Especificaciones del equipo**

Velocidad rotacional	0-1000 rpm
Rango de torque	0-10mNm
Rango de esfuerzo permitido	0-10 <sup>4</sup> Pa
Rango de viscosidad	5mPa.s-10 <sup>7</sup> mPa.s
Rango de temperatura de operación	-35° C a 150° C

Voltaje de operación	9V
Dimensiones	0.24X0.23X0.55 m
Peso	1.2 Kg

### **Balanza analítica METTLER TOLEDO AB-S**

#### **Especificaciones del equipo**

Capacidad máxima	.051 Kg
Repetibilidad	$1 \times 10^{-7}$ Kg
Linealidad	$2 \times 10^{-7}$ Kg
Tiempo de estabilización típico	3.5 s
Dimensiones	0.245X0.321X0344 m
Peso	5.8 Kg

Este tipo de equipo puede ser utilizado no solo para la determinación de la gravedad específica del aceite, sino también para preparación de estándares y soluciones con una buena precisión. Una imagen del equipo se puede observar en la figura 13.

**Figura 13 Balanza analítica METTLER TOLEDO AB-S**



Fuente: "Manual de uso Balanzas Líneas B-S" Mettler Toledo. 2005

## **4.2. Distribución de maquinaria y equipo**

### **4.2.1 Diseño del local**

Para diseñar un laboratorio y asignarle ciertos tipos de trabajo, habrá que prestar especial atención a los factores conocidos que puedan presentar problemas. Entre estos factores figuran:

- la formación de aerosoles,
- agentes biológicos de riesgo,
- hacinamiento de personal,
- acumulación de materiales,
- presencia de roedores o insectos,
- entrada de personas no autorizadas.



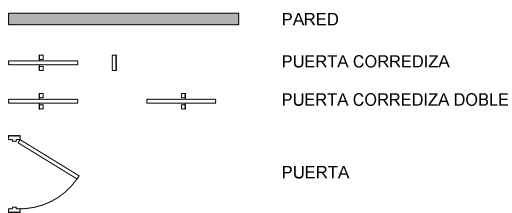
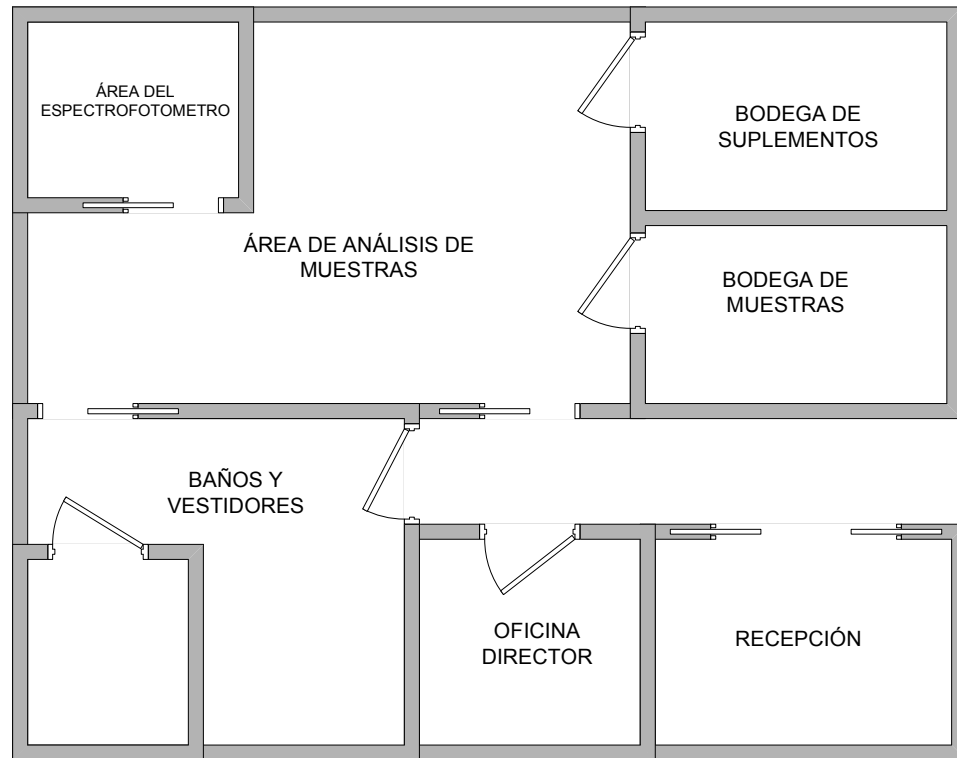
Para el diseño del local y distribución del equipo se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones generales de construcción de los laboratorios: (15)

- Prever espacios abundantes para aplicar con toda seguridad los métodos de laboratorio.
- Los techos, paredes y pisos deben ser lisos y fáciles de lavar, impermeables a los líquidos y resistentes a la acción de las sustancias químicas y productos desinfectantes utilizada de ordinario en el laboratorio. Los pisos serán antideslizantes. Las tuberías y conducciones no empotradas deben estar separadas de las paredes.
- Proveer una iluminación adecuada para toda clase de actividades evitando los reflejos molestos.
- La superficie de las mesas debe ser impermeable al agua y resistente a la acción de los desinfectantes, ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y el calor moderado.
- El mobiliario debe ser sólido, y debe quedar espacio entre mesas, armarios y otros muebles, así como debajo de los mismos, a fin de facilitar la limpieza.
- Debe reservarse espacio suficiente para guardar los artículos de uso inmediato, evitando así su acumulación desordenada sobre las mesas de trabajo y en los pasillos. También debe preverse espacio para almacenamiento a largo plazo, convenientemente situado fuera de las zonas de trabajo.
- Debe haber lavamanos, de ser posible con agua caliente, instalados cerca de la salida.
- Fuera de las zonas de trabajo debe haber locales para guardar la ropa y los objetos personales.
- Prever espacio e instalaciones para manejar y almacenar en condiciones de seguridad solventes, materiales radiactivos y gases comprimidos.

- Los sistemas de seguridad deben comprender medios de protección contra incendios y accidentes eléctricos, así como duchas para casos de urgencia y medios para lavarse los ojos.
- Es esencial el suministro regular de agua de buena calidad.
- Debe disponerse de un suministro de electricidad seguro y de suficiente capacidad.
- Se necesita un sistema de iluminación de emergencia para facilitar la salida del laboratorio en condiciones de seguridad.

Aplicando estos conceptos básicos y con el espacio disponible para el local se diseñó el local para el laboratorio. En la figura 14 se puede ver que se sugiere dividir el local en siete ambientes. El espectrofotómetro se coloca en un ambiente diferente por recomendación del distribuidor. (16)

**Figura 14** Diseño del laboratorio



La bodega de suplementos contendrá todos los reactivos utilizados por los tituladores así como el benceno necesario para preparar las muestras para el análisis espectrofotométrico. En ella también se guardarán los repuestos de lámparas para el espectrofotómetro, filtros de aceite para el extractor, tubos de repuesto para las lámparas y otros consumibles.

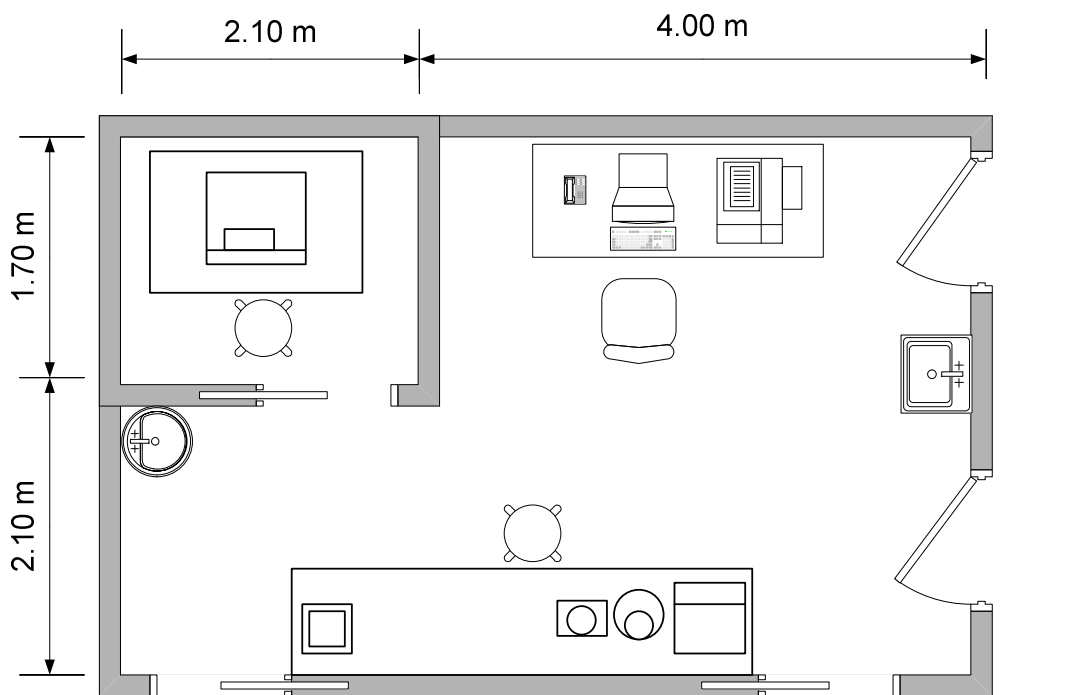
La bodega de muestras servirá exclusivamente para almacenar muestras previas a análisis o muestras de registro. Se encuentra separada de la bodega de suplementos para tener mejor control y orden.

#### **4.2.2 Distribución del equipo**

En la distribución del equipo se busca satisfacer los requerimientos de instalación de los equipos, aprovechar el espacio disponible y facilitar el trabajo. Una distribución adecuada facilita y hace más cómodo el trabajo de las personas que utilizan los equipos. Además la distribución debe proteger los equipos y facilitar su mantenimiento.

La distribución del equipo se realizó dentro del área de análisis, debido a que en esta área se concentran todos los equipos analíticos y que es ahí donde ocurren las operaciones del laboratorio. La distribución propuesta se muestra en la figura 15.

**Figura 15 Distribución del equipo**



ESPECTROFOTÓMETRO PERKINELMER AANALYST 400



TITULADOR AUTOMÁTICO KARL FISHER METTLER TOLEDO KL38



TITULADOR AUTOMÁTICO



BALANZA ELECTRÓNICA



VISCOSÍMETRO



LAVADOR DE OJOS



LAVADERO

### 4.3 Iluminación

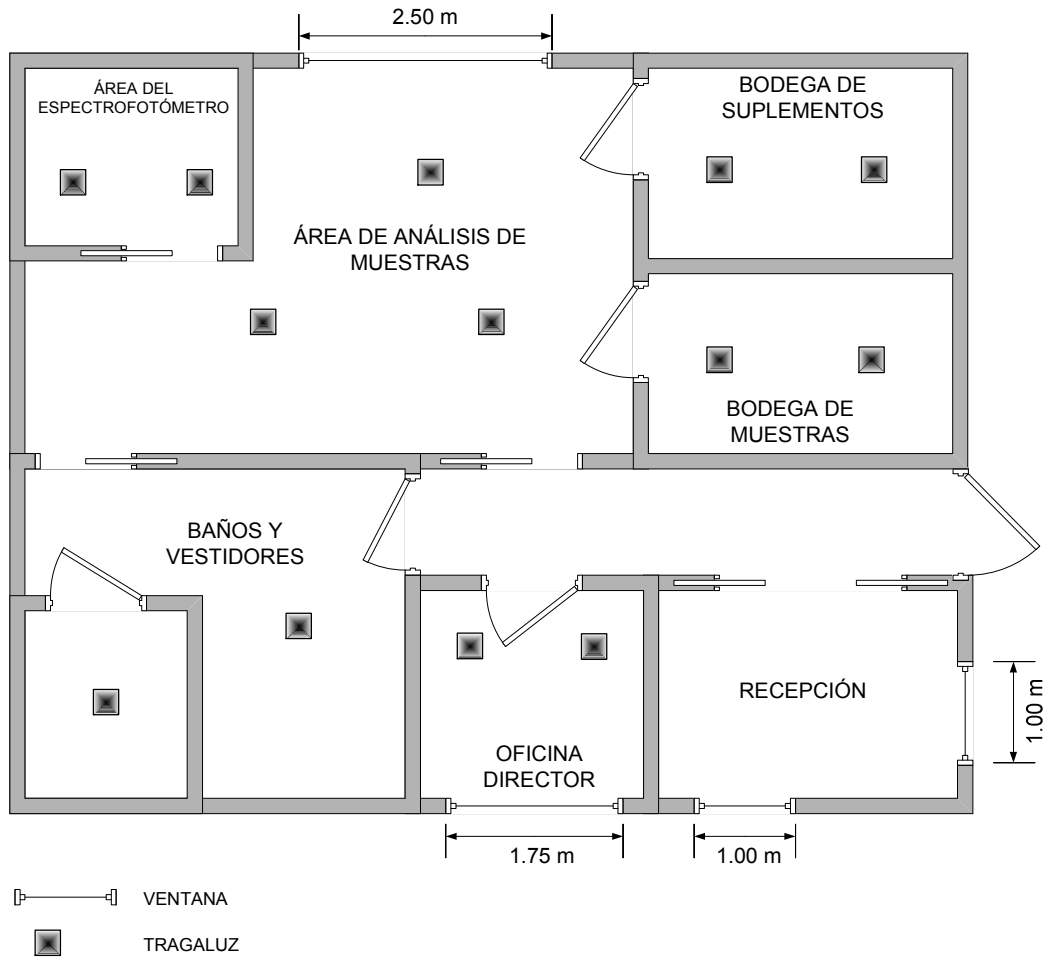
Los objetivos de la iluminación en una instalación industrial o en un edificio, son entre otros:

- Proporcionar una iluminación adecuada para que los trabajos que en él se realicen puedan efectuarse con la rapidez, seguridad y precisión deseadas.
- Contribuir a la creación de un ambiente visual agradable, cómodo y estimulante que permita conseguir unas aceptables condiciones de seguridad, higiene y bienestar en los puntos de trabajo.
- Satisfacer, además, en algunos casos, una serie de exigencias específicas que pueden presentarse en determinados espacios: potenciar la imagen empresarial, permitir la conclusión ordenada de la tarea en una emergencia, etc.

Pero si conseguir estos objetivos constituyen una exigencia básica y primordial, no es menos importante asegurar que su logro se efectúe con una racional y económica utilización de la energía

La iluminación se proporcionará de dos formas, iluminación natural e iluminación artificial. La iluminación natural se aprovechará colocando ventanas y tragaluces ya que el local lo permite. En el día y cuando el clima lo permita la iluminación natural deberá ser suficiente para satisfacer las demandas de la mayoría de ambientes del local. La distribución de la iluminación natural se presenta en la figura 16.

**Figura 16 Distribución de ventanas y tragaluces en el local**



La iluminación artificial será proporcionada por medio de lámparas fluorescentes colocadas en el cielo del local. La cantidad e intensidad de las lámparas se calcularán por medio del método de rendimiento.

Para fijar la banda de iluminación de cada uno de los ambientes se utilizarán los datos de la tabla VII.

**Tabla VII Iluminancias recomendadas para interiores**

Intervalo	Iluminancia recomendada (lx)	Clase de actividad
A.- Iluminación general en zonas pocos frecuentadas o que tienen necesidades visuales sencillas	20	Zonas públicas con alrededores oscuros.
	30	Únicamente como simple orientación en vistas de corta duración.
	50	
	75	
	100	Lugares no destinados para trabajo continuo.
	150	
B.- Iluminación general para trabajo en interiores	200	
	300	Tareas con necesidad visual limitadas (salas de conferencias).
	500	Tareas con necesidad visual normal (oficinas).
	750	Tareas con necesidad visual especial (grabado, inspección textil).
	1000	Tareas prolongadas que requieren precisión (electrónica, relojería).
	1500	
C.- Iluminación adicional en tareas visuales exactas	2000	
	3000	
	5000	Tareas visuales excepcionalmente exactas.
	7500	Tareas visuales muy especiales (operaciones quirúrgicas).
	10000	
	15000	
	20000	

Fuente: Benjamín Niebel y Andris Freivalds. **Ingeniería Industrial** (10ª. Edición; México: Alfaomega Group Editors)p.228



Los niveles de iluminación seleccionados en base a la tabla VII para cada uno de los ambientes fueron los siguientes:

Recepción	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Iluminación general para trabajo en interiores</li><li>■ Tareas con necesidad visual normal</li><li>■ Iluminación requerida: 1000 luxes</li></ul>
Oficina del director	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Iluminación general para trabajo en interiores</li><li>■ Tareas con necesidad visual normal</li><li>■ Iluminación requerida: 1000 luxes</li></ul>
Bodegas	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Iluminación general para trabajo en interiores</li><li>■ Tareas con necesidad visual normal</li><li>■ Iluminación requerida: 1000 luxes</li></ul>
Vestidores	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Iluminación general en zonas pocas frecuentadas o que tienen necesidades visuales sencillas</li><li>■ Lugares no destinados para trabajo continuo.</li><li>■ Iluminación requerida: 500 luxes</li></ul>
Área de análisis	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Iluminación general para trabajo en interiores</li><li>■ Tareas prolongadas que requieren precisión</li><li>■ Iluminación requerida: 3000 luxes</li></ul>

La relación del ambiente se calculó mediante la fórmula

$$RR = \frac{A \times L}{H \times (A + L)} \quad (17)$$

Donde:

*RR*: es la relación del ambiente

*A*: es el ancho del local

*L*: es la longitud del local

*H*: es la altura del techo – la altura de trabajo

Calculando los valores de *RR* para cada ambiente del local se encontró el coeficiente de utilización *K*. Los datos obtenidos se muestran en la tabla VIII.

**Tabla VIII Relación del ambiente y coeficientes de utilización para los distintos ambientes**

	<i>RR</i>	<i>K</i>
Recepción	0.67	0.36
Oficina del director	0.59	0.33
Bodegas	0.65	0.29
Baños y vestidores	1.16	0.51
Área de análisis	1	0.51

Con el coeficiente de utilización obtenido el flujo luminoso se calculó a partir de la ecuación:

$$\phi = \frac{E \times \text{área}}{K \times F} \quad (18)$$

Donde:

$\phi$ : flujo luminoso en lumens

$E$ : iluminación en luxes

$K$ : factor de utilización

$F$ : factor de ensuciamiento, se utilizó 0.85 en todos los casos. (19)

Los flujos luminosos calculados para cada uno de los ambientes se presentan en la tabla IX.

**Tabla IX Flujo luminoso para los distintos ambientes**

	$\phi$ (lumens)
Recepción	19,763
Oficina del director	16,078
Bodegas	23,123
Baños y vestidores	14,057
Área análisis	157,785

El número de luminarias en cada ambiente se calcula a partir de la ecuación.

$$\text{No. de luminarias} = \frac{X}{H}$$

$X$ : el ancho o el largo del ambiente según sea el caso (m)

$H$ : altura de la cavidad (altura del techo-altura de trabajo) (m)

La cantidad de luminarias calculadas de esta forma en cada uno de los ambiente se presentan en la tabla X.

**Tabla X      Número de luminarias para los distintos ambientes**

	No. de luminarias a lo ancho	No. de luminarias a lo largo	Total
Recepción	1	2	2
Oficina del director	1	1	1
Bodegas	1	1	1
Baños y vestidores	1	2	2
Área análisis	2	3	6

El flujo de luz por cada luminaria se obtiene a partir de:

$$\phi_{\text{luminaria}} = \frac{\phi}{\text{Total de luminarias}} \quad (20)$$

Las lámparas que se decidió utilizar son lámparas fluorescentes de luz blanca natural, marca Phillips, que proporcionan 4500 lúmenes y tienen un consumo de 75W (20). Y teniendo el flujo para cada luminaria se encuentra el número de tubos que se colocará en cada luminaria mediante:

$$\text{No. tubos} = \frac{\phi_{\text{luminaria}}}{\phi_{\text{lampara}}} \quad (21)$$

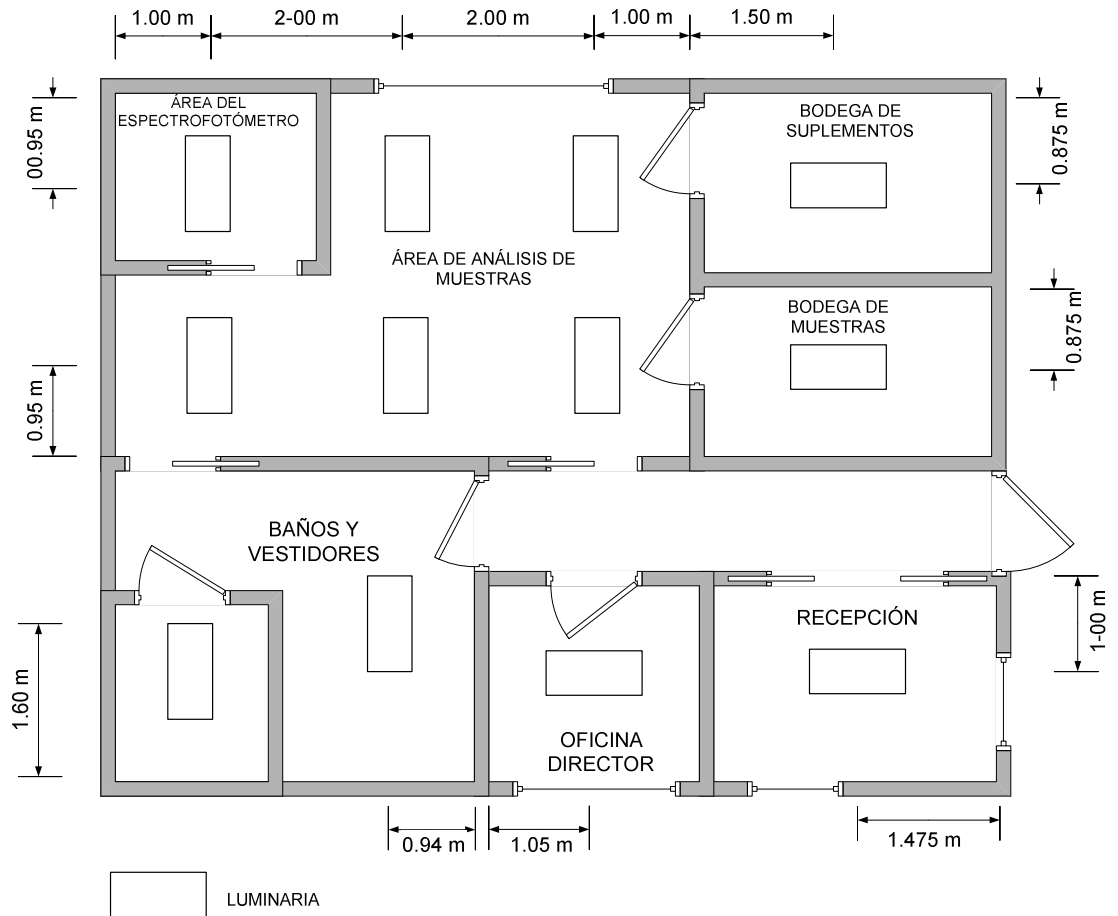
Los flujos por luminaria calculados para cada uno de los ambiente, como el número de tubos necesario en cada luminaria se presentan en la tabla XI.

**Tabla XI Número de tubos por luminaria para los distintos ambientes**

	$\phi_{\text{luminaria}}$	No. de tubos por luminaria
Recepción	9,881.5	2
Oficina del director	16,078	4
Bodegas	23,123	6
Baños y vestidores	7,028.5	2
Área análisis	26,297.5	6

A partir de los resultados obtenidos se diseñó la siguiente distribución para las luminarias en el local. La distribución de las luminarias se presenta en la figura 17.

**Figura 17 Distribución de luminarias en el local**



#### 4.4 Ventilación

La ventilación es la remoción sistemática de aire y gases calientes de una estructura, seguida por la sustitución de un abastecimiento de aire más fresco.

La renovación del aire en cualquier local ocupado es necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos de la actividad humana, o del proceso productivo.

La ventilación de un local puede ser natural o forzada. Se habla de ventilación natural cuando no hay aporte de energía artificial para lograr la renovación del aire, comúnmente, la ventilación natural se consigue dejando aberturas en el local (puertas, ventanas, lucernario, etc.), que comunican con el ambiente exterior. La ventilación forzada utiliza ventiladores para conseguir la renovación.

En general, la ventilación natural es suficiente cuando no hay más focos de contaminación que las personas que lo ocupan. A excepción del área en la que se encuentra el espectrofotómetro, el cual produce gases de combustión como residuos, el resto de ambientes no se ve contaminado por otra fuente que la actividad humana. Así que para el resto de ambientes se utilizará exclusivamente ventilación natural. El principal inconveniente de la ventilación natural es la dificultad de regulación, ya que la tasa de renovación en cada momento depende de las condiciones climatológicas.

Para medir o especificar la ventilación de un recinto hay que indicar el volumen de aire que se renueva en la unidad de tiempo en  $m^3/s$  ó  $m^3/h$ . Es más común referir la ventilación a algún parámetro o característica del local (tasas de ventilación), por ejemplo, se suele hablar de número de renovaciones en la unidad de tiempo o el volumen renovado por ocupante y unidad de tiempo (cociente entre el caudal y el número de ocupantes del local).

Existen normas y recomendaciones técnicas en las que se indican valores de tasas de ventilación en función del uso del local o de su ocupación, La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo requiere una tasa de ventilación mínima de los locales de trabajo entre 30 y 50 m<sup>3</sup>/h y trabajador, a menos que exista una renovación del aire del local superior a 6 veces por hora para trabajos sedentarios o 10 veces por hora, si el trabajo requiere un esfuerzo físico superior al normal.(22)

El trabajo efectuado en cada ambiente del laboratorio requiere poco esfuerzo y comúnmente se encontrará una sola persona en cada ambiente. Así que se realizará una renovación de 30 m<sup>3</sup>/h en el área de análisis, la oficina del director y los vestidores. Para la recepción se tendrá una tasa de renovación de 45 m<sup>3</sup>/h debido a que por momentos habrán varias personas en la misma y se desea crear una sensación de confort. Para las bodegas, debido a que el tiempo de estadía de las personas en su interior es corto se tendrá una renovación de 15 m<sup>3</sup>/h.

Con las anteriores tasas propuestas se calculó el área necesaria de ventilación en cada uno de los ambientes. Utilizando una velocidad lineal del viento promedio de 25m/h. Los resultados obtenidos para cada uno de los ambientes se presentan en la tabla XII.



**Tabla XII Tasa de renovación de aire y área de ventilación para cada ambiente.**

	<b>Tasa renovación</b> <b>(<math>\text{m}^3/\text{h}</math>)</b>	<b>Área de ventilación</b> <b>(<math>\text{m}^2</math>)</b>
Recepción	45	1.8
Oficina del director	15	0.6
Bodegas	15	0.6
Vestidores	30	1.2
Área de análisis	30	1.2

Las dimensiones de las ventanas seleccionadas para cada uno de los ambientes y el número de ventanas por ambiente se presentan en la tabla XIII.

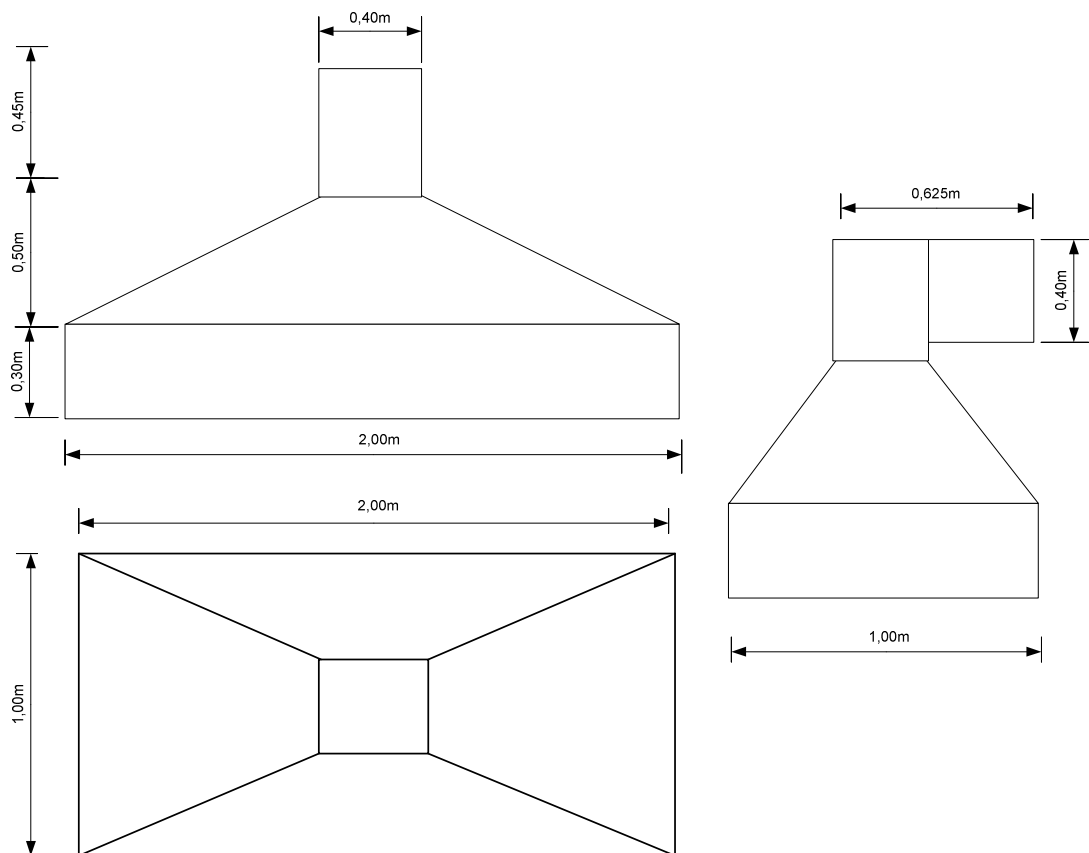
**Tabla XIII Dimensiones y número de ventanas en cada ambiente**

	<b>No. de ventanas</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
Recepción	2	1	0.90
Oficina del director	1	0.75	0.80
Bodegas	1	1.2	0.50
Vestidores	1	1.2	0.50
Área de análisis	2	0.50	1
	1	1	0.20

Para el sistema de ventilación del área del espectrofotómetro se utilizará a recomendación del fabricante del equipo un sistema de ventilación forzada. Para tal efecto se colocará una campana de extracción sobre el equipo a la altura recomendada por el fabricante. La campana se conectará con exterior por medio de un ducto con una sección transversal cuadrada de 0.40X0.40 m.

Las dimensiones de la campana extractora y el ducto de extracción del área del espectrofotómetro se presentan en la figura 18.

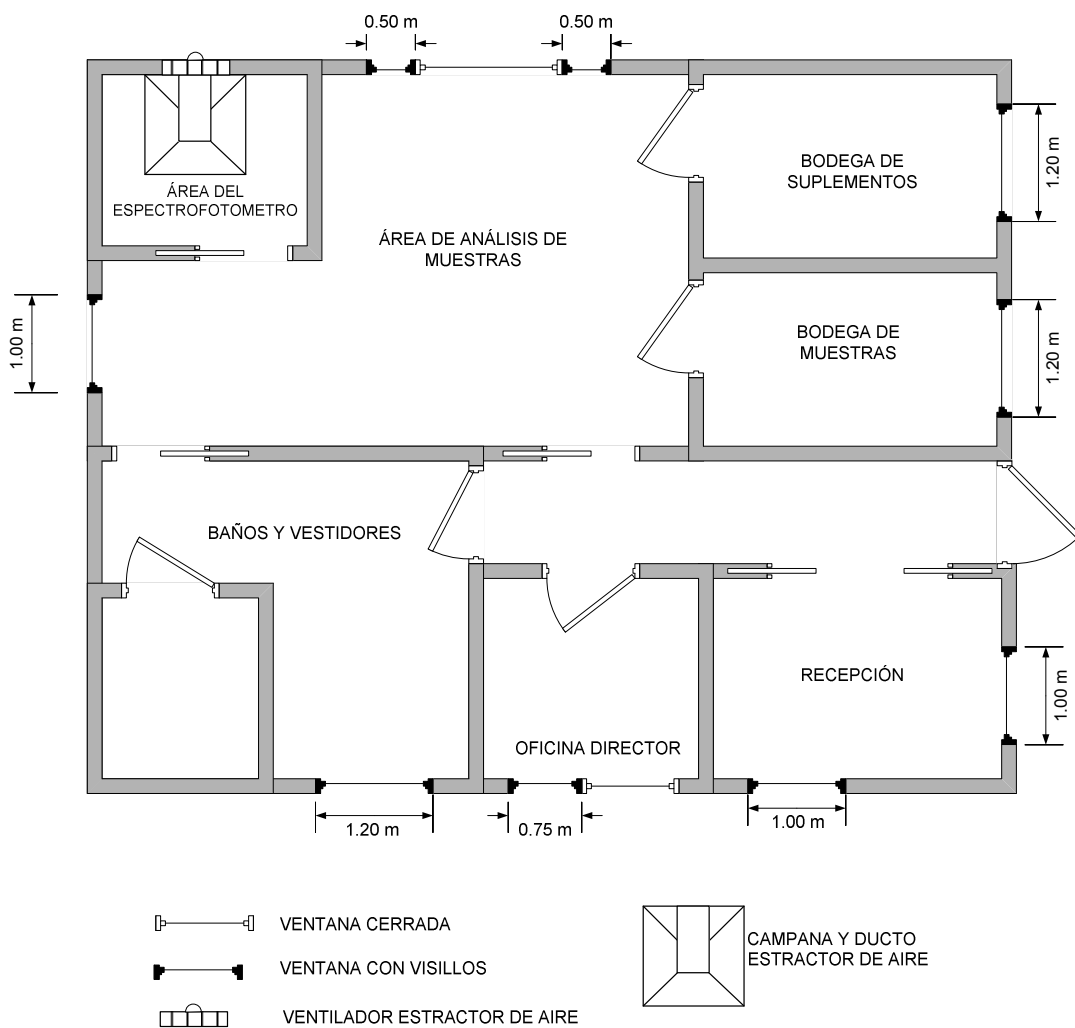
**Figura 18 Dimensiones de la campana extractora y su ducto**



El extractor se encuentra conectado a un ventilador que evacúa  $1,019.41\text{m}^3/\text{s}$  ( $600\text{pie}^3/\text{min}$ ) tal como lo recomendó el fabricante del espectrofotómetro.

El diseño del sistema completo de ventilación que se va instalar en el local se presenta en la figura 19.

**Figura 19 Sistema de ventilación**



## **4.5 Instalaciones eléctricas**

Se entiende por sistema de distribución de energía eléctrica a la disposición adoptada por los conductores y receptores, para lograr que la energía generada en las centrales pueda ser utilizada en los lugares de consumo.(23)

Fundamentalmente, una distribución puede realizarse de dos maneras: en serie o en derivación. En serie, la distribución serie o a intensidad constante, consiste en conectar todos los receptores uno a continuación del otro, de manera que la intensidad que pasa por uno de ellos, lo hace también a través de todos los demás. La derivación o a tensión constante, consiste en ir conectando en paralelo los distintos receptores a lo largo de una línea de dos o más conductores.

Se utilizarán circuitos independientes protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad asignada de acuerdo a la carga prevista.

Los circuitos que se instalarán en el laboratorio serán los siguientes:

$C_1$ : Circuito de distribución interna destinado a alimentar los puntos de iluminación.

$C_2$ : Circuito de distribución interna destinado a alimentar tomas de corriente en general y equipo de cómputo.

$C_3$ : Circuito de distribución interna destinado a alimentar tomas de corriente del área de análisis para la conexión de los instrumentos.

$C_4$ : Circuito de distribución interna destinado a alimentar el extractor del área del espectrofotómetro.

#### **4.5.1 Elementos principales**

Acometida: la acometida de una instalación eléctrica está formada por una línea que une la red general de electrificación con la instalación del local. Las clases de acometida son:

Acometida aérea: es la que va desde el poste hasta la vivienda, en recorrido visto. Es la que se utilizará en el local.

Acometida subterránea

La acometida será monofásica, de dos hilos, uno activo (positivo) y el otro neutro, en 120 voltios.

Medidor: es el aparato destinado a registrar la energía eléctrica consumida por el usuario, también conocido como contador de luz.

Conductores: los conductores son los elementos que transmiten o llevan el fluido eléctrico. Se emplea en las instalaciones o circuitos eléctricos para unir el generador con el receptor. Se clasifican en hilo o alambre, cordón y cable.

Hilo o alambre: es un conductor constituido por un único alambre macizo.

Cordón: es un conductor constituido por varios hilos unidos eléctricamente arrollados helicoidalmente alrededor de uno o varios hilos centrales.

Cable: es un conductor formado por uno o varios hilos o cordones aislado eléctricamente entre sí. Según el número de conductores aislados que lleva un cable se denomina unipolar, si lleva uno solo; bipolar, si lleva dos hilos; tripolar, tres; tetrapolar, pentapolar, multipolar... Los cables son canalizados en las instalaciones mediante tubos para protegerlos de agentes externos como los golpes, la humedad, la corrosión, etc.

Para seleccionar el calibre del conductor es necesario calcular la intensidad de corriente que deberá resistir, de acuerdo al tipo de equipo que tendrá conectado.

Para calcular la corriente utilizamos la siguiente ecuación

$$I = n \times I_a \times F_s \times F_u \quad (24)$$

Donde:

I: es la corriente que debe resistir el conductor

n: el número de equipos conectados a ese circuito

F<sub>s</sub>: es el factor de simultaneidad, la relación del número de receptores conectados sobre el total

F<sub>u</sub>: es el factor de utilización, es el factor de utilización media de la potencia máxima del receptor

Las corrientes calculadas por este método y los calibres de los conductores a utilizar en la red de distribución para cada uno de los circuitos se presentan en la tabla XIV.

**Tabla XIV Corrientes de cada circuito y calibre del conductor a utilizar**

	<b>Corriente</b>	<b>Calibre del conductor AWG</b>
<i>C</i> <sub>1</sub>	6 A	12
<i>C</i> <sub>2</sub>	8 A	12
<i>C</i> <sub>3</sub>	10 A	12
<i>C</i> <sub>4</sub>	20 A	10

Elementos de Protección: son los que sirven para proteger la instalación contra aumentos excesivos de la intensidad de la corriente, bien por sobrecargas, bien porque se establezca un cortocircuito.

El valor de los interruptores automáticos a utilizar está definido por la corriente máxima que se espera que circule por el circuito más un pequeño margen de seguridad que permite conectar nuevos equipos al circuito sin que existan problemas en la instalación. Los valores de los interruptores automáticos a utilizar se presentan en la tabla XV.

**Tabla XV Valores de los interruptores automáticos en cada circuito**

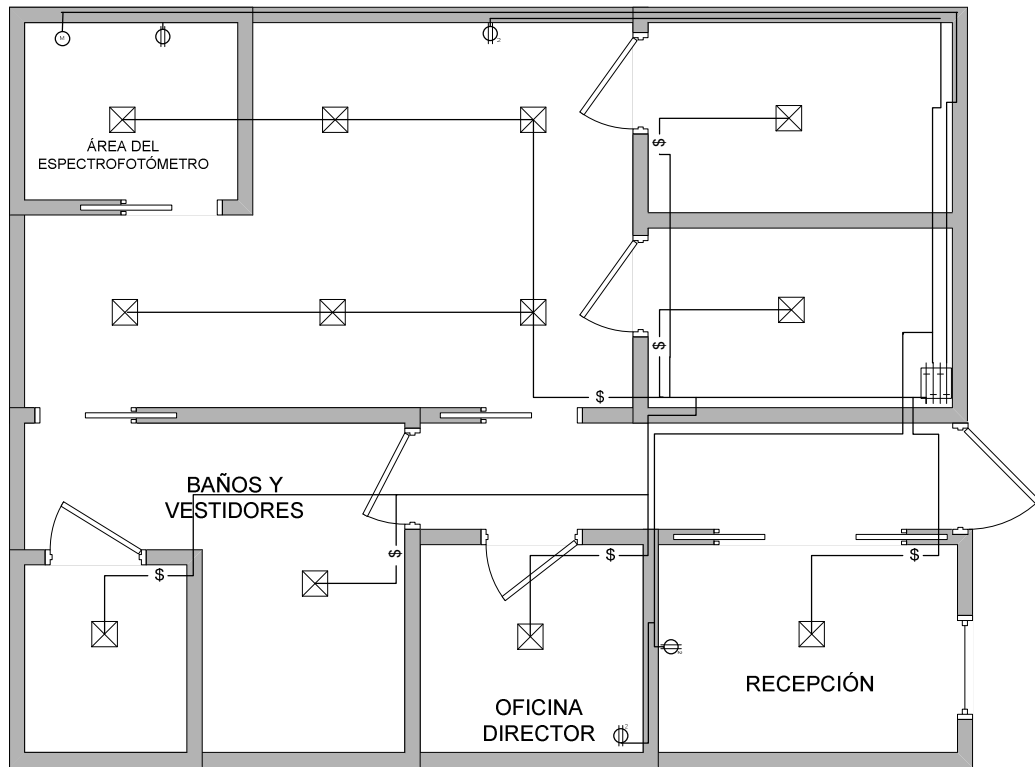
	<b>Interruptor Automático</b>
$C_1$	15 A
$C_2$	20 A
$C_3$	20 A
$C_4$	25 A

Interruptores: los interruptores son aparatos diseñados para poder conectar o interrumpir una corriente que circula por un circuito. Se accionan manualmente.

Los diagramas eléctricos de cada uno de sus componentes y su red de distribución se presentan en las figuras 20 y 21.

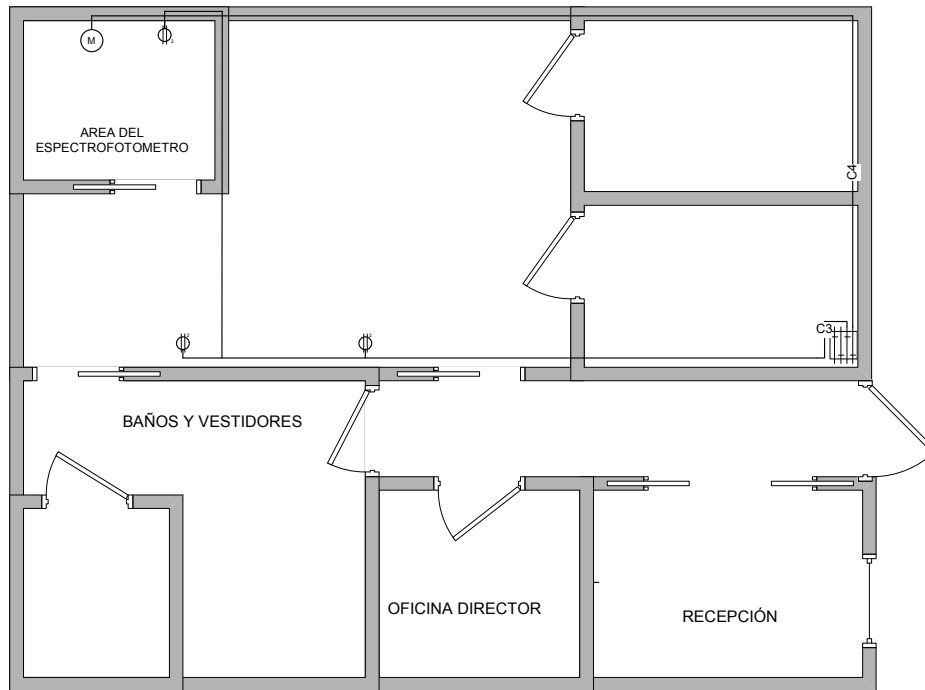


**Figura 20 Diagrama de las instalaciones eléctricas circuitos  $C_1$  y  $C_2$**



- ⊗ Luminaria
- Ⓢ Interruptor
- ⊕ Tomacorriente
- ☎ Caja de Flipones

**Figura 21 Diagrama de las instalaciones eléctricas circuitos  $C_3$  y  $C_4$**



-  Tomacorriente
-  Caja de Flípones
-  Motor Eléctrico Monofasico

#### **4.6 Instalaciones mecánicas**

El espectrofotómetro necesita un suministro de gases, óxido nítrico y acetileno, que alimenten el quemador necesario para realizar el análisis.

Los gases empleados por espectrofotómetro de adsorción atómica son:

- Acetileno
- Óxido Nitroso
- Aire (como fuente de oxígeno)

#### 4.6.1 Acetileno

Los principales riesgos a tener en cuenta durante el almacenamiento, utilización y manipulación de este compuesto son la inflamabilidad, la inestabilidad y la posibilidad de reacciones peligrosas.

**Inflamabilidad:** el acetileno forma mezclas gaseosas inflamables y explosivas al mezclarse con oxígeno, óxido de nitroso y cloro. Para evitar que estas mezclas se den, las botellas estarán situadas caseta exterior convenientemente aireada y ventilada, lejos de posibles focos de ignición y en la que no existan materiales combustibles, separadas de los gases oxidantes, como el óxido de nitroso por medio de un tabique. La ventilación natural debe asegurar que la temperatura no exceda una temperatura ambiente de 50°C.

(25)

**Inestabilidad:** el acetileno puro es un compuesto altamente inestable, por eso se suministra normalmente disuelto en acetona fijada en un material poroso e inerte, revisado cada 5 años (cada 3 si es fibroso). Para evitar el arrastre de disolvente a la instalación se deben colocar las botellas siempre en posición vertical, abrir el grifo con lentitud y suavidad entre  $\frac{3}{4}$  y 1  $\frac{1}{2}$  vueltas.

Reacciones peligrosas: al entrar en contacto con cobre, plata, mercurio, o latón de más de un 70% de riqueza de cobre, el acetileno forma compuestos explosivos (acetiluros), por esto habrá que evitar este tipo de materiales en las instalaciones.

#### **4.6.2 Óxido nitroso ( $N_2O$ )**

El óxido nitroso es una combinación química de nitrógeno y oxígeno que se elabora a partir de nitrato de amonio, que al calentarse se descompone en óxido nitroso y agua, la fusión tiene lugar a  $170^{\circ}\text{C}$  aproximadamente y la descomposición a más de  $250^{\circ}\text{C}$ .(26)

En condiciones normales de presión y temperatura, es un gas incoloro prácticamente inodoro y sin sabor. No es tóxico ni inflamable y es aproximadamente 1.5 veces más pesado que el aire.

Bajo condiciones normales es estable y generalmente inerte, pero mantiene la combustión de manera semejante al Oxígeno, aunque es un comburente más suave.

### **4.6.3 Instalaciones de suministro de acetileno y óxido nitroso**

Para ambos gases se utilizará el mismo modelo de instalación, indicando en donde sea necesario las diferencias entre ambas. La instalación se dividirá en las siguientes partes generales:

#### **4.6.3.1 Tanques o cilindros**

Los cilindros de alta presión para gases comprimidos son envases de acero de calidad especial, fabricados sin uniones soldadas y tratados térmicamente para optimizar sus propiedades de resistencia y elasticidad. En cuanto a las presiones de llenado, y según las características físicas de cada gas, podemos distinguir dos casos. Gases comprimidos de alta presión, aquellos que no se licuan, pudiendo emplearse la presión máxima que establece la norma para el cilindro de alta presión empleado, que puede variar entre 1800 y 4000 psig es el caso de  $O_2$ , Aire,  $N_2$ , Ar, He,  $H_2$ , entre otros. Gases comprimidos licuados de presión intermedia que se licuan, y que a temperatura ambiente tienen presiones dentro del cilindro del orden de 725 psig a 950 psig, para el caso del  $CO_2$  y del  $N_2O$  respectivamente.(27)

El caso del Acetileno tiene tratamiento especial, por ser un gas altamente inflamable y sensible a la presión, por ello, los cilindros en que se carga acetileno son diferentes a los que se han mencionado antes. El cilindro se encuentra relleno con una pasta seca y microporosa, en forma de panal, cuyas miles de pequeñas cavidades están rellenas a su vez con acetona líquida. Al entrar al cilindro el Acetileno se disuelve en la acetona, repartiéndose en las pequeñas cavidades, con lo cual desaparece el riesgo de explosión y de esa forma es posible almacenar una cantidad mayor de gas a presión en el cilindro.

#### **4.6.3.2 Acometida**

Es la parte de la instalación que une los cilindros de gas a la instalación interior de un edificio, y en ella se encuentra una llave o válvula de cierre. En la acometida podemos distinguir dos partes principales

- Ramal exterior: es la parte de esta conducción que se encuentra entre los cilindros o botellas de gas y la llave de ramal. Incluye los cilindros, reguladores de presión, y manómetro del ramal exterior
- Llave de ramal: llave que permite cortar el suministro al interior del inmueble se colocará a unos 30 cm. de la fachada y 30 cm del suelo.(28)

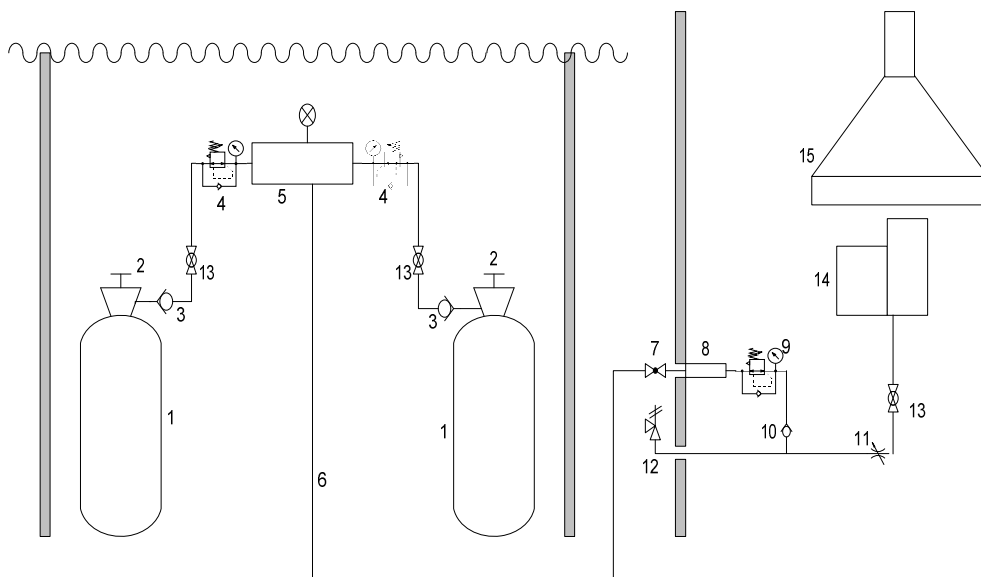
#### 4.6.3.3 Instalación interior

Conjunto de tuberías y accesorios para la distribución de gas desde la llave de ramal hasta el punto de consumo en ella pueden distinguirse:

- Ramal interior: tubería que conecta la llave ramal con la conexión o conexiones interiores.
- Válvula antirretorno: la utilización de acetileno como combustible puede dar lugar a retrocesos de llama y a la formación de una onda de choque que incide sobre el primer obstáculo que encuentra, originando la destrucción de los elementos de regulación, inflamación de mangueras y materiales combustibles y penetración de la llama al interior de la botella de acetileno. Para interceptar la onda de choque y la llama, se utiliza una válvula de seguridad que disponga conjuntamente de un sistema que impida el paso a través de ella de la onda de choque (antirretorno) y de la llama (antillama). La onda de choque origina un aumento de presión que vence el muelle y cierra el paso de gas y la llama se enfría y apaga en la malla o masa porosa.
- Válvula de seguridad: con el fin de liberar la presión producida por la onda de choque, deberá instalarse una válvula de seguridad posterior a la válvula antirretorno, en el sentido del flujo. Para prevenir el retroceso de llama es recomendable sustituir las botellas cuando su presión descienda a 5 bar.
- Llave de aparato: es la llave situada al final de la tubería de alimentación del aparato permitiendo cerrar la circulación del gas hacia el espectrofotómetro.
- Conexión de aparato: Tubo que une el extremo del conducto de alimentación del aparato con este.

En base a los componentes antes mencionados se diseñaron las instalaciones de gas del laboratorio, mismas que se presentan en la figura 22.

**Figura 22 Instalaciones de suministro de acetileno y oxido nitroso**



Los componentes del sistema de gas son los siguientes:

- 1.- Tanques de gas disuelto a una presión de 18 bar a 15°C.
- 2.- Llave de grifo de botella, permanentemente montada.
- 3.- Válvula antirretorno.
- 4.- Tubo flexible de neopreno.

5.- Reductor de presión de latón con menos de un 70% de cobre, con expansión prerregulada a 1.5 bar, equipado con manómetro que indica la presión del gas en la botella, y con válvula de seguridad para preservar la canalización de sobrepresiones.



6.- Central para sustitución automática de la botella vacía por la llena. Deberá preverse que el punto final de utilización de la botella esté determinado en 5 bar a 15°C.

7.- Válvula de globo

8.- Soporte de reductor auto-obturante fijo en pared. Marcar la boca de salida con el nombre del gas.

9.- Regulador de presión con manómetro que indica la presión de trabajo.

10.- Válvula antirretorno y antillama.

11.- Regulador de caudal. No sobrepasar los 1000 l/hora, por botella.

12.- Válvula de seguridad para protección de la canalización con salida directa a la atmósfera regulada a 2.5 bar.

13.- Válvula de bola de cierre rápido

14.- Espectrofotómetro

15.- Extractor de aire

## **4.7 Mantenimiento**

### **4.7.1 Mantenimiento del sistema de gas**

Los cilindros que deben contener gas comprimido a alta presión, necesitan un control periódico de su estado. La inspección se realizará cada vez que se instale un tanque lleno y se retire un tanque vacío. Para la inspección se realizarán las siguientes actividades: inspección visual, prueba de olor, prueba de oído y prueba hidrostática.

Inspección visual: se revisan externamente las paredes del cilindro para apreciar la existencia de algún daño como cortes, hendiduras, abolladuras, corrosión y señales de exposición a altas temperaturas y/o arco eléctrico. En el caso de observarse algún deterioro, este es analizado para determinar su gravedad. Cuando el daño en el cilindro es considerable este es rechazado e inutilizado definitivamente. También se revisa el estado de la válvula y la última fecha de prueba hidrostática.

Prueba de olor: antes de llenar un cilindro, se comprueba el olor de su contenido anterior para detectar posible contaminación.

Prueba de sonido: sirve para verificar si el cilindro tiene alguna falla (grieta, oxidación interna, líquido, etc.). También indica si está lleno o vacío (sonido de campana).

Prueba hidrostática: adicionalmente una vez cada cinco años se realizará una prueba hidrostática. La vida útil de un cilindro es de muchos años, dependiendo del trato que haya recibido, por ello es necesario controlar periódicamente la resistencia del material del cilindro. La prueba hidrostática consiste en probar el cilindro a una presión hidráulica equivalente a  $5/3$  de su presión de servicio. Las pruebas se realizan estrictamente bajo las normas de la CGA (Compressed Gas Association). Si el cilindro satisface los requisitos de la prueba, continúa en servicio durante los siguientes 5 años, en caso contrario se retira definitivamente de circulación.

#### 4.7.2 Mantenimiento de equipos

Se practicará un mantenimiento del tipo preventivo debido a que permitirá trabajar con la menor cantidad de interrupciones y paros posibles sin incrementar mucho los costos. El mantenimiento proporciona mantenimiento programado al equipo cada cierto tiempo de servicio, busca prevenir las fallas y deterioro del equipo. En nuestros equipos de medición el mantenimiento preventivo deberá garantizar la calidad de las mediciones y la continuidad de las operaciones. El programa de mantenimiento preventivo constará de las siguientes actividades programadas.

<b>Código:</b>	ME01
<b>Actividad:</b>	Limpieza del equipo de medición
<b>Equipos a los que se aplica:</b>	Espectrofotómetro Titulador Automático Titulador Karl Fisher Balanza Viscosímetro
<b>Responsable:</b>	Técnico de laboratorio
<b>Recursos:</b>	50 ml de Benceno o Fenol por equipo
<b>Descripción:</b>	Se desmontarán las partes móviles del equipo y se limpiarán cuidadosamente de residuos de aceite usado utilizando benceno o fenol como solvente para remover con mayor facilidad cualquier residuo.
<b>Frecuencia:</b>	Una vez al mes

**Código:** ME02  
**Actividad:** Cambio de mangueras del atomizador del quemador  
**Equipos a los que se aplica:** Espectrofotómetro  
**Responsable:** Personal de Analítica Química (Representantes en Guatemala de Perkin Elmer)  
**Descripción:** El personal de Analítica Química reemplazará las mangueras del sistema de atomización del espectrofotómetro  
**Frecuencia:** Dos veces al año

**Código:** ME03  
**Actividad:** Reemplazo de las lámparas  
**Equipos a los que se aplica:** Espectrofotómetro  
**Responsable:** Técnico de laboratorio  
**Recursos:** Lámparas:  
No. 3050103  
No. 3050121  
No. 3050126  
No. 3050191  
Clasificación según catalogo de lámparas PerkinElmer  
**Descripción:** Una vez cumplida su vida útil Se cambiarán las lámparas usadas por lámparas nuevas.  
**Frecuencia:** Cada 20000 horas. (Aproximadamente cada 11 meses)

**Código:** ME04  
**Actividad:** Calibración del equipo de medición  
**Equipos a los que se aplica:** Titulador Automático  
Titulador Karl Fisher  
Balanza  
Viscosímetro  
(El espectrofotómetro se calibra automáticamente cada 5 corridas, por lo que su calibración se considera como parte de la preparación del equipo)  
**Responsable:** Técnico de laboratorio  
**Recursos:** Estándares  
**Descripción:** El técnico calibrará todos los equipos utilizando los estándares proporcionados por el fabricante para verificar que las mediciones son fiables.  
**Frecuencia:** Una vez al año.

**Código:** ME05  
**Actividad:** Mantenimiento del ventilador del extractor  
**Equipos a los que se aplica:** Ventilador del Extractor  
**Responsable:** Técnicos de Trittech  
**Descripción:** Para garantizar el óptimo funcionamiento del ventilador del extractor y prolongar su vida útil se realizará servicio mayor (cambio de filtro de aire, cojinetes, aceite y filtro de aceite)  
**Frecuencia:** Una vez al año.

### 4.7.3 Mantenimiento de las instalaciones

Para garantizar que las condiciones de trabajo que prevalecen en el laboratorio son las adecuadas para la operación del mismo se dará mantenimiento constante a las instalaciones del mismo.

Las actividades comprendidas en el programa preventivo de mantenimiento de las instalaciones son:

<b>Código:</b>	MI01
<b>Actividad:</b>	Limpieza de luminarias
<b>Responsable:</b>	Encargado de limpieza y mantenimiento
<b>Descripción:</b>	Se limpiarán los tubos y pantallas de las luminarias para evitar que el polvo y suciedad acumulada reduzca significativamente la iluminación del área
<b>Frecuencia:</b>	Cada 3 meses

**Código:** MI02  
**Actividad:** Cambio de luminarias  
**Responsable:** Encargado de limpieza y mantenimiento  
**Recursos:** 52 Tubos fluorescentes  
**Descripción:** El encargado de mantenimiento deberá reemplazar los tubos cuando cumplan sus horas de servicio a modo de garantizar que la iluminación siempre sea adecuada para el trabajo a realizar.  
**Frecuencia:** Cada 4500 horas (24 meses aproximadamente)

**Código:** MI03  
**Actividad:** Limpieza del ducto y campana de extracción  
**Responsable:** Encargado de limpieza y mantenimiento  
**Recursos:** 2 l de Benceno  
**Descripción:** Se limpiará el ducto y campana de extracción del hollín, cenizas y polvo que se acumula en sus superficies para prolongar su vida útil.  
**Frecuencia:** Cada 3 meses





## 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

### 5.1 Inversión inicial

La inversión inicial comprende todos los gastos que será necesario hacer para poder poner en marcha el laboratorio de análisis de lubricantes. Estas inversiones solo se realizarán una vez en el período estipulado como tiempo de vida de la inversión, cinco años, al final de este tiempo es posible que sea necesario invertir de nuevo en la adquisición de equipo y mobiliario.

La inversión se agrupará en tres grupos de acuerdo al tipo de recursos que se adquirirán

- *Instalaciones:* los gastos que comprendan la adquisición, modificación y adaptación del local para hacerlo apto para el funcionamiento del laboratorio. Incluye instalaciones de agua, gas, instalaciones eléctricas y sistemas de ventilación.
- *Mobiliario:* los gastos que comprendan adquisición de muebles para el laboratorio y oficinas.
- *Equipo:* los gastos que comprendan equipo e instrumentos de laboratorio, equipo de cómputo y consumibles de oficina.

### 5.1.1 Instalaciones

Para hacer el local apto para el funcionamiento será necesario hacer modificaciones que permitan al local cumplir con los requerimientos de operación del laboratorio. Será necesario modificar la instalación eléctrica y la instalación de agua para satisfacer los requerimientos de los equipos. Será necesario habilitar la instalación para los gases consumidos por espectrofotómetro y el sistema de extracción del mismo. Además de modificaciones en ventanas, instalación de luminarias, y tragaluces. Los gastos previstos para la modificación de las instalaciones se presentan en la tabla XVI.

**Tabla XVI Inversión inicial en instalaciones**

Remodelación del local en general	Q20,000.00
Ventanas y tragaluces	Q8,500.00
Adaptación del sistema eléctrico	Q4,744.00
52 tubos fluorescentes marca Phillips de 4500 lumenes	Q876.00
12 Lámparas tipo industrial blancas	Q2,900.00
Construcción de un baño	Q7,378.00
Modificación e instalación de tubería de agua	Q4,854.00
Lavamanos y lavaojos para el laboratorio	Q5,500.00
Instalaciones del sistema de gases (mangueras, válvulas, tubería y local exterior)	Q5,024.00
Ducto y campana de extracción	Q2,000.00
Ventilador del extractor	Q3,500.00
<b>SUBTOTAL INSTALACIONES</b>	<b>Q65,276.00</b>

### 5.1.2 Mobiliario

Tanto las áreas administrativas, las bodegas y el área de análisis necesitarán de muebles para colocar equipos, suministros y hacer agradable y ordenado el trabajo de quienes ahí se desempeñan. Los gastos previstos para el mobiliario se presentan en la tabla XVII.

**Tabla XVII Inversión inicial mobiliario**

Mobiliario de oficina (2 escritorios pequeños, 1 escritorio grande y cinco sillas con rodos)	Q6,775.00
3 bancos de madera de 1.10 m de alto	Q250.00
2 archivos metálicos medianos	Q687.00
2 anaqueles metálicos para la bodega	Q4,500.00
Mobiliario para la recepción (juego de dos sillones y una mesa)	Q4,800.00
Compra de 2 casilleros grandes para los vestidores	Q800.00
Mesa para el laboratorio	Q1,125.00
Mesa metálica para el espectrofotómetro	Q3,250.00
<b>SUBTOTAL MOBILIARIO</b>	<b>Q22,287.00</b>

### 5.1.3 Equipo

En especial en el área de análisis serán necesarios equipos e instrumentos para realizar los análisis. Además será necesario comprar cristalería de laboratorio de uso general (Beakers, probetas, etc.). Se incluyen también las computadoras, una para el supervisor y otra más para el área de análisis. Los gastos previstos a realizarse en el equipo se presentan en la tabla XVIII.

**Tabla XVIII Inversión inicial equipo**

Espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer AANALYST 400	Q339,500.00
Titulador Karl Fischer Mettler Toledo DL38	Q105,000.80
Titulador Automático Mettler Toledo T70	Q96,800.00
Viscosímetro Quantotec Visco 88	Q47,500.00
Balanza electrónica Mettler Toledo AB-S	Q8,000.00
Tanque e instalaciones para almacenar aceite usado	Q5,000.00
8 earlenmeyes (2 de 500ml, 2 de 250ml y 4 de 100ml)	Q1,200.00
8 beackers (2 de 500ml, 4 de 250 ml y 2 de 100 ml)	Q840.00
4 pipetas (2 de 25ml y 2 de 10 ml)	Q125.00
Equipo diverso de laboratorio	Q2,500.00
Equipo para la recolección de muestras	Q1,250.00
Equipo de cómputo (2 computadoras y 1 impresoras laser con software y licencias necesarias)	Q15,000.00
Equipo de oficina (papelería, folders, bolígrafos, etc.)	Q1,000.00
<b>SUBTOTAL EQUIPO</b>	<b>Q615,565.80</b>

Lo que da una inversión inicial total de:

Instalaciones	Q65,276.00
Mobiliario	Q22,287.00
Equipo	Q615,565.80
<b>TOTAL</b>	<b>Q703,128..80</b>

## **5.2 Costos de operación**

Los costos de operación son aquellos en los que se incurrirá periódicamente para mantener funcionando el laboratorio. Dentro de estos costos se pueden distinguir dos tipos tomando en cuenta su relación con el servicio prestado:

- Costos fijos: no dependen del número de análisis realizados.
- Costos variables: Son función del número de análisis realizados.

### **5.2.1 Costos fijos**

Son todos los costos que no dependen del número de servicios prestados, es decir son independientes del número de análisis que se realicen.

Los costos fijos no varían al variar el número de análisis realizados, y permanecen constantes por largos períodos de tiempo, por lo que se pueden tomar como constantes a lo largo del tiempo de evaluación.

Anualmente será necesario incurrir en gastos para garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones y el correcto desempeño de la organización. Estos gastos se presupuestan anualmente y se gastan a lo largo del año. Los costos fijos anuales previstos son:

**Capacitación y selección de personal**

Capacitación y formación del personal	Q5,000.00
Reclutamiento, evaluación, selección e inducción de personal	Q1,000.00
Bonificación anual	Q4,500.00
<b>Subtotal gastos de capacitación y selección de personal</b>	<b>Q10,500.00</b>

**Promoción y publicidad**

Material ilustrado	Q5,000.00
Visitas demostrativas	Q10,000.00
Patrocinio y apoyo a eventos (convenciones, conferencias, etc.)	Q5,000.00
<b>Subtotal gastos de promoción y publicidad:</b>	<b>Q20,000.00</b>

**Mantenimiento de instalaciones**

Reposición de tubos de iluminación	Q438.00
Servicio de mantenimiento mayor al ventilador del extractor	Q2,100.00
<b>Subtotal mantenimiento de instalaciones</b>	<b>Q2,538.00</b>
<b>Total gastos fijos anuales</b>	<b>Q33,038.00</b>

Otros costos fijos son programados mensualmente, destinados a la operación y funciones administrativas. Los costos fijos mensuales del laboratorio son:

<b>Gastos Administrativos:</b>	
Salario director de operaciones	Q10,000.00
Secretaria ejecutiva	Q3,000.00
Salario encargado de limpieza y mantenimiento	Q1,800.00
<b>Subtotal gastos administrativos:</b>	<b>Q14,800.00</b>
<b>Gastos de operación:</b>	
Salario del técnico de laboratorio	Q5,000.00
Salario del técnico de campo	Q5,000.00
Agua y Teléfono	Q500.00
Energía eléctrica (no incluyendo la consumida por los equipos de análisis)	Q800.00
Reposición de equipo de oficina	Q50.00
Gastos enseres de limpieza	Q100.00
<b>Subtotal gastos de operación y mantenimiento</b>	<b>Q11,450.00</b>
<b>Gastos imprevistos:</b>	<b>Q1,000.00</b>
<b>Total Costos Fijos Mensuales</b>	<b>Q27,250.00</b>

### **5.2.2 Costos variables**

Son todos los costos en que se incurre por cada uno de los servicios que se presta. Realizar un análisis consume recursos que solo son consumidos cuando este se realiza, de lo contrario no se presentan. Los servicios técnicos y asesorías prestados por otro lado tienen costos que son difíciles de aislar a un servicio en especial, como tiempo del supervisor o material impreso elaborado para el mismo.

Los costos necesarios para prestar servicios de asesoría técnica ya se incluyeron en los costos fijos y sólo los costos que dependen del número de análisis serán considerados entre los costos variables.

En los costos variables se incluyen los gases consumidos por espectrofotómetro, energía eléctrica, equipo desechable para la toma de muestra y suministros de los equipos.

Los costos variables estimados en base a las especificaciones del equipo y precios actuales de los insumos se presentan en la tabla XIX



**Tabla XIX Costos variables por paquete de análisis**

Energía eléctrica consumida por los equipos	Q 1.04
Acetileno	Q 2.26
Óxido nitroso	Q 3.12
Benceno	Q 1.45
Lámparas espectrofotómetro	Q 1.16
Reactivos para los tituladores	Q1.76
Equipo para toma de muestras	Q4,10
<b>Total Costos Variables</b>	<b>Q13.73</b>

### **5.2.3 Ingresos previstos**

Los ingresos previstos se calcularán en base a los resultados del estudio de mercado y de las metas propuestas para los primeros cinco años.

El principal rubro de ingresos del laboratorio serán los análisis que se realizarán. Los ingresos se calcularon esperando que se alcance la meta de analizar 3,000 muestras durante el primer año y previendo aumentos de 500 análisis por año.

En base a la oferta actual del mercado se sugiere un precio de \$20 dólares por paquete de análisis. El paquete se definió con anterioridad consiste en los análisis de:

- Viscosidad
- Ppm de partículas metálicas por desgaste
- TBN
- Contenido de agua

Los ingresos anuales previstos provenientes de los análisis realizados para los primeros cinco años de operación se presentan en la tabla XX.

**Tabla XX Ingresos estimados debidos a los análisis realizados**

	<b>No. estimado de análisis al año</b>	<b>Ingresos por año</b>
<b>Primer año</b>	3000	Q 456.000,00
<b>Segundo año</b>	3500	Q 532.000,00
<b>Tercer año</b>	4000	Q 608.000,00
<b>Cuarto año</b>	4500	Q 684.000,00
<b>Quinto año</b>	5000	Q 760.000,00

La tasa de cambio utilizada fue de \$1.00=Q7.60

Los servicios de asesoría e implementación de programas de mantenimiento preventivo serán la segunda fuente de ingresos del laboratorio. El precio de estos servicios se presenta en la tabla XXI

**Tabla XXI Precio de los servicios ofrecidos**

<b>Servicio</b>	<b>Precio</b>
Taller de capacitación en programas de mantenimiento predictivo.	Q 150.00 por persona
Diagnóstico inicial	Q800.00
Asesoría para la implementación de programas de mantenimiento predictivo	Q2,400.00 al inicio Q300.00 mensuales
Implementación de programas de mantenimiento predictivo	Q4,800.00 al inicio Q600.00 mensuales

En base a las metas fijadas por la organización (ver pagina 38), y proyectando el crecimiento de la misma, se fijo la demanda de servicios para los primeros cinco años, datos que se presentan en la tabla XXII. Con las demandas previstas y los precios sugeridos para los servicios se estimaron los ingresos para los siguientes cinco años provenientes de los servicios prestados. Los resultados se presentan en la tabla XXII y XXIII.

**Tabla XXII Demanda anual de servicios estimada**

<b>Servicio</b>	<b>Taller de capacitación</b>	<b>Diagnóstico inicial</b>	<b>Asesoría</b>	<b>Implementación de programas</b>
<b>Año1</b>	50 personas	20	10	2
<b>Año 2</b>	55 personas	22	12	2
<b>Año 3</b>	60 personas	24	14	3
<b>Año 4</b>	66 personas	26	16	3
<b>Año 5</b>	72 personas	29	18	4

**Tabla XXIII Ingresos anuales previstos provenientes de los servicios**

<b>Servicio</b>	<b>Taller de capacitación</b>	<b>Diagnóstico inicial</b>	<b>Asesoría</b>	<b>Implementación de programas</b>
<b>Año1</b>	Q 7,500.00	Q14,400.00	Q 70,000.00	Q 26,000.00
<b>Año 2</b>	Q 8,250.00	Q16,000.00	Q 84,000.00	Q 26,000.00
<b>Año 3</b>	Q 9,000,00	Q19,200.00	Q 98,000.00	Q 39,000.00
<b>Año 4</b>	Q 9,750.00	Q22,400.00	Q112,000.00	Q 39,000.00
<b>Año 5</b>	Q 11,250.00	Q25,600.00	Q126,000.00	Q 52,000.00

Los ingresos totales previstos para el laboratorio durante los primeros cinco años de operación, provenientes tanto de los análisis como de los servicios prestados se presentan en la tabla XXIV.

**Tabla XXIV Ingresos totales**

	<b>Ingresos anuales</b>
<b>Primer año</b>	Q573,900.00
<b>Segundo año</b>	Q666,250.00
<b>Tercer año</b>	Q773,200.00
<b>Cuarto año</b>	Q867,150.00
<b>Quinto año</b>	Q974,850.00

### **5.3 Análisis en el tiempo**

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemático-financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros, ya que un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas en el largo plazo.

El valor presente neto y la tasa interna de rendimiento son dos técnicas importantes, se mencionan juntos porque en realidad es el mismo método, sólo que sus resultados se expresan de manera distinta.

Estas técnicas de uso muy extendido se utilizan cuando la inversión produce ingresos por sí misma, es decir, sería el caso del laboratorio de análisis de lubricantes.

#### **5.3.1 Valor presente**

Una cantidad futura de dinero convertida a su valor equivalente ahora tiene un monto de valor presente (VP) siempre menor que el flujo de efectivo real, debido a que para cualquier tasa de interés mayor que cero, todos los factores  $P/F$  tienen un valor presente menor que 0. (28)

El método de valor presente es muy popular debido a que los gastos o los ingresos se transforman en dinero equivalente de ahora. Es decir, todos los flujos de efectivo futuros asociados con una alternativa se convierten en dinero presente. En esta forma es muy fácil percibir la ventaja económica de una alternativa sobre otra.

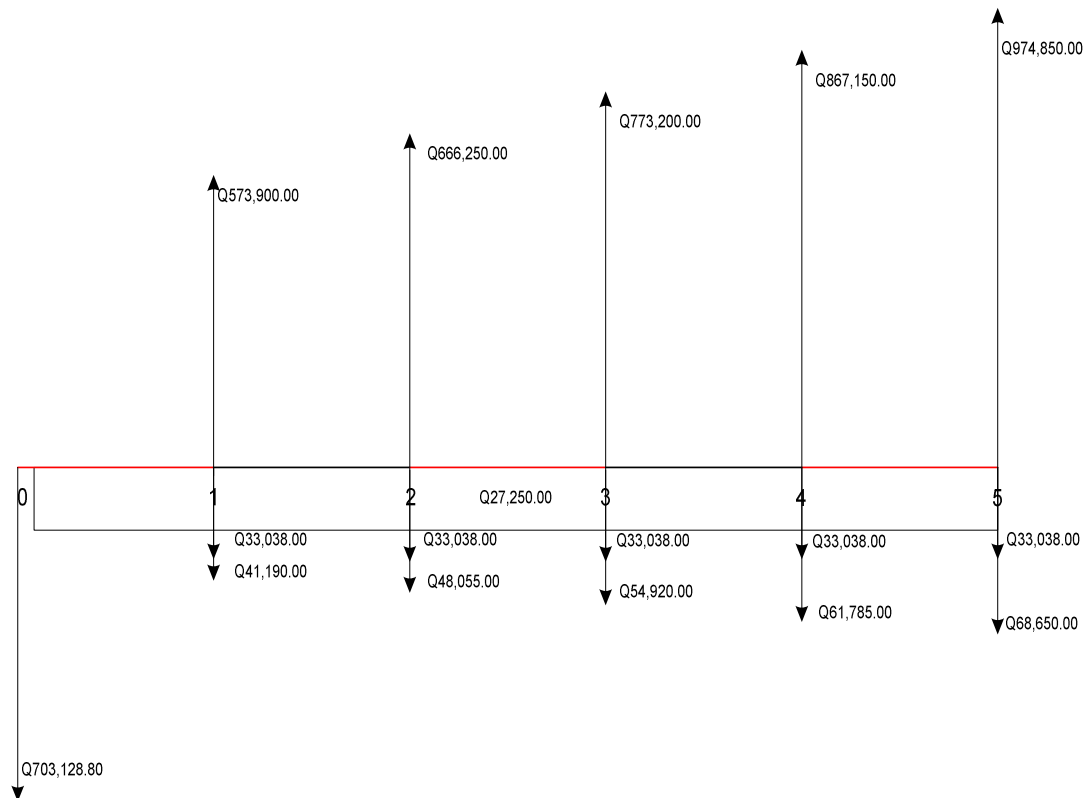
En el caso del laboratorio estamos evaluando una sola alternativa, implementar el laboratorio o no implementarlo. Por tanto si el valor presente es mayor que cero quiere decir que es rentable en el tiempo implementarlo. Por el contrario si el valor presente da un resultado negativo no es conveniente implementarlo.

Para encontrar el flujo de caja del proyecto, se tomarán los costos fijos anuales y mensuales estimados anteriormente, los costos variables se calcularán para cada año en base a las demandas previstas, tal como se calcularon los ingresos anteriormente.

<b>Inversión inicial:</b>	Q703,128.80
<b>Costos fijos mensuales</b>	
Gastos administrativos	Q14,800.00
Gastos operación	Q11,450.00
Gastos imprevistos	Q1,000.00
<b>Total costos fijos mensuales</b>	<b>Q27,250.00</b>
<b>Costos fijos anuales</b>	<b>Q33,038.00</b>
<b>Costos variables</b>	
Primer año	Q41,190.00
Segundo año	Q48,055.00
Tercer año	Q54,920.00
Cuarto año	Q61,785.00
Quinto año	Q68,650.00
<b>Ingresos:</b>	
Primer año	Q573,900.00
Segundo año	Q666,250.00
Tercer año	Q773,200.00
Cuarto año	Q867,150.00
Quinto año	Q974,850.00

Se utilizará una tasa de interés del 30% anual capitalizado mensualmente para que el riesgo de la inversión sea compensado con una utilidad atractiva. El flujo de efectivo para el proyecto se presenta en la figura 23.

**Figura 23 Flujo de efectivo para el proyecto**



*Tasa de interés=30% anual capitalizado mensualmente*

Se obtiene un valor presente de: Q 426,447.38

Como el valor obtenido es positivo, la inversión según este método de evaluación es rentable y el proyecto atractivo económicamente. Por tanto se recomienda ejecutar el proyecto.



### 5.3.2 Tasa interna de rendimiento

La tasa interna de rendimiento (TIR) es la tasa pagada sobre el saldo no pagado del dinero obtenido en préstamo o la tasa ganada sobre el saldo o recuperado de una inversión, de forma que el pago o entrada final iguala el saldo exactamente a cero con el interés considerado. La tasa interna de rendimiento está expresada como un porcentaje por período.

Para determinar la tasa interna de rendimiento en una serie de flujo de efectivo se utiliza la ecuación TIR con relación al valor presente. El valor presente de los costos o desembolsos se iguala al valor presente de los ingresos o de recaudación. El valor de  $i$  que hace esta igualdad verdadera es la TIR.(29)

Para determinar si la serie de flujo de efectivo es viable, se compara con la tasa mínima atractiva de retorno, si es mayor se considera viable.

Al calcular la TIR para el proyecto se obtiene un valor de: 48.95%. El valor de la TIR es mayor a la tasa deseada, 30%, por tanto el proyecto es atractivo. La implementación del laboratorio de análisis de lubricantes es económicamente recomendable.

## 5.4 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es el valor del número de ventas necesarias para que no existan ni pérdidas ni ganancias. El objetivo del punto de equilibrio es mostrar cuando el proyecto opera con ganancias y cuando opera con pérdidas. Como en el proyecto existen dos servicios que se ofrecen de forma independiente, los análisis de laboratorio y los servicios técnicos de asesoría, será considerar como fijos los ingresos provenientes de uno de los rubros y encontrar el punto de equilibrio para el restante.

Como la principal actividad del laboratorio son los análisis químicos practicados a las muestras, se considerarán como fijos los ingresos provenientes de los servicios de asesoría. Por tanto el punto de equilibrio representará el número de análisis que nos permite operar sin pérdidas, pero sin obtener ganancias. Un número mayor de análisis realizados permite obtener una ganancia y un número menor representa una pérdida.

El punto de equilibrio se puede calcular de dos formas diferentes, gráficamente o por matemáticamente solo se utilizará el segundo. Ambos métodos buscan el punto en que se interceptan la curva de los costos y la curva de los ingresos. Es decir cuando ambas curvas tienen los mismos valores en las abscisas y ordenadas.

Matemáticamente, el punto de equilibrio se encuentra igualando las ecuaciones de ambas curvas. Resultando la siguiente ecuación:

$$Cf+n*Cv=n*P+If \quad (30)$$

Donde:

Cf: costo fijo

Cv: costo variable

P: precio del análisis

n: número de análisis

If: ingresos fijos (ingresos provenientes de servicios de asesoría)

Resolviendo la ecuación para encontrar el número de análisis que hacen verdadera la ecuación:

$$n = \frac{P - Cv}{Cf - If}$$

Los costos fijos se aproximaron con la suma de los costos fijos anuales, los costos fijos mensuales multiplicados por doce, más la inversión total dividida entre cinco años, período en el que se planea recuperar la inversión.

El precio se sustituye en la fórmula por su valor en quetzales a una tasa de cambio de Q7.60/\$. Como el precio fijado es de \$20 esto equivale a un precio de Q152.00 por análisis. Los ingresos y egresos utilizados para encontrar el punto de equilibrio se presentan en la tabla XXV.

**Tabla XXV Resumen de ingresos y egresos para el primer año**

<b>Inversión inicial</b>	Q703.128,80
Inversión inicial prorrateada en 5 años	Q140,625.76
<b>Gastos fijos anuales</b>	Q33,038.00
<b>Gastos fijos mensuales</b>	
Gastos administrativos	Q14.800,00
Gastos operación y mantenimiento	Q11.450,00
Gastos varios	Q1.000,00
Total gastos mensuales	Q27.250,00
Gastos mensuales en el año	Q327,000.00
<b>Costos fijos anuales</b>	<b>Q 500,663.76</b>
<b>Costos variables</b>	<b>Q13.73</b>
<b>Ingresos fijos primer año</b>	<b>Q117,900.00</b>
<b>Precio de venta</b>	<b>Q152.00</b>

Sustituyendo en la ecuación del punto de equilibrio se obtiene:

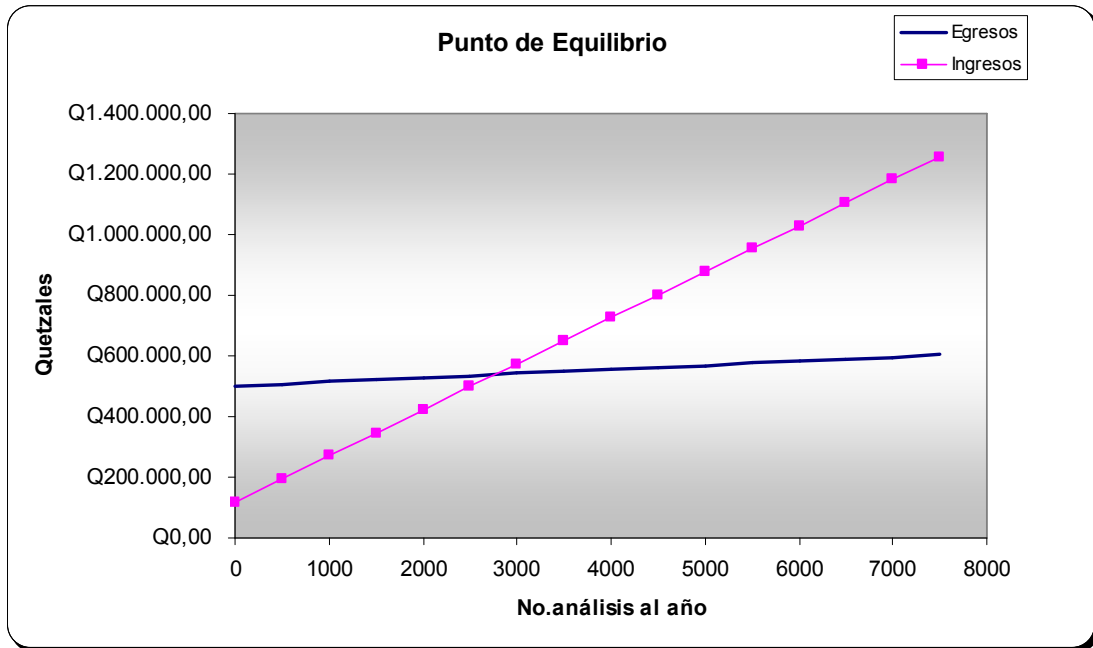
$$Q500,663.76 + n*Q13.73=n*Q152+Q117,900.00$$

Resolviendo la ecuación se obtiene que:

$$n=2768.23$$

Por lo que se necesitaría analizar 2,769 muestras durante el primer año para operar con ganancias durante el mismo. Se espera analizar 3,000 muestras durante el primer año. Por tanto el proyecto generará ganancias durante el primer año de operación, como se muestra en la figura 24.

**Figura 24 Punto de equilibrio para el primer año de operación**



El punto de equilibrio de los primeros cinco años y las demandas de análisis esperados para los primeros cinco años se presentan en la tabla XXVI. Como la demanda esperada es superior al punto de equilibrio en todas las ocasiones, el laboratorio operará con ganancias durante los cinco años.

**Tabla XXVI Punto de equilibrio y demanda estimada para los primeros cinco años**

	<b>Punto de equilibrio (análisis/ año)</b>	<b>Demanda estimada (análisis/año)</b>
<b>Primer año</b>	2,768	3,000
<b>Segundo año</b>	2,650	3,500
<b>Tercer año</b>	2,426	4,000
<b>Cuarto año</b>	2,296	4,500
<b>Quinto año</b>	2,067	5,000

De donde se pueden calcular las utilidades esperadas para cada año de operación. Las utilidades esperadas se presentan en la tabla XXVII

**Tabla XXVII Punto de equilibrio y demanda estimada para los primeros cinco años**

	<b>Utilidad esperada (Q/año)</b>
<b>Primer año</b>	Q35.264
<b>Segundo año</b>	Q129.200
<b>Tercer año</b>	Q239.248
<b>Cuarto año</b>	Q335.008
<b>Quinto año</b>	Q445.816

## 6. ESTUDIO AMBIENTAL

### 6.1 Posibles riesgos y contingencias ambientales

Como todo proyecto, en el presente es necesario evaluar el grado en que este puede perjudicar al ambiente durante su operación o en caso de que ocurran imprevistos o accidentes.

Debido a que el proyecto aún no se ha puesto en marcha es imposible medir el impacto real que tendrá en el ambiente, sin embargo es necesario tomar en cuenta cuáles son los focos de riesgo para el ambiente e identificar las posibles contingencias ambientales.

Los focos de riesgo ambiental detectados son:

- ✚ Emisiones de gases de combustión a la atmósfera.
- ✚ Derrames de aceite usado.
- ✚ Derrames de reactivos químicos.
- ✚ Explosiones e incendios.

A continuación se evalúa cuál es el riesgo potencial de cada uno de ellos en base a su toxicidad y a qué peligros representan para el ambiente.

### **6.1.1 Emisiones de gases de combustión a la atmósfera**

Aunque la única fuente de emisión de gases de combustión en el laboratorio es el espectrofotómetro, es necesario considerarlos como un foco de riesgo.

Los compuestos de cloro, fósforo, azufre, presentes en el aceite usado dan gases de combustión tóxicos que deben ser depurados por vía húmeda, esto se consigue mediante un filtro colocado en la boca del extractor que evita que gran parte de los compuestos sean emitidos al ambiente.

Otro gran problema asociado al anterior lo crea el plomo que emitido al aire en partículas de tamaño microscópico perjudica la salud de los seres humanos, sobre todo de los niños. El plomo es el más volátil de los componentes metálicos que forman las cenizas de los aceites usados. La cantidad de plomo presente en el aceite usado oscila del 1 al 1,5 por ciento en peso y proviene de las gasolinas y de los aditivos.

Si quemáramos una lata de  $.005 m^3$  de aceite usado, emitiríamos una contaminación atmosférica que contaminarían un volumen de aire equivalente al que respira un adulto a lo largo de 3 años de su vida.



En el laboratorio el proceso de combustión se realiza por medio de un sistema altamente preciso y eficiente lo que reduce significativamente las emisiones de gases de invernadero. La cantidad de aceite que se procesará en espectrofotómetro por día es de apenas  $.000750 m^3$  y las emisiones de gases se mantendrían muy por debajo de los límites impuestos por la legislación ambiental. Las emisiones del laboratorio respecto a los límites estipulados por el reglamento municipal de localización industrial vigente se presentan en la tabla XXVIII.(31)

**Tabla XXVIII Emisiones atmosféricas previstas para el laboratorio**

	Emisiones previstas ( $mg/m^3$ )	Emisiones máximas permitidas ( $mg/m^3$ )
<b>Dióxido de carbono</b>	348	9000
<b>Monóxido de carbono</b>	12	100
<b>Dióxido de azufre</b>	3	13
<b>Tetracloruro de carbono</b>	24	160

#### **6.1.2 Contaminación por derrames de aceite usado proveniente de las muestras.**

Los aceites no se disuelven en el agua, no son biodegradables, forman películas impermeables que impiden el paso del oxígeno y matan la vida tanto en el agua como en tierra, esparcen productos tóxicos que pueden ser ingeridos por los seres humanos de forma directa o indirecta.

Los hidrocarburos saturados contenidos en el aceite no son biodegradables (en el mar el tiempo de eliminación de un hidrocarburo puede ser de 10 a 15 años).

El aceite usado no puede verterse en el agua.  $.001 m^3$  de aceite contamina  $1,000 m^3$  de agua. En forma más sencilla de entender, si derramamos  $.005 m^3$  de aceite usado, capacidad corriente del cárter de un automóvil, sobre un lago cubrirá una superficie de  $5.000 m^2$  con un film oleoso que perturbaría gravemente el desarrollo de la vida acuática.

El aceite usado altera el sabor del agua potable, y por ello debe evitarse la presencia del mismo en las aguas de superficie y en las subterráneas, concentraciones de aceite usado en agua de 1 ppm convierten aquella en impropia para el consumo humano. Valores inferiores, de hasta 0.01 ppm produce que tres sujetos de cada cinco perciben todavía una diferencia de sabor para un contenido en aceite usado de 0.001 ppm.

Además, los aceites usados vertidos en el agua originan una fina película que produce separación entre las fases aire-agua. Con ello se impide que el oxígeno contenido en el aire se disuelva en el agua, perturbando seriamente el desarrollo de la vida acuática.

A estas dificultades debemos añadir los riesgos que implican las sustancias tóxicas contenidas en los aceites usados, vertidos en el agua que pueden ser ingeridas por el hombre o los animales. Dichas sustancias tóxicas provienen de los aditivos añadidos al aceite y engloban diversos grupos de compuestos que pueden derivar en la formación de peróxidos altamente tóxicos.

Los aceites usados vertidos en suelos producen la destrucción del humus y contaminación de aguas superficiales y subterráneas. En efecto, los hidrocarburos saturados que contiene el aceite usado no son degradables biológicamente, recubren las tierras de una película impermeable que destruye el humus vegetal y, por tanto, la fertilidad del suelo.

Como vemos uno de los puntos ambientales donde puede producirse una polución muy importante es en el agua y es por esto que es este el mayor foco de riesgo ambiental en el laboratorio. El desecho de las muestras no analizadas y los residuos de aceite es uno de los riesgos potenciales mayores.

Para prevenir la contaminación de las aguas servidas con aceite usado proveniente de muestras no analizadas o de los residuos que quedan en los recipientes usados para la toma y almacenamiento de las muestras se tomarán las siguientes precauciones.

1. Todas las muestras no analizadas y excesos de aceite se depositarán en un tanque metálico sellado destinado a almacenar el aceite usado previo a su eliminación.
  
2. Los envases utilizados para contener aceite o soluciones del mismo serán lavados por separado. El agua y solventes utilizados para la limpieza de los mismos será depositada en el tanque destinado a almacenar aceite usado.
  
3. Por ningún motivo deberán desecharse las muestras, líquidos o solventes que contengan residuos de aceite en el lavadero o en el drenaje. Siempre deben ser depositados en el tanque destinado para tal efecto.
  
4. Una vez lleno el tanque destinado a almacenar el aceite usado, se llevará a la cementera donde será incinerado a altas temperaturas en el alto horno. Siendo esta una de las formas más limpias de disponer de él.
  
5. Las muestras almacenadas en el laboratorio deberán permanecer tapadas, en envases resistentes a golpes y caídas, debidamente identificadas.

### 6.1.3 Derrames de reactivos químicos

Debido a que en el laboratorio se trabajarán con algunos químicos líquidos utilizados para la preparación de las muestras y para el análisis de las mismas, es necesario considerar cuál es el posible efecto nocivo de los mismos al estar en operación.

Los químicos que se utilizarán en el laboratorio son los siguientes:

- Benceno
- Lugol
- Imidazol
- Etanol
- Dietanol amida
- Hidróxido de Sodio

A continuación se analizan los principales riesgos que estos presentan a la salud y el ambiente y las precauciones que se tendrán para el manejo y desecho de cada uno de ellos.

## Benceno

Es inflamable y reacciona violentamente con agentes oxidantes como perclorato de plata, peróxidos de sodio y potasio, oxígeno líquido, cloro, trióxido de cromo, ácido crómico, ácido nítrico, ácido permangánico, ozono, peróxido de nitrilo; cloruro de aluminio en presencia de perclorato de flúor y con productos halogenados como trifluoruro y pentafluoruro de bromo, pentafluoruro y heptafluoruro de yodo y con hexafluoruro de uranio. En la tabla XXIX se presentan los niveles de toxicidad del benceno. (32)

**Tabla XXIX Niveles de toxicidad del benceno**

RQ	10
LD <sub>50</sub>	50mg/Kg
LC <sub>50</sub>	2000ppm/5min
Nivel máximo de concentración permisible	10 ppm

Es un producto inflamable. Sus vapores son más densos que el aire y pueden viajar a una fuente de ignición, prenderse y regresar al área donde se produjeron en forma de fuego, además, pueden explotar si se prenden en un área cerrada.

Como puede observarse en los valores dados en niveles de toxicidad, este producto es considerado altamente peligroso. El benceno tiene efectos tóxicos sobre la sangre principalmente.

La inhalación, a concentraciones bajas, irrita los ojos y las mucosas de nariz y tráquea. Los efectos por exposiciones prolongadas son sobre el sistema nervioso central, provocando cansancio, dolor de cabeza y posteriormente convulsiones, depresión y/o excitación e incluso, la muerte por paro respiratorio. Si la concentración en el aire es de aproximadamente 7500 ppm y la exposición de 30 minutos, entonces se produce narcosis y muerte. En este caso, se ha informado que la muerte se debe a aplasia en la médula ósea y necrosis o degradación de grasas en el corazón e hígado. (32)

Se absorbe a través de la piel y la irrita generando los mismos efectos tóxicos producidos por inhalación. Un contacto constante de la piel con este producto provoca resequedad, eritema, dermatitis y mayor sensibilidad al desarrollo de infecciones secundarias.

Para manejar este producto, el personal de laboratorio deberá utilizar bata, lentes de seguridad y guantes. Evitar todo contacto directo. No deben utilizarse lentes de contacto al trabajar con este producto.

Como es altamente combustible se mantendrá lejos de cualquier fuente de ignición. Se almacenará en recipientes de vidrio en la bodega de suministros.

Los desechos y residuos de bencenos se dispondrán junto con el aceite usado para su incineración. No se verterán en el drenaje para evitar la contaminación de fuentes de agua.

## **Lugol**

No se conocen datos concretos de este preparado sobre efectos por sobredosis en el hombre. Atendiendo a los componentes del preparado, las características peligrosas probables son las siguientes:

no se descarta: sensibilización

en contacto con la piel: Irritaciones leves.

por ingestión: trastornos gastro-intestinales.

Para manejar este producto, el personal de laboratorio deberá utilizar bata, lentes de seguridad y guantes. Se almacenará en recipientes plásticos, debidamente identificados colocados de forma ordenada en la bodega de suministros.

Debido a que el lugol se utilizará como reactivo en el titulador Karl Fischer, se desechará junto con la muestra de aceite analizada en el tanque dispuesto para tal efecto y será incinerado con el mismo.



## **Imidazol**

Nocivo por ingestión, es corrosivo y produce quemaduras en caso de tener contacto con la piel. Su dosis letal media ( $LD_{50}$ ) es de 300mg/Kg. Es un producto inflamable y es necesario mantenerlo alejado de fuentes de ignición.(33)

Es un contaminante moderado del suelo y altamente contaminante del agua, no se debe verter en el desagüe y se deben evitar derrames que puedan contaminar el suelo o fuentes de agua.

Para manejar este producto, el personal de laboratorio deberá utilizar bata, lentes de seguridad y guantes. Evitar todo contacto directo con la piel. No deben utilizarse lentes de contacto al trabajar con este producto.

El imidazol se almacenará en recipientes de vidrio, bien cerrados, debidamente identificados colocados de forma ordenada en la bodega de suministros, lejos de otros productos inflamables como el benceno o el etanol.

Debido a que el imidazol se utilizará como reactivo en el titulador Karl Fischer, se desechará junto con la muestra de aceite analizada en el tanque dispuesto para tal efecto y será incinerado con el mismo.

## **Etanol**

Es altamente inflamable, se debe almacenar y manejar lejos de cualquier punto de ignición. No representa mayor riesgo para el ambiente. La exposición al mismo puede resultar molesta en algunas ocasiones pero a las condiciones en las que se trabajará no representa ningún riesgo severo para la salud.

Para manejar este producto, el personal de laboratorio deberá utilizar bata, lentes de seguridad. Evitar todo contacto con los ojos. No deben utilizarse lentes de contacto al trabajar con este producto.

Se almacenará en recipientes de vidrio, debidamente identificados colocados de forma ordenada en la bodega de suministros. Por precaución no se almacenará cerca del benceno o del imidazol para evitar incendios.

## **Dietanolamina**

Es altamente tóxico, altamente irritante de la piel y los ojos. Su dosis letal media ( $LD_{50}$ ) es de 1650 mg/Kg. No es inflamable, pero si representa un severo riesgo para el suelo y el agua. Se deben evitar los derrames y no se debe verter directamente en el lavadero. (34)

La dietanolamina se descompone en contacto con la luz, será necesario almacenarla en recipientes de vidrio oscuro y no colocarlos en exposición directa a la luz.

Para manejar este producto, el personal de laboratorio deberá utilizar bata, lentes de seguridad y guantes. Evitar todo contacto directo con la piel o los ojos. No deben utilizarse lentes de contacto al trabajar con este producto.

Debido a que la dietanolamina se utilizará como reactivo en el titulador Karl Fischer, se desechará junto con la muestra de aceite analizada en el tanque dispuesto para tal efecto y será incinerado con el mismo

### **Hidróxido de sodio**

El hidróxido de sodio es irritante y corrosivo de los tejidos. Los casos más comunes de accidente son por contacto con la piel y ojos, así como inhalación de neblinas o polvo.

Este compuesto no es inflamable sin embargo, puede provocar fuego si se encuentra en contacto con materiales combustibles. Por otra parte, se generan gases inflamables al ponerse en contacto con algunos metales. Es soluble en agua generando calor.

Tanto el NaOH sólido, como en disoluciones concentradas es altamente corrosivo a la piel. La inhalación de polvo o neblina causa irritación y daño del tracto respiratorio. En caso de exposición a concentraciones altas, se presenta ulceración nasal. A una concentración de 0.005-0.7 mg/m<sup>3</sup>, se ha informado de quemaduras en la nariz y tracto. El nivel de toxicidad del hidróxido de sodio se presenta en la tabla XXX. (35)

**Tabla XXX Niveles de toxicidad del hidróxido de sodio**

RQ	1000
LD <sub>50</sub> (solución al 10%)	50ml/Kg
Nivel de irritación a piel de conejos	500mg/24 horas, severa

Para manejar este producto, el personal de laboratorio deberá utilizar bata, lentes de seguridad y guantes. Evitar todo contacto directo con la piel o los ojos. No deben utilizarse lentes de contacto al trabajar con este producto.

Se almacenará en recipientes de vidrio, bien cerrados, debidamente identificados colocados de forma ordenada en la bodega de suministros.

Para su desecho agregar lentamente y con agitación, agua y hielo. Ajustar el pH a neutro con HCl diluido. La disolución acuosa resultante, puede tirarse al drenaje diluyéndola con agua. Durante la neutralización se desprende calor y vapores, por lo que debe hacerse lentamente y en un lugar ventilado adecuadamente.

#### **6.1.4 Explosiones e incendios**

Entre los reactivos que se utilizarán en el análisis de muestras algunos de ellos son altamente inflamables. Adicionalmente los gases utilizados por el espectrofotómetro, acetileno y óxido nitroso son obviamente altamente combustibles. Por tanto existe un riesgo latente de que exista un incendio o una explosión en el laboratorio.

Para prevenir alguna explosión o un incendio se han tomado medidas en el diseño de las instalaciones (ver pagina 99). Además se han identificado los reactivos inflamables y se ha dispuesto almacenarlos aislados unos de otros, en la bodega de suplementos, alejados de las fuentes de ignición y en recipientes cerrados para evitar la formación de vapores.

#### **6.2 Medidas en caso de contingencias**

Identificados los posibles riesgos que existen en el laboratorio, se establecen las siguientes medidas a tomar en caso de que se presente algún accidente, derrame o incendio. Estas medidas permitirán corregir la contingencia de forma rápida y ocasionando el menor daño posible al medio ambiente.

### **6.2.1 Emisión de gases a la atmósfera**

Como se explicó anteriormente la cantidad de aceite que se quemará y las condiciones bajo las que se llevará a cabo dicha combustión hacen que sea prácticamente imposible rebasar los límites de emisiones de gases para la atmósfera en condiciones de operación normal.

Dado el caso de que estas se rebasaran debido a condiciones climáticas o que la contaminación en el área fuera excesiva en algunos momentos del día se espaciarán los análisis para reducir la frecuencia de emisiones. Los análisis que queden pendientes se realizarán fuera del horario normal para cumplir el compromiso con el cliente.

En caso de que las emisiones de gases provenientes del espectrofotómetro sobrepasen los límites permitidos por la legislación vigente, se detendrá de inmediato el análisis de muestras. Se contactará al proveedor de PerkinElmer, para que le hagan el mantenimiento correctivo necesario al espectrofotómetro.

## 6.2.2 Derrame de aceite usado o reactivos químicos

**Aceite usado:** en caso de derrames accidentales se recogerá en un medio absorbente para impedir la contaminación del suelo y fuentes de agua. Al realizar la limpieza el personal deberá utilizar guante y máscara para su protección. El medio absorbente será enviado a incinerar a la cementera junto con el aceite usado. Nunca verter en el drenaje, ni depositar el medio absorbente utilizado en la basura.

**Imidazol:** en caso de derrames accidentales se recogerá en un medio absorbente para impedir la contaminación del suelo y fuentes de agua. Al realizar la limpieza el personal deberá utilizar guante y máscara para su protección. El medio absorbente será enviado a incinerar a la cementera junto con el aceite usado. Nunca verter en el drenaje, ni depositar el medio absorbente utilizado en la basura.

**Etanol:** en casos de derrame o para desecharlo se utilizará el drenaje, diluyendo en abundante agua.

**Dietanolamina:** en caso de derrames accidentales se recogerá en un medio absorbente para impedir la contaminación del suelo y fuentes de agua. Al realizar la limpieza el personal deberá utilizar guante y máscara para su protección. El medio absorbente será enviado a incinerar a la cementera junto con el aceite usado. Nunca verter en el drenaje, ni depositar el medio absorbente utilizado en la basura.

**Hidróxido de sodio:** en caso de derrame del sólido, se ventilará el área. El personal debe colocarse la ropa de protección necesaria como lentes de seguridad, guantes, bata y botas de seguridad. Se mezclará el sólido derramado con arena seca, neutralizar con ácido clorhídrico diluido, diluir con agua, decantar y tirar al drenaje. La arena puede desecharse como basura doméstica.

Si el derrame es de una disolución, contener la solución y neutralizar con ácido clorhídrico diluido, se agregará gran cantidad de agua y se tirará al drenaje.

### **6.2.3 Incendios y explosiones**

Los riesgos de este tipo se dividirán en dos, los debidos a los químicos gaseosos (acetileno y óxido nitroso) empleados en el espectrofotómetro y los debidos a químicos líquidos y aceite usado.



## **Incendios y explosiones debidas a químicos gaseosos**

En caso de producirse un incendio en el interior del local, debe cortarse inmediatamente el suministro de acetileno y óxido nitroso, esto se hace mediante las llaves de accionamiento rápido que se colocaron en la instalación (ver página 99). Para extinguir el incendio utilizar extintores de polvo seco o de dióxido de carbono.

Los cilindros deben ser enfriados con chorros de agua desde una distancia considerable. Una vez fríos deben retirarse. Si hay fugas en los cilindros, reducir los vapores con agua atomizada en forma de niebla.

La instalación cuenta con válvulas antiretorno que impide que los gases regresen hacia los cilindros impidiendo las explosiones. Si se producen explosiones serán debidas a sucesos en el exterior del local.

En caso de explosiones se deberá

- Mantener la calma y abandonar el laboratorio en forma ordenada.
- Avisar inmediatamente a los bomberos.
- Por ningún motivo ingresar en la bodega de suministros o en la bodega de muestras.
- Evitar en la medida de lo posible que el fuego alcance la bodega de suministros o la bodega de muestras, que almacenan material altamente combustible.

## **Incendios debidos a químicos líquidos y aceite usado**

En caso de producirse un incendio en la bodega de suministro o que el fuego alcance los reactivos almacenados en ella, se deberán tomar las siguientes medidas:

- Utilizar equipo de protección personal, en especial máscaras para protegerse del humo, debido a que el benceno produce mucho humo cuando se quema.
- Cerrar las llaves de accionamiento rápido de las tuberías de acetileno y óxido nitroso.
- Rociar los recipientes que contienen los químicos con abundante agua atomizada en forma de niebla para enfriarlos y evitar que se propague el incendio.
- Utilizar extinguidores de polvo seco o de dióxido de carbono para apagar el incendio.

## CONCLUSIONES

1. El presente estudio determinó que es factible desde el punto de vista técnico y económico la creación y operación de un laboratorio dedicado al análisis de lubricantes provenientes de la industria del transporte en Guatemala.
2. Mediante el análisis de mercado se determinó que, en la actualidad, se realizan 122,861 análisis a muestras de lubricante usado en Guatemala, de las cuales un 12% no son realizadas por el proveedor de lubricante. Este es la demanda actual para el proyecto y representa 14,743 análisis al año.
3. El estudio técnico determinó que el equipo necesario para la operación del laboratorio de análisis de lubricantes competitivo es un espectrofotómetro un viscosímetro, un titulador automático y un titulador automático Karl-Fisher, una balanza y equipo vario de laboratorio. Equipo que representa una inversión de Q 615,565.80.
4. La estructura administrativa propuesta es una estructura organizacional vertical, sencilla, objetivos claros y metas realistas, el cual buscará generar utilidades incrementando la productividad y calidad las actividades de mantenimiento en el país, ofreciendo servicios respaldados por alta tecnología.

5. El estudio presenta el diseño de las instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento del equipo y el adecuado desempeño del personal. Estas instalaciones incluyen la iluminación, la ventilación y extracción de gases, instalaciones eléctricas y las instalaciones de alimentación de los gases requeridos por el espectrofotómetro.
  
6. Se prevé que el proyecto genere una utilidad de Q35,264, para el primer año de operación, la cual se incrementa hasta alcanzar Q445,816 para el quinto año, generando una tasa interna de retorno de 48.95%.
  
7. El estudio evaluó las posibles contingencias ambientales y determinó que el laboratorio no representa mayores riesgos para el ambiente ni la salud de quienes laboran en él siempre que se sigan las precauciones y medidas de contingencia propuestas en el mismo.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar el proyecto a la brevedad posible, porque representa no solo una oportunidad de generar utilidades, sino, también, una importante y necesaria herramienta en el desarrollo de las prácticas de mantenimiento en Guatemala.
2. Se recomienda ampliar el estudio de mercado para evaluar a profundidad cuál es la cultura de mantenimiento que existe en Guatemala, determinando si esta responde a los retos que implica una economía global y competitiva.
3. Divulgar los beneficios de las prácticas del mantenimiento predictivo en comparación con otras prácticas de mantenimiento. Impulsar una transformación de las actuales prácticas que permitan a la región indexarse en el ritmo competitivo moderno.
4. Buscar, constantemente, opciones como equipos y análisis que aseguren que los resultados ofrecidos por el laboratorio cumplen con los objetivos del mismo durante todo el período de ejecución del proyecto
5. Evaluar y reformular periódicamente las metas y objetivos propuestos para el proyecto durante su implantación y ejecución para que el proyecto siempre responda a las necesidades y expectativas del mercado.

6. Evaluar las ampliaciones y modificaciones necesarias en las instalaciones eléctricas, instalaciones de gas y ventilación al momento de plantear la compra de más equipos o la sustitución de los considerados en el presente estudio.
  
7. Analizar, ya en operación el comportamiento de los costos, tanto fijos como variables en búsqueda de formas de reducirlos y aumentar las utilidades previstas.
  
8. Medir, una vez puesto en funcionamiento el proyecto, los impactos que tiene su actividad en el ambiente y de ser necesario tomar medidas que mitiguen algún tipo de efecto negativo sobre el mismo.

## REFERENCIAS

1. Ing. Ignacio Quiroz. Gerente Trittech Overseas Guatemala. 2 de febrero de 2007. Comunicación personal.
2. Ashley Mayer, Noria Corporation, "*What the Tests Tell Us*". **Revista Practicing Oil Analysis Magazine**. Mayo 2006. p. 24
3. *Ibid.* p.22
4. *Ibid.* p 23
5. *Ibid.* p. 24
6. "Parque vehicular clasificado por tipo de vehiculo" Base de Datos del Sistema de Registro Fis. 2005
7. John E. Freund y Richard Manning Smith. **Estadística**. (4<sup>a</sup>. Edición; México: Editorial Prentice Hall Hispanoamérica S.A., 1986)p.298
8. Don Hellriegel, Susa E Jackson y John Slocum Jr. **Administración**. (10<sup>a</sup>. Edición; México: International Thomson Editores S.A.,2005) p.181
9. William B. Wether, Jr. - Heith Davis. **Administración de personal y recursos humanos**.(3<sup>a</sup>. Edición; México: Editorial Mc. Graw Hill, 2003) p.295
10. *Ibid.* p.297

11. Hellriegel, Jackson y Slocum, *op.cit.* p.299
12. Skogg, D, West, D y Holler F. **Química Analítica**. (6a. Edición; México: Mc Graw-Hill; 1995) p.225
13. Vernon L. Snoeying y David Jenkins. **Química del agua**. (México: Editorial Limusa S.A.,2002) p.156.
14. Sabrin Khaled Gebarin, "A Closer Look at Karl Fischer Coulometric Titration". **Revista Practicing Oil Analysis Magazine**. July 2006. p. 27
15. Organización Mundial de la Salud. **Manual de Bioseguridad en el Laboratorio**. (Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2005) Pp.12-14
16. Ing. Mauro Cordon. Asesor de ventas Analítica Química internacional, S.A., 22 de febrero de 2007. Comunicación personal.
17. Benjamín Niebel y Andris Freivalds. **Ingeniería Industrial** (10<sup>a</sup>. Edición; México: Alfaomega Group Editors) p.228
18. *Ibid.* p.229
19. *Ibid.* p.230
20. María Eugenia Reyes. Asesora de ventas Antillón S.A., 2 de marzo de 2007. Comunicación personal.
21. Niebel y Freivalds, *op. cit.* p.230
22. Niebel y Freivalds, *op. cit.* Pp.248,249



23. Sica-Pirelli. **Manual de instalaciones eléctricas**. (Buenos Aires: Sica-Pirelli; 1998). Pp.27-30
24. *Ibid.* Pp.68
25. Setephen Miall y L Mackenzie. **Diccionario de Química**. (2<sup>a</sup>. Edición; México: Editorial Atlante; 1953) p.34
26. *Ibid.* p.228ç
27. Sergio Zepeda. Manual de instalaciones hidráulicas, sanitarias, gas aire comprimido y vapor. (México: Editorial Limusa; 2001) p.273
28. *Ibid* Pp.306
29. Lebland Blank y Anthony Tarquin. **Ingeniería económica**. (5<sup>a</sup> Edición; México: Editorial McGraw Hill; 2004) Pp.176-178
30. *Ibid.* p.285
31. Consejo municipal de la ciudad de Guatemala. **Reglamento específico de localización industrial del municipio de Guatemala**. (Guatemala: Municipalidad de Guatemala;1971) Pp.47-49
32. Miall y Mackenzie, *op. cit.* p.95
33. Merck Ficha de seguridad. 11 de enero de 2003  
[www.utm.csic.es/documentacion/garciadelcid/lugol.pdf](http://www.utm.csic.es/documentacion/garciadelcid/lugol.pdf)
34. Miall y Mackenzie, *op. cit.* p.101
35. Miall y Mackenzie, *op. cit.* p.143



## BIBLIOGRAFIA

1. Barnes Marck, "*Water-Oil Analysis 101*". Practicing Oil Analysis Magazine. (USA) Julio 2003.
2. Bryan Johnson, APSC-Palo Verde, "*Improving Used Oil Analysis Standards*". *Practicing Oil Analysis Magazine*. (USA) Julio 2006.
3. Booser, E Richard. ***Tribology Data Handbook***. Primera Edición. Estados Unidos: CRC Press.1997
4. Buameister, Theodore, Avallone, Eugene A. **Marks: Manual del Ingeniero Mecánico**. 2ª. Edición, México: Editorial MacGraw Hill; 1978 Pp.245-300
5. Chúa Sosa, Héctor Adolfo. Tecnología de la lubricación y diagnóstico de desgaste de la maquinaria de construcción de carreteras. Tesis Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1984.
6. García Escobedo, Carlos Martín. Control de parámetros físico-químicos en aceites lubricantes. Tesis Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1989.
7. James A Poppiti, Charles Sellers, Poppiti A Poppiti, ***Practical Techniques for Laboratory Analysis***. Primera edición. Estado Unidos: CRC Press. 1994
8. López Berganza, Mario Vinicio. Administración del mantenimiento de flotas para vehículos. Tesis Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1995.

9. Mark K. Smith, Analysts, Inc., "Interpreting an Oil Analysis Report - The Top 10 Tips". *Practicing Oil Analysis Magazine*. (USA) Mayo 2003.
10. Robert Scott, Noria Corporation, "Nine Steps to Oil Analysis Success". *Practicing Oil Analysis Magazine*. (USA) Julio 2006
11. Sagastume Donis, Gilberto. Mantenimiento preventivo por el método de análisis de aceite lubricante. Tesis Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1984.
12. Sica-Pirelli. **Manual de instalaciones eléctricas**. Primera Edición. Buenos Aires: Sica-Pirelli. 1998.
13. Tarragó Arriola, Marío Rodolfo. Importancia del desgaste en el diseño. Tesis Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1976.

## APENDICE

### CUESTIONARIOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO DE MERCADO

#### Entrevista a Empresas que Realizan Análisis de Lubricantes

Nombre de la empresa \_\_\_\_\_

Descripción \_\_\_\_\_

Ubicación del laboratorio donde realiza sus  
análisis \_\_\_\_\_

Análisis que  
ofrece

Precio

Frecuencia con  
que los realiza

Análisis que ofrece	Precio	Frecuencia con que los realiza

Observaciones \_\_\_\_\_

**Entrevista a Empresas que Aplican  
Análisis de Lubricantes a sus Máquinas**

Nombre de la empresa \_\_\_\_\_

Categoría \_\_\_\_\_

Proveedor de Servicios de \_\_\_\_\_

Lubricación \_\_\_\_\_

No. de unidades que  
posee: \_\_\_\_\_

Análisis que realizan      Costo

Análisis que realizan	Costo

Observaciones: \_\_\_\_\_

## DATOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

### Frecuencia de realización de los análisis y número de unidades de las empresas encuestadas

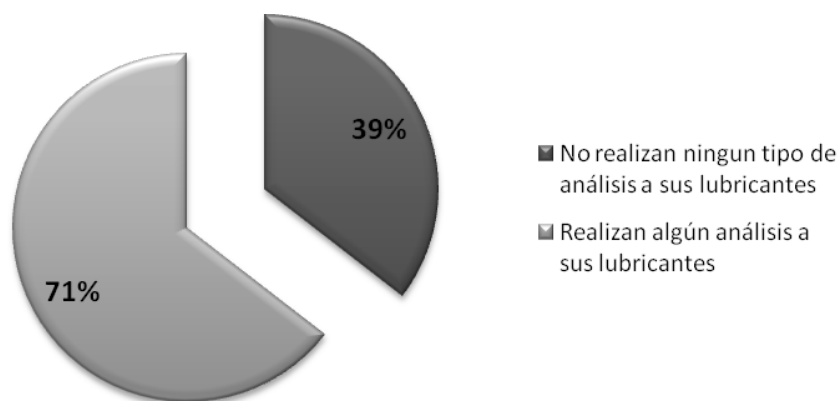
Nombre	Frecuencia de análisis	Número de unidades	Donde realizan su mantenimiento	Análisis por unidad al año	No. total de análisis al año
<i>Flotillas de reparto</i>					
Idéalas	No hace	No disponible	Canella	0	0
Capullo	No hacen	45	Otro	0	0
Distribuidora la Maravilla	No hace	150	Otro	0	0
Ninoska	No hace	48	Otro	0	0
Pepsi	No hace	200	Havoline (Texaco)	0	0
Coca Cola	No hace	210	Havoline (Texaco)	0	0
		<b>653</b>			<b>0</b>
<i>Maquinaria</i>					
Llamaco	No hace	8	Havoline (Texaco)	0	0
DISAGRO	4 al mes	15	Shell Guatemala	4	48
HYUNDAI	3 al año	15	Canella	3	45
PADEGUA	12 al año	7	Gentrac	12	84
Carriosa	12 al año	20	Gentrac	12	240
Maquimat S.A.	12 al año	12	Gentrac	12	144
TOPSA	12 al año	25	Gentrac	12	300
		<b>102</b>			<b>861</b>
<i>Montacargas</i>					
TECUN	5000 horas	70	TACOMA S.A. (Esso)	4	280
MIMSA	5000 Km	18	Shell Guatemala	4	72
TCM	No hace	50	Havoline	0	0
SIDASA	cada 2 meses	55	Gentrac	6	330
NUKO (YALE)	cada 2 meses	150	TACOMA S.A.	6	900
PREMIER	2 veces al año	11	Shell Guatemala	2	22

Continúa

El Aguila	3 veces al año	8	Shell Guatemala	3	24
Hermanos Pineta	No hace	12	Otro	0	0
		<b>374</b>			<b>1628</b>
<i>Taller</i>					
Multiauto	No hace	15 al mes	TACOMA S.A. (Esso)	0	0
Hino	No hace	8 al día	Shell Guatemala	0	0
Autoclinica S.A.	No hace	50 al mes	Corpim	0	0
		<b>241 al mes</b>			<b>0</b>
<i>Transportistas</i>					
Liner	No hacen	30	Havoline (Texaco)	0	0
ZOMETA	No hacen	47	Shell Guatemala	0	0
Ticamex	Cada 10,000 Km	76	Canella	8	608
Transportes La Ceiba	No hacen	190	TACOMA S.A. (Esso)	0	0
Transportes Medina S.A.	6 veces al año	77*	Lubricantes Internacionales	6	465
Transportes Rojas	cada 7500 Km	30	Otro	12	360
Transportes de Costa a Costa	No hacen	50	Otro	0	0
Trámelas	Cada 20,000 Km	69	Lubricantes Internacionales	4	276
Transportes Castañeda	1 vez al año	77*	Canella	1	77
Iserco	Cada 5 meses	18	Lubricantes Internacionales	2	36
CTM	1 vez al año	77*	Lubricantes Internacionales	1	77
TJR Sandoval	No hacen	40	Quaker State	0	0
BIT	20000 Km	160	Shell Guatemala	4	640
CANIZ	2 veces por año	72	Shell Guatemala	2	144
CLT	1 vez al año	150	Lubricantes Internacionales	1	150
Transolventes	3 veces al año	75	Shell Guatemala	3	225
		<b>1238</b>			<b>3059</b>



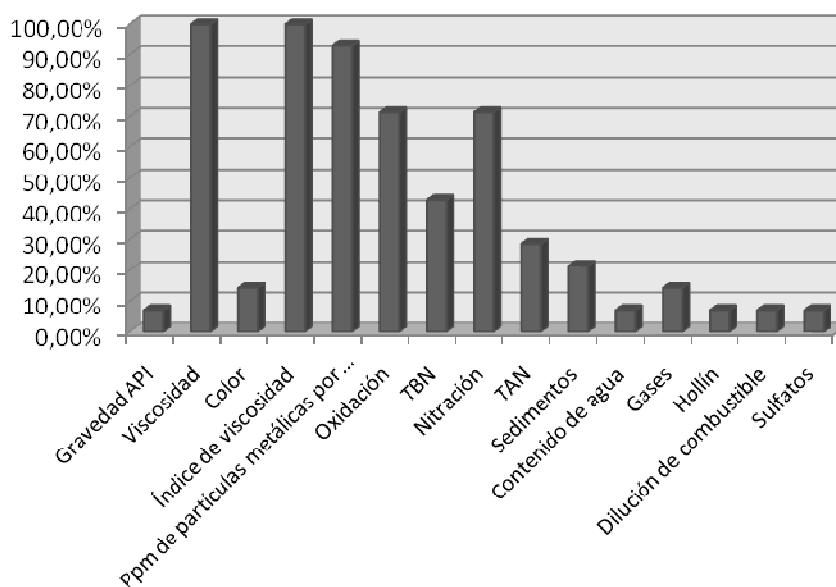
## Comportamiento actual de mercado de transporte pesado en el análisis de lubricantes



## Análisis ofrecidos actualmente en el mercado

Análisis	No. Empresas que lo ofrecen	Porcentaje de empresas que lo ofrecen
Gravedad API	1	7.14%
Viscosidad	14	100.00%
Color	2	14.29%
Índice de viscosidad	14	100.00%
Ppm de partículas metálicas por desgaste	13	92.86%
Oxidación	10	71.43%
TBN	6	42.86%
Nitración	10	71.43%
TAN	4	28.57%
Sedimentos	3	21.43%
Contenido de agua	1	7.14%
Gases	2	14.29%
Hollín	1	7.14%
Dilución de combustible	1	7.14%
Sulfatos	1	7.14%

**Porcentaje del total de empresas que actualmente ofrecen servicios de análisis de lubricantes que ofrece cada análisis**



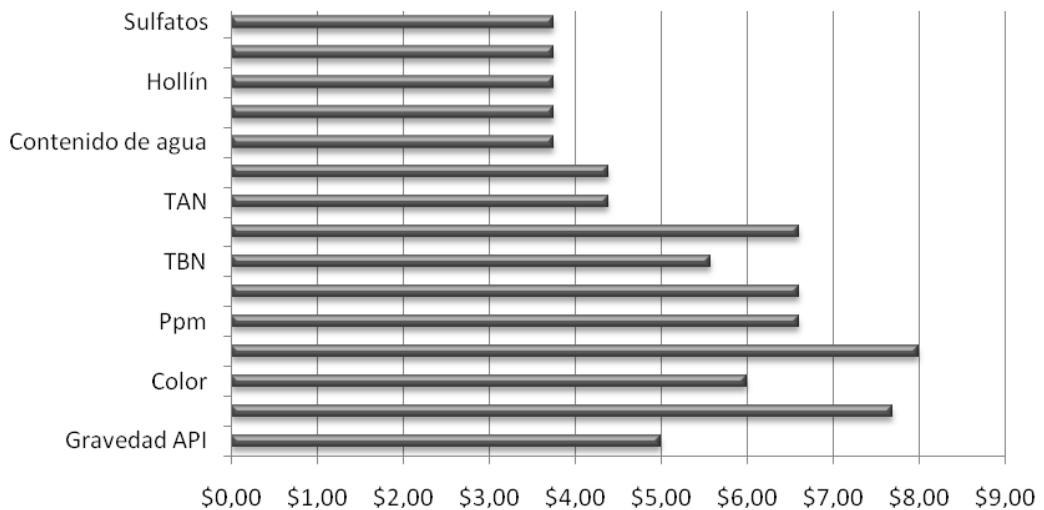
**Repartición del mercado de análisis de lubricantes**

<b>Empresa</b>	<b>Porcentaje de camiones que realizan sus análisis en esa empresa</b>
Shell	40%
Lubricantes Internacinoales	44%
Quaker State	4%
Gentrac	3%
OTROS	9%

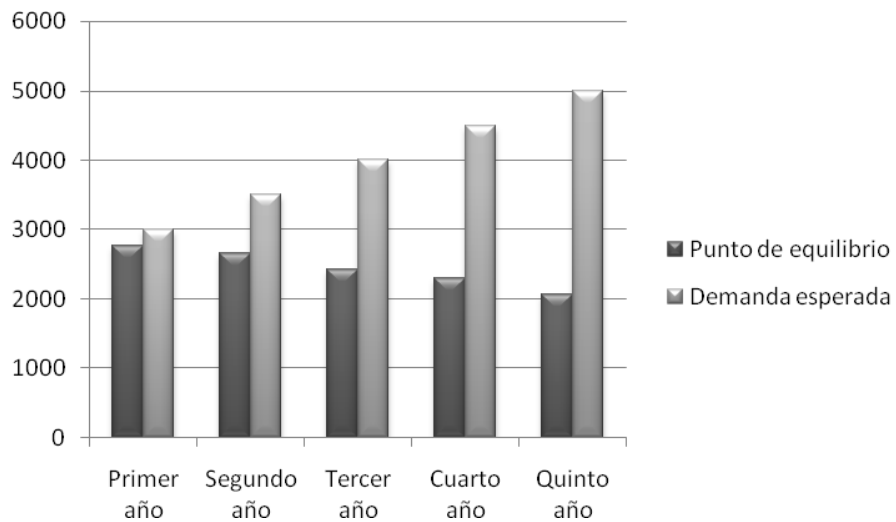
**Costo de los análisis ofrecidos actualmente en el mercado local**

Análisis	Costo promedio
Gravedad API	\$ 5
Viscosidad	\$ 7.69
Color	\$ 6
Índice de viscosidad	\$ 8
Ppm de partículas metálicas por desgaste	\$ 6.6
Oxidación	\$ 6.6
TBN	\$ 5.58
Nitración	\$ 6.6
TAN	\$ 4.38
Sedimentos	\$ 4.38
Contenido de agua	\$ 3.75
Gases	\$ 3.75
Hollín	\$ 3.75
Dilución de combustible	\$ 3.75
Sulfatos	\$ 3.75

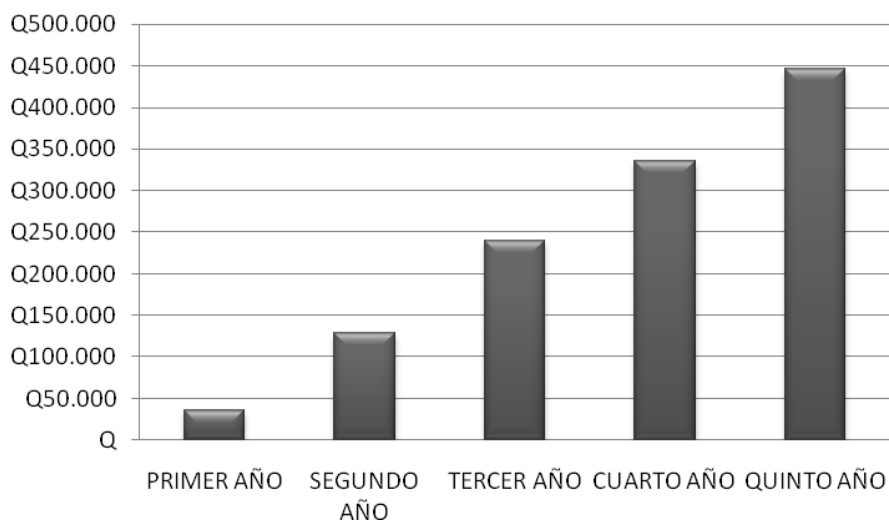
**Comparativo del costo de los análisis ofrecidos actualmente en el mercado local**



**Comportamiento de la demanda esperada y el punto de equilibrio del proyecto para los primeros cinco años**



**Comportamiento esperado de las utilidades del proyecto para los primeros cinco años de operación**



## ANEXOS

### PARQUE VEHICULAR CLASIFICADO POR TIPO DE VEHÍCULO

Al 31 de Diciembre de 2005

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD VEHÍCULOS
AUTOBUSES, BUSES, MICROBUSES	61,176
AUTOMVILES	334,429
CAMIONES, CABEZALES Y TRANSPORTE DE CARGA	74,455
CAMIONETAS, CAMIONETILLAS Y PANELES	125,794
CARRETAS, CARRETONES, REMOLQUES, ETC	2,779
CISTERNAS	63
FURGONES Y PLATAFORMAS	12,004
GRUAS	126
JEEP	15,925
MOTOCICLETAS	167,643
OTROS	1,229
PICK-UP	283,793
TRACTORES Y MINITRACTORES	624
VEHICULOS Y CAMIONES DE CONSTRUCCION	28
<b>TOTAL</b>	<b>1,080,068</b>

Fuente: elaboración propia con cifras de la Base de Datos del Sistema de Registro Fis

## TEORÍA DE TITULACIÓN

La titulación es una técnica analítica para la determinación cuantitativa de una sustancia específica (analito) disuelta en una muestra. Se basa en la reacción química compleja entre el analito y un reactivo (titulante) de concentración conocida que es agregado a la muestra.

El titulante es agregado hasta que la reacción se completa. Para obtener una medición satisfactoria es por tanto importante poder observar fácilmente el final de la reacción. Esto significa que la reacción debe ser monitoreada por técnicas apropiadas. Por ejemplo la potenciometría mide el potencial de la reacción mediante un sensor.

Hay muchos tipos de reacciones que son utilizadas en los procesos de titulación. Algunas de las más comunes son:

Reacciones ácido/base:  $HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$

Reacciones de precipitación:  $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$

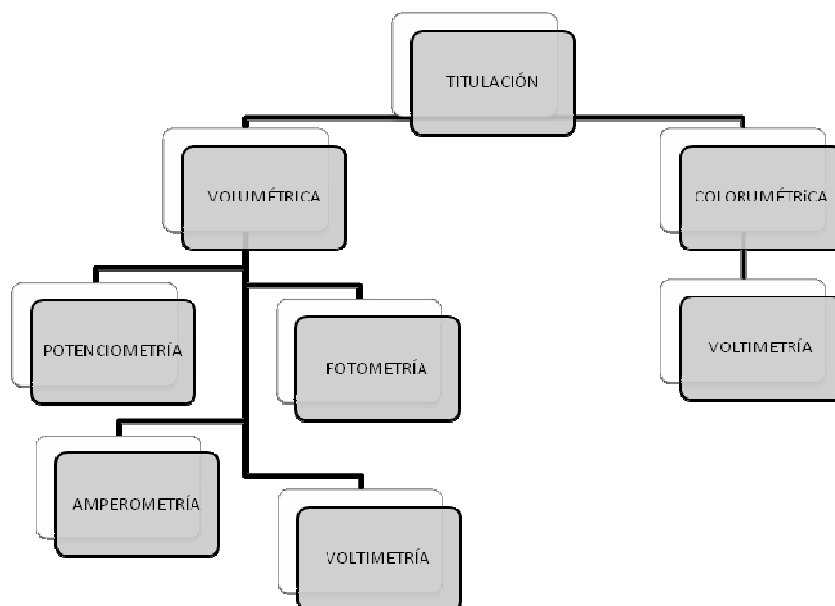
Reacciones redox:  $2Cu^{+2} + 2I^- \leftrightarrow 2Cu^+ + I_2$

Reacciones complejométricas  $Mg^{+2} + EDTA \leftrightarrow Mg^{+2}EDTA$

El titulante puede ser agregado directamente a la muestra por una bureta (volumétrica) o ser generado en la celda de titulación (colorimétrica).

La titulación colorimétrica o colorimetría se utiliza para la determinación de concentraciones muy pequeñas (trazas).

A su vez estas titulaciones pueden utilizar distintos métodos para monitorear la concentración de analito y el avance de la reacción. Los métodos más comunes para cada una son:



La titulación se puede dar por concluida cuando se alcanza el punto de equivalencia o cuando se alcanza el punto final de la titulación.

El método del punto final es un método convencional. La adición de titulante se termina cuando se finaliza la reacción. Generalmente el final de la reacción se determina por medio de un indicador.

El método del punto de equivalencia detiene la titulación cuando el reactivo en la muestra y el titulante se encuentran en exactamente las mismas proporciones.

En los tituladores automáticos, el punto de equivalencia y el punto final de la titulación se determinan por métodos matemáticos programados que emulan una curva de titulación.



## ESPECTROFOTOMETRÍA

La interacción de la radiación electromagnética con la materia tiene su origen a nivel molecular. La cuantización de la energía responde a la interacción de los fotones con las moléculas. Si se diseña una manera de medir los fotones, se puede inferir el número de moléculas que pueden realizar la interacción con esa cantidad de fotones.

De observaciones experimentales, Lambert y Beer dedujeron la relación entre la medida de la absorción, el espesor de la sustancia absorbente y la cantidad de sustancia que absorbe. Se evidencia un crecimiento exponencial de la absorción de radiación en función tanto del espesor de la región absorbente como de la cantidad de esa especie. La espectrofotometría utiliza estas relaciones para cuantificar la presencia de una especie absorbente.

Un espectrofotómetro es un dispositivo que posee una fuente de radiación que se puede dirigir hacia una muestra que se espera absorba parte de esa radiación, la cual se puede detectar mediante un circuito que produzca una señal reproducible.

Una muestra puede presentar una absorbancia de cero, es decir que no absorbe nada la radiación incidente y por lo tanto transmite el 100% de esa radiación. La situación opuesta se tiene con un cuerpo opaco a un rango determinado del espectro electromagnético, en este caso la transmisión es nula y la absorción es completa.

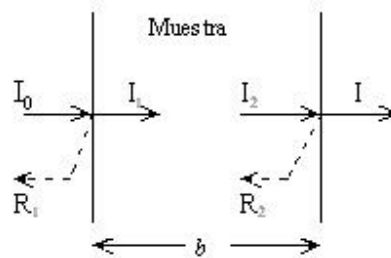
En estos valores extremos la señal que se encuentra como respuesta no es fiable y por lo tanto las determinaciones espectrofotométricas se deben aplicar a intervalos adecuados en donde se pueda confiar en la relación biunívoca entre la señal del instrumento y la cantidad de especie responsable de la absorción.

La determinación cuantitativa de una especie, con base en observaciones que dependan de la cantidad de radiación absorbida dependen de la comparación entre el valor de la absorción de un patrón de referencia y la absorción de la muestra. Los espectrofotómetros deben permitir efectuar la comparación entre la señal obtenida por una mezcla que no contiene el analito y otra que si lo tiene para poder tener la señal de esa diferencia.

Se logra mayor comodidad en la recolección de los datos con un espectrofotómetro de doble canal en el cual se ha diseñado un dispositivo que realiza las lecturas alternas de la muestra y la solución de comparación, para presentar directamente la diferencia entre esas dos señales.

## Espectrofotómetros

Cuando la radiación electromagnética incide sobre una muestra translúcida hay una pequeña porción que se refleja en la entrada a la muestra, por lo tanto la intensidad de la radiación que atraviesa la muestra es inferior a la que venía de la fuente dentro de la muestra se produce la absorción de una cantidad importante de la radiación es decir que la intensidad con la ingresa se ve reducida al llegar a la de salida del haz de radiación; y aquí en esta cara de salida nuevamente hay una fracción de radiación reflejada que reduce la intensidad de la radiación emergente sin ser absorbida por la muestra.



De forma genérica se define la transmitancia externa como el cociente entre la intensidad del haz que sale de la muestra dividida entre la intensidad del haz que entra a esa muestra.

$$T = \frac{I}{I_0}$$

Cierta parte de la radiación la absorbe la muestra. La transmitancia interna es la relación entre la intensidad de la radiación en el extremo de salida de la muestra y la que tiene al ingresar a la misma, esta es una relación exponencial con la capacidad de absorción que tiene la muestra y la distancia que atraviesa el haz en la muestra

$$\frac{I_2}{I_1} = e^{-\alpha b}$$

Donde  $\alpha$  es una propiedad de la muestra denominada coeficiente de absorción.

Una pequeña parte de la radiación se refleja y eventualmente sale de la muestra en dirección de la fuente de radiación.

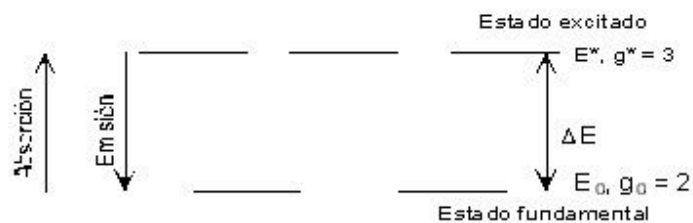
### **Espectrofotometría de absorción atómica**

En la espectroscopía atómica se espera que los átomos individuales de una especie interactúen con la radiación electromagnética. Las técnicas empleadas en este tipo de análisis requieren de un dispositivo que permita convertir los componentes de una muestra al estado atómico.

La atomización de la muestra se logra colocándola bajo condiciones bastante energéticas, los métodos más ampliamente utilizados son la llama y el horno de grafito. Los elementos no metálicos presentan inconvenientes para su determinación por este procedimiento ya que se atomizan y llegan a ionizarse a temperaturas muy bajas.

Cada uno de los diferentes elementos metálicos tiene un conjunto de niveles energéticos a los cuales se puede excitar estando como átomo en fase gaseosa.

En el diagrama se presenta una situación probable de niveles energéticos en un átomo.



El número de átomos en cada uno de los estado sigue la distribución de Boltzmann En esta expresión se pone de manifiesto el efecto de la temperatura en la población de especies presentes en estado atómico.

Cuando se realiza la atomización en la llama, la población de átomos en su estado fundamental debe ser lo suficientemente alta para permitir la absorción de radiación que los lleva a nivel excitado. Si la temperatura es muy alta la población de átomos en el nivel excitado será muy grande y por lo tanto no podrá absorber la radiación incidente.

El desarrollo de nuevos métodos de detección permite tratar las muestras con mayor cantidad de energía logrando de paso algunas ventajas en particular con la cantidad de muestra necesaria. El plasma acoplado inductivamente produce temperaturas mucho mayores que las llamas o los hornos de grafito. En tales condiciones más que ocupando niveles excitados, los átomos se ionizan generando un plasma que se conduce a un análisis de masas con lo cual se pueden detectar cantidades del elemento que se encuentran en el orden de los nanogramos por litro.

## MANTENIMIENTO PREDICTIVO

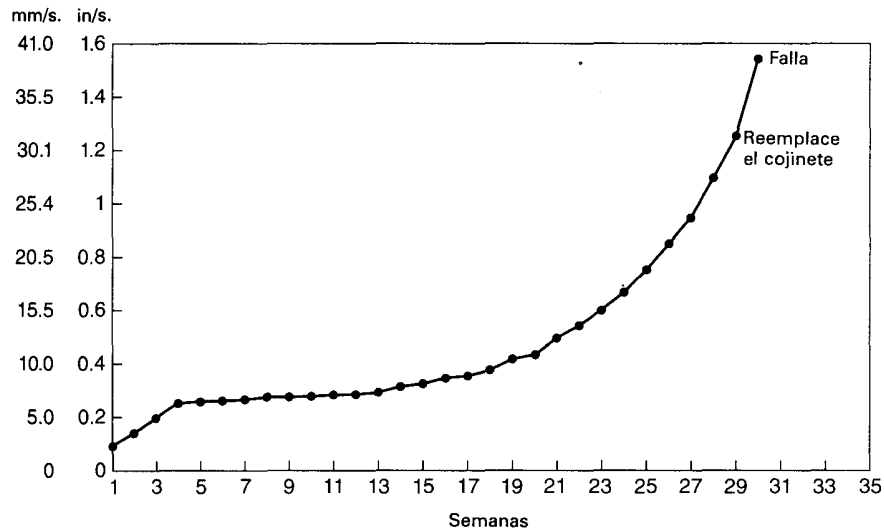
El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente. Algunos ejemplos de dichos parámetros son los siguientes:

- Vibración de cojinetes
- Temperatura de las conexiones eléctricas
- Resistencia del aislamiento de la bobina de un motor

El uso del mantenimiento predictivo consiste en establecer, en primer lugar, una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente. Esto se logra mediante la toma de lecturas (por ejemplo la vibración de un cojinete) en intervalos periódicos hasta que el componente falle.

La figura muestra una curva típica que resulta de graficar la variable (vibración) contra el tiempo.



Los fabricantes de instrumentos y software para el mantenimiento predictivo pueden recomendar rangos y valores para reemplazar los componentes de la mayoría de los equipos, esto hace que el análisis histórico sea innecesario en la mayoría de las aplicaciones.

Una vez determinada la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo a una máquina o unidad, el paso siguiente es determinar la o las variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición de la máquina.



El objetivo de esta parte es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en el monitoreo según condición, de manera que sirvan de guía para su selección general. La finalidad del monitoreo es obtener una indicación de la condición (mecánica) o estado de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada y mantenida con seguridad y economía.

Por monitoreo, se entendió en sus inicios, como la medición de una variable física que se considera representativa de la condición de la máquina y su comparación con valores que indican si la máquina está en buen estado o deteriorada. Con la actual automatización de estas técnicas, se ha extendido la acepción de la palabra monitoreo también a la adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos. De acuerdo a los objetivos que se pretende alcanzar con el monitoreo de la condición de una máquina debe distinguirse entre vigilancia, protección, diagnóstico y pronóstico.

- Vigilancia de máquinas. Su objetivo es indicar cuándo existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicar cuán mala es.
- Protección de máquinas. Su objetivo es evitar fallas catastróficas. Una máquina está protegida, si cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos, la máquina se detiene automáticamente.
- Diagnóstico de fallas. Su objetivo es definir cuál es el problema específico.

En el último tiempo se ha dado la tendencia a aplicar mantenimiento predictivo o sintomático, sea, esto mediante vibroanálisis, análisis de aceite usado, control de desgastes, etc.

## **Técnicas aplicadas al mantenimiento predictivo**

Existen varias técnicas aplicadas para el mantenimiento preventivo entre las cuales tenemos las siguientes:

### **Análisis de vibraciones.**

El interés de las vibraciones mecánicas llega al mantenimiento Industrial de la mano del mantenimiento preventivo y predictivo, con el interés de alerta que significa un elemento vibrante en una máquina, y la necesaria prevención de las fallas que traen las vibraciones a medio plazo.

El interés principal para el mantenimiento deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de las vibraciones detectadas en el elemento o máquina, la determinación de las causas de la vibración, y la corrección del problema que ellas representan. Las consecuencias de las vibraciones mecánicas son el aumento de los esfuerzos y las tensiones, pérdidas de energía, desgaste de materiales, y las más temidas: daños por fatiga de los materiales, además de ruidos molestos en el ambiente laboral, etc.

## **Análisis de lubricantes**

El método más eficaz para el control de los lubricantes es en el laboratorio, aquí se pueden evaluar los tipos de contaminantes, variaciones de viscosidad y propiedades químicas y físicas, establecer límites de temperaturas, disminución del PH, tensión interfacial, rigidez dieléctrica, TBN, entre otras.

Mediante este análisis se busca:

- Determinar la posible recuperación del aceite y el método más indicado de hacerlo.
- Cuantificar e identificar los contaminantes presentes.
- Evaluar el correcto funcionamiento de un mecanismo y prevenir las fallas.
- Controlar el desgaste mediante cambios periódicos del aceite.

El monitoreo de los aceites es una de las herramientas más valiosas que el área de mantenimiento tiene a su disposición, permitiéndole determinar en que momento se debe realizar los cambios de aceites y diagnosticar el grado de desgaste de una pieza o mecanismo del equipo, tomando los correctivos a tiempo, aumentando la eficiencia, disminuyendo costos por paradas imprevistas, y ahorrando consumos de energía, y otros factores que reflejen los beneficios del programa.

## **Análisis por ultrasonido**

Este método estudia las ondas de sonido de baja frecuencia producidas por los equipos que no son perceptibles por el oído humano.

Ultrasonido pasivo: Es producido por mecanismos rotantes, fugas de fluido, pérdidas de vacío, y arcos eléctricos. Pudiéndose detectarlo mediante la tecnología apropiada.

El ultrasonido permite:

- ✓ Detección de fricción en máquinas rotativas.  
Detección de fallas y/o fugas en válvulas.
- ✓ Detección de fugas de fluidos.
- ✓ Pérdidas de vacío.
- ✓ Detección de "arco eléctrico"  
Verificación de la integridad de juntas de recintos estancos.

Se denomina ultrasonido pasivo a la tecnología que permite captar el ultrasonido producido por diversas fuentes.

## **Termografía**

La Termografía infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

Los ojos humanos no son sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termográficas, o de termovisión, son capaces de medir la energía con sensores infrarrojos, capacitados para "ver" en estas longitudes de onda. Esto nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de la superficie a distancia, en tiempo real y sin contacto.

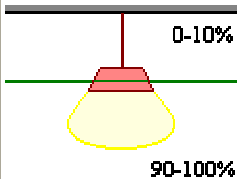
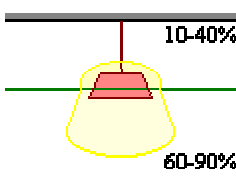
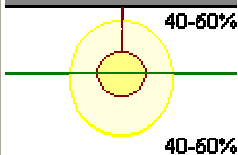
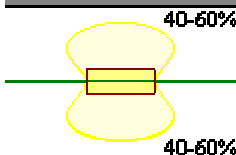
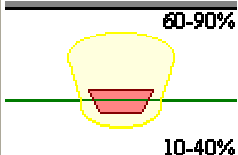
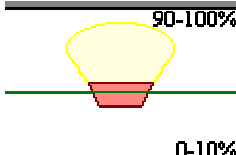
La gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial - ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación - están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de Termovisión por Infrarrojos. Con la implementación de programas de inspecciones termográficas en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, etc. es posible minimizar el riesgo de una falla de equipos y sus consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas.

## **Análisis por árbol de fallas**

El análisis por árboles de fallas (AAF), es una técnica deductiva que se centra en un suceso accidental particular (accidente) y proporciona un método para determinar las causas que han producido dicho accidente. Nació en la década de los años 60 para la verificación de la fiabilidad de diseño del cohete Minuteman y ha sido ampliamente utilizado en el campo nuclear y químico. El hecho de su gran utilización se basa en que puede proporcionar resultados tanto cualitativos mediante la búsqueda de caminos críticos, como cuantitativos, en términos de probabilidad de fallos de componentes.

Para el tratamiento del problema se utiliza un modelo gráfico que muestra las distintas combinaciones de fallos de componentes y/o errores humanos cuya ocurrencia simultánea es suficiente para desembocar en un suceso accidental.

## Factor de utilización de las luminarias

Directa	 <p>0-10%</p> <p>90-100%</p>	Semi-directa	 <p>10-40%</p> <p>60-90%</p>
General difusa	 <p>40-60%</p> <p>40-60%</p>	Directa-indirecta	 <p>40-60%</p> <p>40-60%</p>
Semi-directa	 <p>60-90%</p> <p>10-40%</p>	Indirecta	 <p>90-100%</p> <p>0-10%</p>