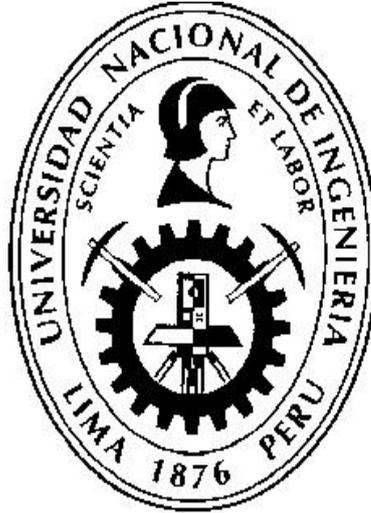


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO,  
GAS NATURAL Y PETROQUIMICA



**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSAYO  
EN EL LABORATORIO DE OPERACIONES  
CONCHÁN CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL  
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD –  
NORMA ISO/IEC 17025”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO DE PROFESIONAL DE  
INGENIERO PETROQUIMICO**

**ELABORADO POR:  
ROSA AMELIA ACUÑA MARQUEZ**

PROMOCIÓN: 2005- II

**LIMA – PERÚ**

2010

**DEDICATORIA:**

A mi madre **Abelina** y mi abuela **Clarisa** por ser los pilares de mi vida y la motivación para seguir con mis metas; por su paciencia, consejos y apoyo incondicional.

## **SUMARIO**

En los últimos años, se ha verificado el creciente interés de los Laboratorios por incorporar asuntos de la calidad en su Gestión, así como por su Acreditación. Estos procesos son un medio para alcanzar una serie de objetivos y el deseo de aprovechar estas oportunidades como plataformas para mejorar la estructura de la organización y la competencia de los Laboratorios.

Los actuales acuerdos internacionales reconocen que esta competencia debe estar sustentada en la norma ISO/IEC 17025, base para la Acreditación de un Laboratorio de Ensayo. Bajo estas circunstancias, la norma provee los requerimientos para implantar un Sistema de la Calidad en el Laboratorio, y así asegurar la adquisición, consistencia y confiabilidad de los datos emitidos por el mismo. Para la ejecución de las pruebas de ensayo se toma como base las normas ASTM (**American Society for Testing Materials**), las cuáles son reconocidas internacionalmente.

Este trabajo está orientado a mostrar los factores que intervienen en el logro de optimización del proceso de ensayo, los cuáles son: el personal, método de ensayo, equipos, insumos, reactivos, ambientes de trabajo, registros y cuyo control de los mismos a través del Sistema de Gestión de la Calidad permite emitir resultados confiables y en menor tiempo, convirtiendo al Laboratorio en punto clave para la toma de decisiones en lo referente al proceso de refinación. Adicionalmente, al contar con un proceso controlado el Laboratorio evalúa los productos terminados listos para su comercialización con los parámetros de la calidad detallados en las Especificaciones PETROPERÚ y así garantizar el buen desempeño de los mismos a nuestros consumidores. Estas Especificaciones se establecen tomando como referencia los límites establecidos por la Norma Técnica Peruana.

Antes de implantar el Sistema de Gestión de la Calidad, el Laboratorio de Ensayo presentaba una serie de deficiencias tales como mala distribución del espacio para la ubicación de los equipos, desorganización del almacén de reactivos así como del almacén de las muestras remanentes, gasto excesivo de reactivos e insumos debido a la constante repetición de ensayos, falla de equipos en forma continua y sobre todo demora en la comunicación de los resultados a la Unidad Operaciones, que involucra a Procesos y Movimiento de Productos, para que tomen las acciones correctivas a la brevedad posible, entre los más importantes. Con el Sistema de Gestión de la Calidad en base a la Norma ISO/IEC 17025 se busca un ordenamiento de las actividades a través de la elaboración de procedimientos, formación y entrenamiento del personal, así como tener trazabilidad en las mediciones; cuya finalidad es emitir resultados confiables optimizando el tiempo usado por el Laboratorista para efectuar el ensayo dando la posibilidad de implementar nuevos métodos de ensayo, desarrollar trabajos de investigación y proponer acciones de mejora.

El control de los factores que intervienen en el logro de optimización del proceso de ensayo, mencionados líneas arriba, conlleva a los siguientes beneficios:

- (1) Reducción del tiempo de respuesta para la comunicación de los resultados obtenidos en el Laboratorio, ya que esta información contribuye a la toma de decisiones en el proceso de refinación.
- (2) Optimización en el uso del espacio disponible en el Laboratorio.
- (3) Minimizar los gastos en reactivos, instrumentos, materiales e insumos en el Laboratorio.
- (4) Ordenamiento del proceso de ensayo, garantizando la emisión de resultados confiables y contar con registros que evidencian el trabajo realizado.
- (5) Aumentar la confianza en los Clientes; y,
- (6) Mayor competitividad en el mercado y reconocimiento internacional.

La implantación del Sistema de Gestión de la Calidad al tener controlado el proceso de ensayo permite contar con registros de los efectos nocivos que puede causar un combustible que no cumple con las Especificaciones establecidas, asociándolos con las causas y proponiendo soluciones a estos efectos; con la finalidad de minimizar, ó de ser posible, eliminar los daños a la salud del consumidor y al medio ambiente.

La evaluación de la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad está orientada a lograr el objetivo de la Acreditación del Laboratorio. La auditoria para la Acreditación del Laboratorio de Operaciones Conchán será de Tercera Parte es decir será efectuado por un organismo contractualmente independiente a la organización.

## INDICE

		Pág.
Dedicatoria		i
Sumario		ii
Índice		iv
Capítulo 1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	JUSTIFICACIÓN	4
1.3	OBJETIVOS	5
Capítulo 2	MARCO TEÓRICO	6
2.1.	REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	6
2.1.1	UNIDADES DE PROCESO	8
2.1.2	DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS A EVALUAR	15
2.2	BASE TEÓRICA RELACIONADA AL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD – NORMA ISO/IEC 17025	19
2.3	MARCO CONCEPTUAL	22
Capítulo 3	HIPÓTESIS Y VARIABLES	29
Capítulo 4	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
4.1	IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	30
4.1.1	REFERENTE A LOS REQUISITOS DE GESTIÓN	38
4.1.2	REFERENTE A LOS REQUISITOS TÉCNICOS	48
4.2	PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CALIDAD	60
4.2.1	ESPECIFICACIONES PARA LA GASOLINA	60
4.2.2	ESPECIFICACIONES PARA EL DIESEL	61
4.2.3	ESPECIFICACIONES PARA EL DIESEL B2	62
4.2.4	ESPECIFICACIONES PARA EL PETRÓLEO INDUSTRIAL (RESIDUAL)	63
Capítulo 5	CAMBIOS OBTENIDOS POR LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	64

Capitulo 6	ANÁLISIS DE UN INFORME DE ENSAYO EN BASE A LAS ESPECIFICACIONES	68
Capitulo 7	EFFECTOS NOCIVOS DE LOS PRODUCTOS QUE ESTÁN FUERA DE ESPECIFICACIÓN	70
	7.1 GASOLINA	70
	7.2 DIESEL 2	71
	7.3 RESIDUAL	72
Capitulo 8	DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS Y LAS PROPUESTAS DE SOLUCIONES A LOS EFECTOS NOCIVOS EN BASE A PRUEBAS A NIVEL LABORATORIO	74
Capitulo 9	CONCLUSIONES	80
Capitulo 10	RECOMENDACIONES	82
Capitulo 11	BIBLIOGRAFÍA	83
Capitulo 12	ANEXOS	84

## CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 ANTECEDENTES

En este trabajo se desarrolla en el Laboratorio de Ensayo ubicado en Operaciones Conchán, kilómetro 26,5 de la carretera Panamericana Sur, distrito de Lurín, departamento de Lima (**Anexo 1**). En el Laboratorio se efectúa ensayos a los productos derivados del petróleo crudo obtenidos del proceso de refinación. Todos los ensayos se ejecutan de acuerdo a lo establecido por normas estandarizadas American Society for Testing and Materials (ASTM), con la finalidad de asegurar que dichos productos cumplen con las Especificaciones establecidas por PETROPERU, cuyos valores se establecen tomando como base las Normas Técnicas Peruanas (NTP) vigentes.

A mediados del año 2005, se hizo un diagnóstico inicial del proceso de ensayo, obteniéndose los siguientes resultados:

- (1) El operador de campo registraba la muestra en la planilla de ingreso denominada “sabana” que contenía la relación de todos los ensayos que se efectuaban por tipo de producto (clasificando los productos como: gasolinas, destilados medios, residuales y asfaltos), marcando con un aspa los ensayos requeridos.
- (2) Las muestras no eran identificadas adecuadamente.
- (3) Los equipos, donde se efectuaban los ensayos no contaban con un mantenimiento preventivo programado, efectuándose sólo el mantenimiento correctivo.
- (4) Los instrumentos de medición se compraban a los proveedores verificando que cumplan con las especificaciones del método; sin poner énfasis en los certificados de calibración.
- (5) La documentación relacionada a los ensayos no estaba bajo control de un responsable ni archivada en un lugar específico.
- (6) Interacción constante entre el operador y el analista, ejerciendo presión para la entrega de resultados.

Al evaluar los factores antes mencionados y no poder responder satisfactoriamente a las auditorías realizadas por algunos clientes que ya contaban con un Sistema de la Calidad, se tomo la decisión de implantar el Sistema de Gestión de la Calidad en base a la Norma ISO/IEC 17025 **“Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y de Calibración”**. Esta norma nos especifica lo que debemos cumplir para demostrar que tenemos una estructura documentaria adecuada y control de la misma, que somos técnicamente competentes y generamos resultados confiables pero no especifica el **“Como”** se debe implementar.

Al iniciar la implantación del Sistema de Gestión de la Calidad, los cambios que se produjeron fueron muy lentos. El Jefe y Supervisor del Laboratorio, quienes ya habían sido capacitados con anterioridad en la interpretación de la norma ISO/IEC 17025, fueron designados como los responsables para lograr el objetivo de la Acreditación.

Durante el proceso de implantación se establecieron una serie de etapas, entre las principales, tenemos:

- (1) Elaboración de la Plataforma Documentaria, la misma que incluye la Política de la Calidad, Objetivos, Procedimientos de Gestión, Procedimientos Técnicos e Instructivos.
- (2) Sensibilización al personal, para que se sienta identificado con el proceso de la Acreditación y tome conciencia del cambio positivo para la imagen del Laboratorio y, por ende, de la Refinería. Las charlas de capacitación y difusión de la norma ISO 17025, así como la documentación asociada, deben ser periódicas y continuas para lograr que todo el personal desde la Alta Dirección hasta el personal de menor jerarquía sea consciente del papel que desempeña.
- (3) Identificación y Conservación de las muestras, asignándoles un código único para mantener su integridad a través de todo el proceso de ensayo. Para su conservación, se debe establecer un área adecuada que permita preservar sus propiedades durante su almacenamiento establecido por un período de 3 meses.

- (4) Mantenimiento y Calibración de los Equipos e Instrumentos de Medición, lo cual se logra elaborando los programas respectivos de acuerdo a lo establecido por los procedimientos correspondientes.
- (5) Control en la ejecución de los ensayos, evaluando al analista a través de muestras duplicado, muestras de control y participación en programas interlaboratorios y así determinar su competencia técnica y la incertidumbre del método. Los métodos de ensayo se ejecutan de acuerdo a lo descrito por las Normas ASTM.
- (6) Establecer el alcance de la Acreditación, para ello se definió los productos y métodos de ensayo a acreditar, el personal a participar y los tipos de clientes a atender.

El problema radica en escoger los mecanismos más adecuados que nos permitan cumplir con estos requisitos, ya que estas acciones dependen directamente de la organización, personal, equipamiento, espacio y solvencia económica de la Empresa. La selección de estos mecanismos se hace cada año durante la Revisión por la Dirección, como parte de la Mejora Continua.

Los resultados emitidos por un Laboratorio de Ensayo ubicado dentro de una Refinería, sirven para tomar decisiones que están relacionados con el proceso de refinación y con el cliente. La acción casi inmediata que se toma en: (1) el proceso de refinación está relacionada con el cambio de las variables operacionales para poder obtener un producto final en especificación y, (2) las acciones relacionadas con el cliente que implica determinar si el producto cumple con las Especificaciones establecidas con la finalidad de evitar adulteraciones, proteger la salud y bienestar del consumidor, así como protección del medio ambiente, entre los más importantes.

Para lograr el objetivo de la Acreditación se debe generar la interacción con las demás áreas que brindan servicios al Laboratorio, como: Mantenimiento, Sistemas y Área de Adquisición y Compras; difundiendo nuestros procedimientos y adecuándolos a su desarrollo de actividades para obtener una rápida respuesta.

Finalmente, mencionaremos las ventajas que se obtienen al tener un Sistema de Gestión de la Calidad ya implantado:

- (1) Garantizar que los resultados emitidos por el Laboratorio son correctos y por ende, confiables.
- (2) Asegurar que el producto final cumpla con las Especificaciones y Normativas vigentes.
- (3) Disminuir el número de repetición de pruebas, que involucran mayor gasto de insumos y tiempo.
- (4) Aumentar la confianza y el nivel competitivo de la Empresa, debido a que en la Acreditación, el Laboratorio es evaluado por una tercera parte demostrando independencia y competencia.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Las razones para implantar un Sistema de Gestión de la Calidad son muy variadas, entre las más importantes, tenemos:

- (1) Incremento de la productividad y disminución de costos durante la evaluación en el Laboratorio de los productos finales obtenidos del proceso de refinación debido a la reducción de número de reensayos.
- (2) Evaluar el proceso de ensayo para identificar oportunidades de mejora y así desarrollar actividades que optimicen el tiempo de respuesta al cliente.
- (3) Necesidad de poseer un conjunto de procedimientos y normas estandarizadas (caso normas ASTM), que permitan regular y controlar las actividades y funciones realizadas en el Laboratorio.
- (4) La implantación del Sistema de Gestión de la Calidad en base a la Norma ISO/IEC 17025 permitirá la aceptación de los resultados emitidos por el Laboratorio en otros países.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL:**

Implantar un Sistema de Gestión de la Calidad bajo la Norma ISO/IEC 17025, en el Laboratorio de Ensayo de Hidrocarburos de Operaciones Conchán, para lograr emitir resultados más confiables en un menor tiempo, de tal manera que la unidad operativa (área de procesos y movimiento de productos de Operaciones Conchán) maneje mayor información que le permita tomar decisiones más efectivas en el proceso de refinación.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Mejorar continuamente la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad mediante el uso de la política, objetivos de la calidad, resultados de auditorías, análisis de datos, acciones correctivas y preventivas.
- Mostrar los cambios obtenidos con la implantación del Sistema de Gestión de la Calidad con la finalidad de minimizar el número de reensayos, contar con la trazabilidad de resultados, personal competente y emitir resultados en menor tiempo.
- Garantizar el buen desempeño de los combustibles que vende PETROPERU a través de la evaluación en el Laboratorio e identificación de los efectos indeseados cuando éstos no cumplen con los parámetros de control de la calidad contenidas en las Especificaciones de PETROPERU.

## **CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO**

Una refinería es un enorme complejo donde el petróleo (más conocido como crudo) se somete en primer lugar a un proceso de destilación o separación física y luego a procesos químicos que permiten extraerle una gran variedad de productos comerciales.

El origen de la palabra Petróleo proviene de dos palabras latinas: Petra (roca) y Oleum (aceite). Se ha establecido que el crudo es una mezcla compleja de compuestos llamados hidrocarburos dentro de los cuales pueden ser parafínicos, nafténicos, aromáticos y heterocíclicos, con propiedades físicas y químicas variadas (peso molecular, punto de ebullición, entre otros) y cuya separación en una columna de destilación se basa en los rangos de ebullición de las fracciones de petróleo a separar.

La estructura de cada refinería debe tener en cuenta todas las diferentes características del crudo. Son distintas unas de otras, según las tecnologías y los esquemas de proceso que se utilicen, así como su capacidad. Algunas procesan crudos ligeros, otras crudos pesados y a veces una mezcla de ambos. Existen refinerías simples y complejas. Las simples están constituidas solamente por algunas unidades de tratamiento, como: la destilación atmosférica, destilación al vacío, hidrotratamiento e inclusive hidrodesulfuración. Las refinerías complejas cuentan con otras unidades como: hidrocraqueo, craqueo catalítico fluidizado (FCC), viscoreducción, isomerización, alquilación, craqueo con vapor, coquización.

La primera etapa de la refinación es la destilación atmosférica. Se realiza en una columna que opera a una presión cercana a la atmosférica y está dividida en platos; cada plato tiene una temperatura diferente y tiene la función de fraccionar los componentes del crudo. Antes de ingresar a la columna, el crudo pasa por el horno, elevando su temperatura para vaporizarse. En el fondo de la columna se encuentra el crudo reducido.

Operaciones Conchán es una refinería simple ya que cuenta con las unidades de Destilación Primaria y Unidad de Destilación al Vacío. Está diseñada para trabajar con diversos tipos de crudos, entre los más usados, tenemos: Crudo COE, Napo y Loreto.

Otros crudos que también se han procesado son: el Leona, Iraní, Vasconia, South Blend, teniendo como principal factor común el elevado contenido de Azufre.

El abastecimiento de Crudos y Productos derivados se realiza por vía marítima a través del amarradero de Conchán. La operación de carga/descarga se hace por medio de líneas submarinas, se cuenta con 2 líneas: una tubería de 24" de diámetro para la recepción de Crudo y Productos Negros (gasóleo y residuales), y una tubería de 14" de diámetro para la recepción de los Productos Blancos (gasolina, diesel, kerosene).

En Operaciones Conchán la producción está orientada a Residuales y Asfaltos, procesándose los siguientes crudos o mezclas de crudos (**Tabla 1**).

**TABLA 1**

<b>Tipo de Crudo</b>	<b>API</b>	<b>Unidades</b>
Crudo Liviano	30 – 36	UDP con UDV
Crudo Ecuatoriano	25 – 28	UDP con UDV
Crudo Loreto Lote 8	23 – 25	UDP con UDV
Crudo Loreto OXY	20 – 21	UDP con UDV
75% Loreto + 25% Base Asfáltica	18.8 – 19.6	UDP con UDV
Base Asfáltica	15	UDV

El Crudo OXY es excelente para preparar Asfaltos líquidos de curado rápido RC-70, RC-250 y en la preparación de asfaltos líquidos de curado medio MC-30.

Los tipos de operación se fijan de acuerdo al requerimiento del mercado, los más usuales son los que se muestran en la **Tabla 2**.

**TABLA 2**

Crudo	Tipo de Operación			
	Residual		Asfalto	RC-250
	R-6	R-500		
Crudo COE	NO	NO	SI	NO
Crudo Loreto	SI	SI	NO	SI
Crudo Loreto + COE	NO	NO	SI	NO
Crudo Loreto + Base Asfáltica	NO	NO	SI	NO

El crudo se debe acondicionar antes que ingrese a la Unidad de Destilación Primaria, efectuando las siguientes acciones y controlando los siguientes parámetros:

- (1) Dejar reposar en un tiempo aproximado de 48 horas, cuyo objetivo es la separación del agua libre del crudo por gravedad para que alcance valores de BS&W procesables en la Unidad de Destilación.
- (2) Asegurar que el contenido de agua y sedimentos (BS&W) este en el orden de 0,05% hasta un máximo de 0,5% vol. Para esto se monitorea continuamente y envía muestras al Laboratorio para su análisis.
- (3) El contenido de sales debe ser menor a 20 mil libras por barril (PTB) para minimizar su efecto corrosivo en los sistemas de tope de las columnas. Para su control se envía muestras al Laboratorio para su análisis.

### **2.1.1 UNIDADES DE PROCESO**

#### Carga a la Unidad

El crudo es alimentado a la Unidad de Destilación Primaria (UDP) mediante bombas en paralelo, el crudo antes de ingresar a las bombas de carga, pasa a través de un filtro en la succión que retiene los sólidos en suspensión. Periódicamente es necesario limpiar los filtros para eliminar la suciedad acumulada en la canastilla y mantener la presión estática del tanque de suministro hacia la bomba.

En la **Figura 1** se visualiza el circuito N° 1 (parte superior izquierda), donde el crudo entra en las bombas de carga y se divide en 2 ramales: el primero que va a intercambiar calor con productos de la Unidad de Destilación Primaria. El crudo gana temperaturas desde los 78-120 °F hasta aproximadamente los 490 °F en que se junta con el circuito N° 2 (parte inferior derecha) e ingresa a la zona convectiva del horno.

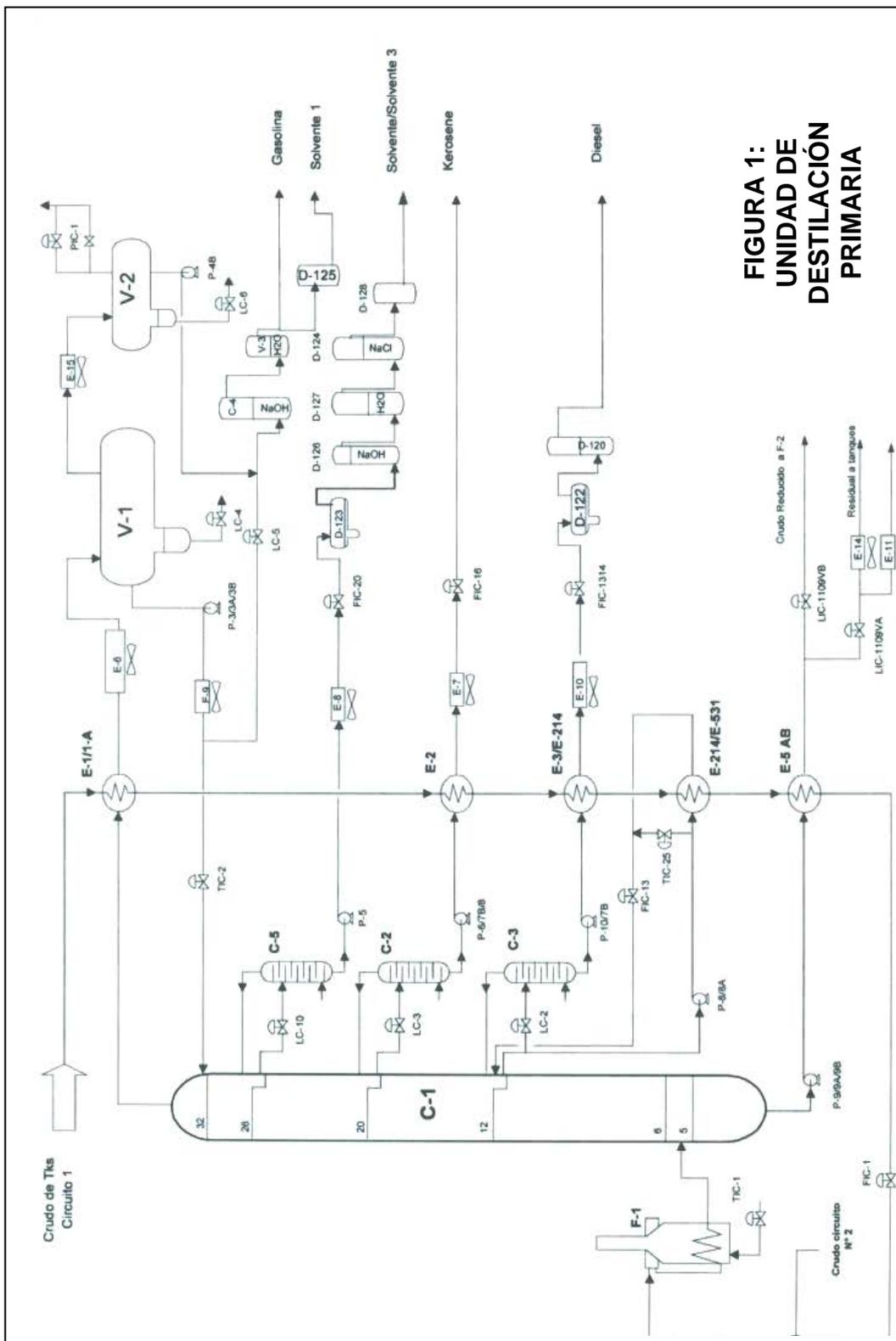
El circuito N° 2 constituye las bombas de carga que consta de un tren de intercambiadores para calentar el crudo con productos principalmente de la Unidad de Vacío, ganando una temperatura hasta aproximadamente de 500 °F.

#### Horno de Destilación Primaria

El crudo precalentado ingresa a la zona convectiva del horno a una temperatura y presión aproximada a 490 °F y 200 psig. En esta zona se intercambia calor con los gases de chimenea del horno subiendo su temperatura hasta 545 – 560 °F. Luego pasa a la zona radiante donde continúa incrementando su temperatura hasta 650 °F, para ingresar en la zona de vaporización de la columna de destilación primaria.

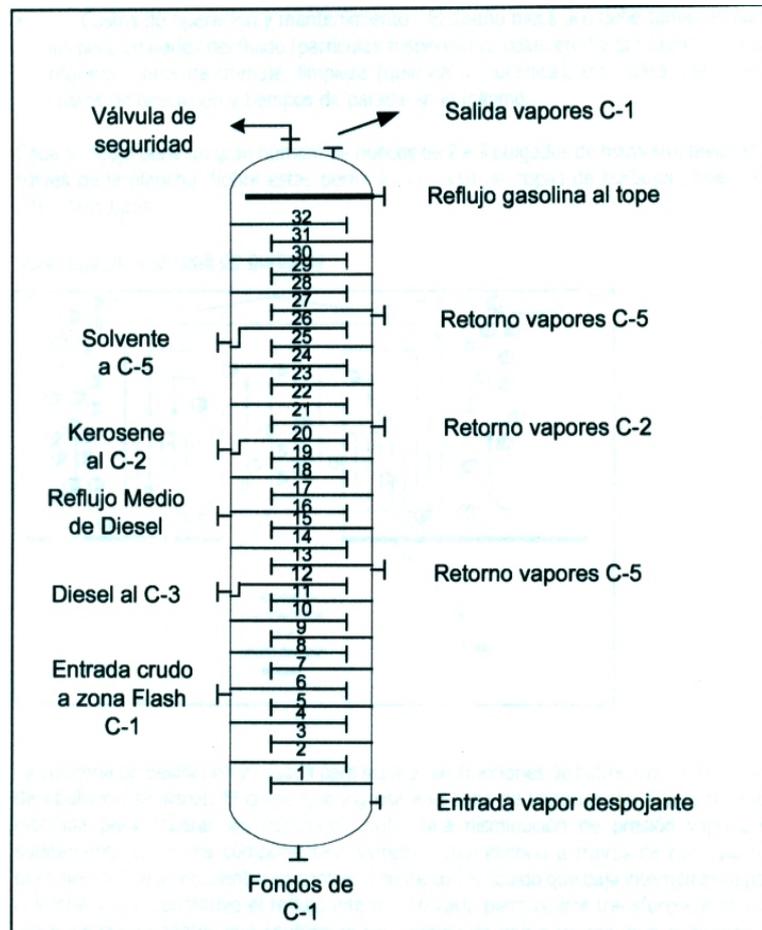
#### Unidad de Destilación Primaria (UDP)

La UDP consta de 32 platos del tipo de copas de burbujeo (27 platos y 86 copas/plato en la zona de rectificación; 5 platos y 13 copas/plato en la zona de fondos), una altura de 77 pies y 60" de diámetro interno, como se muestra en la **Figura 2**. Actualmente la producción está alrededor de 13 000 bbls esperando ampliar para una producción de 25 000 bbls. El crudo que sale del horno parcialmente vaporizado ingresa a la zona flash (platos 5 y 6) de la columna C-1. En este punto los componentes ligeros ascenderán como vapores en la columna en contracorriente con el reflujo interno y externo, manteniéndose el equilibrio vapor-líquido en cada plato de la torre, de tal manera que el vapor que sale de cada plato es más rica en componentes ligeros que el vapor que entra; lográndose así que los vapores se enriquezcan de componentes livianos conforme asciende a los platos superiores.



**FIGURA 1:  
UNIDAD DE  
DESTILACIÓN  
PRIMARIA**

De manera similar, el líquido se va enriqueciendo en componentes pesados conforme desciende a los platos inferiores de la columna.



**FIGURA 2: Columna UDP**

### Horno de Destilación al Vacío

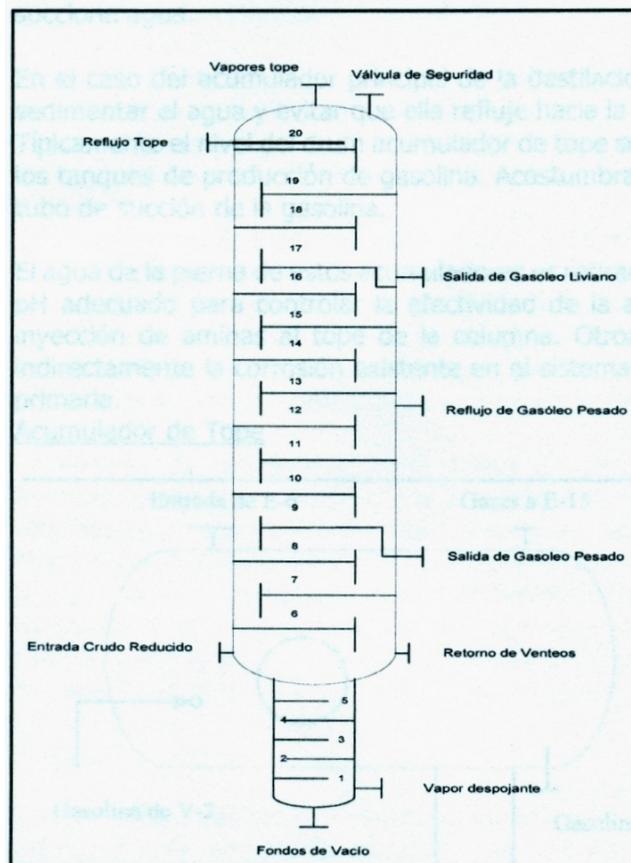
El crudo proveniente de la UDP ingresa al horno para incrementar su temperatura desde los 520 °F hasta 660 – 700 °F. Para que el crudo reducido logre la temperatura óptima para su destilación se tiene 2 opciones: una es controlando el tiempo de residencia en el horno y la otra es incrementando el calor del horno.

Adicionalmente dentro del horno existen dos serpentines de sobrecalentamiento del vapor, uno para el vapor sobrecalentado que se usa en el eyector de vacío y otro para el vapor despojante que es usado en la Unidad de Destilación de Vacío.

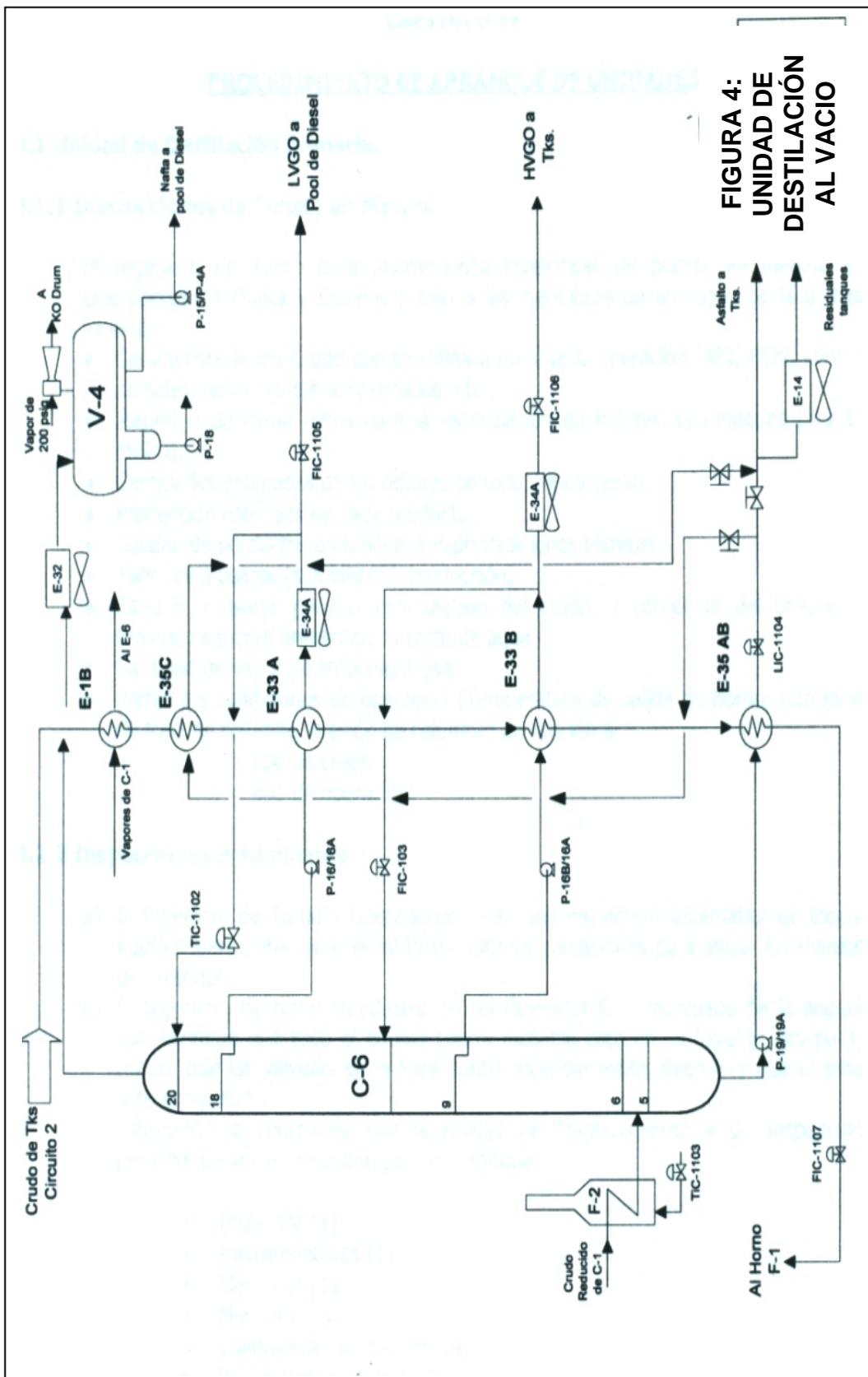
Actualmente se han cambiado los hornos de destilación primaria y de vacío que tienen mayor diámetro, control de seguridad, arranque de piloto (gas natural y GLP) trabajando ahora con GLP, quemadores dual (gas/combustible) trabajando ahora con residual.

### Unidad de Destilación al Vacío (UDV)

La columna UDV consta de 20 platos del tipo de copas de burbujeo (15 platos y 86 copas/plato en la zona de rectificación; 5 platos y 17 copas/plato en la zona de fondos), una altura de 62 pies, como se muestra en la **Figura 3**. La producción es aproximadamente el 65% de la Columna UDP. El crudo reducido calentado en el horno ingresa a la zona flash de la columna C-6 donde es separado en vapor y líquido, los líquidos son rectificados con vapor sobrecalentado de 200 psig y todos los componentes ligeros cuya presión de vapor son altos serán separados y los líquidos estará conformado por los productos pesados que tienen presión de vapor bajo (**Figura 4**). Un valor típico de presión de trabajo es de 2 psia.



**FIGURA 3: Columna UDV**



**FIGURA 4:  
UNIDAD DE  
DESTILACIÓN  
AL VACÍO**

## Productos de la UDP

- (1) Gasolina: los vapores procedentes de la parte superior de la columna son condensados y recibidos en el acumulador de reflujo V-1 donde se decanta el agua. La gasolina condensada es bombeada para tanques de almacenamiento. Una parte de la gasolina retorna como reflujo (50 %) al tope de la columna con una temperatura deseable de 95 a 135 °F aproximadamente. Los vapores que no han podido ser condensados se condensan y acumulan en el V-2 (gasolina liviana). Aquí también se decanta el agua y la gasolina se bombea al V-1 antes de ingresar al sistema de tratamiento cáustico. Se recomienda trabajar con una presión de 7 a 15 psig en el acumulador V-2; cuando se procesan crudos con alto contenido de azufre se recomienda operar en el rango máximo de 15 psig para eliminar el máximo posible de sulfhídricos causantes de la corrosividad de la gasolina.
- (2) Diesel: es extraído del plato 12, una parte de la producción de diesel es enviada como reflujo de retorno a la fraccionadora a la altura del plato 13 a 450 °F aproximadamente. El resto del diesel va al acumulador C-3, en el stripper, el diesel entra en contacto con el vapor despojante sobrecalentado que ingresa en el fondo y en cada plato va siendo desorbido de los componentes volátiles, los cuales ascienden por la parte superior del stripper y salen por la línea de vapores del stripper hacia la columna ingresando a la altura del plato 14. El diesel desorbido sale como producto en el fondo, se enfría y va al tanque de almacenamiento, pasando previamente por el decantador de agua y filtro de sal.
- (3) Crudo Reducido: es extraído del fondo de la UDP para luego ser enviado al horno de la Unidad de Vacío. Según las necesidades de operación se puede desviar parcial o totalmente el crudo reducido hacia las estaciones de mezcla para la adición del material de corte necesario y de allí a los tanques de almacenamiento de residuales.

En la columna C-1 se obtienen los siguientes productos: Gases no Condensables, Gasolina, Solvente, Kerosene, Diesel, Residuales, mientras

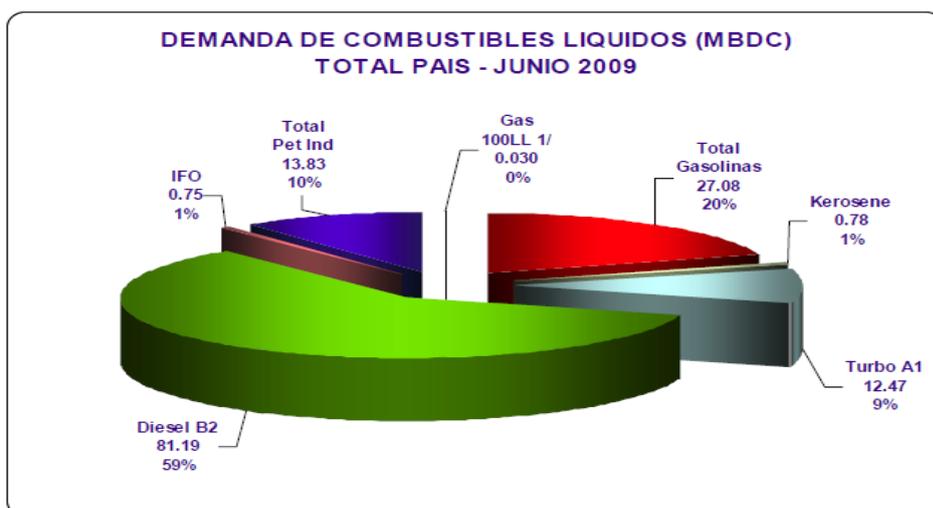
que en la columna C-6 se obtienen: Gases no condensables, Nafta de Vacío, Gasóleo Liviano, Gasóleo Pesado, Residuo de Vacío y Asfaltos.

### Productos de la UDV

En la columna C-6 se obtienen los siguientes productos: Gases no condensables, Nafta de Vacío (luego de decantar el agua se bombea al tanque de Diesel), Gasóleo Ligero (se enfría y una parte se usa de reflujo en el tope de la columna y otra parte al pool de diesel), Gasóleo Pesado, Residuo de Vacío (usado para la formulación de residuales y asfaltos), Asfaltos Sólidos (obtenido por crudo mezcla 75% Crudo Loreto y 25% Base Asfáltica de Talara), Base Asfáltica (para formular asfaltos líquidos con inyección de solvente, RC-70 y RC-250. Para formular MC-70 se usa la base mezclada con kerosene).

### 2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS A EVALUAR

El presente informe enfoca el estudio de los parámetros de control de calidad a los productos que tienen mayor demanda en el mercado, que son la gasolina, diesel y petróleo industrial (residual). Según los datos obtenidos de OSINERGMIN se observa que la demanda para el Diesel es de (81,19 MBDC) que equivale al 59% de consumo, para las Gasolinas es el (27,08 MBDC) equivalente al 20% de consumo seguido por el Petróleo Industrial (13,83 MBDC) con el 10% de consumo (**Figura 5**).



Fuente: Datos del SCOP - OSINERGMINPERÚ

**FIGURA 5: Demanda de Combustibles en el Perú**

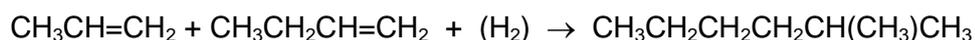
A continuación se describe las características más resaltantes de cada producto, el detalle de los parámetros de control de la calidad se especifican en el Capítulo 4, Sección 4.2.

### A. GASOLINA

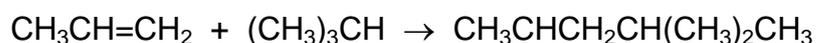
La gasolina es la mezcla de hidrocarburos líquidos más ligeros que se usa como combustible en motores de combustión interna, como por ejemplo, en los motores de los automóviles. La gasolina destila en un rango entre los 38 y los 235 °C. Los componentes en este rango son los que tienen entre 4 y 12 átomos de carbono en su estructura molecular y se dividen en tres tipos generales: (1) parafinas (incluyendo cicloparafinas y cadenas ramificadas), (2) olefinas y (3) aromáticos.

Hay procesos destinados a aumentar el rendimiento de la gasolina separando los componentes de mayor peso molecular de los de menor peso molecular, entre ellos tenemos:

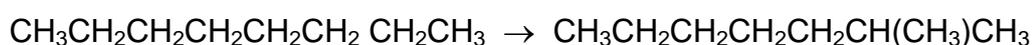
- (1) Polimerización, es la conversión de olefinas como el propileno y butileno en moléculas lineales en el rango de la gasolina.



- (2) Alquilación, es la combinación de una olefina y una parafina (tal como iso-butano)



- (3) Isomerización, es la conversión de hidrocarburos de cadena lineal a cadena ramificada.



- (4) Reformación Catalítica, usa el calor o un catalizador para reordenar la estructura molecular. La selección de los componentes y proporciones de una mezcla es el problema más complejo de una refinería.

Las propiedades de la gasolina son muy diversas, las que afectan el rendimiento de la gasolina son la volatilidad y las características de combustión. Estas propiedades se ajustan de acuerdo a la topografía y el clima del país en el que la gasolina se va a utilizar.

### Tratamiento de los Contaminantes

Cuando la gasolina se quema, el carbono se une al oxígeno del aire para formar dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el hidrógeno se une con el oxígeno formando agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Los productos contaminantes que expulsa el motor (**Figura 6**), son:

- (1) Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), un compuesto conocido y tóxico que en contacto con el aire libre se une rápidamente con el oxígeno para formar dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).
- (2) Hidrocarburos no quemados.
- (3) Óxidos nítricos, se forman a partir del nitrógeno contenido en el aire procedente de la combustión.

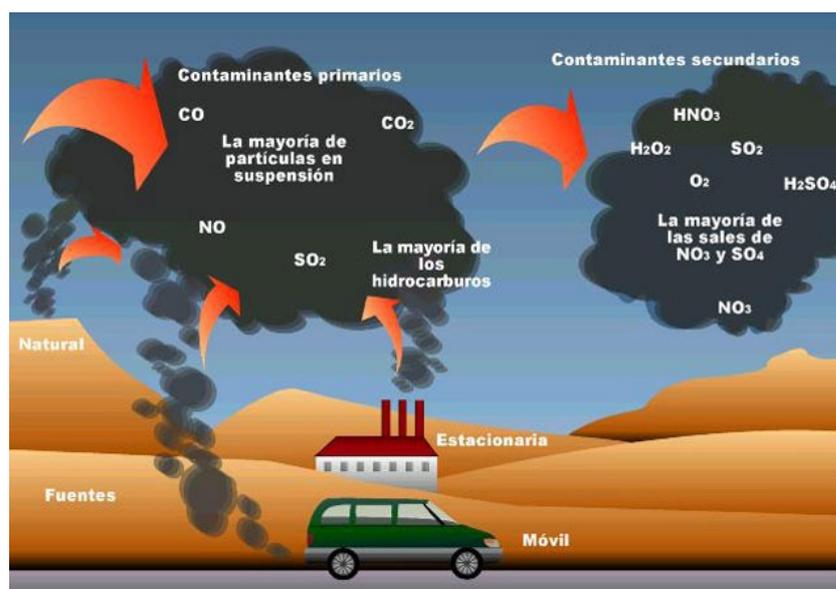
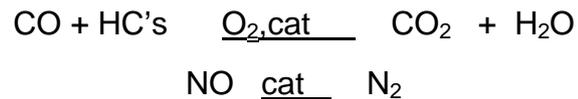


Figura 6. Productos Contaminantes durante la Combustión

Para que estos contaminantes no lleguen al exterior, en los coches se colocan unos “catalizadores” en la salida de gases, específicamente en el tubo de escape. En química, un catalizador es una sustancia que provoca o acelera una reacción química. Estos gases contaminantes procedentes de la combustión atraviesan el catalizador (suele ser platino, rodio u óxidos de metales de transición) que facilita su transformación antes de salir a la atmósfera.



El monóxido de carbono y los hidrocarburos se transforman en agua y dióxido de carbono por oxidación. Los óxidos nítricos se transforman en nitrógeno, al pasar por el catalizador.

Los catalizadores son muy efectivos, logran reducciones del 85% del monóxido de carbono (CO), 80% de los hidrocarburos y el 70% de los óxidos nítricos. Hay que tener en cuenta que el catalizador pierde parte de su eficiencia a medida que se va usando el automóvil.

## **B. DIESEL**

El rango de ebullición del diesel es de aproximadamente 125 – 328 °C (302 – 575 °F). La calidad del diesel depende de la naturaleza del crudo, los procesos de refinación y el aditivo que se usa.

Uno de las especificaciones más ampliamente usadas (ASTM D 975) cubre tres grados de Diesel N° 1, N° 2 y N° 4. Los grados N° 1 y N° 2 son los tipos más comúnmente usados en motores de alta velocidad de tipo móvil, motores estacionarios de velocidad media y motores de ferrocarril. El Grado N° 4 cubre la clase de destilados más viscosos, al mismo tiempo, mezclas de estos destilados con petróleo residual.

Los aditivos se usan para mejorar su performance, tales como los alquil nitratos y nitritos, los cuales mejoran la calidad de ignición. El uso de aditivos

que permiten reducir la emisión de humos va creciendo debido al mayor control de la contaminación atmosférica. Los antioxidantes y dispersantes son usados particularmente cuando se preparan combustibles con componentes craqueados, para prevenir la formación de componentes insolubles que pueden causar obstrucción de filtros y líneas.

### **C. PETRÓLEO INDUSTRIAL**

El análisis del petróleo industrial es más complejo que el análisis de los productos de bajo peso molecular. Se tiene una variedad de mediciones de propiedades físicas que son requeridas para determinar si el petróleo industrial cumple las especificaciones, pero el rango de tipos moleculares presentes se incrementa con el incremento del peso molecular.

Los petróleos industriales constituyen la fracción más pesada de la destilación (fondos remanentes de la destilación y otros procesos de refinación ó mezclas de los fondos con productos destilados). Están constituidos por cadenas de hidrocarburos de 20 a 70 átomos de carbono, cuyo intervalo de ebullición es de 300 a 600 °C.

Entre las características más destacadas para los petróleos industriales, tenemos: es de color negro, altamente viscoso y tiene uno de los precios más bajos en el mercado.

Los petróleos industriales también se pueden denominar como: Bunker, Combustible Residual ó Combustible Pesado y se usa en los diversos equipos de combustión tales como Calderas, Hornos y Embarcaciones.

## **2.2 BASE TEÓRICA RELACIONADA AL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD – NORMA ISO/IEC 17025**

Internacionalmente, el proceso de estandarización de las actividades de los Laboratorios de Ensayo y Calibración tuvo inicio con la publicación de la ISO/IEC Guía 25 en 1978, revisado luego en 1993. En Europa, la ISO Guía 25 no se había aceptado entrando en vigor la EN 45001. Estos

documentos tenían insuficiencias para permitir una aplicación/interpretación consistente y sin ambigüedades, como por ejemplo: contenido mínimo que se debe presentar en la declaración de la política de la calidad del Laboratorio, la posibilidad de rastreo de las mediciones, las operaciones relacionadas a los muestreos y el uso de medios electrónicos. Para suplir esas lagunas, la ISO inició en 1995 los trabajos de revisión de la ISO Guía 25 por medio del Grupo de Trabajo (WG 10) de la ISO/CASCO (Comité de Evaluación de Conformidad). De dicha revisión resultó la Norma ISO/IEC 17025 **“Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y de Calibración”**, oficialmente editada en diciembre de 1999 y publicada internacionalmente a principios del año 2000. Esta norma establece los criterios para los laboratorios que desean demostrar su competencia técnica, que poseen un sistema de calidad efectivo y que son capaces de producir resultados técnicamente válidos.

Los principales objetivos de esta norma, son:

- (1) Establecer un patrón internacional único para testificar la competencia de los laboratorios para realizar ensayos y/o calibraciones, incluyendo muestreo. Tal patrón facilita el establecimiento de acuerdos de reconocimiento mutuo entre organismos de acreditación nacionales.
- (2) Facilitar la interpretación y aplicación de los requisitos, evitando lo máximo posible, opiniones divergentes y conflictivas.
- (3) Extender su alcance en relación a la ISO Guía 25, abarcando también muestreo y desarrollo de nuevos métodos.
- (4) Establecer una relación más estrecha, clara y sin ambigüedad con la ISO 9001 y 9002.

La Norma ISO/IEC 17025 introdujo nuevos conceptos, que demuestra la preocupación por establecer orientaciones generales y modernas para que los laboratorios desarrollen una sólida administración de sus actividades, según patrones de calidad reconocidos internacionalmente. Además, la profundización de algunos requisitos de carácter técnico para demostrar de forma más consistente su competencia técnica. En nuestro país, la Norma Técnica Peruana (NTP) ISO/IEC 17025, se homologó por el Comité Técnico

de Normalización de Gestión y Aseguramiento de la Calidad. Esta NTP especifica los requisitos generales para la competencia técnica en realizar ensayos y/o calibraciones incluyendo muestreo.

La Norma ISO/IEC 17025:2005 contempla dos secciones claramente diferenciadas:

Requisitos de Gestión (Capítulo 4 de la Norma):

- 4.1 Organización
- 4.2 Sistema de la Calidad
- 4.3 Control de Documentos
- 4.4 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos
- 4.5 Subcontratación de ensayos y calibraciones
- 4.6 Compra de servicios y suministros
- 4.7 Servicio al cliente
- 4.8 Quejas
- 4.9 Control del trabajo de ensayo y/o calibración no conformes
- 4.10 Mejora continua
- 4.11 Acción correctiva
- 4.12 Acción preventiva
- 4.13 Control de registros
- 4.14 Auditorías internas
- 4.15 Revisiones por la dirección

Requisitos Técnicos (Capítulo 5 de la Norma):

- 5.2 Personal
- 5.3 Instalaciones y condiciones ambientales
- 5.4 Métodos de ensayo y calibración y validación de métodos
- 5.5 Equipos
- 5.6 Trazabilidad de la medición
- 5.7 Muestreo
- 5.8 Manipulación de los objetos de ensayo y calibración
- 5.9 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración
- 5.10 Informe de resultados

No existe un modelo normado de un plan para establecer un Sistema de Gestión de la Calidad para un Laboratorio. Cada organización tendrá su propia idiosincrasia y problemas que requieren consideraciones y tratamientos especiales. Sin embargo, existen principios universales que son transferibles de una situación a otra con sólo modificaciones mínimas.

Una vez que la Alta Dirección del Laboratorio ha decidido implementar un Sistema de Gestión de la Calidad y está comprometida para apoyarlo financiera y administrativamente, se debe preparar un plan. Éste no necesita ser complicado; Primero, las operaciones prácticas existentes en el laboratorio deben ser evaluadas con respecto a sus necesidades de asegurar la calidad. Segundo, se formulan los requisitos que exige la gestión de la calidad y, finalmente, se establecen los procesos y su documentación para cumplir dichos requerimientos.

Por lo general, la responsabilidad para planificar un Sistema de Gestión de la Calidad, se distribuye en tres grupos: Alta Dirección, personal de supervisión y personal operativo. La Alta Dirección establece las políticas, asigna los recursos y responsabilidades, aprueba las etapas de la implantación y mantiene la responsabilidad general. El personal de supervisión tiene la responsabilidad del desarrollo y puesta en marcha de la implantación. Además son el enlace entre la Alta Dirección y el personal operativo. Finalmente el personal operativo proporciona los conocimientos técnicos, escriben y revisan las partes del plan que le han sido asignadas.

La NTP ISO/IEC 17025 es utilizada como criterio de evaluación para la acreditación de laboratorios, dirigida en nuestro país por el Comité de Reglamentos Técnicos y Comerciales del INDECOPI.

### **2.3 MARCO CONCEPTUAL**

**Acreditación:** reconocimiento formal de la competencia técnica del Laboratorio en la ejecución de ensayos, concedida previa evaluación por la

entidad gubernamental de Acreditación. En Perú la evaluación es efectuada por la Comisión de Reglamentos Técnicos (CRT) del INDEOPI.

**Acción Correctiva:** acción tomada para eliminar las causas de una No Conformidad, de un defecto o cualquier otra situación indeseable existente para evitar su repetición.

**Aditivo:** un material añadido a otro (por lo general en pequeñas cantidades) para mejorar las propiedades deseables o para suprimir las propiedades indeseables.

**Aseguramiento de la Calidad:** todas aquellas acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos de calidad establecidos.

**ASTM:** American Society for Testing and Materials.

**Auditoria:** proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoria y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría (NTP-ISO 19011)

**Biodiesel:** un combustible compuesto por ésteres mono-alquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivado de aceites o grasas vegetales o animales, designado B100.

**Calibración:** conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medición o un sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones.

**Certificación:** procedimiento por el cual una tercera parte otorga conformidad escrita de que un producto, proceso o servicio cumple con requisitos específicos.

**Condiciones Ambientales:** parámetros del ambiente de trabajo tales como Temperatura, Presión Barométrica, Humedad Relativa, entre los más importantes.

**Contenido de goma lavado por solvente:** es el residuo remanente cuando el residuo evaporado ha sido lavado con heptano y los enjuagues descartados.

**Competencia Técnica:** es la habilidad demostrada para aplicar conocimientos y aptitudes.

**Desviación estándar:** Para una serie de “n” mediciones de un mismo mensurando, es la magnitud que caracteriza la dispersión de los resultados.

**Diesel Nº 1:** combustible destilado liviano (rango de destilados intermedios) para uso especial en vehículos con motores Diesel en aplicaciones que requieren mayor volatilidad que la del combustible Diesel Nº 2. Los combustibles de esta clase son apropiados para su empleo en motores de alta velocidad en servicios que involucran frecuentes y relativamente amplias variaciones de carga y velocidad, y también en casos en que se encuentren temperaturas anormalmente bajas del combustible.

**Diesel Nº 2 S-350:** combustible destilado medio (gasóleos destilados de menor volatilidad) para uso en motores Diesel que requieren un combustible con un contenido de hasta 350 mg/kg (ppm) de azufre y número de cetano apropiado para uso vehicular y motores estacionarios, especialmente en condiciones de frecuentes variaciones de velocidad y carga.

**Diesel Nº 2 S-50:** combustible destilado medio para uso específico en vehículos con motores Diesel que requieren un combustible con un contenido de hasta 50 mg/kg (ppm) de azufre y número de cetano apropiado para uso vehicular, también es apropiado para uso en motores estacionarios, especialmente en condiciones de frecuentes variaciones de velocidad y carga.

**Especificación:** datos que dan un control adecuado del comportamiento de materia prima o producto de calidad.

**Factor de Cobertura (k):** factor numérico usado para multiplicar la incertidumbre combinada estándar con el propósito de obtener una incertidumbre expandida (típicamente su valor se encuentra entre 2 y 3)

**FCC:** Craqueo Catalítico Fluidizado.

**Incertidumbre Combinada (u<sub>C</sub>):** es la combinación de las incertidumbres estándar de los resultados parciales ( $u_A$ ,  $u_B$  aplicando la ley de propagación de errores aleatorios).

**Incertidumbre de una Medición:** parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podría razonablemente ser atribuidos al mensurando.

**Incertidumbre Expandida (U):** es la que proporciona un intervalo dentro del cual se encuentra el valor del parámetro medido para un cierto nivel de confianza.

**INDECOPI:** Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.

**Instructivos:** descripción detallada de cómo se realizan las tareas.

**Instrumento de Medición:** dispositivo destinado a ser usado para hacer mediciones, sólo o en conjunto con uno o varios dispositivos adicionales.

**ISO/IEC:** Organización Internacional de Normalización / Comisión Electrotécnica Internacional.

**MBDC:** Miles de Barriles por día Calendario.

**Mensurando:** magnitud particular sujeta a medición.

**MEM:** Ministerio de Energía y Minas

**No Conformidad:** incumplimiento de un requisito.

**NTP:** Norma Técnica Peruana.

**Objetivo de la Calidad:** Algo ambicionado o pretendido, relacionado con la calidad.

**Oxigenado:** un compuesto orgánico que contiene oxígeno, que no deja cenizas al quemarse, como un alcohol o un éter, que puede ser usado como combustible o como suplemento de combustible.

**Patrón:** medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinada a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad, uno ó más valores de una magnitud para que sirvan de referencia.

**Patrón de Comprobación:** patrón que se usa corrientemente para calibrar o controlar medidas materializadas, instrumentos de medición o materiales de referencia para asegurar que las mediciones están utilizadas correctamente.

**Petróleo Industrial N° 4:** es un combustible destilado pesado o una mezcla de combustibles destilados y residuales que se utilizan en quemadores comerciales e industriales equipados para este rango de viscosidad.

**Petróleo Industrial N° 5:** es un combustible residual o una mezcla de combustibles destilados y residuales que se utilizan en quemadores comerciales e industriales equipados para este rango de viscosidad. El precalentamiento puede ser necesario en algunos tipos de quemadores y para su manipuleo en climas muy fríos.

**Petróleo Industrial N° 6:** es un combustible residual de alta viscosidad y amplio rango de ebullición, utilizado en quemadores industriales. Normalmente requiere precalentamiento para su manipuleo,

almacenamiento y atomización apropiada. También se le conoce como Bunker C.

**Petróleo Industrial N° 500:** es un combustible residual de elevada viscosidad. Se requiere precalentamiento tanto para su manipuleo como para su almacenamiento, bombeo y atomización apropiado en equipos de combustión industrial. Es aplicable para instalaciones donde el consumo de combustible es masivo.

**PFE:** Punto Final de Ebullición.

**Política de la Calidad:** intenciones globales y orientación de una Organización, relativas a la calidad tal como se expresan formalmente por la Alta Dirección.

**Procedimiento:** forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

**Proceso:** Una actividad o conjunto de actividades que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados.

**Proceso de Ensayo:** abarca las actividades efectuadas desde que se recepciona la muestra, efectúa el ensayo hasta la emisión de resultados al cliente.

**Proveedor:** organización o persona que proporciona un producto.

**Refinación:** proceso que se encarga de la transformación de los hidrocarburos en productos derivados.

**Responsable de la Calidad:** es el responsable de asegurar que el Sistema de Gestión de la Calidad sea establecido, mantenido y mejorado de acuerdo a la NTP ISO/IEC 17025.

**Responsable Técnico:** es el responsable global de las operaciones técnicas y de la provisión de los recursos necesarios para garantizar la calidad requerida de las operaciones del Laboratorio.

**Sabana:** formato en tamaño A-3 de forma cuadriculada; está dividida por secciones: primera sección los productos volátiles, segunda sección los destilados medios y tercera sección los productos pesados. En la línea horizontal se ubica los ensayos y en la línea vertical los productos a analizar.

**SI:** Sistema Internacional de Unidades.

**SGC:** Sistema de Gestión de la Calidad.

**Sistema de Gestión de la Calidad:** sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.

**Sistema de la Calidad:** es un sistema de control destinado a eliminar y/o prevenir las fallas del producto que se brinda y cumplir con los requisitos establecidos.

**Trazabilidad:** Propiedad del resultados de una medición o de un patrón tal que pueda relacionarse con referencias determinadas, generalmente a patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas.

**UDP:** Unidad de Destilación Primaria.

**UDV:** Unidad de Destilación al Vacío.

**UNI:** Universidad Nacional de Ingeniería.

## CAPITULO 3. HIPOTESIS Y VARIABLES

### 3.1 HIPOTESIS GENERAL:

La implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad, en base a la Norma ISO/IEC 17025 “**Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y de Calibración**”, sirve para optimizar el proceso de ensayo en el Laboratorio de Operaciones Conchán, con la finalidad de emitir información técnica de soporte, en forma oportuna, a la Unidad Operativa de la Refinería.

### 3.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS:

- La evaluación periódica de las actividades del proceso de ensayo permite la identificación de áreas donde existan causas potenciales que pueden originar una no conformidad, permitiendo tomar acciones correctivas y/o preventivas como parte de la Mejora Continua.
- Los requisitos de gestión de la Norma ISO/IEC 17025 favorecen la organización e implementación del Sistema de la Calidad para obtener la Acreditación.
- Los requisitos técnicos de la Norma ISO/IEC 17025 permiten el diseño de actividades para el control de los factores involucrados en el proceso de ensayo (tales como: personal, ambiente de trabajo y trazabilidad de resultados) asegurando la confiabilidad de los resultados emitidos.
- La adecuación de las Especificaciones de los productos en base a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) nos permite garantizar el buen desempeño de nuestros combustibles así como el cumplimiento con la normativa nacional vigente.

## CAPITULO 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1 IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Para iniciar el proceso de la implantación del Sistema de Gestión de la Calidad en la Unidad Laboratorio bajo la norma ISO/IEC 17025, se elaboro un Plan de Trabajo que involucraba desde la elaboración de la Plataforma Documentaria, difusión de los procedimientos e instructivos elaborados al personal hasta la evaluación del avance en la implantación de las actividades establecidas para el logro de la Acreditación.

El Laboratorio está conformado por el Jefe de la Unidad Laboratorio, Supervisor y Laboratoristas. Los Laboratoristas se dividen en dos grupos:

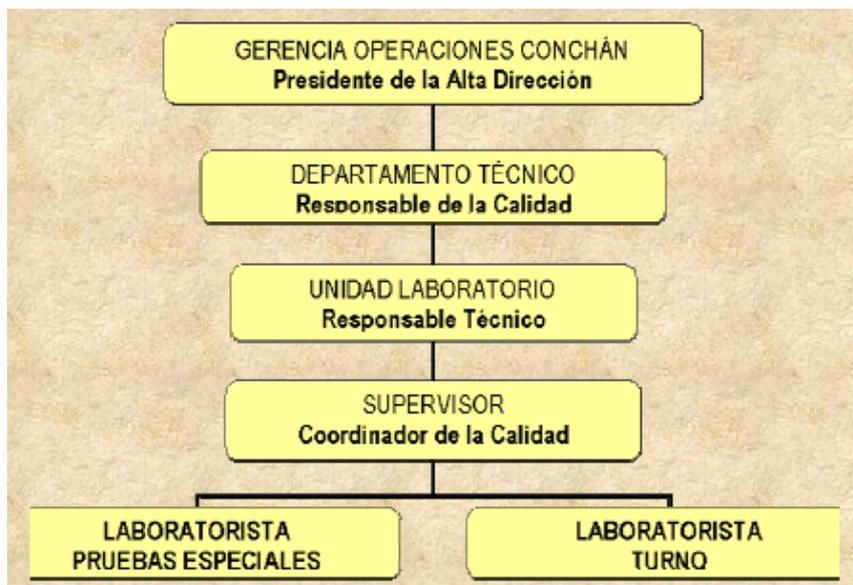
- (2) **Laboratorista de Turno**, quién es el responsable de ejecutar los análisis rutinarios (ensayos diarios) para las muestras procedentes de Unidad Operaciones y Movimiento de Productos, así como de las muestras que proceden de Planta de Ventas.
- (2) **Laboratorista de Pruebas Especiales**, quién es el responsable de ejecutar los ensayos denominados “especiales” ya que no se efectúan continuamente porque requieren de mayor cuidado, tiempo, capacitación para manejar determinado equipo e incluso determinado tipo de reactivos e insumos.

El Laboratorio tiene 2 áreas: Área de Rutina y Área Comercial.

- (1) El Área de Rutina está integrada por los Laboratoristas de Turno, quienes atienden los requerimientos de la operación, es decir los clientes internos.
- (2) El Área Comercial atiende las muestras procedentes de los clientes externos.

El Jefe de la Unidad Laboratorio está bajo la dirección del Jefe del Departamento Técnico, quién a su vez está supervisado por la Gerencia de Operaciones Conchán.

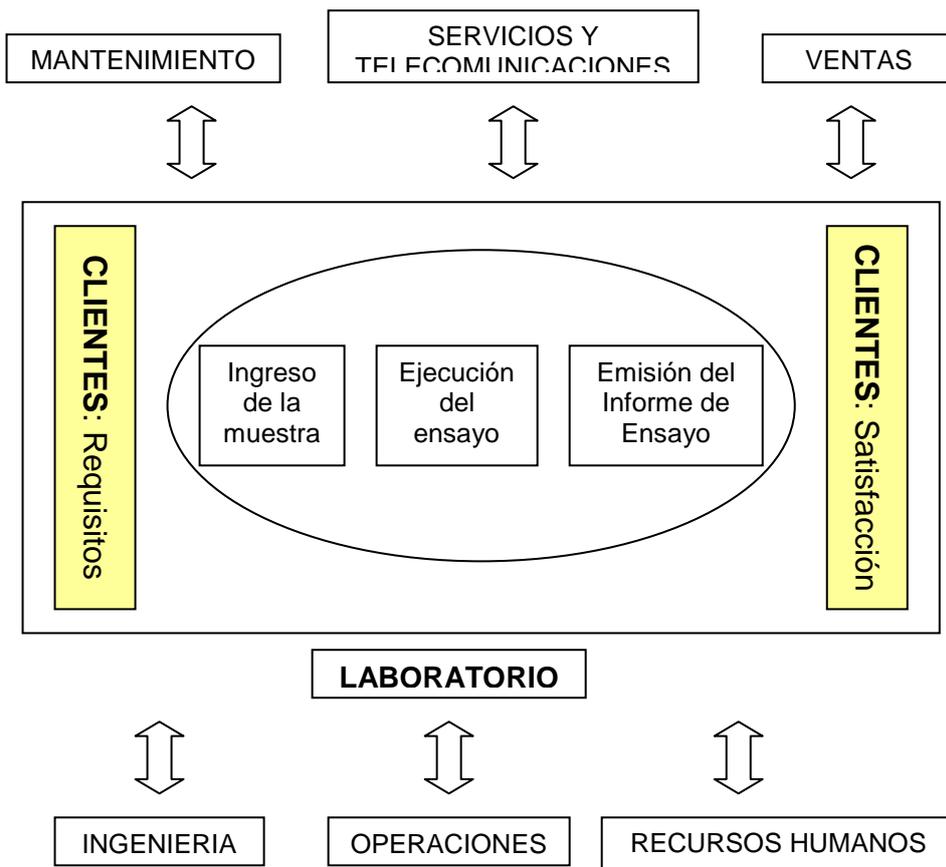
Para mantener la estructura organizacional de la Empresa, se busco dentro de la organización las personas que formarían parte del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) y cumplan con los requerimientos de la Norma, como se muestra en la **Figura 7**.



**FIGURA 7: Organización del SGC**

Luego de definir y establecer las personas involucradas para iniciar la etapa de implantación del Sistema de Gestión de la Calidad bajo la norma ISO/IEC 17025, la primera acción fue hacer una evaluación de la situación del Laboratorio, en relación a todo el proceso de ensayo: desde el ingreso de la muestra, la ejecución del ensayo hasta la emisión del Informe; para detectar las deficiencias y poder proponer las acciones correctivas así como incorporar nuevas actividades para cumplir con los requisitos de la Norma.

Como resultado de la evaluación se elaboró un Mapa de interacción entre Procesos (**Figura 8**) y expuso el Plan de Trabajo a la Alta Dirección, la cuál esta conformada por el Gerente de Operaciones Conchán y Jefe del Departamento Técnico, para lograr el compromiso y apoyo por parte de ellos en la implantación del Sistema de Gestión de la Calidad. En el **Anexo 2** se muestra el Cronograma Global, Cronograma para la Implantación de Requisitos de Gestión y de Requisitos Técnicos.



**FIGURA 8: Interacción entre Procesos**

La Implantación del Sistema de Gestión de la Calidad se estableció básicamente en 3 etapas, las cuales se describen a continuación:

**(1) Elaboración de la Plataforma Documentaria**, estructurada de la siguiente manera (**Figura 9**):

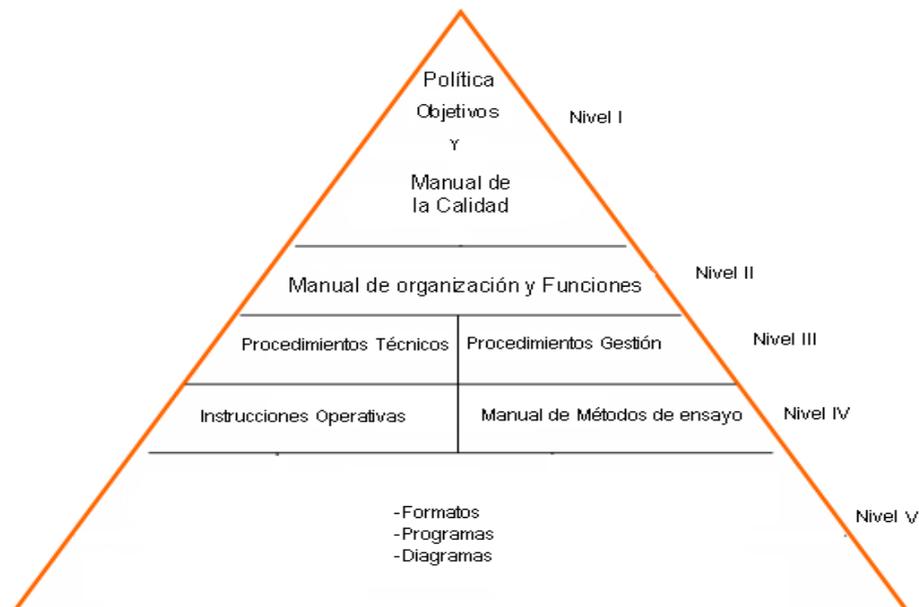
**Nivel I:** Manual de la Calidad, donde se define la Política de la Calidad y los Objetivos, en donde participa todo el personal involucrado.

**Nivel II:** Manual de Organización y Funciones.

**Nivel III:** Procedimientos de Gestión y Técnicos, estableciendo las actividades y funciones de las personas responsables, nos indica el “Como” de cada actividad para cumplir los requisitos de la Norma.

**Nivel IV:** Instrucciones y manual de Métodos de Ensayo.

**Nivel V:** Documentos de Soporte, conformados por los registros, programas, formatos, reglamentos, entre otros.



**FIGURA 9: Plataforma Documentaria del SGC**

Estos documentos se encuentran en constante revisión debido a que se actualizan o proponen mejoras por el personal de Laboratorio ó de otras áreas.

La Política de la Calidad de la Unidad Laboratorio de Operaciones Conchán (**Figura 10**) es un punto clave porque incluye un compromiso de cumplir con los requisitos de la Norma, nos proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos. A continuación se muestra los objetivos establecidos asociados con sus metas e indicadores, los cuáles servirán para la evaluar la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad.



OPERACIONES CONCHAN

## POLÍTICA DE LA CALIDAD DEL LABORATORIO

El Laboratorio de Operaciones Conchán se compromete a:

- Ofrecer servicios de ensayos de Alta Calidad, sustentada en las buenas prácticas profesionales basadas en principios técnicos y científicos, dentro del marco de la imparcialidad, independencia y confidencialidad.
- Brindar Servicios de Ensayos de Petróleo Crudo y Derivados, que satisfagan los requerimientos y expectativas de nuestros clientes, bajo un Sistema de Gestión de Calidad que asegura la trazabilidad, confiabilidad y reproducibilidad de los resultados, para lo cual contamos con Personal de Alta Competencia Técnica en permanente capacitación.
- Cumplir con la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025:2006, los requisitos de los clientes y los reglamentos establecidos, a través del involucramiento del personal en el Sistema de Gestión de la Calidad, sus políticas y procedimientos.
- Mejorar continuamente a través de Planes de Acción para dar cumplimiento a los objetivos y metas del Sistema de Gestión de la Calidad, con la participación de todo el personal.

Conchán, 03 marzo del 2008

Félix E. Pezán Ortiz  
Gerente de Operaciones Conchán  
PETROPERU S.A.



FIGURA 10: Política de la Calidad

<b>Política de la Calidad</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Metas</b>	<b>Indicadores</b>
Mejora continua a través de Planes de Acción...	Proponer acciones eficaces para dar solución a las desviaciones, no conformidades relacionadas a los resultados de ensayo.	Reducir en un 80% las Quejas / Trabajos No Conformes (TNC) u otras desviaciones del proceso de ensayo.	<u>Nº quejas solucionadas</u> x100 Nº quejas recibidas <u>Nº TNC solucionados</u> x100 Nº TNC recibidos
...Satisfacer los requerimientos y expectativas de nuestros clientes...	Incrementar la satisfacción de los clientes.	Satisfacción de clientes > 90%	<u>Nº clientes satisfechos</u> x100 Nº clientes encuestados <u>Nº Informes de Ensayo con errores</u> x100 Nº Informes de Ensayo emitidos
...contamos con personal de alta competencia técnica...	Mejorar el desempeño del personal en el ensayo.	Personal capacitado > 90%	<u>Nº personal aprobado</u> x100 Nº total de personal evaluado <u>Nº interlaboratorios aprobados</u> x100 Nº interlaboratorios participados
...Involucramiento del personal en el Sistema de Gestión de la Calidad, políticas y procedimientos.	Concientizar al personal de los beneficios de obtener la Acreditación.	Personal comprometido con el logro de la Acreditación > 90%	%personal que difunde lo aprendido en la capacitación - % personal capacitado

**(2) Definir el alcance de la Acreditación,** tomando en consideración los siguientes puntos:

**Tipo de clientes:** El Laboratorio tiene 2 tipos de clientes: los clientes internos (las dependencias que pertenecen a Operaciones Conchán) y los clientes externos (las dependencias que no pertenecen a Operaciones Conchán) (**Figura 11**).

**Métodos de Ensayo:** definir que métodos se van a acreditar y para que productos. Esto está asociado con los equipos e instrumentos de medición a usar por el método a acreditar.



Enfocándonos en el tipo de muestras recibidas por el Laboratorio, se puede definir que el 80% de las muestras proceden de los clientes internos que son la base de la existencia del Laboratorio de Ensayo debido a que el análisis de la calidad de los productos elaborados como Empresa depende de los resultados emitidos por el Laboratorio. El 20% restante procede de las muestras que envía la Unidad de Servicios Técnicos (Gerencia de Operaciones Comerciales), quienes toman las muestras de los grifos distribuidores de PETROPERÚ para un control de la calidad del producto que se vende al consumidor. Dentro de este porcentaje también se encuentran las muestras que proceden de los terminales básicamente del producto Turbo A-1.

Las muestras de los Clientes Internos proceden de dos fuentes:

- (1) Unidad Operaciones, conformada por el área de Procesos y Movimiento de Productos, que son las muestras procedentes de los cortes de la Fraccionadora y de la formulación de productos.
- (2) Planta de Ventas, que son las muestras procedentes de los tanques de almacenamiento del producto a comercializar.

La importancia del papel que desempeña el Laboratorio en la refinería, radica en las muestras procedentes de: **Área de Procesos**, debido a que es la primera etapa de refinación donde se ajustan las condiciones operativas y se toma las decisiones para el proceso. A estas muestras se le realizan pruebas preliminares ó llamadas de Rutina:

- (1) Para la Gasolina son: la Gravedad API, Destilación, y Octanaje.
- (2) Para el Diesel son: la Gravedad API, Punto de Inflamación, Destilación, Color, Viscosidad, Índice de Cetano y Azufre.
- (3) Para el Residual son: la Viscosidad, Punto de Inflamación y Azufre.

A las muestras procedentes de **Movimiento de Productos** se efectúan los ensayos que soliciten de acuerdo a su necesidad, ya que se está formulando productos y realizando mezclas en línea para lograr obtener un producto que cumpla con los parámetros de calidad exigido.

Cuando los resultados de las pruebas preliminares del producto están dentro del rango esperado, se transfiere el producto a los tanques de almacenamiento de **Planta de Ventas** y ellos se encargan de tomar una nueva muestra en el tanque para su evaluación completa, de acuerdo a los parámetros de la calidad especificados en el Capítulo 4. En el caso de los residuales, si en la viscosidad no hay mucha diferencia con la Especificación, se puede mezclar con gasóleo ó diesel para disminuir la viscosidad y con Residual de Planta si se quiere aumentar la viscosidad.

Para las muestras de los Clientes Externos se cuenta con un programa de ensayos previamente establecido. Los ensayos establecidos para cada producto son:

- (1) Para la Gasolina son: la Gravedad API, Destilación, y Octanaje.
- (2) Para el Diesel son: la Gravedad API, Punto de Inflamación, Destilación, Color, Viscosidad, Índice de Cetano y Azufre.
- (3) Para el Residual son: la Viscosidad, Punto de Inflamación y Azufre.

Luego de efectuar los ensayos se procede a emitir los informes respectivos, actuando como un Laboratorio de Ensayo independiente sin emitir juicio en ningún aspecto.

**(3) Implantación de los Procedimientos e Instructivos elaborados**, a todo el personal involucrado.

La implantación de los procedimientos de gestión y técnicos tiene por finalidad lograr una competencia técnica del personal y aseguramiento de la calidad de los resultados. El **Anexo 3** contiene el Listado de los Procedimientos de Gestión y Técnicos.

#### **4.1.1 Referente a los Requisitos de Gestión:**

**4.1.1.1 Sistema Documentario:** la base del sistema de gestión de la calidad es el Manual de la Calidad, donde se enuncia la política y los objetivos.

(1) Etapa Inicial: El laboratorio desarrollaba sus actividades con determinados lineamientos dados por el Jefe y Supervisor de Laboratorio pero no se contaba con un documento donde se especifique las funciones y responsabilidades de los integrantes del Laboratorio.

(2) Etapa de Implantación: Con la implantación del sistema de gestión de la calidad, se elaboró el Manual de la Calidad donde se describe la estructura de la documentación, haciendo referencia a los procedimientos, así como las funciones y responsabilidades del Responsable Técnico y Responsable de la Calidad. El Responsable de la Calidad es el Jefe del Departamento Técnico debido al contacto directo que tiene con el Gerente y el Responsable Técnico es el Jefe de la Unidad Laboratorio.

Otros documentos que forman parte del sistema de la calidad son los programas (interlaboratorios, mantenimiento, calibración) generados por el Laboratorio y las normas, reglamentaciones, leyes, entre otros; que son generados por fuentes externas pero que deben ser cumplidas.

Se cuenta con el procedimiento de OCLAB-PG-001 “**Elaboración y Control de Documentos**”, donde se estipula que se debe contar con una Lista Maestra de Documentos del Sistema de la Calidad, Lista de Distribución, Lista Maestra de Formatos y Lista Maestra de Documentos Internos y Externos para identificar el estado de revisión vigente y la distribución de los documentos. Con este procedimiento se busca que el personal pueda identificar los documentos que pertenecen al sistema de la calidad y tenga a su disposición la documentación vigente.

En el caso de los registros, éstos deben ser legibles y bien conservados ya que constituyen la mejor evidencia de que el sistema está funcionando, proporcionan información para la repetición de los ensayos realizados bajo condiciones idénticas y son una fuente para identificar acciones correctivas/preventivas.

**4.1.1.2 Revisión de Solicitudes, Ofertas y Contratos:** para cumplir con este punto se cuenta con el procedimiento OCLAB-PG-003 “**Revisión de las Solicitudes, Ofertas y Contratos**” donde se establece los responsables de elaborar, realizar las coordinaciones y revisar los programas establecidos con nuestros clientes internos con la finalidad de definir los ensayos para las muestras de rutina y para las muestras procedentes de los tanques, dando a conocer los tiempos de entrega de resultados, así como establecer los medios de comunicación si hubiese algún inconveniente durante el proceso de ensayo (en nuestro caso son el Jefe y Supervisor de Laboratorio).

Para el caso de clientes externos se procede a elaborar una Cotización del Servicio donde se especifica el tipo de muestra, los ensayos a realizar, cantidad de muestra, costo del análisis y el tiempo establecido para la emisión del informe.

**4.1.1.3 Compra de Servicios y Suministros:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PG-005 “**Compra de Servicios y Suministros**” donde se establece que los suministros son referidos a los reactivos químicos, insumos químicos, materiales de vidrio, equipos, materiales de referencia u otros. Los servicios se refieren a los servicios de Calibración y Mantenimiento de los Equipos e Instrumentos de Medición.

(1) Etapa Inicial: El Laboratorio realizaba los análisis con los instrumentos que se especificaba en el método de ensayo ASTM pero no se tomaba la precaución de revisar el certificado de calibración ya que se compraba los instrumentos de medición solo con certificado de conformidad. Para el caso de los reactivos e insumos sólo se verificaba que cumpla con los requerimientos especificados en el método.

(2) Etapa de Implantación: Al aplicar el procedimiento OCLAB-PG-005 se estableció las funciones de la persona responsable de comprar y revisar los suministros que afecten la calidad de los resultados de ensayo para garantizar que cumplan con las especificaciones del método y estén en

óptimas condiciones, antes de ser entregados para su uso por el Laboratorista.

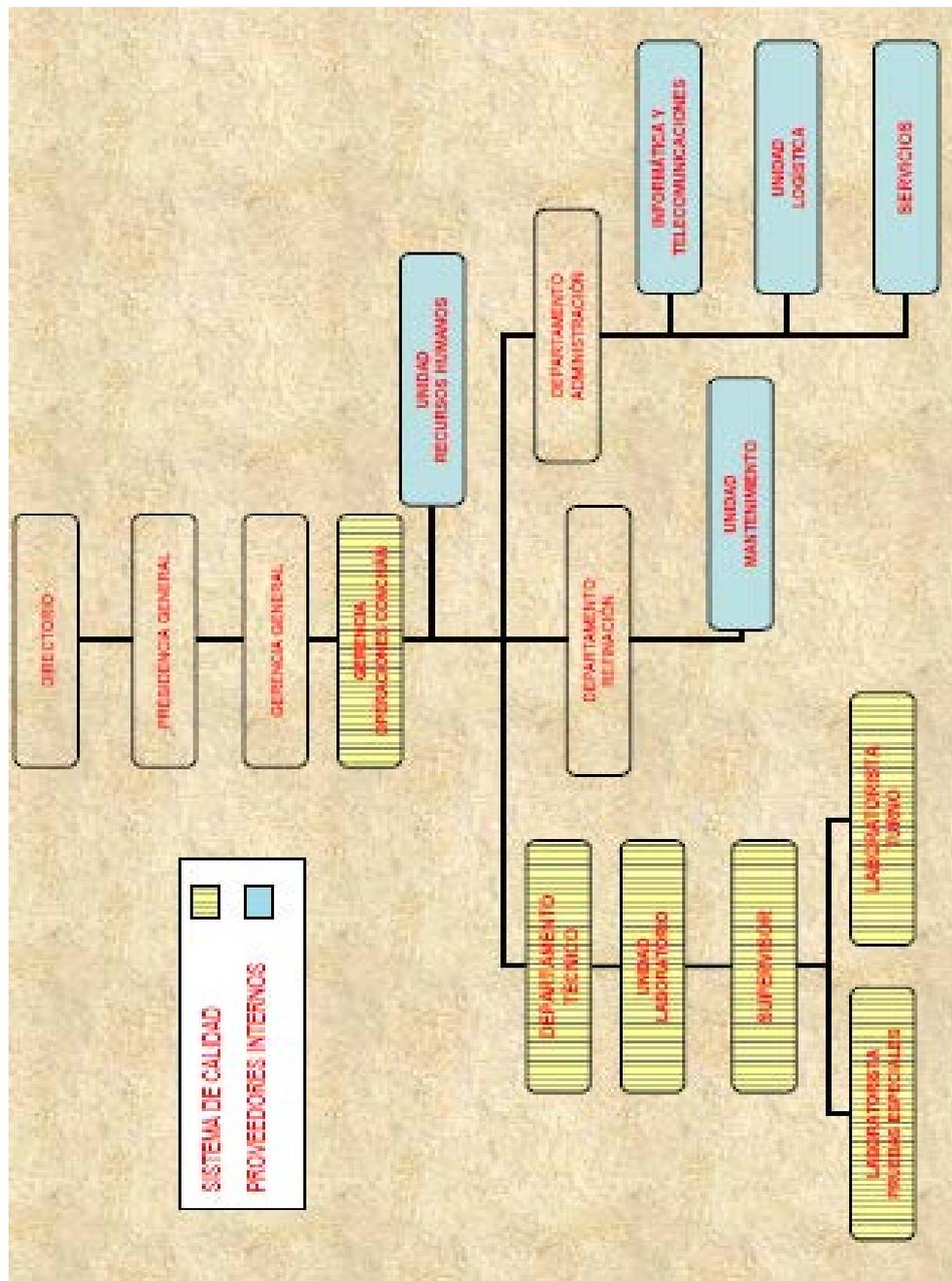
Para la elaboración del procedimiento se requirió de la presencia del personal de la Unidad Logística, estableciendo una responsabilidad compartida entre ambas unidades, ya que las adquisiciones son hechas a través de esta área de acuerdo a sus procedimientos. Por esta razón los requerimientos deben estar claramente definidos por la Unidad Laboratorio antes de que sean enviados a los proveedores y se adquiera el producto o suministro.

**4.1.1.4 Evaluación de Proveedores:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PG-006 “**Evaluación de Proveedores**”. Si bien es cierto para la empresa estatal no se puede restringir a los proveedores ya que se hace un concurso abierto; se busca establecer los criterios para la selección y evaluación así como los registros de los proveedores.

Se tiene dos tipos de proveedores: proveedor interno y proveedor externo. El proveedor interno está conformado por las áreas que nos brindan servicios como la Unidad Mantenimiento, Recursos Humanos, Informática y Telecomunicaciones, Unidad Logística, Servicios (**Figura 12**); y, el proveedor externo son las empresas que no forman parte de la organización de Operaciones Conchán.

Área	Dependencia Ejecutora
Unidad Logística	Adquisición de Bienes y Servicios.
Unidad de Mantenimiento	Servicios de Mantenimiento correctivo y preventivo.
Recursos Humanos	Servicios de Capacitación.
Servicios	Servicios de Obras, Mantenimiento de instalaciones.
Informática y Telecomunicaciones	Servicios de Mantenimiento de Informática y Telecomunicaciones.

FIGURA 12: Proveedores Internos



**4.1.1.5 Servicio al Cliente:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PG-007 “**Servicio al Cliente**” donde se pone énfasis a la comunicación oportuna y eficiente con el cliente interno, asesorías técnicas en problemas específicos de los combustibles, así como opiniones e interpretaciones basadas en resultados, para ayudar a tomar decisiones rápidas y no se detenga la producción.

Además para recibir las opiniones y propuestas de mejora de nuestros clientes, se establece que se realice al menos 1 vez al año una encuesta (ver modelo en el **Anexo 4**) cuya información es procesada por el Supervisor y expuesta al personal para destacar el grado de satisfacción del cliente, así como proponer las mejoras al Sistema de la Calidad, si es necesario.

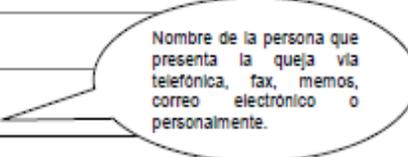
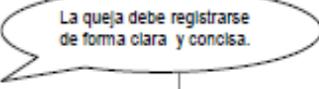
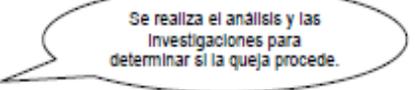
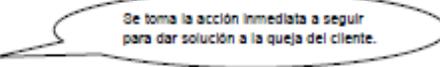
El tratamiento de las encuestas se realiza de la siguiente manera:

- (1) Distribución de las encuestas a una muestra representativa de las unidades que recibimos las muestras (Operaciones, Movimiento de Productos, Comercial y Unidad de Servicios Técnicos).
- (2) Tratamiento estadístico simple: elaborar un cuadro global con las respuestas de los clientes y hallar el porcentaje para cada clasificación (Excelente, Muy Bueno, Bueno, Regular y Deficiente).
- (3) Finalmente elaborar un cuadro con las Observaciones y Acciones Correctivas derivadas de las Encuestas (**Anexo 4**) la cual será un elemento de entrada fundamental cuando se haga la Revisión por la Dirección, donde se evaluarán las acciones más adecuadas para lograr la satisfacción del cliente y su implantación como parte de la Mejora Continua del Sistema de la Calidad.

**4.1.1.6 Quejas:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PG-008 “**Manejo de Quejas**” donde se designa las personas responsables de dar solución a la queja, en nuestro caso es el Supervisor y Jefe de Laboratorio. Se especifica que se debe mantener registro del reclamo, así como de las investigaciones y acciones correctivas tomadas por la Unidad Laboratorio.

El cliente puede presentar su queja por medio escrito o verbal, a través de las encuestas, memorandos, fax, conversaciones telefónicas o personales, correos electrónicos y a través del Formato de Queja (**Figura 13**)

 Operaciones Conchán Unidad Laboratorio		FORMATO	
		REPORTE DE QUEJAS	
Edición N° : 01	Revisión N° : 01	OCLAB-PG-008-F-01	
Fecha : 14-07-08	Fecha : 05-03-08		

N° REPORTE:	FECHA: ①	
NOMBRE DE LA PERSONA O EMPRESA QUE PRESENTA LA QUEJA: ①		
<b>DESCRIPCIÓN DE LA QUEJA:</b> Observación: Si el cliente presenta la queja en forma escrita, adjuntar documento.		
①		
①		
_____ Cliente o persona que recibe la queja	_____ Jefe de Laboratorio	
<b>ANÁLISIS PARA DETERMINAR SI LA QUEJA PROCEDE:</b>		
		
<b>ACCIÓN INMEDIATA A LA QUEJA:</b>		
		
<b>CONCLUSIÓN:</b>		
¿La queja se califica como una Trabajo No Conforme?: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		
Si se marcó "Sí", indicar el N° Reporte de No conformidad y Acciones Correctivas correspondiente a esta queja: _____		
_____ Responsable Técnico		_____ Fecha:
<b>CIERRE DEL REPORTE DE QUEJA:</b>		
_____ Responsable de la Calidad		
		_____ Fecha:



Los apartados señalados con ① son para uso del cliente.

**FIGURA 13: Formato de Queja**

**4.1.1.7 Control de Trabajo de Ensayo No Conforme:** en el procedimiento OCLAB-PG-009 “**Control de Trabajos de Ensayo No Conforme**” se establecen las acciones a aplicar cuando algún aspecto del trabajo de ensayo o los resultados de éste, no se ajustan a los procedimientos o a los requisitos acordados con el cliente.

En caso se detecte alguna irregularidad o inconformidad se registra el Trabajo No Conforme y se proponen las Acciones Correctivas.

**4.1.1.8 Acciones Correctivas:** en el procedimiento OCLAB-PG-011 “**Acciones Correctivas**” se debe establecer quienes son las personas encargadas de implantar las acciones correctivas cuando se identifiquen no conformidades en los ensayos, desviaciones de las políticas y procedimientos del Sistema de la Calidad.

Las desviaciones que se presenten al Sistema de Gestión de la Calidad se pueden identificar a través del control de trabajos no conformes, auditorías internas, auditorías externas, revisiones de la dirección, opiniones de los clientes u observaciones del personal.

El procedimiento para aplicar las acciones correctivas comienza con una investigación para determinar la raíz del problema. Esta es, generalmente, la parte más difícil porque a veces la causa no es tan obvia y se requiere un análisis cuidadoso de todas las causas potenciales del problema. Luego se debe seleccionar y aplicar las acciones correctivas más apropiadas. Finalmente se monitorea los resultados para verificar la efectividad de las acciones correctivas tomadas.

**4.1.1.9 Acciones Preventivas:** en el procedimiento OCLAB-PG-012 “**Acciones Preventivas**” se establece que la acción preventiva es un proceso proactivo para identificar oportunidades de mejora y no una reacción a la identificación de problemas y reclamos.

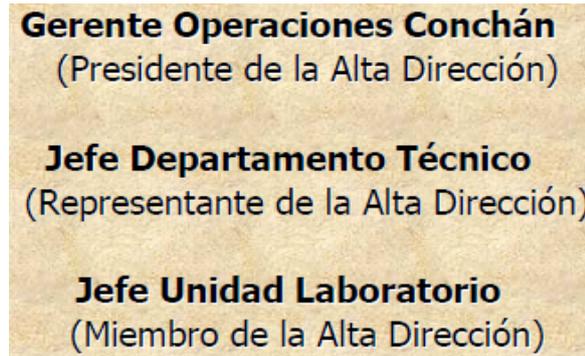
**4.1.1.10 Auditorias Internas:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PG-014 “**Auditorías Internas**”, donde se establece que la ejecución de las auditorias deben abarcar todos los elementos del Sistema de Gestión de la Calidad, incluidas las actividades de ensayo. El ciclo de auditorias internas normalmente debe completarse en un año de acuerdo a un programa establecido.

Es recomendable que al realizar la primera Auditoria Interna, los auditores internos que han sido formados en la Empresa, realicen la misma en compañía de un Auditor con experiencia como auditores en formación.

**4.1.1.11 Revisiones por la Dirección:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PG-015 “**Revisiones del Sistema de Gestión de la Calidad**” donde establece que la revisión de debe hacer 1 vez al año. Los participantes son los miembros de la Alta Dirección (**Figura 14**) y Supervisor de la Unidad Laboratorio.

La información de entrada consta de: resultados de auditorias, grado de cumplimiento de los objetivos, retroalimentación de los clientes, quejas, estado de las acciones correctivas y preventivas, propuesta de acciones para mejorar el desempeño de los Laboratoristas.

Los resultados de esta revisión incluyen las decisiones y acciones relacionadas con la mejora de la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad, proceso de ensayo, la política y objetivos así como los recursos necesarios para implantar y/o mantener el Sistema de Gestión de la Calidad.



**FIGURA 14: Alta Dirección**

**4.1.1.12 Mejora:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PG-010 “**Mejora del Proceso de Gestión de la Calidad**” estableciendo que es parte de la gestión del Laboratorio ajustar las actividades que desarrolla para proporcionar una mayor eficacia y/o una mayor eficiencia. Una de las metodologías más aplicables para la mejora continua es la de Deming o Rueda (Planear, Hacer, Verificar, Actuar).



#### 4.1.2 Referente a los Requisitos Técnicos:

**4.1.2.1 Personal:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PT-001 “**Personal**” donde se establece los responsables de asegurar la competencia de todo el personal que opere equipos específicos, realice ensayos, evalúe resultados y firme los informes de ensayos, en nuestro caso son el Jefe y Supervisor de Laboratorio.

(1) Etapa Inicial: El laboratorista realizaba el ensayo cumpliendo con lo especificado en el método de ensayo ASTM en cuanto a procedimiento pero no consideraba la forma de reporte de resultados, verificación de instrumentos de medición usados, vigencia de reactivos, calibración vigente, entre los puntos mas importantes. No se realizaba ninguna evaluación al personal, sólo cuando se recibía alguna queja del cliente se tomaba la acción correctiva inmediata hablando con el personal sin tener registro.

(2) Etapa de Implantación: Durante la implantación del procedimiento OCLAB-PT-001 se busca que el personal responsable de las opiniones e interpretaciones tenga la calificación apropiada, experiencia, capacitación, conocimiento del ensayo, propiedades de la muestra, conocer las especificaciones vigentes, entre otros.

El personal contratado debe ser capacitado, bajo supervisión continua hasta asegurar que trabaja de conformidad con el Sistema de Gestión de la Calidad del Laboratorio.

El Jefe y Supervisor de la Unidad Laboratorio identifican las necesidades de capacitación para elaborar el Programa de Capacitación que debe ser relevante para las tareas presentes y futuras del Laboratorio. Adicionalmente se revisa y actualiza las descripciones de puesto y autorizaciones del personal.

Entre las actividades más resaltantes, tenemos: (1) programación de charlas continuas y periódicas de sensibilización y capacitación, relacionado a la norma ISO/IEC 17025 (**Figura 15**), así como de los métodos de ensayo, si hay una versión actualizada, (2) programación de cursos técnicos en caso se detecte alguna deficiencia en el analista y (3) efectuar el entrenamiento analítico del personal evaluando al menos una vez al año la ejecución del método y reporte de resultados (**Figura 16**).



**FIGURA 15**



**FIGURA 16**

**4.1.2.2 Instalaciones y Condiciones Ambientales:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PT-002 “**Instalaciones y Condiciones Ambientales del Laboratorio**” para asegurar que las instalaciones sean adecuadas.

(1) Etapa Inicial: El Laboratorio no contaba con una distribución adecuada de los equipos ni con un control de las condiciones ambientales (control de presión, temperatura). Por ejemplo, los equipos de punto de inflamación estaban en un ambiente donde había constante movimiento de personal, generando corrientes de aire; la balanza en un ambiente donde se percibían las vibraciones, algunos equipos que necesitaban estar en un ambiente que cuente con aire acondicionado estaban a temperatura ambiente por no tener disponibilidad de espacio.

Las muestras volátiles se almacenaban en un refrigerador común y los destilados medios, residuales y asfaltos se guardaban a temperatura ambiente sin un ordenamiento ni registro. No se contaba con un almacén de reactivos y materiales de vidrio adecuado. El ingreso del personal de otras áreas era libre.

(2) Etapa de Implantación: Al implantar el procedimiento OCLAB-PT-002, se busca aprovechar el espacio con una buena distribución de los equipos, la separación efectiva entre áreas incompatibles y el control de acceso a las áreas de trabajo.

Además se acondiciono ambientes adecuados para destinarlos como almacenes de los reactivos químicos, material de vidrio, así como para almacenar las muestras remanentes, logrando tener un mayor control sobre los mismos.

**4.1.2.3 Métodos de Ensayo:** se debe verificar que se cuenta con los métodos normalizados ASTM vigentes y estimar la incertidumbre asociada al método.

(1) Etapa Inicial: El Laboratorio tenía los manuales de métodos de ensayo ASTM relacionados a los hidrocarburos (Volumen 05) de años anteriores.

(2) Etapa de Implantación: Se cuenta con las versiones vigentes de los métodos de ensayo para tener conocimiento de los cambios efectuados por la ASTM e implementarlas, si es necesario. En el Laboratorio los ensayos son ejecutados tomando como base las Normas ASTM en su totalidad, pero como parte de la mejora se cuenta con un procedimiento para la validación de métodos para ser aplicado cuando sea necesario.

Con el procedimiento OCLAB-PT-004 “**Estimación de la Incertidumbre de las Mediciones**” se establece los pasos para determinar la incertidumbre, los cuáles son:

#### **PASO 1: Especificación de medida**

Detallar claramente qué es lo que está siendo medido incluyendo la relación entre el mesurando y los parámetros (por ej. cantidades medidas, constantes, patrones de calibración etc.) de los cuales depende.

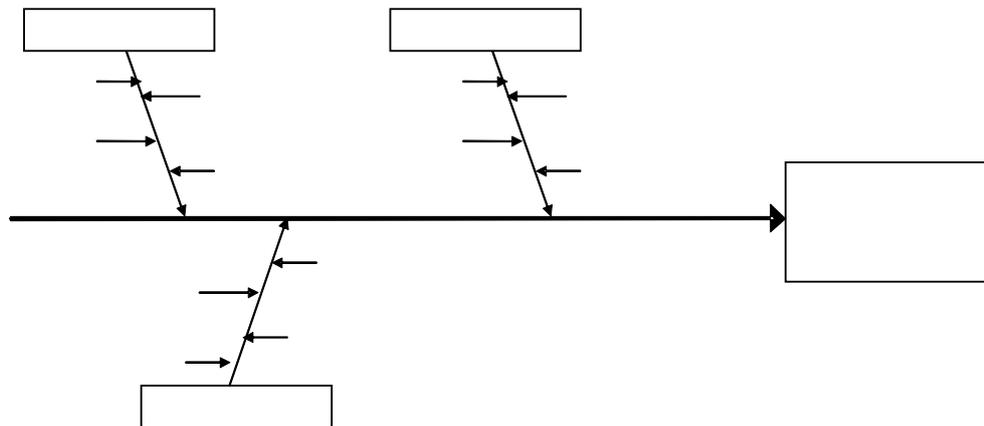
#### **PASO 2: Identificación de fuentes de Incertidumbre**

Listar las fuentes más relevantes de la incertidumbre, pudiéndose incluir entre otras:

- a) Definición del mesurando
- b) Efectos atribuibles a los instrumentos de medición incluyendo función de calibrado, número de cifras significativas, redondeo de cifras relevantes
- c) Pureza de reactivos
- d) Condiciones de medición
- e) Efectos de la muestra( matriz)
- f) Efectos de cálculo
- g) Corrección por blanco
- h) Efectos atribuibles al operador
- i) Patrones y materiales de referencia

j) Otros, etc.

Después de listar las fuentes más significativas, estas se listan en un Diagrama Causa - Efecto (**Figura 17**).



**FIGURA 17**

### **PASO 3: Estimación de la Incertidumbre Estándar de los componentes de la Incertidumbre**

Medir o estimar el tamaño de los componentes de las incertidumbres asociados con cada fuente identificada.

Antes de la combinación, todas las contribuciones de la incertidumbre deben ser expresadas como incertidumbres estándar, esto es, como desviaciones estándar. Esto implica la conversión de algunas otras medidas de dispersión.

Utilizar los siguientes criterios:

- (1) Donde se hayan estimado incertidumbres experimentalmente a través de mediciones repetidas, estas hay que expresarlas como desviaciones standard de medias y se las utiliza incluyéndolas en la suma cuadrática para calcular la incertidumbre combinada.
- (2) Cuando se obtengan datos de incertidumbres de otras fuentes como por ejemplo protocolo de calibraciones con intervalos de confianza declarados, utilizar esta información para obtener la desviación

standard. Ejemplo: Si una especificación establece que la lectura de una balanza tiene una incertidumbre de  $\pm 0,2\text{mg}$  con 95% de confianza, entonces suponiendo distribución normal el resultado se obtuvo haciendo  $1,96 a = 0,2$ , de allí se obtiene  $a = 0,2/1,96 = 0,1$ .

- (3) Si no se han dado los límites de confianza y sólo se da un " $\pm a$ ", y se estima que pueden haber valores extremos, se asume una distribución rectangular y se obtiene la desviación Standard como  $a/\sqrt{3}$ . Por ejemplo si se utiliza un material volumétrico clase A certificado con  $\pm 0,2 \text{ mL}$ , la incertidumbre Standard es  $0,2/\sqrt{3} = 0,12\text{mL}$ .
- (4) Si no se han dado los límites de confianza y sólo se da un " $\pm a$ ", y se estima que no son comunes los valores extremos, se asume una distribución triangular y se obtiene la desviación Standard como  $a/\sqrt{6}$ . Por ejemplo si se utiliza un material volumétrico clase A certificado con  $\pm 0,2 \text{ mL}$ , pero los chequeos mostraron que no se aleja de eso, la incertidumbre Standard es  $0,2 / \sqrt{6} = 0,08 \text{ mL}$ .
- (5) Cuando no hay evidencias para determinar por un tipo de distribución u otro utilizar aquella que de la Incertidumbre standard más alta.

#### **PASO 4: Cálculos de las Incertidumbres Combinadas**

La siguiente etapa es combinar las incertidumbres estándar usando procedimientos estadísticos, las cuales se resumen a continuación:

**Regla 1:** El resultado de una medición proviene de sumas o restas.

Cuando un resultado  $Y$  se obtiene como  $Y=p+q+r+\dots$ , la incertidumbre Standard combinada se calcula como:

$$u(Y(p.q.r\dots)) = \sqrt{[u(p)^2 + u(q)^2 + u(r)^2 + \dots]}$$

**Regla 2:** El resultado de una medición proviene de productos y/o cocientes.

Cuando Y se obtiene como  $Y=p*q*r*.....$  o  $Y=p*q / r$ , la incertidumbre Standard combinada se calcula como

$$u(Y(p,q,r...)) = Y * \sqrt{[(u(p)/p)^2 + (u(q)/q)^2 + (u(r)/r)^2 + ...]}$$

Cuando algún componente de la incertidumbre posea además un desvío (caso de algunos certificados de calibración), la medición que se utilice para obtener la incertidumbre relativa (por ejemplo  $u(p)/p$ ) se corrige adicionando o sustrayendo el valor del desvío previo al cálculo de la incertidumbre combinada.

Si el modelo matemático no corresponde a una de las formas estándar simplificadas entonces se debe emplear el procedimiento general, para lo cual se requiere la generación de diferenciales parciales.

#### **PASO 5: Calculo de la Incertidumbre Expandida**

Se utiliza un nivel de confianza de 95%, con lo cual el factor de cobertura es  $k = 2$ . La incertidumbre expandida U se calcula simplemente haciendo el producto de la incertidumbre combinada por k.

**4.1.2.4 Equipos:** con el procedimiento OCLAB-PT-006 “**Manejo, Control y Calibración de Equipos e Instrumentos de Medición**” se busca asegurar que los equipos e instrumentos de medición cumplan con los requisitos especificados en el método.

(1) Etapa Inicial: El Laboratorio no contaba con un programa de mantenimiento ni de calibración de sus equipos; cuando un equipo fallaba se comunicaba a la Unidad de Mantenimiento para que lo revise y lo repare, si el daño era mayor, se retiraba el equipo para que sea revisado por un proveedor demorando en volver a estar en servicio un tiempo considerable.

(2) Etapa de Implantación: Con la implantación del procedimiento OCLAB-PT-006, los equipos están debidamente identificados y son operados por personal autorizado, el cuál tiene disponible los manuales e instructivos respectivos. Cada equipo tiene una Hoja de Vida donde se

registra los mantenimientos, calibraciones y verificaciones realizadas, con la finalidad de poder tener un historial del mismo.

Se deben establecer Programas de Calibración para los equipos e instrumentos de medición que tengan un efecto significativo en los resultados. Con respecto a los instrumentos de medición, se pone especial énfasis en los certificados de calibración y en la verificación periódica, de acuerdo al uso y exigencias técnicas.

También se busca asegurar que las calibraciones y mediciones realizadas por el Laboratorio son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI). El Laboratorio establece la trazabilidad al SI de los patrones de comprobación e instrumentos de medición por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones o comparaciones que los enlazan a los patrones primarios o secundarios de las unidades de medida del SI, INDECOPI o de otra institución nacional de metrología.

La trazabilidad de las mediciones es asegurada por el uso de servicios de calibración de laboratorios que sean de preferencia Acreditados; pero existen casos donde la magnitud y rango de medición especificado no está Acreditado, para ello se busca que el Laboratorio demuestre su competencia, capacidad de medición y trazabilidad; tal como se indica en los certificados de calibración que contienen los datos generales de los equipos, los resultados de la medición, incluyendo la incertidumbre de la medición y/o una declaración del cumplimiento con una especificación metrológica identificada.

**4.1.2.5 Manipulación de las Muestras:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PT-003 “**Manejo de las Muestras y Proceso de Ensayo**” donde se establece que la muestra debe ser identificada con un código único durante el proceso de ensayo para que no se confunda físicamente o cuando se haga referencias de la misma en los registros u otros documentos.

Se debe acondicionar ambientes adecuados para el almacén de los remanentes de muestras con la finalidad de mantener la integridad de la

misma. En el caso de muestras volátiles, éstas deben estar almacenadas en un ambiente frío como una congeladora o refrigeradora a prueba de explosión y las muestras no volátiles se almacenan a temperatura ambiente.

Al momento de ejecutar los ensayos se debe dar prioridad a aquellos que impliquen pérdida de volátiles (por ejemplo: Punto de Inflamación; Gravedad API; Destilación, entre los más importantes). Las muestras de rutina son desechadas una vez ejecutados los ensayos solicitados y las muestras procedentes de los tanques así como las de clientes externos son almacenadas por un período de 3 meses, para luego ser desechadas.

**4.1.2.6 Aseguramiento de la Calidad de los Resultados:** se cuenta con el procedimiento OCLAB-PT-008 “**Aseguramiento de la Calidad de Resultados de Ensayos**” donde se establece los procedimientos de control de la calidad para monitorear la validez de los ensayos. Para ello se puede utilizar los ensayos por duplicado, materiales de referencia certificados (MRC), muestras de control, participación en programas interlaboratorios con la finalidad de comparar nuestra competencia y veracidad en los resultados emitidos.

Los **ensayos por duplicado** se realizan por el mismo analista para verificar la repetibilidad. El analista realiza el ensayo y los resultados obtenidos se evalúan para verificar si están dentro de los límites de la repetibilidad que establece el método.

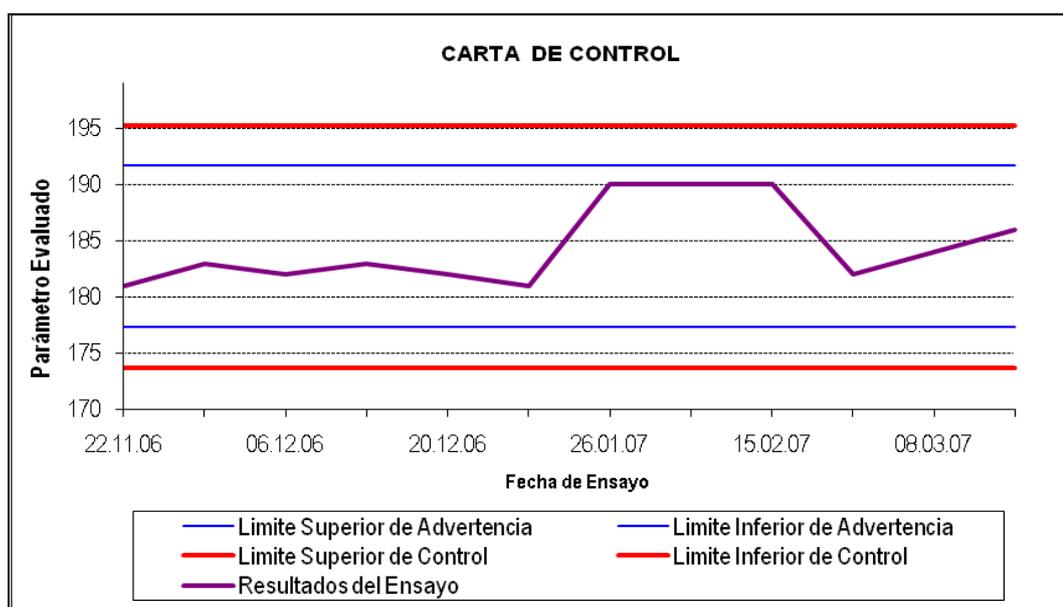
El Laboratorio sólo usa **MRC** para verificar el desempeño del equipo, efectuando la verificación de acuerdo al programa elaborado por el Supervisor ó cuando en el equipo se detecte una desviación significativa. Los resultados obtenidos son registrados en la Hoja de Vida de los Equipos.

La **muestra control**, para asegurar una apropiada evaluación del método de ensayo, se debe cumplir con los siguientes criterios: (1) ser similar a la

matriz analizada por el método de ensayo, (2) ser homogénea, (3) ser estable con respecto a sus propiedades durante el período de almacenamiento y (4) conocerse el valor de la propiedad evaluada ó haberse determinado este valor mediante repeticiones. Las muestras se almacenan de acuerdo a sus propiedades (en una refrigeradora para las muestras volátiles y a temperatura ambiente para destilados medios y pesados).

El responsable del control de la calidad debe elaborar la carta de control (**Figura 18**), estableciendo los límites; para ello, debe contar con 15 resultados como mínimo. De estos 15 valores iniciales se debe calcular el promedio  $\bar{x}$  y su desviación estándar  $\sigma$ . Con estos valores se establece los siguientes límites: Límite Superior de Advertencia ( $\bar{x} + 2\sigma$ ), Límite Inferior de Advertencia ( $\bar{x} - 2\sigma$ ), Límite Superior de Control ( $\bar{x} + 3\sigma$ ) y el Límite Inferior de Control ( $\bar{x} - 3\sigma$ ).

Así mismo, el analista debe efectuar el ensayo a la muestra, semanalmente y el responsable del control de la calidad revisa los resultados, actualizando la carta de control e informando si hay una desviación para tomar las acciones correspondientes.



**FIGURA 18**

Las gráficas de control determinan si el ensayo:

- (1) Es estable o bajo control o,
- (2) Si se encuentra fuera de control.

Cuando un dato sale fuera de control se debe suspender el ensayo y proceder a evaluar las posibles causas usando como herramienta el Diagrama Causa-Efecto; caso contrario, se debe continuar con el registro de los datos.

El **programa interlaboratorio** es una herramienta muy útil para medir el grado de confianza de los resultados emitidos con otros laboratorios de ensayo. Al organizar un programa Interlaboratorio se debe controlar todas las etapas, desde la preparación de la muestra hasta la evaluación y retroalimentación de los resultados.

Para ello se debe seguir la siguiente secuencia: (1) seleccionar la muestra, (2) a los laboratorios participantes se les debe garantizar la confidencialidad de sus resultados, (3) definir los pasos a seguir para el desarrollo del interlaboratorio (en esta etapa se establece los ensayos a ejecutar, número de repeticiones/ensayo, manipulación de la muestra, tiempo para ejecutar los ensayos y reporte de resultados).

Al momento de recibir los resultados de todos los participantes se procede a realizar el análisis de los mismos usando técnicas estadísticas para el tratamiento de los resultados. Cuando se tiene valores anómalos o extraños se aplica el test de Cochran (basado en la Norma ASTM D 6300-06 / Tabla A2.2) para descartar o seguir considerando el resultado. Luego de la depuración de los resultados se hace el ensayo de aptitud (prueba Z) obteniendo como resultado la competencia del Laboratorio, de acuerdo a la siguiente calificación:

Satisfactoria ( $Z \leq 2$ ),

Cuestionable ( $2 < Z \leq 3$ )

No Satisfactoria ( $Z > 3$ )

En el **Anexo 6** se muestran resultados de Programas Interlaboratorios organizados por el Laboratorio de Operaciones Conchán donde se obtuvo una respuesta satisfactoria.

El paso final es establecer las acciones correctivas o preventivas luego de la evaluación de los resultados obtenidos, los cuáles van a ayudar a evaluar el avance en la implantación y/o mejoras del Sistema, evaluando la efectividad del mismo. En caso de no ser efectiva, se debe fijar nuevos objetivos, identificar los puntos débiles, proponer nuevas acciones o adecuar las ya existentes.

## 4.2 PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CALIDAD

### 4.2.1 ESPECIFICACIONES PARA LA GASOLINA

A continuación se presenta las especificaciones vigentes para las gasolinas de acuerdo a la NTP 321.102 y las de PETROPERU en concordancia con el estándar ASTM D 4814; cada parámetro tiene asociado el/los método(s) de ensayo que se realizan.

Propiedad	NTP 321.102				Especificaciones PETROPERU		Método de Ensayo
	Con Plomo		Sin Plomo		Min.	Máx.	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.			
<b>Apariencia</b>							
Color Comercial	Transparente		Transparente		Transparente		Visual
<b>Volatilidad</b>							
Destilación °C ( a 760 mmHg)							ASTM D 86
10% recuperado		70		70		70	
50% recuperado	77	121	77	121		140	
90% recuperado		190		190		200	
Punto Final		225		225		221	
Recuperado, % vol					96,0		
Residuo, % vol		2		2		2,0	
Relación Vapor/Líquido		20		20	20 (a)		ASTM D 2533 (b)
Presión de Vapor Reid (psi)		10		10		11	ASTM D 323
<b>Composición</b>							
Oxígeno, % m		2,7		2,7			ASTM D 4814 / D 4815 (c)
Aromáticos, % vol		45		45			ASTM D 1319
Olefinas, % vol		25		25			ASTM D 1319
Benceno, % vol		2,5		2,5			ASTM D 3606
<b>Corrosividad</b>							
Corrosión Lámina de Cu, N°		1		1		1	ASTM D 130
Azufre Total, % m		0,10		0,10		0,1	ASTM D 4294
<b>Antidetonancia</b>							
Número de Octano: Regular	84,0				84,0		ASTM D 2699
Número de Octano: Super Extra			97,0		97,0		ASTM D 2699
Número de Octano: Premium			95,0		95,0		ASTM D 2699
Número de Octano: Super			90,0		90,0		ASTM D 2699
Plomo, g Pb/L		0,84 (d)					ASTM D 3341 / D 5059
<b>Estabilidad a la Oxidación</b>							
Minutos	240		240		240		ASTM D 525
<b>Contaminantes</b>							
Goma Existente, mg/100 mL		5,0		5,0		5,0	ASTM D 381
Plomo, g Pb/L				0,013		0,013	ASTM D 3237 / D 5059

(a) Si no se dispone el equipo, calcular mediante el Apéndice X2 del ASTM D 4814.

(b) Si no se cuenta con equipo (ASTM D 2533), se puede calcular como dato referencial, mediante fórmulas y/o nomogramas del Anexo C de la Norma Técnica.

(c) Con el Método ASTM D 4815 se determinan los compuestos oxigenados y con el método ASTM D 4814 se calcula el porcentaje en masa de oxígeno.

(d) A partir del 31 de Diciembre del 2004 se eliminará en su totalidad el plomo en la Gasolina de 84 octanos.

## 4.2.2 ESPECIFICACIONES PARA EL DIESEL

A continuación se presenta las especificaciones vigentes para el Diesel de acuerdo a la NTP 321.003 y las de PETROPERU; cada parámetro tiene asociado el/los método(s) de ensayo que se realizan.

Propiedad	NTP 321.003		Especificaciones PETROPERU		Método de Ensayo
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
<b>Apariencia</b>					
Color ASTM				3,0	ASTM D 1500
<b>Volatilidad</b>					
Destilación °C ( a 760 mmHg)					ASTM D 86
%V recuperado a 250 °C		65,0			
%V recuperado a 350 °C	80,0				
90% recuperado, °C			282	360	
95% recuperado, °C		360,0			
Punto de Inflamación Pensky Martens, °C	55,0		52,0		ASTM D 93
Densidad a 15 °C, kg/m <sup>3</sup>	820	845			ASTM D 1298
<b>Fluidez</b>					
Viscosidad Cinemática a 40 °C, cSt (°)	2,000	4,500	1,9	4,1	ASTM D 445
Punto de Escurrimiento, °C (a)				+4	ASTM D 97
<b>Composición</b>					
Número de Cetano (b)	51		45		ASTM D 613
Índice de Cetano (c)	46		40		ASTM D 4737 / D 976
Cenizas, % m		0,010		0,01	ASTM D 482
Residuo de Carbón Ramsbottom 10% fondos, %m (d)				0,35	ASTM D 524
Residuo de Carbón Conradson 10% fondos, %m		0,3			ASTM D 189
Aromáticos, %v		35,0			ASTM D 1319
Azufre Total, ppm		350 / 50		50	ASTM D 4294
<b>Corrosividad</b>					
Corrosión a la Lámina de Cu, N°		1		3	ASTM D 130
Estabilidad a la Oxidación, mg/100 mL		25,0	Reportar		ASTM D 2274
Acidez Total, mg KOH/g		0,08			ASTM D 974
<b>Contaminantes</b>					
Agua y Sedimentos, %V		0,05		0,05	ASTM D 1796
Material Particulado, mg/L		24,0			ASTM D 6217
<b>Lubricidad</b>					
Lubricidad, diámetro rasgado de uso corregido, HFRR a 60 °C, mm		0,46		520 (micron)	ASTM D 6079
<b>Requerimientos de Operatividad</b>					
Punto Obstrucción del Filtro, Flujo en Frío, °C (CFRR) o (POFF)				-8	ASTM D 3671
<b>Conductividad</b>					
Conductividad, pS/cm			25		ASTM D 2624 / D 4308
<b>BIODIESEL 100 (B100)</b>					
Contenido, % vol			2		ASTM D 7371

(\*) La viscosidad mínima puede ser 1,7 cSt siempre y cuando el valor de Punto de Nube especificado sea menor a -12 °C para los meses fríos.

(a) Si el cliente lo requiere se determinará el Punto de Nube por el método ASTM D2500.

(b) Si no se cuenta con el equipo del Método D 613, se calcula el índice de cetano con el método ASTM D 4737.

(c) El método de ensayo D 976 se usará únicamente para combustibles diesel de rango de N° de Cetano entre 58,5 a 60,0.

(d) Si no se cuenta con el equipo, se calcula usando el Apéndice X1 del Método ASTM D 524.

En el Perú se cuenta la NTP 321.125 para Biocombustibles, la cual se aplica al Biodiesel (B100) que es usado para componente de mezcla con el Diesel, estableciendo las propiedades requeridas del biodiesel en el momento y lugar de entrega del producto.

#### 4.2.3 ESPECIFICACIONES PARA EL DIESEL B2

Con la disposición de usar el Biodiesel B100 en la formulación de Diesel 2 se ha elaborado la especificación para el Diesel B2 PETROPERU. A continuación se presenta las especificaciones de PETROPERU; cada parámetro tiene asociado el/los método(s) de ensayo que se realizan:

Propiedad	Especificaciones PETROPERU (a)		Método de Ensayo
	Min.	Máx.	
<b>Apariencia</b>			
Color ASTM		3,0	ASTM D 1500
<b>Volatilidad</b>			
Destilación °C ( a 760 mmHg)			ASTM D 86
%V recuperado a 250 °C			
%V recuperado a 350 °C			
90% recuperado, °C	282	360	
95% recuperado, °C			
Punto de Inflamación Pensky Martens, °C	52,0		ASTM D 93
Graveada API a 60 °F	Reportar		ASTM D 1298
<b>Fluidez</b>			
Viscosidad Cinemática a 40 °C, cSt (*)	1,7	4,1	ASTM D 445
Punto de Escurrimiento, °C (a)		+4	ASTM D 97
<b>Composición</b>			
Número de Cetano (c)	45		ASTM D 613
Índice de Cetano (d)	40		ASTM D 4737
Cenizas, % m		0,01	ASTM D 482
Residuo de Carbón Ramsbottom 10% fondos, %m (e)		0,35	ASTM D 524
Azufre Total, ppm		0,50	ASTM D 4294
<b>Corrosividad</b>			
Corrosión a la Lámina de Cu, N°		3	ASTM D 130
Estabilidad a la Oxidación, mg/100 mL	Reportar		ASTM D 2274
<b>Contaminantes</b>			
Agua y Sedimentos, %V		0,05	ASTM D 1796

(a) De conformidad con el D.S. 041-2005-EM, Oficio N° 337-2008MEM/DGH y D.S. 021-2007 EM.

(b) Si el cliente lo requiere se determinará el Punto de Nube por el método ASTM D2500.

(c) Si no se cuenta con el equipo del Método D 613, se calcula el índice de cetano con el método ASTM D 4737.

(d) El método de ensayo D 976 se usará únicamente para combustibles diesel de rango de N° de Cetano entre 58,5 a 60,0.

(e) Si no se cuenta con el equipo, se calcula usando el Apéndice X2 del Método ASTM D 524 a partir de los datos del método D-189.

#### 4.2.4 ESPECIFICACIONES PARA EL PETRÓLEO INDUSTRIAL (RESIDUAL)

A continuación se presenta las especificaciones vigentes para los petróleos industriales de acuerdo a la NTP 321.002 y las de PETROPERU; cada parámetro tiene asociado el/los método(s) de ensayo que se realizan.

Propiedad	NTP 321.002						Especificaciones PETROPERU						Método de Ensayo
	PI N° 5		PI N° 6		PI N° 500		PI N° 5		PI N° 6		PI N° 500		
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
<b>Inflamabilidad</b>													
Punto de Inflamación Pensky Martens, °C	55		60		65		55		60		65		ASTM D 93
<b>Fluidez</b>													
Viscosidad Cinemática a 40 °C, cSt													ASTM D 445
Viscosidad Cinemática a 50 °C, cSt	40	80	81	640	641	1060	40	80	81	640	641	1060	ASTM D 445
Punto de Escurrimiento, °C							Reportar		Reportar		Reportar		ASTM D 97
<b>Composición</b>													
Cenizas, % m		0,10						0,10	Reportar		Reportar		ASTM D 482
Azúfre Total, % m		2,0		3,5		3,5		2,0		3,5		3,5	ASTM D 4294
Residuo Carbón Conradson, % m							Reportar		Reportar		Reportar		ASTM D 189
Vanadio, ppm							Reportar		Reportar		Reportar		ASTM D 5708
<b>Contaminantes</b>													
Agua y Sedimentos, %V (a)		1,0		2,0		2,0		1,0		2,0		2,0	ASTM D 1796 / D95 / D473

(a) La cantidad de agua por destilación (ASTM D95) más los sedimentos por extracción (ASTM D473) no debe exceder este valor de la tabla.

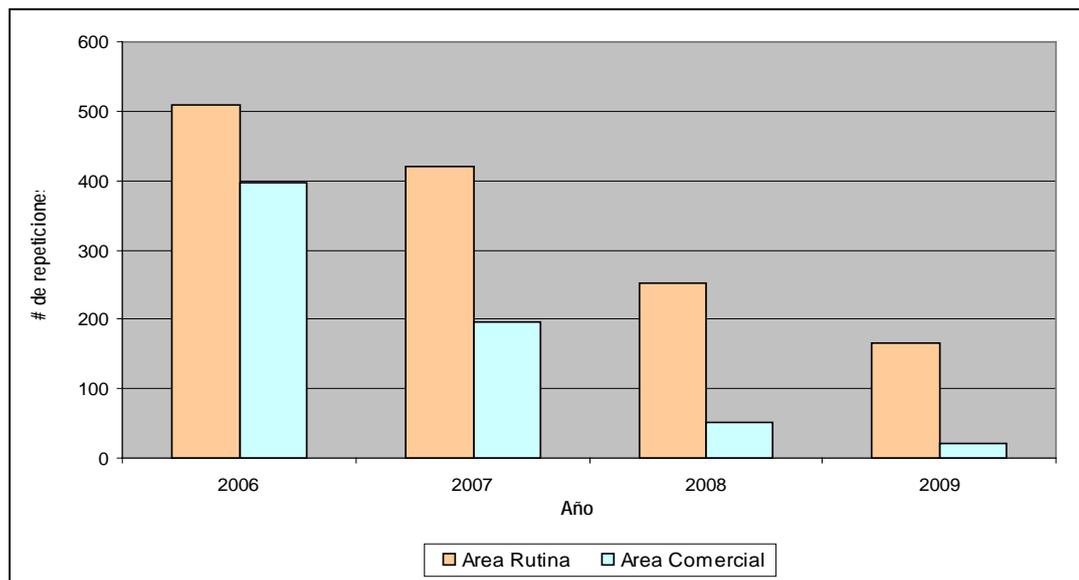
En el **Anexo 7** se describe el significado de los parámetros de control de la calidad y los métodos asociados.

## **CAPITULO 5. CAMBIOS OBTENIDOS POR LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD**

En este capítulo se busca mostrar los beneficios y cambios en la Unidad Laboratorio de Operaciones Conchán como resultado de la Implantación del Sistema de Gestión de la Calidad. Entre los más importantes, tenemos:

- (1) Elaborar el Manual de la Calidad, donde se encuentran los fundamentos del Sistema de Gestión de la Calidad, generando una serie de procedimientos e instructivos con sus correspondientes formatos, cuyo cumplimiento y aplicación garantizan los resultados de ensayos y el buen desempeño de competencia técnica por parte del personal.
- (2) Compromiso por parte del personal en la búsqueda de la mejora continua en el desarrollo de sus actividades diarias, proponiendo mejoras en los procedimientos e instructivos para optimizar el proceso de ensayo y la emisión de informes.
- (3) Mejor comunicación con la Unidad Operaciones y Movimiento de Productos, dando una respuesta oportuna y eficiente para la toma de decisiones y así garantizar un proceso de refinación adecuado.
- (4) Elaborar los Programas Anuales de Ensayos con nuestros clientes internos para definir los ensayos que se deben realizar a las muestras de rutina (Unidad Operaciones) y las muestras para la certificación de los tanques (Unidad Comercialización).
- (5) Buscar el desarrollo y formación del personal a través de la programación de cursos técnicos, charlas, seminarios; con la finalidad de estar actualizados con las nuevas tendencias tecnológicas, sistemas informáticos y normativas vigentes.
- (6) Mayor destreza del analista en la ejecución de ensayos debido a la evaluación periódica efectuada por el Supervisor para elaborar las respectivas autorizaciones y demostrar su competencia técnica.
- (7) Minimizar los costos que efectúa la Empresa, ya sea en la compra de insumos y reactivos debido a la disminución de repetición de ensayos. En la **Figura 19** se muestra los reensayos realizados por el Área de Rutina y Área Comercial por año. Se observa que del año 2006 al 2009 el Área de

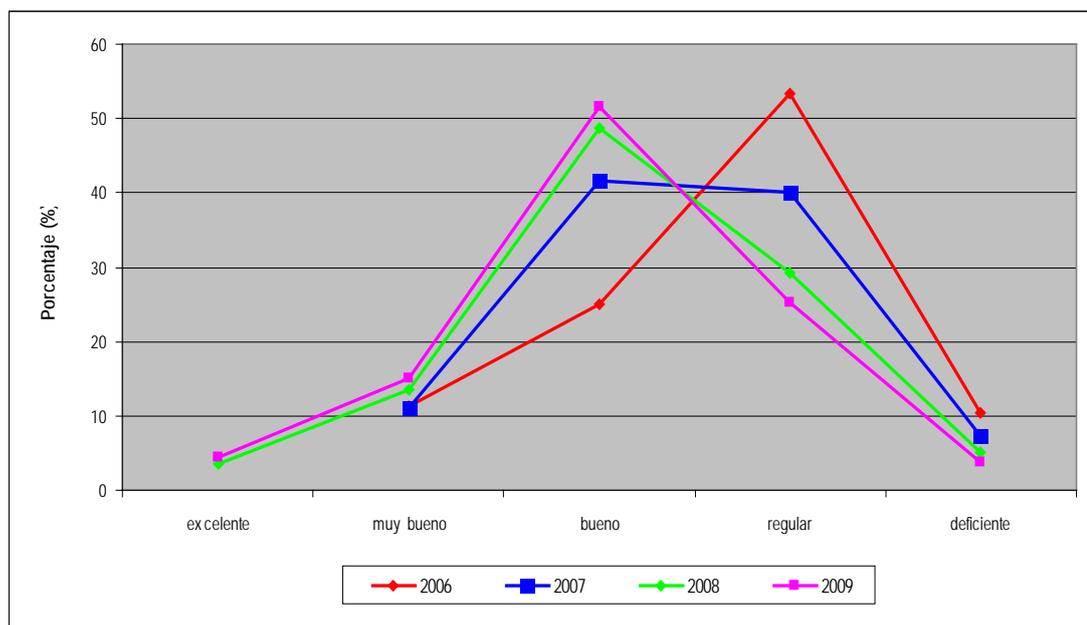
Rutina ha disminuido en un 67,4% el número de reensayos mientras que en el Área Comercial ha disminuido en un 95,0%.



**FIGURA 19**

- (8) Uniformizar criterios entre los Laboratoristas respecto a la ejecución de los métodos de ensayo, reporte de resultados y llenado de registros, tomando en cuenta las cifras significativas y lo establecido por el método de ensayo. Para ello el Laboratorista cuenta con diagramas de flujo de los procedimientos de los métodos de ensayo y en caso haya versiones nuevas del método se le comunica el resumen de los cambios.
- (9) Organización de Programas Interlaboratorios para medir la competencia técnica del Laboratorio. En el año 2009 el Laboratorio de Operaciones Conchán organizo 3 interlaboratorios: Abril (Biodiesel B2), Junio (Kerosene) y Setiembre (Turbo A1) obteniendo un resultado de Competencia Técnica Satisfactoria. Los resultados se encuentran en el **Anexo 6**.
- (10) Iniciar con la evaluación del grado de conformidad del cliente a través de las encuestas realizadas. Las encuestas fueron distribuidas a los clientes internos (Departamento de Refinación, Unidad Operaciones, Departamento Comercial) y clientes externos (Unidad de Servicios Técnicos y Terminales). Con el resultado de la evaluación global de las

encuestas y los porcentajes obtenidos (%) se puede graficar (**Figura 20**) para visualizar la tendencia. El cuadro resumen de las observaciones y sugerencias hechas por los encuestados, es expuesto al personal para su conocimiento y a la vez para que se hagan las propuestas de acciones correctivas designando a los responsables de implantar dichas acciones. En el **Anexo 5** se muestra las Observaciones más resaltantes y las acciones correctivas propuestas que fueron eficaces para elevar nuestro nivel de aceptación por el cliente.



**FIGURA 20: Resultados de Encuestas 2007 – 2009**

- (11) Reducir el número de quejas de los clientes y trabajos de ensayos no conformes al enfocar nuestra atención en el servicio al cliente y en el proceso de ensayo.
- (12) Toma de conciencia por parte del Laboratorista de la importancia de las Buenas Prácticas de Laboratorio.
- (13) Adquirir equipos modernos que ayuden a obtener una respuesta más eficiente, cuidando siempre que cumplan con las especificaciones del método asociado a su uso.
- (14) Cumplir con la trazabilidad al solicitar que las calibraciones de los equipos e instrumentos de medición sean realizados en laboratorios acreditados.

- (15) Brindar información precisa al cliente acerca de los requerimientos para cada ensayo. Esto se logro al elaborar un documento donde se especifica la cantidad de muestra requerida, el tipo de envase que se debe enviar la muestra y el tiempo que se requiere para efectuar cada ensayo.
- (16) Participación del personal de otras áreas, capacitados como Auditores Internos, para realizar las auditorías internas al Laboratorio, con la finalidad de ser imparciales y a la vez tomar conocimiento de la Norma y los requisitos que se deben de cumplir.
- (17) Elaborar boletines, trípticos para mantener a los clientes informados sobre las actividades que realiza el Laboratorio durante el proceso de implantación del Sistema de Gestión de la Calidad.
- (18) Ordenamiento del Laboratorio, en relación a la optimización en el uso de los ambientes para la distribución de los equipos, ubicación del almacén de reactivos y almacén de remanentes de muestras.
- (19) Adecuar un ambiente donde se encuentra la Documentación del Sistema de la Calidad disponible para todo el personal de Laboratorio, debidamente ordenada e identificada, para su fácil ubicación.
- (20) Implementar nuevos métodos de ensayo y adquirir equipos adecuados para cumplir con las normativas en la formulación de nuevos productos que requiere el mercado (ejemplo: biodiesel y gasoil).
- (21) Adquirir mayor prestigio y competitividad en el mercado ya que una Acreditación nos da un reconocimiento nacional sobre la competencia técnica, imparcialidad e integridad de los resultados emitidos.
- (22) Contribuir al inventario físico de los activos de la Empresa, ya que en la Hoja de Vida de los Equipos se registra toda la información técnica y se cuenta con la foto del equipo.

## CAPITULO 6. ANÁLISIS DE UN INFORME DE ENSAYO EN BASE A LAS ESPECIFICACIONES

Las Especificaciones son usadas para contrastar los resultados obtenidos al efectuar el ensayo y poder decir si el producto se encuentra dentro o fuera de Especificación.

Como un ejemplo, al tener este Informe de Ensayo de un Diesel 2, el cuál se le ha analizado los ensayos de color y punto de inflamación, se observa que los resultados obtenidos están **fuera de Especificación**:

Especificación para Color en Diesel 2: Máximo **3,0**.

Especificación para el Punto de Inflamación en Diesel 2: Mínimo: **52,0**.

### INFORME DE ENSAYO

Nº GOPC-LAB-2079-2008

MUESTRA: <b>DIESEL 2</b>	FECHA Y HORA DE RECEPCION: <b>09-12-2008</b>	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: <b>15-12-2008</b>
CLIENTE:	DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	DOCUMENTO DE REFERENCIA:
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	PROCEDENCIA:	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: <b>13-12-2008</b>
<b>ENSAYOS</b>	<b>MÉTODOS ASTM (*)</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>Apariencia</b>		
Color ASTM	ASTM D 1500	3,5
<b>Volatilidad</b>		
Punto de Inflamación Pensky Martens, °C	ASTM D 93	50,0
OBSERVACIONES :		
1. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN SÓLO A LA MUESTRA ANALIZADA		
2. LA MUESTRA HA SIDO PROPORCIONADA POR EL CLIENTE		
(*) ASTM: American Society for Testing and Materials.		
CÓDIGO DE MUESTRA: AC-XXX		
ORIGINAL : CLIENTE COPIA 1 : LABORATORIO COPIA 2 : ARCHIVO	ELABORADO POR:	APROBADO POR:

OCLAB-PT-010-F-04, Rev.01

"PETROPERÚ... Mejorando la Calidad de Vida..."

Página X/Y

----- FIN DEL INFORME -----

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETROPERÚ

El Laboratorio no puede emitir una opinión con respecto a los resultados obtenidos en este Informe debido a que la muestra ha sido proporcionada por el cliente, como se registra en la parte inferior del Informe en la sección de Observaciones. No podemos garantizar que la cantidad muestreada sea representativa ó se hayan tomado las medidas necesarias para el muestreo correcto del producto.

Sin embargo, si los valores emitidos pertenecen a muestras procedentes del proceso de refinación, es decir a nuestros clientes internos, si podemos dar información adicional ya que el laboratorio cuenta con resultados de toda la corrida desde la elaboración primaria del producto hasta la obtención del producto final a comercializar. En estos casos si se puede dar información de soporte técnico, detallando las posibles causas de que el producto haya salido fuera de Especificación.

Cuando se está preparando productos especiales como Asfaltos inclusive se hace una corrida especial para poder sugerir la proporción de mezcla y así obtener el producto final de acuerdo a las Especificaciones del cliente.

## **CAPITULO 7. EFECTOS NOCIVOS DE LOS PRODUCTOS QUE ESTÁN FUERA DE ESPECIFICACIÓN**

En este capítulo se describe los efectos nocivos más comunes de los productos evaluados en este informe (gasolina, diesel y residual) cuyos parámetros de control de la calidad no cumplen con las Especificaciones indicadas en el Capítulo 4.

### **7.1 GASOLINA**

- (1) Una disminución en el **número de Octano** puede causar pérdida de potencia en el vehículo y daño al motor debido al golpeteo.
- (2) Las gasolinas sin plomo presentan contenidos de aromáticos que se incorporan y utilizan precisamente para obtener el nivel de octano que se requiere, para controlar el efecto de detonación, de tal modo que a mayor octanaje mayor es el nivel de compuestos aromáticos que se incorporan a la gasolina. Por tanto, ya que por diseño la mezcla gasolina/aire no detona sino hasta comprimirse totalmente por la acción del octanaje recomendado, cualquier exceso aumenta innecesariamente la cantidad de compuestos aromáticos presentes en los gases de combustión, los cuales aumentan la contaminación del aire.
- (3) La **volatilidad** es una característica muy importante. Cuando se opera a altas temperaturas de operación, los combustibles pueden hervir en las bombas de combustible, tuberías o carburadores. Si se forma demasiado vapor, el flujo de combustible al motor puede disminuir resultando en pérdida de potencia, funcionamiento irregular del motor o parada del mismo. Estas condiciones se conocen como “sello de vapor”. En caso contrario, si el combustible no se vaporiza puede producir dificultades de arranque en frío y mal desempeño durante el calentamiento.
- (4) La **corrosión** en los sistemas de alimentación del combustible se produce a los compuestos de azufre presentes, los cuáles se pueden minimizar evaluando el ensayo de la lámina de cobre. Sin embargo no se cuenta con otros métodos de ensayo para evaluar la corrosión por metales diferentes al cobre.

- (5) La **goma lavada por solvente** puede contribuir a los depósitos en las superficies de los carburadores, inyectores de combustibles y múltiples de admisión, toberas, válvulas y guías de válvula. Otros factores que contribuyen al mal funcionamiento del motor son las partículas transportadas por el aire, fugas del cilindro, gases de recirculación y aceite de motor oxidado.

## 7.2 DIESEL 2

- (1) La presencia de **azufre** influye en la acción corrosiva, siendo de particular importancia en el caso de tensión de vapor de los tubos en el quemador que operan a altas temperaturas. El azufre también afecta al medio ambiente debido a la producción de óxidos de azufre que contaminan el medio ambiente.
- (2) El contenido de **aromáticos** del diesel afecta el índice de cetano y las emisiones de gases de escape.
- (3) Como se sabe los **formadores de cenizas** son dos: sólidos abrasivos y jabones metálicos solubles. Los sólidos abrasivos contribuyen al desgaste del motor, bomba del combustible, pistones y anillos; así como a los depósitos en el motor. Los jabones metálicos solubles tienen poco efecto en el desgaste pero pueden contribuir a la formación de depósitos en el motor.
- (4) La presencia de **sedimentos** en los tanques de almacenamiento y en los filtros, puede obstruir el flujo del combustible del tanque hacia la cámara de combustión.
- (5) La presencia de **agua** puede causar corrosión en los tanques y equipos, si existe la presencia de detergentes, al agua puede causar emulsiones o mostrar una apariencia brumosa. Además se puede observar el crecimiento de microorganismos en la interfase combustible-agua en los sistemas de combustibles.
- (6) El **color** del producto no define la calidad del mismo pero se considera que si sale fuera de especificación, el diesel ha podido tener contacto con algún producto que haya sido más oscuro en alguna etapa del proceso de refinación o durante su almacenamiento ó distribución.

- (7) El **punto de inflamación** se considera por razones de seguridad, para medir la tendencia del producto a formar una mezcla inflamable con aire bajo ciertas condiciones. En caso el producto tenga un punto de inflamación menor al especificado se puede decir que en la fracción del diesel se están colectando componentes más ligeros.

### 7.3 RESIDUAL

- (1) La presencia de **Agua y Sedimentos** ocasiona obstrucción en los equipos de transferencia y como consecuencia generaría problemas en el mecanismo del quemador. El agua puede formar emulsiones y el sedimento se acumula en los tanques de almacenamiento y en los filtros ocasionando obstrucciones.
- (2) El contenido de **Cenizas** indica la presencia de materiales que generan un elevado desgaste en las válvulas y bombas que alimentan al quemador, contribuyendo a la formación de depósitos en la superficie de calentamiento de los calderos. Además aumentan el desgaste por abrasión.

La presencia de sodio y complejos de vanadio pueden ocasionar bajo ciertas condiciones de operación de las plantas, un daño considerable a los equipos. La fundición y desprendimiento de los revestimientos refractarios está asociado con la presencia de sodio en el petróleo industrial.



Quemadores. Fuente: <http://www.gdrecon.co.uk/jettech2.html>

(3) A continuación se muestra los daños ocasionados al horno de proceso, observando las vistas antes y después del mantenimiento en diferentes partes del horno:



Zona de los tubos de la zona radiante (antes del mantenimiento)



Proceso de limpieza



Tubos limpios

## **CAPITULO 8. DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS Y LAS PROPUESTAS DE SOLUCIONES A LOS EFECTOS NOCIVOS EN BASE A PRUEBAS A NIVEL LABORATORIO**

A continuación se muestra una tabla donde se resume los problemas más comunes por el uso de combustibles fuera de Especificación, así como las causas de dichos problemas y las soluciones propuestas. Toda esta información fue recopilada en base a pruebas realizadas a nivel Laboratorio, pero debido al desarrollo constante de aditivos, equipos más sofisticados, desarrollo de nuevos métodos, aún hay mucho que investigar para proponer más soluciones.

Problema	Causas	Solución al Problema y Prevención
Dificultad en el bombeo del combustible a bajas temperaturas, deposición de ceras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustible puede ser altamente parafínico.</li> <li>• La viscosidad puede ser muy alta para un efectivo filtrado y bombeo a bajas temperaturas.</li> <li>• El producto está cercano o está en el punto de fluidez.</li> <li>• El diesel puede haber estado almacenado por varios días debajo de la temperatura del punto de nube dando como resultado asentamiento de cera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclar con aromáticos de bajo peso molecular.</li> <li>• Mezclar con componentes de baja viscosidad.</li> <li>• Reducir el Punto Inicial de Ebullición / Punto final.</li> <li>• Tratamiento con dispersantes o modificadores de cristales de cera.</li> </ul>
Reducción de la potencia / calidad de la combustión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El combustible puede estar muy frío o muy viscoso para atomizarse apropiadamente.</li> <li>• El destilado puede estar muy diluido y no lo suficientemente viscoso para mezclarse con el aire presurizado cuando es inyectado a la cámara de combustión.</li> <li>• El número de cetano del diesel está debajo de 40.</li> <li>• La temperatura al 50% del diesel es menor de 450 °F.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear la viscosidad; puede estar muy alta.</li> <li>• Minimizar la cantidad de mezcla con kerosene en el Diesel; baja la viscosidad del combustible.</li> <li>• Usar diesel con número de cetano de 40 ó mayor.</li> </ul>

Problema	Causas	Solución al Problema y Prevención
Reducción de la potencia / calidad de la combustión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La gasolina puede haber perdido volátiles; mayor temperatura al 50%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el perfil de la destilación del Diesel para identificar las características de volatilidad del combustible (Punto Inicial de ebullición, Temperatura al 50% y Punto Final)</li> </ul>
Elevado nivel de gomas / sedimentos en la gasolina o diesel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta concentración de olefinas o oxígeno, componentes de azufre o nitrógeno en el combustible.</li> <li>• Combustible puede estar contaminado con componentes de alto peso molecular.</li> <li>• El cobre puede degradar el combustible.</li> <li>• Pueden estar presentes sales inorgánicas de componentes orgánicos. Contenido de agua y sedimentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar el uso de corrientes de mezclas con alto contenido de olefinas.</li> <li>• Minimizar la exposición del combustible al cobre, en el sistema de distribución y almacenamiento.</li> <li>• Lavar el combustible con cáustica para remover componentes ácidos y fenólicos. El lavado con agua puede remover sedimentos.</li> <li>• Usar el combustible conteniendo un inhibidor efectivo de oxidación y componentes que desactivan metales que puedan minimizar gomas.</li> </ul>

<b>Problema</b>	<b>Causas</b>	<b>Solución al Problema y Prevención</b>
Depósitos en la cámara de combustión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones de operación tales como baja temperatura y baja velocidad pueden aumentar la formación de depósitos.</li> <li>• La combustión de combustible altamente aromático puede aumentar la formación de depósitos carbonosos.</li> <li>• Un incremento en la concentración de componentes de alto punto de ebullición pueden aumentar depósitos en la cámara de combustión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar combustible que contengan detergentes. Algunos detergentes ayudan a minimizar los depósitos en la cámara de combustión.</li> </ul>
Formación de humo durante la combustión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja temperatura, baja velocidad, alta carga de operación pueden aumentar la formación de humo en el motor diesel.</li> <li>• Los aromáticos de altos puntos de ebullición pueden quemarse con mucho humo.</li> <li>• El volumen excesivo de inyección de combustible causa formación de humo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar combustible con baja temperatura de punto final / poco residuo.</li> <li>• Usar combustible con bajo contenido de aromáticos.</li> <li>• La adición de cetano mejora muchas veces la reducción de expulsión de humo.</li> </ul>

Problema	Causas	Solución al Problema y Prevención
Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación del sistema con agua procesada, agua de mar ó agua condensada.</li> <li>• Almacenamiento y uso de combustible el cual no posee inhibidores de corrosión.</li> <li>• Contaminación con componentes ácidos tales como ácido sulfúrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remover tanto como sea posible el agua del combustible durante el almacenamiento y sistema de transporte.</li> <li>• Chequear el pH del agua en el fondo del tanque por la presencia de componentes ácidos.</li> <li>• Tratamiento del sistema con un inhibidor de corrosión de hierro.</li> </ul>
Formación de emulsión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación con agua que contiene sales orgánicas o sales orgánicas polares.</li> <li>• La presencia de componentes de alto peso molecular, alta viscosidad pueden estabilizar las emulsiones.</li> <li>• Altas concentraciones de determinados aditivos pueden aumentar la emulsión del agua con el combustible.</li> <li>• Presencia de sales ácidas nafténicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El calentamiento puede ser usado para romper algunas emulsiones.</li> <li>• Cambiar el pH del agua puede romper una emulsión.</li> <li>• Formular el combustible con demulsificadores para inhibir la formación de emulsión.</li> </ul>

Problema	Causas	Solución al Problema y Prevención
Gomas existentes en Gasolina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de componentes inorgánicos pueden incrementar la existencia de gomas.</li> <li>• Las sales inorgánicas de componentes orgánicos.</li> <li>• Un elevado residuo en la destilación ASTM puede indicar un posible problema de goma existente.</li> <li>• Oxidación, polimerización y productos de degradación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La remoción de gomas existentes de la gasolina no se puede lograr añadiendo un antioxidante al combustible.</li> <li>• La formación de gomas adicionales en la gasolina pueden ser minimizadas por tratamiento con un antioxidante.</li> <li>• Lavado con agua o cáustica puede ser usado para reducir o remover la goma existente.</li> <li>• Filtración con arcilla.</li> </ul>
Bajo tiempo de inducción en la Gasolina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto contenido de olefinas, posiblemente debido a la adición de mezclas de gasolinas procedentes de la Unidad de Craqueo Catalítico (FCC).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición de un antioxidante que puede inhibir el proceso de oxidación.</li> <li>• Añadir 2 ppm de un metal desactivador.</li> </ul>

## CAPITULO 9. CONCLUSIONES

1. El Sistema de Gestión de la Calidad implantado, tomando como base la norma ISO/IEC 17025, debe asegurar la competencia técnica del personal y la calidad de los resultados, por eso en base a la experiencia podemos llegar a la conclusión que los pilares sobre los que se apoya la Competencia Técnica son: personal, equipos, instalaciones y método de ensayo.
2. El tiempo para implantar un Sistema de Gestión de la Calidad no es rígido, ya que depende de la disponibilidad de los recursos y de la disposición del personal a cambiar hábitos de trabajo ya adquiridos por un incremento de responsabilidades y tareas.
3. La elaboración de los procedimientos e instructivos debe reflejar las actividades que se realizan en el Laboratorio complementando dichas actividades con los requerimientos de la norma ISO/IEC 17025 para facilitar el desenvolvimiento del personal.
4. Con la implantación del Sistema de Gestión de la Calidad se ordenó el proceso de ensayo en el Laboratorio originando la emisión de resultados más confiables en un menor tiempo.
5. La competencia técnica del personal se logra con evaluaciones continuas de la ejecución del método de ensayo como parte del entrenamiento al personal, participación en programas interlaboratorios y actualizando los conocimientos a través de cursos de capacitación ó charlas técnicas.
6. El Aseguramiento de la Calidad de los resultados a través del control efectivo de los equipos y desempeño del personal ha dado como resultado la disminución del número de repeticiones por ensayo, reduciendo considerablemente el gasto en reactivos e insumos, así como en los costos de mantenimiento debidos a fallas continuas de los equipos.
7. La adquisición de equipos para la Unidad Laboratorio se ha agilizado debido al ordenamiento durante el proceso de compra; permitiendo la gestión y planificación para contar con equipos modernos y automáticos, para cubrir los requerimientos en menor tiempo y ser competitivos en el

mercado. Una prueba real es que somos el primer Laboratorio en adquirir el equipo de Destilación de Crudo “True Boiling Point – TBP”.

8. Al momento de seleccionar un equipo se debe tener mucho cuidado en los requerimientos, los cuáles deben estar de acuerdo con lo especificado por el método de ensayo y con las especificaciones de calidad del producto a analizar. Esto incluye considerar otros aspectos como la solidez del aparato, disponibilidad de los repuestos, garantía, capacitación y soporte técnico ofrecido por el proveedor.
9. Logro de un ordenamiento de los equipos y la seguridad del laboratorista durante su manejo, al ubicarlos en ambientes adecuados que permitan que cumplan con su tiempo de vida media y los resultados emitidos por éstos sean confiables. Una fuente de información importante que permite esta distribución son las especificaciones brindadas en los manuales de equipos.
10. La evaluación del grado de satisfacción del cliente, se puede hacer ya sea a través de encuestas, buzón de sugerencias e inclusive entrevistas telefónicas.
11. La ejecución de las auditorías sirven para identificar las áreas de trabajo con deficiencias en el desempeño de sus actividades e inclusive proponer mejoras para elevar su eficacia.
12. La revisión periódica de las Especificaciones Técnicas de los productos comerciales abarca los parámetros del control de la calidad y métodos de ensayo asociados, con la finalidad de cumplir con las normativas vigentes relacionadas con el sector Hidrocarburos y adecuar dichas Especificaciones con la formulación de nuevos productos (por ejemplo: Diesel B2).
13. El Sistema de Gestión de la Calidad es implantado para ponerlo en práctica en las actividades diarias que realiza el laboratorista durante la ejecución de los diversos métodos de ensayo; de estos métodos se seleccionan aquellos que cumplan específicamente con todos los requisitos de la norma ISO/IEC 17025 para lograr la Acreditación, dejando abierta la posibilidad de ir acreditando paulatinamente los demás métodos.

## CAPITULO 10. RECOMENDACIONES

1. Todo el personal debe participar en la planificación y desarrollo del programa de implantación del Sistema de Gestión de la Calidad. Este acercamiento es beneficioso, pues el personal se verá motivado y podrá identificar los procesos, prácticas y enfoques de medición críticos dentro del Laboratorio que deban ser considerados en un programa bien planeado.
2. Buscar siempre adecuar las actividades ya existentes realizadas por el personal y complementarlas para cumplir los requisitos solicitados. Si tratamos de implantar nuevas actividades en todo el proceso se corre el riesgo de tener mucho tiempo muerto dedicado a la capacitación del personal e inclusive obtener el rechazo al cambio.
3. No copiar el modelo de implantación del Sistema de Gestión de la Calidad de otros Laboratorios, debido a que cada Laboratorio presenta problemas propios de su sistema; siendo el personal que lo conforma, de variada formación técnica y profesional.
4. Los objetivos e indicadores, medibles y coherentes con la Política de la Calidad, deben ser evaluados periódicamente para medir la eficacia del Sistema ya que son pieza fundamental para la Mejora Continua.
5. La posibilidad de adquisición de un “Sistema Informático Automatizado” reducirá los errores que se puedan cometer al tener un proceso manual; puesto que permitirá, entre otros: el registro de las muestras a través de un código de barras, la visualización de resultados por nuestros clientes internos al mismo tiempo que han sido ingresados por el laboratorista.
6. Brindar un ambiente de trabajo en armonía al personal con la finalidad que el desempeño de su trabajo sea beneficioso para la Organización.
7. Participar en programas Interlaboratorios internacionales, como los organizados por la ASTM, con la finalidad de medir la confiabilidad de los resultados emitidos por el Laboratorio.
8. Considerar dentro del alcance de la Acreditación el muestreo, para poder garantizar que los resultados emitidos son confiables y corresponden a una muestra representativa del lote debidamente manipulada.

## CAPITULO 11. BIBLIOGRAFÍA

A. Caamaño – D. Obach – E. Pérez-Rendón (1998) “Ciencias de la naturaleza, física y química 4”, Editorial: Teide, Barcelona.

Norma Internacional ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración” (Segunda Edición: 2005-05-15)

Normas ASTM (American Society for Testing and Materials)

INDECOPI-CRT NTP 321.003:2005 “Petróleo y Derivados. Diesel. Especificaciones”, 3ra. Edición.

INDECOPI-CRT NTP 321.102:2002 “Petróleo y Derivados. Gasolinas Uso Motor. Especificaciones”, 1ra. Edición.

INDECOPI-CRT NTP 321.002:2001 “Petróleo y Derivados. Petróleos industriales. Especificaciones”, 2da. Edición.

James G. Speight (2002) “Handbook of Petroleum Product Analysis”, Publicación de John Wiley & Sons.

J. Ignacio Ciria (2000) “Propiedades y características de combustible diesel y biodiesel”, Wearcheck Ibérica.

María Altamirano Echevarría (2006) “Gestión de la Calidad en Laboratorios Analíticos”, TECSUP.

## CAPITULO 12. ANEXOS

- **Anexo 1:** Croquis de Ubicación de la Refinería de Operaciones Conchán.
- **Anexo 2:** Cronograma Global de Actividades para la Implantación del Sistema de Gestión de la Calidad, Cronograma de Actividades para la Implantación de los Requisitos de Gestión y Cronograma de Actividades para la Implantación de los Requisitos Técnicos.
- **Anexo 3:** Listado de Procedimientos de Gestión y Técnicos.
- **Anexo 4:** Encuesta de Satisfacción al Cliente.
- **Anexo 5:** Observaciones y Acciones Correctivas derivadas de las Encuestas.
- **Anexo 6:** Resultados de Programas Interlaboratorios Organizados por el Laboratorio de Operaciones Conchán.
- **Anexo 7:** Descripción de los Parámetros de Control de la Calidad.

Anexo 1: Croquis de Ubicación de la Refinería – Operaciones Conchan









## Anexo 3:

## LISTADO DE PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN Y TÉCNICOS

PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN	OCLAB-PG-001	Elaboración y Control de Documentos
	OCLAB-PG-002	Protección de la Confidencialidad y Derechos de Propiedad
	OCLAB-PG-003	Revisión de los Solicitudes, Ofertas y Contratos
	OCLAB-PG-004	Subcontratación de Ensayos
	OCLAB-PG-005	Compra de Suministros y Servicios
	OCLAB-PG-006	Evaluación de Proveedores
	OCLAB-PG-007	Servicio al Cliente
	OCLAB-PG-008	Manejo de Quejas
	OCLAB-PG-009	Control de Trabajos de Ensayo No Conformes
	OCLAB-PG-010	Mejora del Proceso de Gestión de la Calidad
	OCLAB-PG-011	Acciones Correctivas
	OCLAB-PG-012	Acciones Preventivas
	OCLAB-PG-013	Control de Registros
	OCLAB-PG-014	Auditorias Internas
	OCLAB-PG-015	Revisión del Sistema de Gestión de la Calidad
	OCLAB-PG-016	Comunicaciones Internas

PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS	OCLAB-PT-001	Personal
	OCLAB-PT-002	Instalaciones y Condiciones Ambientales del Laboratorio
	OCLAB-PT-003	Manejo de las Muestras y Proceso de Ensayo
	OCLAB-PT-004	Estimación de la Incertidumbre de las Mediciones
	OCLAB-PT-005	Control de Datos
	OCLAB-PT-006	Manejo, Control y Calibración de Equipos e Instrumentos de Medición.
	OCLAB-PT-007	Control de los Materiales de Referencia y Patrones de Comprobación
	OCLAB-PT-008	Aseguramiento de la Calidad de Resultados de Ensayos
	OCLAB-PT-009	Gestión de Programas de Pruebas Interlaboratorios
	OCLAB-PT-010	Elaboración y Emisión de Informes de Ensayo y Otros Documentos Técnicos

## Anexo 4:

## ENCUESTA DE SATISFACCIÓN AL CLIENTE

<b>AÑO - _____</b>					
<p><b>Estimado Cliente:</b> Agradeceremos se sirvan responder objetivamente las siguientes preguntas, marcando con una "X" la calificación que corresponda a cada concepto y escribir vuestros comentarios y/o sugerencias de mejora con la finalidad de brindarles un mejor servicio. Es importante para nosotros conocer su opinión acerca de nuestro servicio, debido a que nos encontramos trabajando en el Sistema de Gestión de la Calidad según la norma NTP ISO/IEC 17025.</p>					
UNIDAD/ÁREA: _____			FECHA: _____		
NOMBRE: _____					
Referente a Solicitudes y Servicios					
ASPECTOS A CALIFICAR	EXCELENTE (1)	MUY BUENO (2)	BUENO (3)	REGULAR (4)	DEFICIENTE (5)
El personal cumplió con informar el procedimiento a seguir para solicitar nuestros servicios.					
Atención oportuna de la Solicitud o Servicio.					
Atención por parte de nuestro personal (amabilidad, cortesía y prontitud).					
Suministro de envases para facilitar el muestreo (caso de ser necesario).					
SUGERENCIAS/ RAZONES SI LA CALIFICACIÓN FUE REGULAR(4) O DEFICIENTE(5):					
.....					
.....					
.....					
Referente a la realización de ensayos					
ASPECTOS A CALIFICAR	EXCELENTE (1)	MUY BUENO (2)	BUENO (3)	REGULAR (4)	DEFICIENTE (5)
Coordinaciones sobre las prioridades de los trabajos.					
Facilidad para ejecutar los ensayos con muestras que están fuera del programa establecido.					
SUGERENCIAS/ RAZONES SI LA CALIFICACIÓN FUE REGULAR(4) O DEFICIENTE(5):					
.....					
.....					
.....					
Referente a los resultados de ensayos					
ASPECTOS A CALIFICAR	EXCELENTE (1)	MUY BUENO (2)	BUENO (3)	REGULAR (4)	DEFICIENTE (5)
Confiablez de los resultados.					
Comunicación oportuna de los resultados y emisión de los Informes de Ensayos.					
Respuesta oportuna a consultas o reclamos. Asesoría Técnica.					
SUGERENCIAS/ RAZONES SI LA CALIFICACIÓN FUE REGULAR(4) O DEFICIENTE(5):					
.....					
.....					
.....					

### Anexo 5: OBSERVACIONES Y ACCIONES CORRECTIVAS DERIVADAS DE LAS ENCUESTAS

OBSERVACIONES EN LAS ENCUESTAS	PROPUESTAS DE ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demora en la atención de las solicitudes de análisis de los clientes por falta de personal.</li> <li>• Los resultados a veces se reportan con 02 meses de retraso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratar personal para la realización de ensayos de las muestras provenientes del Área Comercial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisor de la Unidad Laboratorio / Laboratorista.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Laboratorio no cuenta con los envases para las muestras (botellas, latas) cuando los operadores lo solicitan.</li> <li>• Los envases deben revisarse periódicamente que estén limpios antes de ser entregados al personal que lo solicite.</li> <li>• El laboratorista no comunica por radio los resultados de las muestras.</li> <li>• Los resultados varían de una muestra a otra, a pesar de no haberse hecho ningún cambio operativo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El laboratorista de turno debe comunicar los resultados obtenidos de las muestras provenientes de la Operación (Operaciones, Comercialización) inmediatamente después de haber obtenido los resultados a través del radio o anexo.</li> <li>• El personal de Limpieza debe tener un stock para el adecuado suministro de envases, botellas, latas para el personal que lo solicite. Verificar que estén limpias y en buen estado.</li> <li>• Evaluar al personal en la ejecución del ensayo para asegurar su competencia técnica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorista de turno./ Supervisor de Laboratorio.</li> <li>• Personal de Limpieza / Supervisor de Laboratorio.</li> <li>• Jefe de Laboratorio / Supervisor de Laboratorio</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisión de un Informe especificando el tiempo de duración por cada ensayo efectuado.</li> <li>• Dar prioridad a la certificación de los tanques alineados para el despacho.</li> <li>• La emisión de los informes de ensayo por parte de la Unidad Laboratorio demora mucho.</li> <li>• Cuando se solicita ensayos que están fuera del programa a veces no es atendido oportunamente y es necesario la intervención del ingeniero de turno.</li> <li>• No hay atención a reclamos ni asesoría técnica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el documento donde se visualice el tiempo que se toma para efectuar cada ensayo.</li> <li>• Los informes de ensayo son elaborados por el Supervisor de Laboratorio en el siguiente horario (8:00 – 16:30), cuando se requiera emitir informes en los turnos 2 y 3 deben ser elaborados por el laboratorista de turno tal como se establece en el procedimiento OCLAB-PT-018.</li> <li>• Comunicar oportunamente los ensayos no programados al Laboratorista.</li> <li>• Difundir el procedimiento de Administración de Quejas a nuestros clientes y/o externos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de Laboratorio / Supervisor de Laboratorio.</li> <li>• Supervisor de Laboratorio / Laboratorista de turno.</li> <li>• Supervisor de Laboratorio.</li> <li>• Jefe de Laboratorio / Supervisor de Laboratorio.</li> </ul>

## Anexo 6:

## RESULTADOS DE PROGRAMAS INTERLABORATORIOS

**RESULTADOS INTERLABORATORIOS BIODIESEL B2  
ORGANIZADO POR UNIDAD LABORATORIO OPC/PETROPERÚ  
ABRIL 2009**

## RELACION DE LABORATORIOS PARTICIPANTES

- Intertek Testing S.A.
- Marconsult S.A.C.
- Operaciones Selva.
- SGS del Perú S.A.C.
- Operaciones Talara.
- Operaciones Conchán.
- Certipetro.

## RESULTADOS DEL COMPARATIVO INTERLABORATORIOS.

Método de Ensayo	Participantes	Z	Resultado
Punto de Inflamación (ASTM D93)	Juan Carlos Coronado	0.18	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Destilación Atmosférica (ASTM D86)	Robert Espinoza	1.61	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
90% vol. recuperado			
Gravedad API (ASTM D1298)	Renán Velazco	0.51	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Viscosidad Cinemática (ASTM D445)	Hugo Cortez	1.11	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Azufre por Rayos X (ASTM D4294)	Renán Velazco	0.97	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Color ASTM (ASTM D1500)	Juan Carlos Coronado	0.00	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Agua y Sedimentos (ASTM D1796)	Hugo Cortez	0.00184	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Punto de Escurrimiento (ASTM D97)	Renán Velazco		(*)
Cenizas (ASTM D482)	Juan Carlos Coronado	0.33	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Carbón Ramsbottom (ASTM D524)	Robert Espinoza	0.54	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Índice de Cetano (ASTM D4737)	Renán Velazco	1.52	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Corrosión Lámina de Cobre (ASTM D130)	Doris Imán	-	Cualitativo; TODOS = 1a

(\*) Los resultados reportados en este ensayo fueron rechazados en el análisis estadístico.

Los resultados de los valores de Z (estadístico de desempeño) se califican como sigue:

- a) Si  $|Z| \leq 2$ , la competencia del Laboratorio es satisfactoria.
- b) Si  $2 < |Z| \leq 3$ , la competencia del Laboratorio es cuestionable.
- c) Si  $|Z| > 3$ , la competencia del Laboratorio es no satisfactoria

## RESULTADOS INTERLABORATORIOS KEROSENE ORGANIZADO POR UNIDAD LABORATORIO OPC/PETROPERÚ

JUNIO 2009

### RELACION DE LABORATORIOS PARTICIPANTES

- Intertek Testing S.A.
- Marconsult S.A.C.
- Operaciones Selva.
- SGS del Perú S.A.C.
- Operaciones Talara.
- Operaciones Conchán.

### RESULTADOS DEL COMPARATIVO INTERLABORATORIOS.

Método de Ensayo	Participantes	Z	Resultado
Punto de Inflamación (ASTM D56)	Robert Espinoza	0.94	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Destilación Atmosférica (ASTM D86)	Juan Carlos Coronado		
10% vol. recuperado		0.46	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Punto Final de Ebullición		0.31	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Gravedad API (ASTM D1298)	Juan Carlos Coronado	0.06	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Punto de Humo (ASTM D1322)	Robert Espinoza	0.72	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Azufre por Rayos X (ASTM D4294)	Michael Figuerola	0.41	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Color Saybolt (ASTM D156)	Miguel Morán	1.05	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Corrosión Lámina de Cobre (ASTM D130)	Doris Imán	-	Cualitativo; TODOS = 1

(\*) Sólo 02 laboratorios reportaron resultados correctamente, por lo tanto, no fue posible aplicar el análisis estadístico.

(\*\*) Sólo 02 laboratorios presentaron resultados en este ensayo, por lo tanto, no fue posible aplicar el análisis estadístico.

Los resultados de los valores de Z (estadístico de desempeño) se califican como sigue:

- a) Si  $|Z| \leq 2$ , la competencia del Laboratorio es satisfactoria.
- b) Si  $2 < |Z| \leq 3$ , la competencia del Laboratorio es cuestionable.
- c) Si  $|Z| > 3$ , la competencia del Laboratorio es no satisfactoria

**RESULTADOS INTERLABORATORIOS TURBO A1  
ORGANIZADO POR UNIDAD LABORATORIO OPC/PETROPERÚ  
SETIEMBRE 2009**

**RELACION DE LABORATORIOS PARTICIPANTES**

- Intertek Testing S.A.
- Marconsult S.A.C.
- Operaciones Selva.
- Certipetro.
- Maple Gas Corporation del Perú.
- Operaciones Conchán.

**RESULTADOS DEL COMPARATIVO INTERLABORATORIOS.**

Método de Ensayo	Participantes	Z	Resultado
Punto de Inflamación (ASTM D56)	Robert Espinoza	1.15	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Destilación Atmosférica (ASTM D86)	Juan Carlos Coronado		
10% vol. recuperado		0.86	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Punto Final de Ebullición		0.46	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Gravedad API (ASTM D1298)	Renán Velazco	0.87	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Punto de Humo (ASTM D1322)	Michael Figuerola	1.06	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Azufre por Rayos X (ASTM D4294)	Juan Carlos Coronado	0.67	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Índice de Separación de Agua (ASTM D3948)	Michael Figuerola	0.25	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Color Saybolt (ASTM D156)	Miguel Morán	0.79	COMPETENCIA TECNICA SATISFACTORIA
Punto de Congelamiento (ASTM D5972)	Renán Velazco	-	(*)
Corrosión Lámina de Cobre (ASTM D130)	Virgilio Pumapillo	-	Cualitativo; TODOS = 1a
Azufre como Mercaptanos (ASTM D3227)	Renán Velazco	-	(**)

(\*) Sólo 02 laboratorios reportaron resultados correctamente, por lo tanto, no fue posible aplicar el análisis estadístico.

(\*\*) Sólo 02 laboratorios presentaron resultados en este ensayo, por lo tanto, no fue posible aplicar el análisis estadístico.

Los resultados de los valores de Z (estadístico de desempeño) se califican como sigue:

- a) Si  $|Z| \leq 2$ , la competencia del Laboratorio es satisfactoria.
- b) Si  $2 < |Z| \leq 3$ , la competencia del Laboratorio es cuestionable.
- c) Si  $|Z| > 3$ , la competencia del Laboratorio es no satisfactoria

## Anexo 7:

### DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CALIDAD

**1. DESTILACIÓN (ASTM D86):** Es uno de los parámetros físicos más importantes que tienen efecto sobre la seguridad y desempeño. El rango de ebullición nos brinda la información de la composición, las propiedades y comportamiento del combustible durante el almacenamiento y uso.

Para la gasolina, la destilación junto con la presión de vapor y la relación de vapor/líquido (V/L), influyen en las siguientes características del funcionamiento de los vehículos: arranque, facilidad de manejo, sello de vapor, dilución del aceite de motor, economía de combustible y congelamiento del carburador. La temperatura del 10% de evaporado del combustible debería ser lo suficientemente baja para asegurar el arranque a temperaturas normales. La facilidad de manejo son influenciados por la temperatura del 50% evaporado. Las temperaturas del 90% evaporado y el punto final deberían ser lo suficientemente bajas para reducir al mínimo la dilución del aceite de motor.

Las características de destilación de un diesel ejercen una gran influencia en su rendimiento, particularmente en los motores de mediana y alta velocidad. Si el punto del 10% de evaporado es muy alto, puede resultar un pobre encendido. Un excesivo rango de ebullición del 10 al 50% de evaporado puede incrementar el tiempo de calentamiento. Un bajo punto de 50% es deseable para prevenir humo y olor. Un bajo punto de 90% y punto final tiende asegurar bajos residuos de carbón y minimizar dilución del carter del motor.

**2. RELACIÓN VAPOR/LÍQUIDO (V/L) (ASTM D2533):** Es la tendencia de la gasolina a vaporizarse cuando se encuentran en partes críticas del sistema de la gasolina. La relación V/L se incrementa con la temperatura para un combustible dado. En este método se puede usar 2 tipos de fluidos, glicerina

ó mercurio. La glicerina se usa para la gasolina. El mercurio se usa para mezclas de gasolina-oxigenados y gasolina. Se puede usar alternativamente un nomograma para estimar el equilibrio vapor/líquido únicamente a la gasolina a partir de la presión de vapor y destilación (Anexo C de la NTP). Sin embargo, esta estimación no es aplicable para mezclas gasolina-oxigenados. El método de ensayo ASTM D2533 es el procedimiento de arbitraje para obtener la relación V/L. Para las especificaciones de PETROPERU se ha determinado que a 56 °C como mínimo debe tenerse una relación V/L de 20, en concordancia con la NTP.

**3. PRESIÓN DE VAPOR (ASTM D323):** La presión de vapor del combustible debe ser lo suficientemente alta para asegurar un fácil arranque del motor, pero no tan alta que pueda contribuir a que se forme el sello de vapor o excesiva emisión de vapores y pérdidas durante el funcionamiento. La presión de vapor es la fuerza ejercida sobre las paredes de un recipiente cerrado por la porción vaporizada del líquido, se incrementa con el incremento de la temperatura. La presión de vapor en la gasolina depende críticamente del contenido de butano.

**4. CORROSIVIDAD:** Generalmente se debe a la presencia de azufre libre o compuestos que se queman para formar dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), los cuales combinados con el vapor de agua producto de la combustión de la gasolina producen ácido sulfuroso ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ). El ácido sulfuroso, a su vez, se oxida a ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), y ambos ácidos son corrosivos y podrían atacar las partes del enfriador, el sistema de escape del motor y los cilindros.

El azufre libre ó corrosivo, en cantidad apreciable podría dar lugar a la acción corrosiva de los componentes metálicos. La prueba habitualmente aplicada es la prueba de la lámina de Cu (**ASTM D130**). Se usa una lámina de cobre pulida es inmersa en una determinada cantidad de muestra y se calienta a una temperatura (50 °C) durante 3 horas. Luego la lámina de cobre se extrae, se lava, y se compara con el Estándar de Corrosión de la Lámina de Cobre ASTM.

**5. OCTANAJE (ASTM D2699):** La combustión de los motores de ignición por chispa depende principalmente del diseño del motor y la calidad de la gasolina. En condiciones ideales, la llama se inicia en la bujía de encendido de forma homogénea en la cámara de combustión hasta que toda la gasolina se ha quemado.

Para ello se usa antidetonantes, sustancias que se añaden a las gasolinas para aumentar su resistencia a la detonación. Son compuestos orgánicos y organometálicos. Entre los más importantes, tenemos: el benzol, alcohol y tetraetilo de plomo. Si un antidetonante aumenta la resistencia a la detonación, quiere decir que también va a influir en el índice de octanaje de una gasolina.

El “Número de Octano” se refiere exclusivamente a la cualidad antidetonante de la gasolina. El octanaje sirve para determinar el grado de resistencia a la detonación ó autoencendido, por lo tanto, esta depende directamente de la relación de compresión del motor. Si la gasolina tiene poco octanaje, en la cámara de combustión de un motor se producen inflamaciones espontáneas, dicho de otro modo, detonaciones a destiempo en la cámara de combustión que pueden repercutir al motor para mal. El exceso de octanaje por sobre lo requerido por un motor no agrega mayores beneficios, ni en términos de potencia, suavidad ni de rendimiento, sino tan solo un costo adicional innecesario y puede generar mayor contaminación al medio ambiente. Con el nivel de octanaje adecuado se evita la detonación y se logra un solo foco de llama dado para el encendido en el momento preciso con lo cual se logra una combustión pareja y efectiva.

El grado de detonación de la gasolina se expresa como número de octano y es el porcentaje en volumen de isooctano (número de octano = 100) mezclado con n-heptano (número de octano = 0) que tiene las mismas características detonantes de la gasolina analizada.

Hay dos diferentes procedimientos de uso internacional para determinar el octanaje a los combustibles utilizados en los automóviles. Uno, conocido como el método de investigación (**ASTM D2699**) y otro es el método de motor (**ASTM D2700**). El número de octanos por el método de investigación se identifica en inglés por la sigla RON (Número de Octano Research) y el número de octanos de motor por la sigla MON (Número de Octano Motor).

La prueba de determinación del octanaje de una gasolina se efectúa en un motor especial de un sólo cilindro, aumentando progresivamente la compresión hasta que se manifiesten las detonaciones. Posteriormente, se hace funcionar el motor sin variar la compresión anterior, con una mezcla de iso-octano y una cantidad variable de n-heptano, que representará el octanaje de la gasolina sometida a prueba y tiene el mismo funcionamiento antidetonante de la mezcla de hidrocarburos.

**El (RON) se determina bajo condiciones de operación suaves; es decir, a una temperatura moderada de entrada de la mezcla (125 °F / 51,7 °F) y a una baja velocidad del motor (600 revoluciones por minuto (rpm)). Tiende a indicar el comportamiento del combustible en motores a baja y media velocidad.**

El (MON) se determina bajo condiciones más severas de operación que aquellas empleadas en el RON; es decir a una mayor temperatura de ingreso de la mezcla (300 °F / 149 °C) y a una mayor velocidad del motor (900 rpm). Indica el comportamiento antidetonante del combustible en motores que operan a altas velocidades, así como bajo condiciones de operación en carretera con carga.

El requerimiento antidetonante puede variar con los cambios de altitud, temperatura y humedad. Este requerimiento disminuye conforme aumenta la altitud, principalmente debido a la reducción de la densidad de la mezcla producida por la presión atmosférica reducida. Actualmente los vehículos cuentan con sensores y computadoras que regulan las condiciones de

temperatura del aire de entrada y la presión barométrica permitiendo tener el mismo requerimiento antidetonante. A continuación se muestra un cuadro con los índices de octano de determinados compuestos:

Compuesto	Índice de Octano	Compuesto	Índice de Octano
<i>n-Parafinas</i>		<i>Isómeros del heptano</i>	
n-propano	100	2-Metilhexano	55
n-butano	96	3-Metilhexano	56
n-pentano	62	2,2-Dimetilhexano	80
n-hexano	26	2,3-Dimetilpentano	94
n-heptano	0	3,3-Dimetilpentano	98
		2,2,3-Trimetilbutano	101
<b>Alicíclicos</b>		<i>Isómeros del hexano</i>	
Ciclopentano	94	3-Metilpentano	74
Ciclohexano	77	2,2-Dimetilbutano	94
		2,3-Dimetilbutano	95
<b>Isoparafinas</b>		2,3,3-trimetilpentano, isómero del isooctano	102
Isopentano	90		
Isohexano	74		
Isoheptano	55		
		<b>Benceno</b>	108
<b>Alquenos</b>			
1-hexeno	85		
2-hexeno	100		

**6. ESTABILIDAD E INESTABILIDAD:** Es necesario en este punto hacer mención a la inestabilidad y la incompatibilidad. Estos términos tienen relación con la formación y aparición de productos degradados o cambios indeseables en las propiedades originales de la gasolina. El contenido de hidrocarburos insaturados y la aparición de heteroátomos tienen una gran influencia.

La producción de la gasolina por procesos de craqueo contiene componentes insaturados que pueden oxidarse durante el almacenamiento y formar productos de oxidación indeseables. Durante el almacenamiento, la gasolina es expuesta a la acción del aire a temperatura ambiente y durante el transporte del tanque del vehículo al motor la mezcla con aire está sujeta a los efectos del calor. Una gasolina inestable, puede sufrir oxidación y polimerización bajo determinadas condiciones, formando gomas o material resinoso.

El término Incompatibilidad se refiere a la formación de un precipitado (o sedimento) o separación de fases cuando dos líquidos son mezclados. El término Inestabilidad es usado generalmente en referencia a la formación de color, sedimento o goma en un líquido en un período de tiempo.

La formación de goma se refiere a la formación de material orgánico soluble (**ASTM D525**), mientras el sedimento es material orgánico insoluble. La estabilidad en el almacenamiento (**ASTM D381**) es un término usado para describir la habilidad del líquido a permanecer almacenado durante largos períodos sin apreciar deterioración como medición de formación de gomas y/o formación de sedimentos. La estabilidad térmica es definida como la habilidad del líquido para resistir altas temperaturas por cortos períodos de tiempo sin la formación de sedimentos (por ejemplo: depósitos carbonosos y/o coque). La estabilidad térmica oxidativa es la habilidad del líquido para resistir altas temperaturas en cortos períodos de tiempo en presencia de oxidantes y sin la formación de sedimento o deterioro de sus propiedades.

El período de inducción (**ASTM D525**) es usado como un indicador de la tendencia de la gasolina a formar gomas en el almacenamiento. Se debe reconocer, sin embargo, que esta correlación del período de inducción con la formación de gomas puede variar bajo diferentes condiciones de almacenamiento y con diferentes gasolinas. La experiencia indica que los combustibles con un período de inducción mayor o igual a 240 minutos como mínimo, tienen una aceptable estabilidad en almacenamiento de corto plazo. La goma existente es el nombre que se asigna a los residuos no volátiles presentes en la gasolina (**ASTM D381**). En este método de ensayo, la muestra es evaporada en un recipiente mantenido a una temperatura de 160 – 166 °C con la ayuda de un chorro de aire calentado a la misma temperatura. Luego el residuo es pesado antes y después de ser extraído con heptano, a esto se conoce como contenido de goma lavado por solvente y se reporta como miligramos por 100 mL.

El contenido de goma lavada por solvente consiste en gomas insolubles y solubles en combustible, la porción insoluble puede obstruir los filtros y se pueden depositar sobre la superficie cuando se evapora el combustible. El lavado con heptano remueve el material soluble en heptano y no volátil tal como los aditivos, aceites portadores usados con aditivos e hidrocarburos más pesados, como el diesel. La diferencia entre la goma sin lavar y goma lavada por solvente se puede usar para evaluar la presencia y cantidad de material no volátil en el combustible.

**7. DENSIDAD (GRAVEDAD ESPECÍFICA):** Es una indicación de la densidad o peso por unidad de volumen. El uso principal de la gravedad específica (**ASTM D1298**) es para convertir los pesos a volúmenes o volúmenes a pesos. Es necesaria para el cálculo del volumen de petróleo o productos derivados del petróleo a una temperatura diferente de aquella en que se midió el volumen original. Es un factor que gobierna la calidad y precio, sin embargo, esta propiedad es una indicación incierta de la calidad a menos que sea correlacionada con otras propiedades.

La gravedad API es una función especial de la gravedad específica y se calcula con la siguiente fórmula:

$$^{\circ}\text{API} = 141,5 / (\text{gravedad específica } 60/60 \text{ }^{\circ}\text{F}) - 131,5$$

**8. OXIGENADOS:** Hay gasolinas con cantidades sustanciales de compuestos oxigenados, que contienen oxígeno, sin cenizas, compuestos orgánicos tales como alcoholes y éteres. Los compuestos oxigenados más comunes son el etanol y el metil-t-butil éter (MTBE), en menor proporción el etil-t-butil éter (ETBE), T-amil metil éter (TAME), y di-iso-propil éter (DIPE).

La detección de oxigenados se puede hacer a través de los Métodos de Ensayo ASTM D4815 o ASTM D5845, los cuáles están diseñados para la determinación cuantitativa de metil ter-butil éter (MTBE), etil ter-butil éter (ETBE), metil ter-amil éter (TAME), diisopropil éter (DIPE), alcohol metílico, alcohol etílico y alcohol ter-butílico. Adicionalmente, el Método de Ensayo

ASTM D4815 está diseñado para la determinación cuantitativa de alcohol n-propílico, isopropílico, n-butílico, i-butílico y ter-amílico. Los resultados de estos métodos se reportan en porcentaje en masa (% m), pero la ASTM D4815 incluye procedimientos para el cálculo de la concentración de oxigenados en porcentaje en volumen (% v) y el contenido másico de oxígeno usando los resultados de porcentaje en masa de oxigenados.

**9. AGUA Y SEDIMENTOS:** Antes de que se lleven a cabo las pruebas de volatilidad, el agua debe ser eliminado debido a que la presencia de más del 0,5% de agua en las muestras puede causar varios problemas durante la destilación ya que tiene un alto calor de vaporización. El agua es relativamente fácil sobrecalentarlo, el vapor que se forma durante la destilación puede actuar como un gas portador dando lugar a lecturas erróneas, además componentes de alto punto de ebullición pueden acabar en el destilado.

La gasolina tiene baja solubilidad con el agua. En las mezclas de gasolina – alcohol tiene gran importancia por la elevada solubilidad de los alcoholes en agua. Si hay mucha agua, la gasolina se separa en dos fases: una rica en alcohol (parte inferior) y otra pobre en alcohol (parte superior). La fase acuosa no es apropiada como combustible porque puede causar corrosión.

El agua puede contribuir al bloqueo del filtro y corrosión en los componentes del sistema de inyección. Además de la obstrucción de los filtros, los sedimentos pueden causar el desgaste y la creación de los depósitos tanto en el sistema de inyección como en el propio motor. Una de las características más importantes del diesel es el contenido de agua y sedimentos (**ASTM D1796**), que es el resultado de la manipulación y las prácticas de almacenamiento desde el momento cuando el combustible sale de la refinería hasta que es entregado al sistema de inyección del motor. En este método iguales volúmenes de combustible y agua son saturados con tolueno y colocados en tubos centrífugos. Luego de centrifugar, se registra el volumen de la capa de mayor gravedad de agua y sedimentos en el fondo del tubo.

El agua y sedimentos son altamente indeseables en el residual. Se pueden determinar el contenido de agua mediante destilación (**ASTM D95**) y los sedimentos por extracción (**ASTM D473**).

**10. COLOR:** El color es un indicador útil de la contaminación (constituyentes de mayor punto de ebullición, agua, o partículas sólidas). El color es parte de la apariencia del combustible diesel, en algunos casos el color puede servir como una indicación del grado de refinamiento. Normalmente los métodos (**ASTM D1500**) hacen una determinación visual del color usando discos de vidrio de color ó los materiales de referencia.

**11. CENIZAS (ASTM D482):** es el producto de la combustión del petróleo, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, libre de materia carbonosa que permanece en el aire después de la ignición del petróleo residual a temperaturas bastante altas.

Las cenizas en el diesel son típicamente bajos que no afectan negativamente el rendimiento, a menos que las especies corrosivas como sodio, potasio, plomo ó vanadio, estén presentes. Las sustancias que forman cenizas se pueden presentar en el combustible en dos formas: (1) sólidos abrasivos y (2) jabones metálicos solubles.

El petróleo industrial a menudo contiene cantidades variables de constituyentes formadores de cenizas (no más de 0,2% m/m), como los complejos organometálicos que son solubles, o inherentes, o por el contacto del crudo con las tuberías y tanques de almacenamiento durante el transporte y posterior manipulación. Los aditivos utilizados para mejorar las propiedades del combustible y el arrastre de los procesos de refinación también contribuyen a la cantidad de la materia mineral y puede presentar una medida elevada de ceniza.

**12. RESIDUO DE CARBÓN:** Sirve como una indicación de la tendencia de la muestra para formar depósitos carbonosos (coque) bajo la influencia del calor. Sin embargo, el diesel es satisfactorio en esta prueba ya que no tiene

valores altos de Residuo Carbón Conradson, por lo que este ensayo se utiliza principalmente para los residuales.

El ensayo de Residuo Carbón Conradson (**ASTM D189**) y Residuo Carbón Ramsbottom (**ASTM D524**) se incluyen generalmente en las especificaciones para el diesel. Estos resultados dan una indicación de la cantidad de coque que pudiera formarse durante los procesos térmicos, así como la cantidad de componentes de alto punto de ebullición en el petróleo.

En la prueba de Residuo Carbón Conradson (**ASTM D189**) una cantidad pesada de muestra se coloca en un crisol y es sometido al calor. Al final del periodo de calentamiento especificado, el crisol se enfría en un desecador y se pesa reportándose como porcentaje (% m/m) de la muestra original. En la prueba de Residuo de Carbón Ramsbottom (**ASTM D524**) se pesa la muestra en un bulbo de vidrio que tiene una abertura capilar y se coloca en un horno (a 550 °C). La fracción volátil es destilada del bulbo y la fracción no volátil queda en el bulbo para formar coque térmico. Después de un periodo de calentamiento especificado, el bulbo se saca del baño, se enfría en un desecador y se pesa reportándose como porcentaje (% m/m) de la muestra original.

**13. NÚMERO DE CETANO E ÍNDICE DE CETANO:** El Número de Cetano es una propiedad importante del diesel (**ASTM D613**) mide la calidad de ignición del combustible y tiene influencia en la uniformidad de la combustión.

El número de Cetano es el resultado numérico de una prueba de motor diseñado para evaluar retraso a la ignición del combustible. Para ello se seleccionaron dos combustibles de referencia: (1) n-cetano con excelentes cualidades de encendido con número de cetano de 100, y (2) heptametilnonano tiene un número de cetano de 15.

El número de cetano de un combustible diesel se define como el número entero más cercano al valor determinado por el cálculo del porcentaje en

volumen de n-cetano (100) en mezcla con heptametilnonano (15) que coincida con la calidad de ignición del combustible de prueba cuando es comparado con este método. Se usa la siguiente ecuación:

$$\text{Número de cetano} = \% \text{ n-cetano} + 0.15 (\% \text{heptametilnonano})$$

La determinación del número de cetano requiere un equipo especial, así como consumo de tiempo y costoso, por eso se han desarrollado métodos alternativos para el cálculo estimado del número de cetano. Los cálculos se basan en ecuaciones que toman valores de otras características conocidas del combustible.

Uno de los métodos más ampliamente usado se basa en la fórmula del cálculo el índice de cetano (**ASTM D4737**). Es empleado cuando la cantidad de muestra disponible es pequeña. Este cálculo toma las propiedades de la Densidad y Destilación (temperaturas al 10%, 50% y 90% de recuperado). Es favorable para combustibles con número de cetano del rango de 32.5 a 56.5 de número de cetano.

**14. CONTENIDO DE AZUFRE:** El contenido total de azufre en gasolina es muy bajo, y el conocimiento de su magnitud es de poco interés para el refinador. Varios métodos son apropiados para la determinación del contenido total de azufre. Uno de los más citados es el método de la lámpara (**ASTM D1266**). Una técnica alternativa, que tiene la ventaja de no ser destructiva es la espectrometría de rayos X (**ASTM D2622, ASTM D4294**).

El azufre mercaptano (R-SH) y sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) (**ASTM D1219**) son compuestos indeseables porque aparte de su naturaleza corrosiva estos compuestos poseen un desagradable olor. Estos compuestos deberían ser removidos completamente durante la refinación, pero su presencia junto con el azufre libre son detectados por la aplicación de la prueba Doctor (**ASTM D4952**). El azufre total es determinado por combustión en una bomba calorimétrica (**ASTM D129**) y con frecuencia se realiza con la determinación del poder calorífico.

El significado del contenido de azufre total del diesel no puede ser sobreestimada y es de gran importancia debido a la producción de óxidos de azufre que contaminan el medio ambiente. En general, sólo pequeñas cantidades de compuestos de azufre en el diesel quedan después de la refinación, cumpliendo con las especificaciones. El contenido de azufre (**ASTM D4294**) depende del origen del crudo y los métodos de refinación. El azufre puede estar presente en diferentes formas, por ejemplo: como mercaptanos, sulfuros, disulfuros, o compuestos heterocíclicos como tiofenos.

**15. PUNTO DE INFLAMACIÓN:** Es la temperatura a la que el combustible debe ser calentado para producir una mezcla vapor-aire inflamable sobre el líquido cuando se expone a una llama abierta.

El punto de inflamación mínimo del diesel es usualmente definido por el método Pensky-Martens (**ASTM D93**), ya que está método también es usado en casos de dirimencia. Para el residual, se incluye un punto de inflamación mínimo de 55 °C ó 66 °C en la mayoría de las especificaciones.

En la práctica, el punto de inflamación es importante sobre todo para la manipulación. Un punto de inflamación demasiado bajo podría ser un peligro de incendio, con sujeción a inflamación y posible ignición y explosión. Además, un bajo punto de inflamación puede indicar la contaminación con combustibles más volátiles y explosivos, como la gasolina.

**16. ACIDEZ TOTAL (ASTM D974):** La presencia de compuestos ácidos puede deberse a la presencia de ácidos orgánicos e inorgánicos, metales pesados y algunos componentes de los aditivos como agentes inhibidores y detergentes o como producto de degradación formados durante su uso o almacenamiento. Los productos de degradación son los que contribuyen al número de acidez.

Los ácidos presentes pueden variar sus propiedades corrosivas, pero el número de acidez no puede ser usado para predecir la corrosividad del combustible.

**17. PUNTO DE FLUIDEZ (ASTM D97):** Es una indicación de la temperatura más baja a la que el combustible puede ser bombeado. Es una guía útil para la temperatura más baja a la que un combustible puede enfriarse sin solidificarse.

En el método de ensayo, una muestra es enfriada a una velocidad especificada y se examina sus características de flujo a intervalos de 3 °C. La menor temperatura donde se observa el movimiento del combustible es registrada como el punto de fluidez. En cualquier determinación del punto de fluidez, el petróleo que contiene cera produce un comportamiento de flujo irregular, cuando la cera comienza a separarse.

Los aditivos del diesel se utilizan para mejorar la fluidez a baja temperatura. Estos aditivos suelen trabajar modificando los cristales de cera para que sean menos las probabilidades de formar una estructura rígida. Así pues el punto de fluidez puede reducirse drásticamente. Desafortunadamente, la mejora en el rendimiento del motor por lo general es menor que la mejora en el punto de fluidez.

La utilidad del punto de fluidez del residual es una pregunta abierta, y la tendencia a considerar que es la temperatura limitante al cual el combustible debe fluir, puede ser engañosa a menos que sea correlacionado con la viscosidad a baja temperatura.

**18. ESTABILIDAD:** El combustible al salir de la refinería, inevitablemente entra en contacto con el aire y el agua. Si el combustible incluye componentes inestables (productos craqueados), el almacenamiento en presencia de aire puede dar lugar a la formación de gomas y sedimentos. En el método (**ASTM D2274**) la muestra de combustible se calienta por un tiempo y temperatura determinada, a veces en presencia del metal catalizador, y la

cantidad de sedimento y goma formado se toma como una medida de la estabilidad.

**19. VISCOSIDAD (ASTM D445):** Es una medida de la resistencia al flujo de un líquido y generalmente se mide por el tiempo necesario para que fluya un determinado volumen de combustible a una temperatura constante a través de un pequeño orificio de dimensiones estándar. La viscosidad del combustible diesel es importante sobre todo debido a su efecto en la manipulación del combustible por la bomba y sistema de inyección.

La viscosidad del combustible ejerce una gran influencia sobre la forma de atomizado del combustible, una alta viscosidad puede resultar en una pobre atomización y gotas grandes. Una viscosidad baja puede producir un atomizado que es demasiado suave y no penetrar lo suficiente.

Para el residual, la viscosidad proporciona información sobre la facilidad con la que un combustible puede ser transferido, bajo condiciones de presión y temperatura, desde el tanque de almacenamiento al sistema del quemador. Los datos de viscosidad también indican el grado en que el residual debe ser precalentado para obtener la temperatura correcta de atomización para la combustión eficiente.

**20. CONTENIDO DE METALES:** Para determinar los metales se cuenta con dos procedimientos donde la muestra se trata con ácido para descomponer la materia orgánica y se disuelven los metales o, alternativamente, la muestra se disuelve en un disolvente orgánico. El primer método es sensible hasta cerca de 1 ppm, la precisión se basa sobre muestras que contienen 1-10 ppm de hierro, 10-100 ppm de níquel y vanadio de 50-500 ppm (**ASTM D5708**). El segundo método es para análisis de residuales y residuos (**ASTM D5863**). El rango de sensibilidad es 3,0-10 ppm de hierro, 0,5-100 ppm para el níquel, 0,1-20 ppm para el sodio, y 0,5-500 ppm para el vanadio. Para concentraciones más elevadas se diluye la muestra.