

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

UNIDAD DE POSTGRADO

**Detección de adulteraciones de combustible de uso en el  
Parque Automotor Peruano**

TESIS

para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

AUTOR

Pablo José Matos Salinas

ASESOR

Fernando Anaya Meléndez

**Lima – Perú**

**2002**



..	1
<b>RESUMEN .</b>	<b>3</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN . .</b>	<b>5</b>
<b>II. CONCEPTOS TEÓRICOS . .</b>	<b>7</b>
<b>2.1 ADULTERACIÓN DE COMBUSTIBLES. . .</b>	<b>7</b>
<b>2.2 DEFINICIÓN DE GASOLINA. .</b>	<b>7</b>
<b>2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS GASOLINAS SEGÚN EL PROCESO DE ELABORACIÓN.</b> ..	<b>8</b>
<b>2.4 DEFINICIÓN DE NÚMERO DE OCTANO. . .</b>	<b>8</b>
<b>2.5 DIESEL N°2 (C14 – C20). . .</b>	<b>9</b>
<b>2.6 KEROSENE (C10 – C14). .</b>	<b>9</b>
<b>2.7 SOLVENTE N°1. . .</b>	<b>9</b>
<b>2.8 SOLVENTE N°3. . .</b>	<b>9</b>
<b>2.9 MARCADORES DE COMBUSTIBLES. . .</b>	<b>9</b>
<b>2.10 ABSORCION DE LUZ (ABSORBANCIA). . .</b>	<b>10</b>
<b>III. SIGNIFICADO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO APLICADOS A LOS COMBUSTIBLES . .</b>	<b>13</b>
<b>3.1 SIGNIFICADO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO DE LAS GASOLINAS. . .</b>	<b>13</b>
<b>3.2 SIGNIFICADO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO DEL DIESEL N°2. . .</b>	<b>14</b>
<b>3.3 SIGNIFICADO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO PARA EL KEROSENE. .</b>	<b>16</b>
<b>IV. CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES ADULTERADOS. .</b>	<b>17</b>
<b>V. EVALUACIÓN DE MARCADORES. . .</b>	<b>23</b>
<b>5.1 EVALUACIÓN TÉCNICA (LABORATORIO). .</b>	<b>23</b>
<b>5.2 EVALUACIÓN DE SEGURIDAD. . .</b>	<b>24</b>
<b>5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA . .</b>	<b>24</b>
<b>5.4 RESULTADO DE EVALUACIÓN GENERAL DE MARCADORES . .</b>	<b>24</b>
<b>VI. COSTO POR IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MARCACIÓN DE COMBUSTIBLES PARA PETROPERÚ. .</b>	<b>33</b>
<b>VII. DETECCIÓN DE ADULTERACIONES ENTRE GASOLINAS .</b>	<b>35</b>

<b>7.1 ALTERNATIVA N° 1: (TRAZAR LA GASOLINA DE 84 OCTANOS) .</b>	<b>35</b>
<b>7.2 ALTERNATIVA N° 2: ( NO USAR TRAZADOR) .</b>	<b>35</b>
<b>7.3 ALTERNATIVA N° 3 (CAMBIAR EL COLOR DE LAS GASOLINAS) .</b>	<b>36</b>
<b>VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .</b>	<b>37</b>
<b>CONCLUSIONES . .</b>	<b>39</b>
<b>RECOMENDACIONES .</b>	<b>41</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .</b>	<b>45</b>
ANEXO N°A: DECRETO SUPREMO N°045-2001-EM – Artículo 54° .	45
ANEXO N°B-1: GANANCIA ILÍCITA ADULTERANDO GASOLINA CON KEROSENE EN PORCENTAJES DEFINIDOS . .	46
ANEXO N° B-2: GANANCIA ILÍCITA ADULTERANDO GASOLINA CON SOLVENTES N°1 Y N°3 EN PORCENTAJES DEFINIDOS . .	46
ANEXO N° B-3: GANANCIA ILÍCITA POR ADULTERACIÓN DE GASOLINAS DE ALTO OCTANAJE CON GASOLINA CON PLOMO (G-84) .	47
ANEXO N° B-4: GANANCIA ILÍCITA POR ADULTERACIÓN ENTRE GASOLINAS SIN PLOMO . .	48
ANEXO N° B-5: GANANCIAS ILÍCITAS POR ADULTERACIÓN DE DIESEL N°2 CON KEROSENE EN PORCENTAJES DEFINIDOS .	48
ANEXO N° C-1: CURVAS DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRAS DE GASOLINA 84 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 y N°3 . .	49
ANEXO N° C-2: CURVAS DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRAS DE GASOLINA 90 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 y N°3 . .	50
ANEXO N° C-3: CURVAS DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRAS DE GASOLINA 95 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3 . .	51
ANEXO N° C-4: CURVAS DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRAS DE GASOLINA 97 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3 . .	52
ANEXO N° C-5: PRESIÓN DE VAPOR REID (ASTM D-323) DE MUESTRAS DE G-84 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3 . .	54
ANEXO N° C-6: PRESIÓN DE VAPOR REID (ASTM D-323) DE MUESTRAS DE G-90 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3 . .	55
ANEXO N° C-7: PRESIÓN DE VAPOR REID (ASTM D-323) DE MUESTRAS DE G-95 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3 . .	56
ANEXO N° C-8: PRESIÓN DE VAPOR REID (ASTM D-323) DE MUESTRAS DE G-97 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3 . .	57

ANEXO N° C-9: NÚMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) DE MUESTRAS DE G-84 RON CON SOLVENTES N°1 Y N°3 .	59
ANEXO N° C-10: NÚMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) DE MUESTRAS DE G-90 RON CON SOLVENTES N°1 Y N°3 .	60
ANEXO N° C-11: NÚMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) DE MUESTRAS DE G-95 RON CON SOLVENTES N°1 Y N°3 .	61
ANEXO N° C-12: NÚMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) DE MUESTRAS DE G-97 RON CON SOLVENTES N°1 Y N°3 .	62
ANEXO N° C-13: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 84 CON KEROSENE .	63
ANEXO N° C-14: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 84 CON SOLVENTE N°1 .	64
ANEXO N° C-15: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 84 CON SOLVENTE N°3 .	64
ANEXO N° C-16: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON KEROSENE .	65
ANEXO N° C-17: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON SOLVENTE N°1 .	66
ANEXO N° C-18 CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON SOLVENTE N°3 .	67
ANEXO N° C-19: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON KEROSENE .	68
ANEXO N° C-20: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON SOLVENTE N°1 .	69
ANEXO N° C-21: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON SOLVENTE N°3 .	70
ANEXO N° C-22: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 97 CON KEROSENE .	71
ANEXO N° C-23: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 97 CON SOLVENTE N°1 .	72
ANEXO N° C-24: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 97 CON SOLVENTE N°3 .	73
ANEXO N° C-25: CURVA DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRA DIESEL N°2 – KEROSENE .	74
ANEXO N° C-26: CURVA DE PTO DE INFLAMACIÓN (ASTM D-93) MUESTRA DIESEL N°2 – KEROSENE .	75
ANEXO N° C-27: CURVA DE VISCOSIDAD (ASTM D-445) DE MUESTRAS DIESEL N°2 – KEROSENE .	76

ANEXO N°D-1: DETERMINACIÓN DEL MARCADOR N°1 .	76
ANEXO N° D-2: DETERMINACIÓN DEL MARCADOR N°2 . .	77
ANEXO N° D-3: DETERMINACIÓN DEL MARCADOR N°3 . .	79
ANEXO N° D-4: DETERMINACIÓN DEL MARCADOR N°3 (BLANCO) .	79
ANEXO N° E- 1: PRUEBAS FISICOQUÍMICAS A MUESTRAS DE KEROSENE ANTES Y DESPUÉS DE USAR MARCADOR .	80
ANEXO F: ESQUEMA DE DOSIFICACIÓN DEL MARCADOR EN PLANTA DE VENTAS . .	81
ANEXO G: DIAGRAMA DE UNIDADES DE PROCESO .	81

---

**DEDICATORIA** *Quiero agradecer a Dios por haberme dado a unos padres maravillosos, quienes a pesar de no tener estudios superiores, fueron dotados de una sabiduría divina, tanto que nunca terminaré de aprender de sus sabios consejos, pues gracias a ellos me supieron inculcar valores morales. Un agradecimiento eterno a ambos. Agradezco a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, que me permitió desarrollarme profesionalmente en sus aulas, y a todos mis profesores por transmitirme sus conocimientos. Además quisiera agradecer a PETROPERU S.A. por haberme acogido en mis primeras Practicas Pre-Profesionales y por haberme permitido desarrollar este Trabajo de Tesis. Muchas gracias a todos por su decisivo apoyo.*



## RESUMEN

El presente trabajo de Tesis, tiene como objetivo principal detectar las adulteraciones de los combustibles de uso común en el parque automotor peruano.

El trabajo consta de once capítulos, donde el capítulo N°5 permite ver las variaciones de la calidad del combustible uso motor cuando son adulterados, además nos da una visión de cómo sería detectar adulteraciones de combustibles mediante pruebas de laboratorio. Las pruebas de calidad fueron desarrolladas en el Laboratorio de Refinería Conchan de PETROLEOS DEL PERU – PETROPERU S.A., y los combustibles evaluados fueron solicitados de la Planta de Ventas de esa refinería.

Para detectar adulteraciones de gasolinas y diesel N°2 con Kerosene y de gasolinas con solventes N°1 y N°3; se evaluó cinco marcadores en el Kerosene; a fin de determinar su efectividad en la detección de adulteraciones, dentro de la que se seleccionó a los marcadores N°2 y N°3 (Dyeguard Green MCPP-10 y Dyeguard Invisible GreenII respectivamente) por ser efectivos en la detección, finalmente se indica el costo aproximado por marcar semestralmente el Kerosene y los solventes N°1 y N°3. No se puede determinar la rentabilidad del proyecto (análisis VAN y TIR); debido a que no hay utilidades para la empresa, si no que, lo que se percibe es un bien intangible.

Seguidamente se propone tres opciones para detectar las adulteraciones entre gasolinas (las de mayor octanaje con las de menor octanaje), siendo la tercera opción (cambiar de coloración a las gasolinas), la más recomendable, pues permitirá el no uso de algún marcador /trazador en la gasolina de 84 octanos, que es la que mayormente se utiliza para adulterar a las de mayor octanaje.



# I. INTRODUCCIÓN

En el parque automotor peruano, se emplean las gasolinas de 84, 90, 95 y 97 octanos, y el diesel n°2. Estos combustibles dentro de la etapa final de distribución son llevados desde las Plantas de Venta hasta las Estaciones de Servicio en camiones cisterna. En algunos casos durante el transporte, son adulterados con otros hidrocarburos de similar naturaleza molecular pero de diferente propiedad fisico-química y de menor precio, para así obtener utilidades ilícitas, originando con ellos grandes problemas a los usuarios (mayor consumo de combustibles), daños en el motor de los automóviles (debido al uso de una gasolina de menor octanaje al requerido); y de eso ocurre un incremento en la contaminación ambiental por las emisiones vehiculares.

Entre otros casos estas adulteraciones también se dan en las Estaciones de Servicio.

Los productos con los que frecuentemente se adultera a las gasolinas y diesel N°2 son el kerosene y los solventes N°1 y N°3, debido al menor precio que tienen.

La adulteración también ocurre entre las gasolinas de mayor octanaje con las de menor octanaje. Cuando la Gasolina que se emplea para adulterar es la de 84 octanos; se incrementa además en el mismo porcentaje el contenido de plomo en la gasolina adulterada.

El Gobierno a través del ministerio de Energía y Minas, a fin de evitar estas adulteraciones y por ende proteger los intereses del usuario emitió el Decreto Supremo 030-98-EM, publicado el 03 de Agosto de 1998 y complementado mediante Decreto Supremo 045-2001-EM, publicado el 22 de Julio del 2001 (ver anexo N° A-1), que obliga

a todas las empresas productoras o importadoras de combustibles a adicionar a sus productos, colorantes y/o marcadores sensibles a los reactivos, colorimétricos, cuyas características y métodos de detección deberán estar incorporados en los registros de la DGH.

Tal como se observa en los anexos N°2, N°3, N°4, N°5 y N°6. las personas que adulteran combustibles obtienen considerables ganancias; por lo que realizan esta actividad periódicamente. En virtud a ello, con los conocimientos de Ingeniería en el campo de Hidrocarburos y de Química Analítica se ha efectuado un trabajo de investigación a fin de encontrar procedimientos de detección de estas adulteraciones y proponer los métodos de detección acorde con la calidad de los combustibles del Mercado Peruano.

En lo referente al empleo de marcadores de combustibles, no hay bibliografía sobre estos productos (no se conoce el principio químico), y no es parte de este trabajo la formulación de este producto. El trabajo viene a ser el primero que se realiza teniendo como objetivo la detección de las adulteraciones de la envergadura que viene sucediendo.

Para la detección de las adulteraciones, el presente trabajo abarcara el empleo de marcadores, por presentar métodos de detección rápidos y más baratos, que el de las pruebas fisicoquímicas comunes de laboratorio.

## II. CONCEPTOS TEÓRICOS

Los conceptos que se presentan en este capítulo son términos que permitirán entender mejor este trabajo de tesis. Asimismo en el anexo N° G se muestra el Diagrama de Procesos de Refinería Conchan, con la finalidad de conocer el proceso de obtención de los combustibles de uso automotriz.

### 2.1 ADULTERACIÓN DE COMBUSTIBLES.

Procedimiento intencionado por el cual se reemplaza parte del volumen de un combustible (gasolinas o diesel N°2); con otro de similar naturaleza molecular, de diferente propiedad fisico-química y menor precio (kerosene y solventes N°1 y N°3 para las gasolinas y kerosene para el diesel N°2); con el fin de obtener utilidades ilícitas.

### 2.2 DEFINICIÓN DE GASOLINA.

Las gasolinas son una mezcla compleja de Hidrocarburos con un intervalo de ebullición de 50° a 200°, predominando las parafinas (hidrocarburos alifáticos) en muchos tipos de ellas.

## 2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS GASOLINAS SEGÚN EL PROCESO DE ELABORACIÓN.

**Gasolina Primaria (C3 – C8):** Proveniente de la Unidad de Destilación Primaria, de acuerdo al tipo de crudo procesado, su número de octano llega en promedio a 60 octanos.

**Gasolina de Craqueo Catalítico Fluidizado (FCC):** El proceso de cracking catalítico fluidizado convierte hidrocarburos pesados en productos más livianos de mayor valor.

Se efectúa el rendimiento de las moléculas de cadena larga, que constituyen el gasoil de vacío en presencia de un catalizador, a altas temperaturas, pero a una presión poco superior a la atmosférica.

El número de octano (N.O.) llega hasta 92 RON.

**Gasolina de Reformación catalítica:** Es un proceso llevado a cabo para aumentar el número de octano por reacciones de ciclación de las parafinas, de des-hidrogenación de los naftenos, de isomerización y cracking hidrogenante, que conducen a la formación de estructuras aromáticas (N.O. próximo a 100); isómeros, gases saturados e hidrógeno. Este proceso, por sus excepcionales posibilidades, ha eliminado prácticamente el reformado térmico.

**Gasolina de High Octane Blend Stock (HOBS):** Es una gasolina oxigenada, la cual ha sido aditivada por lo general con compuestos tipo Eter o Alcohol, para elevarle el octanaje.

## 2.4 DEFINICIÓN DE NÚMERO DE OCTANO.

El número de octano de un combustible es una medida de su resistencia al golpeteo. El requerimiento de octanaje de un motor depende del diseño y de la operación del mismo, así como también de las condiciones atmosféricas. Un combustible con un mayor número de octano al requerido, para una operación libre de golpeteo, no mejora la performance del vehículo.

Una disminución en el número de octano puede causar pérdida de performance en el vehículo. Sin embargo, los vehículos equipados con limitadores de golpeteo pueden mostrar una mejoría en su performance a medida que el número de octano del combustible se incrementa. La pérdida de potencia y el daño a un motor debido al golpeteo son generalmente insignificantes hasta que la intensidad del golpeteo se torne muy severa. Un golpeteo fuerte y prolongado puede provocar pérdida de potencia y daños al motor.

## **2.5 DIESEL N°2 (C14 – C20).**

Combustible destilado medio para uso específico en vehículos con motores diesel, también apropiado para su uso en motores estacionarios, especialmente en condiciones de frecuentes variaciones de velocidad y carga.

## **2.6 KEROSENE (C10 – C14).**

Es un destilado medio del petróleo consistente en una mezcla homogénea de hidrocarburos, esencialmente libre de agua, ácidos inorgánicos, compuestos alcalinos y cantidades excesivas de contaminantes en forma de partículas. Su uso es tanto doméstico como industrial.

## **2.7 SOLVENTE N°1.**

Es una nafta liviana tratada, proveniente de la Unidad de Destilación Primaria.

Es una mezcla homogénea compuesta principalmente por Hidrocarburos hasta C5, cuyo rango de destilación varía desde 40°C hasta 153°C.

## **2.8 SOLVENTE N°3.**

Es un destilado medio del petróleo, consistente en una mezcla homogénea de hidrocarburos. Es más liviano que el kerosene, con rango de destilación entre 153°C y 210°C.

## **2.9 MARCADORES DE COMBUSTIBLES.**

Los marcadores a diferencia de los trazadores cambian la apariencia del combustible, por ejemplo un cambio de color o una apariencia más oscura.

## 2.10 ABSORCION DE LUZ (ABSORBANCIA).

Considérese un haz de luz monocromática que pasa a través de una placa de un absorbente de espesor  $dx$ . Sea  $I$  la intensidad de haz incidente e  $I + dI$ , la Intensidad del haz emergente. La intensidad es el número de cuantos de luz que atraviesan un plano perpendicular a la dirección del haz de área unidad en la unidad de tiempo. Sea este número  $I$ , entonces,  $-dI$  es el número de cuantos absorbidos en la distancia  $dx$ . La probabilidad de absorción en la distancia  $dx$  es  $-dI/I$ ; si la placa es delgada, la probabilidad de absorción es proporcional al espesor de la placa y al número de moléculas que absorben en la placa, esto es, a la concentración de la especie absorbida. Tenemos:

$$\frac{-dI}{I} = k \hat{c} dx,$$

(Ec. 1)

Donde  $k$  es la constante de proporcionalidad,  $\hat{c}$  es la concentración (mol/m<sup>3</sup>), y  $dx$  es el espesor de la placa. La ecuación (1) establece que la disminución relativa en intensidad del haz es proporcional al número de moléculas absorbentes en la placa del material. Si hay varias clases de moléculas presentes, cada una con distinta capacidad para absorber luz de la frecuencia en cuestión, entonces:

$$\frac{-dI}{I} = (k_1 \hat{c}_1 + k_2 \hat{c}_2 + \dots) dx.$$

(Ec. 2)

Las constantes  $k_1, k_2, \dots$  son características de las sustancias en cuestión. Para cualquier sustancia, el valor de  $k$  depende de la longitud de onda. Si la sustancia es transparente a una longitud de onda determinada, pasará toda la luz y  $k = 0$ . Si a una longitud de onda determinada todas las sustancias son transparentes excepto una, entonces la ecuación (2) se reduce a (1). La integración de la ecuación (1) da:

$$\ln(I/I_0) = -k \hat{c} l \text{ o bien } I = I_0(e)^{(-\hat{c} \hat{c} l)}$$

(Ec. 3)

Es costumbre en espectrofotometría usar logaritmos comunes en lugar de logaritmos naturales; así en la ecuación (3) reemplazamos la base natural,  $e$ , por  $10^{0.43429\dots}$  y obtenemos  $I = I_0 10^{(-0.4343k\hat{c}l)}$ , definimos  $\xi \equiv 0.4343k$ ; entonces:

$$I = I_0 10^{(-\xi \hat{c} l)}$$

(Ec. 4)

La constante,  $\xi$ , es el coeficiente de absorción molar de la sustancia;  $\xi$  se denomina también coeficiente de extinción. La transmitancia, se define por

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

(Ec. 5)

Y la absorbancia, A, se define por:

$$A \equiv -\log T \quad \text{o bien } T = 10^{-A}$$

(Ec. 6)

La ecuación (4) es una expresión de la ley de Beer-Lamber, que es una ecuación básica para los diversos métodos de análisis colorimétricos y espectrofotométricos. Si se cumple la ley de Beer, entonces la absorbancia esta dada por:

$$A = \xi \hat{c} l$$

(Ec. 7)

Como  $\hat{c}$  esta dada en mol/m<sup>3</sup>, l esta en metros y A debe ser un número puro, tenemos que las unidades SI para  $\xi$  son mol<sup>-2</sup>/mol. El coeficiente de absorción molar  $\xi$ , ha sido definido tradicionalmente por  $A = \xi cb$ , donde c está en mol/l y b es la longitud de la celda en centímetros. Esto le da  $\xi$  la unidad de 1 mol<sup>-1</sup>/cm<sup>-1</sup>.



## III. SIGNIFICADO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO APLICADOS A LOS COMBUSTIBLES

### 3.1 SIGNIFICADO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO DE LAS GASOLINAS.

**Número de Octano Research (D-2699):** Se determina por un método que mide el nivel antidetonante del combustible en un motor de un solo cilindro bajo condiciones de operación suaves; es decir, a una temperatura moderada de entrada de la mezcla y a una baja velocidad del motor. El Número de Octano Research tiende a indicar el comportamiento del combustible en motores a baja y media velocidad.

**Presión de Vapor Reid (D-323):** 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.

**Destilación (D-86):** El Método de Ensayo ASTM D 86 para la destilación provee otra

medida de la volatilidad de los combustibles. Los cuadros N°1 al N°12 señala los límites para la temperatura del punto final y las temperaturas para el 10%, 50% y 90% de destilado. Estas características de la destilación, junto con la presión de vapor y la relación 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% evaporado del combustible debería ser lo suficientemente baja para asegurar el arranque a las temperaturas normales. Los combustibles que tengan las mismas temperaturas para el 10% y el 90% evaporado pueden variar considerablemente en la facilidad de manejo debido a las diferencias en las temperaturas de ebullición de las fracciones intermedias. La facilidad de manejo y el funcionamiento en mínimo 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.

**Contenido de Goma Lavada por Solvente (D-381):** El ensayo para el contenido de goma lavada por solvente mide la cantidad de residuo después de la evaporación del combustible seguido de un lavado con Heptano. 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 tales como combustibles diesel, etc. Las gomas lavadas por solvente consisten en gomas insolubles en combustible y gomas solubles en combustible, la porción insoluble en combustible puede obstruir los filtros de combustible ambas pueden ser depositadas sobre las superficies cuando se evapora el combustible.

La goma lavada por solvente puede contribuir a los depósitos en las superficies de los carburadores, inyectores de combustible y múltiples de admisión, toberas, válvulas y guías de válvula. El impacto de la goma lavada por solventes sobre el mal funcionamiento de los motores modernos no está bien establecido y el límite de la especificación actual es histórico más que el resultado de estudios correlacionales recientes. Este impacto depende de dónde se forman los depósitos, la presencia de otros precursores de depósitos tales como partículas transportadas por el aire, fugas del cilindro y gases de recirculación en el escape, aceite de motor oxidado y la cantidad de depósitos.

La diferencia entre el valor del contenido de gomas sin lavar y gomas lavadas por solventes, puede ser usada para evaluar la presencia y cantidad de material no volátil en el combustible. Se requieren ensayos analíticos adicionales para determinar si el material es un aditivo, aceite portador, combustible diesel, etc.

## **3.2 SIGNIFICADO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO DEL DIESEL N°2.**

**Número de Cetano (D-976 / D-4737):** El número de cetano es una medida de la calidad de la ignición del combustible y tiene influencia en la uniformidad de la combustión. Los

requerimientos de número de cetano dependen del diseño y tamaño del motor, la naturaleza de las variaciones de velocidad y carga, de las condiciones atmosféricas y del arranque. El incremento del número de cetano por encima de los valores realmente requeridos por el motor no mejora significativamente su funcionamiento.

**Destilación (D-86):** Los requerimientos de volatilidad del combustible dependen del diseño y tamaño del motor, así como de la naturaleza de las variaciones de velocidad y carga, de las condiciones atmosféricas y del arranque. Para motores en servicios que involucran rápidas fluctuaciones de carga y velocidad como en la operación de ómnibuses y camiones, los combustibles más volátiles pueden proporcionar una mejor performance, especialmente con respecto al humo y olor. No obstante, la mejor economía de combustible generalmente se obtiene con los tipos de combustibles más pesados a causa de su mayor poder calorífico.

**Viscosidad (D-445):** Para algunos motores es ventajoso especificar una viscosidad mínima, debido a la pérdida de potencia originada por las fugas en la bomba de inyección e inyector. Por otra parte, la viscosidad máxima está limitada por consideraciones relacionadas con el diseño y tamaño del motor y las características del sistema de inyección.

**Punto de Inflamación (D-93):** El punto de inflamación especificado no está directamente relacionado con la performance del motor. Sin embargo, su importancia está relacionada con requisitos legales y precauciones de seguridad relacionadas con el manejo y almacenamiento del combustible y normalmente se especifica para satisfacer las regulaciones de seguridad y de prevención de incendios.

**Densidad (D-1298):** La densidad es una prueba física fundamental que puede ser usada en conjunción con otras propiedades para caracterizar a los combustibles en productos ligeros y pesados. Su determinación es necesaria para la conversión de volúmenes medidos a volúmenes a la temperatura estándar de 15 °C.

**Características del Combustible que Influyen en el Desgaste del Equipo:** Dos características del combustible que influyen en el desgaste del equipo son la baja viscosidad y la falta de suficientes cantidades de trazas de ciertos componentes que tienen afinidad con las superficies metálicas. Si la viscosidad del combustible satisface los requisitos de un motor en particular se mantendrá una partícula de combustible entre las superficies en movimiento de los componentes del sistema de combustible.

Esto impide el excesivo contacto metal con metal y evita fallas prematuras debido al desgaste. En forma similar, ciertas moléculas con actividad de superficie del combustible se adhieren a o se combinan con las superficies metálicas para producir una película protectora que también puede proteger dichas superficies contra el desgaste excesivo.

**Lubricidad del Combustible:** El interés sobre la lubricidad del combustible se limita a situaciones en las que se usan combustibles con viscosidad menor que la especificada para un motor en particular o al caso de combustibles que han sido procesados de tal manera que se hayan eliminado trazas de ciertos compuestos activos de superficie que actúan como agentes lubricantes. Actualmente los únicos combustibles de este último tipo que presenten problemas de lubricidad son aquellos que resultan de un procesamiento lo suficientemente severo como para reducir sustancialmente el contenido

de compuestos aromáticos por debajo de los niveles comunes. Actualmente se investiga para identificar las características de tales combustibles y en qué casos utilizar aditivos mejoradores de la lubricidad para asegurar una operación satisfactoria en áreas sensibles del sistema de combustible del vehículo.

### 3.3 SIGNIFICADO DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO PARA EL KEROSENE.

**Color Saybolt (D-156):** Es una indicación de la pureza global del producto y constituye un parámetro útil para asegurar que no esté contaminado con productos pesados.

**Destilación (D-86):** Es una indicación de la volatilidad del combustible. Los límites máximos especificados para el 10% recuperado y el punto final, establecen un rango apropiado para vaporizar fácilmente el kerosene en sus aplicaciones normales.

**Punto de Inflamación (D-56):** Es utilizado principalmente como un índice de riesgo de incendio. El punto de inflamación mínimo permisible esta regulado por la Norma Técnica de Indecopi, y esta basado en prácticas aceptadas en su manipuleo y utilización

## IV. CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES ADULTERADOS.

Los resultados obtenidos, son variables dado que pueden emplearse otros tipos de combustibles y dependen de la calidad cuando están puros.

Hay que indicar que los combustibles tienen un rango de valores en sus propiedades. Por ejemplo una gasolina, puede tener un punto final de destilación entre 200°C y 221°C, todo depende del tipo de crudo que se procesa, y el nivel de refinación.

Los cuadros siguientes muestran los resultados obtenidos en el laboratorio, indicándose con números de color rojo los casos cuando el producto sale de especificación.

En el anexo N°C, se muestra gráficamente la variación de la calidad de los combustibles adulterados.

**DETECCIÓN DE ADULTERACIONES DE COMBUSTIBLES DE USO EN EL PARQUE AUTOMOTOR PERUANO**

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE KEROSENE							ESPECIFICACION PETROBRUNO	
		0%	2%	5%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
API	D-287	30.0	60.2	100	99.9	67.6	66.8	10.4	REPORTAR	
DESTILACION °C	D-36									
PIB		38	39	39	39	40	40	160		
5% V Recuperado		54	55	54	55	56	56	178		
10% V Recuperado		62	64	61	64	65	66	100	70	
20% V Recuperado		74	76	74	77	80	81	198		
50% V Recuperado		107	119	103	112	117	122	228	77	118
90% V Recuperado		160	157	163	189	210	229	274	190	
95% V Recuperado		140	138	103	111	145	155	184		
PEI		205	203	250	205	269	294	200	221	
RECUPERADO (% VOL)		78.0	99.6	99.0	96.0	94.0	69.0	48.0	96.8	
RESIDUO (% VOL)		1.0	1.0	1.5	0.5	0.5	0.5	1.5	2	
PERDIDA (% VOL)		1.0	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	REPORTAR	
PRESION DE VAPOR REI (psi)	D-323	5.58	6.11	6.00	5.70	5.41	5.05		10	

**CUADRO N°1: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 84 OCTANOS ADULTERADO CON KEROSENE**

NOTA: No necesario la Prueba de octanaje (RON, ASTM D-2699) debido a que para esta prueba es necesario que el combustible tenga un Punto final de Ebullición menor de 230 °C, encima del cual el equipo tiende a malograrse.

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE SOLVENTE N°1							ESPECIFICACION PETROBRUNO	
		1%	2%	5%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
API	D-287	60.3	50.1	68.2	62.3	60.6	50.8	64.3	REPORTAR	
DESTILACION °C	D-36									
PIB		38	39	38	35	40	40	43		
5% V Recuperado		54	55	55	57	51	57	65		
10% V Recuperado		62	63	62	64	64	65	13	70	
20% V Recuperado		74	74	74	76	76	77	63		
50% V Recuperado		107	100	105	104	104	103	99	77	118
90% V Recuperado		160	161	155	160	160	160	164	190	
95% V Recuperado		160	160	162	165	125	123	163		
PEI		220	219	219	215	216	213	153	221	
RECUPERADO (% VOL)		58.5	59	58.5	59.3	59.0	58.5	58.5	36	
RESIDUO (% VOL)		2.5	0.8	1	0.5	0.5	0.7	0.5	2	
PERDIDA (% VOL)		2.3	0.2	0.8	0.5	0.5	0.6	1.0	REPORTAR	
PRESION DE VAPOR REI (psi)	D-323	5.5	5.48	6.40	6.32	6.48	5.12	4.95	10	
NUMERO DE OCTANOS RESEARCH	D-2699	83.7	83.0	82.8	81.3	81.1	80.0		84.1	

**CUADRO N°2: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 84 OCTANOS ADULTERADO CON SOLVENTE N° 1**

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE SOLVENTE N°3							ESPECIFICACION PETROBRUNO	
		0%	2%	5%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
API	D-287	30.8	60.4	60.0	58.4	58.0	58.0	47.8	REPORTAR	
DESTILACION °C	D-36									
PIB		38	38	38	40	40	40	103		
5% V Recuperado		54	55	55	56	57	58	157		
10% V Recuperado		62	63	64	64	66	66	153	70	
20% V Recuperado		74	76	77	78	80	84	160		
50% V Recuperado		107	100	100	104	117	122	105	77	118
90% V Recuperado		160	160	160	162	170	171	151	190	
95% V Recuperado		140	160	160	160	164	164	160		
PEI		205	205	206	206	206	207	210	221	
RECUPERADO (% VOL)		78.0	99.0	99.0	78.0	93.0	93.0	98.0	50	
RESIDUO (% VOL)		1.0	1.0	0.6	0.7	1.0	1.6	1.2	2	
PERDIDA (% VOL)		0.5	0.5	0.5	0.8	1.5	0.3	0.3	REPORTAR	
PRESION DE VAPOR REI (psi)	D-323	5.50	6.08	6.2	5.05	6.04	4.80		10	
NUMERO DE OCTANOS RESEARCH	D-2699	84.0	83.4	82.4	81.0	78.6	76.8		84.1	

**CUADRO N°3: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 84 OCTANOS ADULTERADO CON SOLVENTE N°3**

IV. CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES ADULTERADOS.

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE REFUSENE							ESPECIFICACION PETROPERU S.06	
		0%	3%	6%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
API	D-201	57.0	56.7	55.4	55.4	54.4	53.4	49.4		
DESTILACION °C	D-30									
PIB		37	38	38	38	38	40	100		
5% V Recuperado		40	50	50	50	52	53	173		
10% V Recuperado		54	57	50	57	58	59	185		70
20% V Recuperado		60	65	58	67	70	72	190		
50% V Recuperado		103	109	110	110	109	109	229	77	118
80% V Recuperado		178	198	197	204	214	227	373		107
95% V Recuperado		194	209	214	212	246	259	354		
PIB		216	211	245	242	270	274	300		221
RECUPERADO (%VOL)		95.0	94.5	90.5	90.5	90.5	90.0	90.0	90.0	
RESIDUO (%VOL)		0.5	0.7	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0		2
PERDIDA (%VOL)		0.0	0.8	0.7	0.0	0.0	1.0	2.0		REPORTAR
PRESION DE VAPOR REB (psia)	D-322	4.97	6.62	6.46	4.90	6.30	6.66			10

CUADRO N°4: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 90 OCTANOS ADULTERADO CON KEROSENE

NOTA: No necesario la Prueba de Octanaje (RON, ASTM D-2699), debido a que para esta prueba es necesario que el combustible tenga un Punto Final de Ebullición menor de 230 °C, encima del cual el equipo tiende a malograrse.

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE SOLVENTE N°1							ESPECIFICACION PETROPERU S.06	
		0%	3%	6%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
API	D-201	57.0	57.5	57.5	57.9	58.2	58.5	64.0		
DESTILACION °C	D-30									
PIB		39	39	37	37	39	39	40		
5% V Recuperado		43	49	45	47	50	52	64		
10% V Recuperado		54	55	55	55	57	57	72		70
20% V Recuperado		62	65	64	65	67	67	80		
50% V Recuperado		103	110	107	103	103	103	90	77	118
80% V Recuperado		160	170	176	170	174	172	124		190
95% V Recuperado		190	190	197	194	191	189	133		
PIB		200	214	218	210	217	216	153		221
RECUPERADO (%VOL)		95.0	94.5	90.5	90.0	90.0	90.0	90.0	90	
RESIDUO (%VOL)		0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5		2
PERDIDA (%VOL)		0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	1.0		REPORTAR
PRESION DE VAPOR REB (psia)	D-322	3.07	6.61	6.50	4.29	6.29	6.10	4.50		10
NUMERO DE OCTANOS RESEARCH	D-2699	97.2	88.1	89.2	88.0	88.9	85.3			90.0

CUADRO N°5: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 90 OCTANOS ADULTERADO CON SOLVENTE N°1

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE SOLVENTE N°3							ESPECIFICACION PETROPERU S.06	
		0%	3%	6%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
API	D-201	57.0	56.6	56.5	56.0	55.0	54.7	47.4		
DESTILACION °C	D-30									
PIB		36	36	36	34	33	34	100		
5% V Recuperado		48	49	50	52	52	53	151		
10% V Recuperado		54	53	54	57	58	59	156		74
20% V Recuperado		63	64	64	65	70	72	160		
50% V Recuperado		122	124	113	115	112	109	104	71	118
80% V Recuperado		195	190	189	181	181	182	181		190
95% V Recuperado		198	196	198	197	195	195	185		
PIB		221	220	213	219	217	216	210		221
RECUPERADO (%VOL)		95.0	94.5	90.5	90.5	90.5	90.0	90.0	90	
RESIDUO (%VOL)		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0		2
PERDIDA (%VOL)		0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5		REPORTAR
PRESION DE VAPOR REB (psia)	D-322	6.51	6.49	5.94	3.19	5.51	5.20			10
NUMERO DE OCTANOS RESEARCH	D-2699	86.2	89.4	88.0	88.0	84.9	81.7			90.0

CUADRO N°6: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 90 OCTANOS ADULTERADO CON SOLVENTE N°3

# DETECCIÓN DE ADULTERACIONES DE COMBUSTIBLES DE USO EN EL PARQUE AUTOMOTOR PERUANO

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE KEROSENE							ESPECIFICACION PETROBRUNO-35	
		0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
API	D-267	122	118	113	109	102	98	93	REPORTAR	
DESTILACION °C	D-86									
PIB		36	35	34	33	32	31	30		
5% V Recuperado		56	54	52	51	50	49	48		
10% V Recuperado		57	55	53	51	50	49	48		70
50% V Recuperado		79	77	74	72	70	68	66		
80% V Recuperado		112	110	107	104	102	100	98	77	118
90% V Recuperado		160	158	155	152	150	148	146		190
95% V Recuperado		180	178	175	172	170	168	166		
PHI		275	271	267	263	259	255	251		287
RECUPERACION (%VOL)		99.0	98.5	98.0	97.5	97.0	96.5	96.0	95.0	
RESIDUO (%VOL)		3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5		2
PERDIDA (%VOL)		3.3	3.0	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	REPORTAR	
PRESION DE VAPOR DE DISEÑO	D-323	6.38	6.18	6.08	5.93	5.84	5.71	5.61		10

CUADRO N°7: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 95 OCTANOS ADULTERADO CON KEROSENE

NOTA: No necesario la Prueba de Octanaje (RON, ASTM D-2699), debido a que para esta prueba es necesario que el combustible tenga un Punto Final de Ebullición menor de 230 °C, encima del cual el equipo tiende a malograrse.

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE SOLVENTE N°1							ESPECIFICACION PETROBRUNO-35	
		0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
API	D-267	122	118	113	109	102	98	93	REPORTAR	
DESTILACION °C	D-86									
PIB		36	35	34	33	32	31	30		
5% V Recuperado		56	54	52	51	50	49	48		
10% V Recuperado		57	55	53	51	50	49	48		70
50% V Recuperado		79	77	74	72	70	68	66		
80% V Recuperado		112	110	107	104	102	100	98	77	118
90% V Recuperado		160	158	155	152	150	148	146		190
95% V Recuperado		180	178	175	172	170	168	166		
PHI		275	271	267	263	259	255	251		287
RECUPERACION (%VOL)		99.0	98.5	98.0	97.5	97.0	96.5	96.0	95.0	
RESIDUO (%VOL)		3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5		2
PERDIDA (%VOL)		3.3	3.0	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	REPORTAR	
PRESION DE VAPOR DE DISEÑO	D-323	6.38	6.18	6.08	5.93	5.84	5.71	5.61		10
NUMERO DE OCTANOS RESEARCH	D-2699	95	94.2	93.4	92.6	91.8	91.1	90.3	89.5	

CUADRO N°8: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 95 OCTANOS ADULTERADO CON SOLVENTE N°1

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE SOLVENTE N°3							ESPECIFICACION PETROBRUNO-35	
		0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
API	D-267	122	118	113	109	102	98	93	REPORTAR	
DESTILACION °C	D-86									
PIB		35	34	33	32	31	30	29		
5% V Recuperado		55	54	53	52	51	50	49		
10% V Recuperado		57	55	53	52	51	50	49		70
50% V Recuperado		79	77	74	72	70	68	66		
80% V Recuperado		112	110	107	104	102	100	98	77	118
90% V Recuperado		160	158	155	152	150	148	146		190
95% V Recuperado		180	178	175	172	170	168	166		
PHI		275	271	267	263	259	255	251		287
RECUPERACION (%VOL)		99.0	98.4	98.0	97.5	97.0	96.5	96.0	95.0	
RESIDUO (%VOL)		0.5	0.7	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5		2
PERDIDA (%VOL)		0.6	0.8	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	REPORTAR	
PRESION DE VAPOR DE DISEÑO	D-323	6.38	6.18	6.08	5.93	5.84	5.71	5.61		10
NUMERO DE OCTANOS RESEARCH	D-2699	95	94.4	93.8	93.2	92.6	92.1	91.5	90.9	

CUADRO N°9: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 95 OCTANOS OCTANOS ADULTERADO CON SOLVENTE N°3

IV. CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES ADULTERADOS.

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE KEROSENE							ESPECIFICACION PETROBRAS D-27	
		0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
(API)	D-287	48.0	47.7	47.0	47.3	48.3	48.3	48.4	REPORTAR	
DESTILACION °C	D-86									
PFB		35	34	30	40	41	42	100		
0% V Recuperado		52	53	53	55	56	63	138		
10% V Recuperado		61	62	63	64	65	71	168	10	
20% V Recuperado		76	78	78	82	84	97	198		
50% V Recuperado		118	119	121	124	127	131	228	17	118
80% V Recuperado		167	162	166	162	162	160	224	198	
100% V Recuperado		168	173	180	200	240	255	264		
PFB		209	249	294	290	270	277	290	221	
RECUPERADO (%VOL)		98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.0	98.0	98	
RESIDUO (%VOL)		0.1	1.0	1.0	1.0	1.5	1.2	1.0	2	
PERDIDA (%VOL)		0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	0.3	0.5	REPORTAR	
PRESION DE VAPOR HEV (psia)	D-323	6.29	6.09	5.91	5.88	5.88	5.88	5.88	10	
NUMERO DE OCTANOS RESEARCH	D-269	97.8	97.64	97.76	97.31	97.84	97.4		6	

CUADRO N°10: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 97 OCTANOS ADULTERADO CON KEROSENE

NOTA: No necesario la Prueba de Octanaje (RON, ASTM D-2699), debido a que para esta prueba es necesario que el combustible tenga un Punto Final de Ebullición menor de 230 °C, encima del cual el equipo tiende a malograrse.

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE SOLVENTE N°1							ESPECIFICACION PETROBRAS D-47	
		0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
(API)	D-287	49.0	48.3	48.7	49.4	50.2	51.0	49.3	REPORTAR	
DESTILACION °C	D-86									
PFB		36	38	38	38	39	39	42		
0% V Recuperado		52	53	53	53	54	55	55		
10% V Recuperado		61	62	63	63	63	64	73	20	
20% V Recuperado		76	77	77	77	78	80	93		
50% V Recuperado		118	117	118	115	114	113	120	77	118
80% V Recuperado		167	168	167	166	166	164	161	190	
100% V Recuperado		168	166	167	167	165	165	160		
PFB		200	200	202	200	201	197	190	221	
RECUPERADO (%VOL)		98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98	
RESIDUO (%VOL)		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	2	
PERDIDA (%VOL)		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.0	REPORTAR	
PRESION DE VAPOR HEV (psia)	D-323	6.29	6.21	6.19	6.13	6.05	5.98	4.98	10	
NUMERO DE OCTANOS RESEARCH	D-269	97.9	97.3	96.8	96.7	96.6	96.4		17.0	

CUADRO N°11: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 97 OCTANOS ADULTERADO CON SOLVENTE N°1

PRUEBAS	METODO ASTM	PORCENTAJE DE SOLVENTE N°3							ESPECIFICACION PETROBRAS D-67	
		0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%	MIN.	MAX.
(API)	D-287	48.0	48.0	48.0	48.3	48.0	48.0	47.5	REPORTAR	
DESTILACION °C	D-86									
PFB		34	36	36	36	36	39	104		
0% V Recuperado		52	52	53	54	54	56	167		
10% V Recuperado		61	62	63	64	65	67	158	70	
20% V Recuperado		76	77	78	78	84	87	160		
50% V Recuperado		118	120	121	124	127	131	186	71	118
80% V Recuperado		157	158	159	164	168	167	181	190	
100% V Recuperado		168	171	170	174	176	176	188		
PFB		200	203	204	208	207	208	210	221	
RECUPERADO (%VOL)		98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98	
RESIDUO (%VOL)		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	2	
PERDIDA (%VOL)		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.0	REPORTAR	
PRESION DE VAPOR HEV (psia)	D-323	6.29	6.11	5.98	5.89	5.81	5.71		10	
NUMERO DE OCTANOS RESEARCH	D-269	97.9	97.0	96.1	94.5	91.9	89.6		17.0	

CUADRO N°12: CALIDAD DE LA GASOLINA DE 97 OCTANOS ADULTERADO CON SOLVENTE N°3

**DETECCIÓN DE ADULTERACIONES DE COMBUSTIBLES DE USO EN EL PARQUE AUTOMOTOR PERUANO**

PRUEBAS	MÉTODO ASTM	PORCENTAJE DE KEROSENE								ESPECIFICACION EN TABLA D-2	
		0%	20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	MIN.	MAX.
SAF	D-287	24.2	24.4	24.0	24.0	24.0	24.1	24.4	24.4		
SPECIFIC GRAVITY 15.5°C	D-1298	0.8540	0.8529	0.8534	0.8539	0.8543	0.8547	0.8547	0.8547		
DENSIDAD 15°C	E-1298	0.8536	0.8524	0.8519	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524		
PTD (INFLAMACION, PENNY MARTIN)	D-20	80	78	76	76	76	76	76	76	50	
DESTILACION %	D-56										
PIB		210.0	190.0	180.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0		
0% V Recuperado		236.0	229.0	227.0	229.0	229.0	229.0	229.0	229.0		
10% V Recuperado		248.0	243.0	242.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0		
20% V Recuperado		262.0	259.0	259.0	259.0	259.0	259.0	259.0	259.0		
30% V Recuperado		275.0	274.0	273.0	273.0	273.0	273.0	273.0	273.0		
40% V Recuperado		288.0	287.0	286.0	286.0	286.0	286.0	286.0	286.0		
50% V Recuperado		301.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0		300
PIFB		240.0	239.0	240.0	237.0	238.0	234.0	234.0	230.0		300
RECUPERACION (%)		99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0		
RES DUO (P/0%)		0.8	1.4	1.0	1.0	0.8	1.1	1.1	1.8		
PERUJA (P/0%)		0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.5		
VISCOSIDAD CINEMATICA A 31.8°C (cS)	D-445	3.68	3.50	3.5	3.36	3.28	3.13	3.13	3.00	1.80	2.80
INDICE OCTANO (VARIABLES)	D-615	49.4	49.5	49.5	49.5	49.5	49.0	49.0	49.0	45	45
INDICE OCTANO (VARIABLES)	D-615	50.8	50.5	50.4	50.7	50.7	49.0	49.0	49.0	45	45
PCDBR CALORIFICO BRUTO (BTU/GAL)	MTDB**	13660	13660	13660	13663	13667	13670	13670	13670		
PCDBR CALORIFICO NETO (BTU/GAL)	MTDB**	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000		

CUADRO N°13: CALIDAD DEL DIESEL N°2 ADULTERADO CON KEROSENE

NOTA: (\*) METODO DE PRUEBA D-56 (\*\*) MTDB: MANUAL TECHNICAL DATA BOOK

PRUEBA	RESULTADOS			ESPECIFICACION PETROPERU	
	G-84	G-97 (10% G-84)	G-97 (3% G-84)	MIN.	MAX.
Piombo, gramos/litro	0.2958	0.0293	0.0144		0.013

CUADRO N°14. PLOMO EN MEZCLAS DE G-97 CON G-84 (ASTM D-3341)

G-84	G-90	G-95	G-97
83.8	90.0	95.1	97.1

CUADRO N°15. NUMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) EN MUESTRAS DE GASOLINAS PURAS

% MEZCLA	G-90 CON G-84	G-95 CON G-84	G-97 CON G-84
5%	89.8	94.9	96.5
10%	89.6	94.7	96.2

CUADRO N°16. NUMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) EN MEZCLAS DE GASOLINA SIN PLOMO CON G-84

% MEZCLA	G-95 CON G-90	G-97 CON G-90
5%	94.7	96.8
10%	94.5	96.3

CUADRO N°17. NUMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) EN MEZCLAS DE G-95 Y G-97 CON G-90

% MEZCLA	G-97 CON G-95
5%	97.0

CUADRO N°18. NUMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) EN MEZCLA DE G-97 CON G-95

## V. EVALUACIÓN DE MARCADORES.

Se efectuó la evaluación desde el punto de vista técnico, de seguridad, y económico a cinco marcadores, solicitados a compañías proveedoras.

En el cuadro N° 19, se detalla la relación de marcadores evaluados, así como las compañías proveedoras de estos productos.

### 5.1 EVALUACIÓN TÉCNICA (LABORATORIO).

El cuadro N° 20, es un comparativo de los resultados técnicos, de los cinco marcadores evaluados, en el se observa que los marcadores N° 2 y N° 3, permiten detectar hasta niveles bajos de adulteración (3%).

Las lecturas de absorbancia tomadas durante las pruebas de detección de adulteraciones (combustible + marcador + revelador) de gasolinas y Diesel N° 2 con kerosene, están indicados en las tablas N° 21 al N° 26; estos corresponden al marcador N° 3 (Dyeguard Invisible Green II).

La detección con el marcador Dyeguard Green MCPP-10, es solamente cualitativa, debido a que la coloración azul de la fase acuosa se pierde rápidamente con la luz.

## 5.2 EVALUACIÓN DE SEGURIDAD.

Esta evaluación se efectuó tomando en cuenta la hoja de seguridad de los marcadores (Material Safety Data Sheet) y de la información bibliografía sobre la toxicidad de compuestos químicos. (Ver cuadro N° 27)

Concerniente al marcador Dyeguard Green MCPP-10, la toxicidad del producto depende únicamente del cresol ( $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ ); que se emplea para disolver el Quinizarin (1,4 dihydroxyanthraquinone ó 1,4 dihydroxi 9,10 anthracenedione), que es quien le da la propiedad de marcador.

El marcador Dyeguard Invisible Green II, es el menos toxico de todos.

## 5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica se realizo tomando en cuenta los resultados de la Evaluación Técnica y Seguridad. Razón por la cual se descalifica a los marcadores N° 4 y N° 5 (UNIMARK 1494 DB y Sudan Marker LB 455 respectivamente); además de que no se recibió información de los precios correspondientes.

El marcador Mortrace MP, también debería descartarse, por su sistema de detección no efectivo para los combustibles de Petroperú, pero de ser así, solo quedaría los marcadores Dyeguards (un solo proveedor); razón por la cual el marcador Mortrace MP, participa en la evaluación económica.

Esta evaluación consiste en comparar los costos por marcar un barril de combustible (ver cuadro N° 28). El marcador Green MCPP-10, es el mas económico de todos

## 5.4 RESULTADO DE EVALUACIÓN GENERAL DE MARCADORES

De acuerdo a las evaluaciones efectuadas en los acápite anteriores; solo los marcadores Dyeguards, cumplen con las expectativas, para detectar adulteraciones de combustibles de Petroperú, en el siguiente orden de satisfacción:

1° Dyeguard Invisible Green II

2° Dyeguard Green MCPP-10

Reiterando que el marcador Dyeguard Green MCPP-10, es mas toxico que el marcador invisible. (Marcador N°3)

## V. EVALUACIÓN DE MARCADORES.

En el cuadro del Anexo N°E, se muestran los resultados de las pruebas fisicoquímicas efectuados al Kerosene, dosificado con el marcador N°3.

MARCADOR/TRAZADOR	REACTIVO / TIPO	COMPAÑÍA PROVEEDORA	PAIS
MOYTRACE MP (N°1)	REAGENTE 3000 / EXTRACTANTE	PETROPOLIS. (REPRESENTANTE DE ROOM HAAS/EX- MOBILON)	PERUANO
DYEGUARD GREEN MCPP - 10 (N°2)	NaOH (10%W) / EXTRACTANTE	JOHN HOGG TECHNICAL SOLUTIONS S.A.	INGLATERRA (*)
DYEGUARD INVISIBLE GREEN I (N°3)	DEVELOPER INVISIBLE GREEN II / REVELADOR	JOHN HOGG TECHNICAL SOLUTIONS S.A.	INGLATERRA (*)
UNIMARK 1494 D3 (N°4)	UNIMARK DEVELOPER 0-5 / REVELADOR	HOLANDA QUIMICA DEL PERU S.A.C. (REPRESENTANTE DE UNITED COLOR MANUFACTURING INC.) - URA	PERU
SUDAN MARKER LB 456 (N°5)	HCl (10%W) / EXTRACTANTE	GAS S.A.	PERU

**CUADRO N°19: MARCADORES EVALUADOS PARA DETECTAR ADULTERACIONES CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3**

**NOTA:** REACTIVO EXTRACTANTE: FORMA DOS FASES REACTIVO REVELADOR: FORMA UNA SOLA FASE (\*) ESTA COMPAÑÍA ELABORA Y COMERCIALIZA LOS MARCADORES

MARCADOR	PRODUCTO FINAL DESPUES DE LA FASE REACTIVO SUSTRATO	DE DETECCIÓN EN GASOLINAS 1 (NOME: 8P)	NIVEL DE DETECCIÓN	OTRAS OBSERVACIONES
MOYTRACE MP	FASE ACUOSA DE COLOR ROJO	SE PRESENTA LA COLORACION ROJA TAMBIEN CUANDO SE AYUDA, TIENE COMO CUANDO NO HAY (EN GASOLINAS BUENAS)		1) ENMUESTRAS PURAS, DA UNA FALSA SEÑAL DE ADULTERACION 2) OCURRE AL REPOSICIONAR
DYEGUARD GREEN MCPP - 10	FASE ACUOSA DE COLOR AZUL	SE PRESENTA LA COLORACION AZUL INMEDIATAMENTE, SI NO PARA LA PRUEBA LINE 8 DEL N°7, SE PRESENTA UNA TURBIDEZ, QUE DESPUES DE 30 MIN PERMANECE	10%	1) TIR DE VERDE AL KEROSENE 2) LA COLORACION AZUL SE PERDIE DESPUES DE 5/10/15 MIN 3) EL COMPUESTO CROMO ES PRESENTE EN LA COMPOSICION DEL MARCADOR ES TORCICO
DYEGUARD INVISIBLE GREEN II	SOLUCION DE COLOR VERDE	SE PRESENTA LA COLORACION VERDE INMEDIATAMENTE (PERO SOLO SE HA POR PERSONAL BIEN ENTRENADO)	40%	DE DETECCION VISUAL CON AYUDA DE COLORIMETRO ES MAS EXACTO
UNIMARK 1494 D3	SOLUCION DE COLOR PURPURA	SE PRESENTA LA COLORACION PURPURA A CONCENTRACIONES ULTRABAJAS DEL MARCADOR	10%	EL COLOR DEL REVELADOR UNIMARK DEVELOPER ES MUY INSTANTE - CALIBRA MARCOS Y MANTIENE ESTOMACAL

**CUADRO N° 20: RESULTADOS DE EVALUACIÓN TÉCNICA DE MARCADORES**

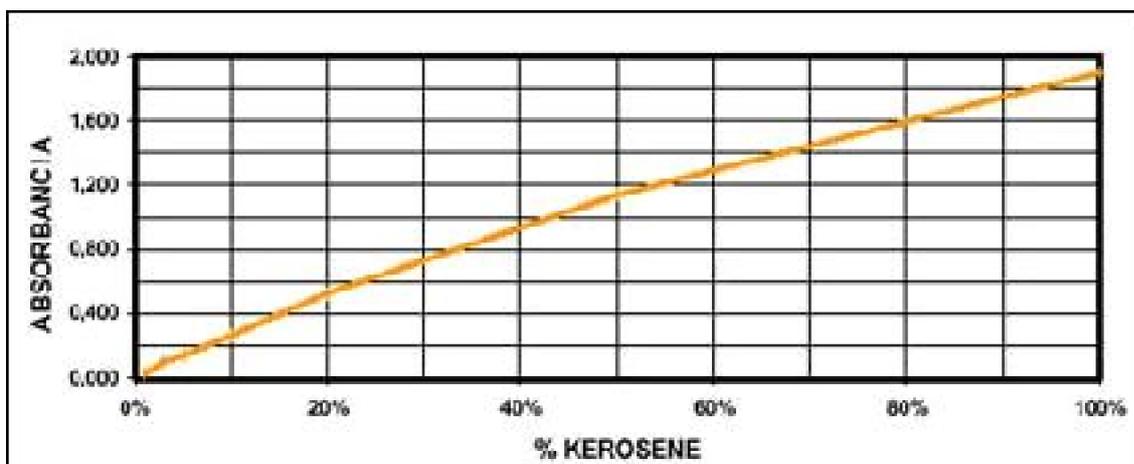
COMBUSTIBLE	PORCENTAJE DE ADULTERACION						
	1%	3%	5%	10%	20%	50%	100%
GASOLINA 84	0.027	0.162	0.136	0.264	0.530	1.143	1.896
GASOLINA 90	0.016	0.096	0.135	0.280	0.484	1.085	1.698
GASOLINA 95	0.021	0.073	0.123	0.273	0.498	1.111	1.746
GASOLINA 97	0.035	0.083	0.134	0.267	0.523	1.164	1.871
DIESEL N°2	0.022	0.070	0.131	0.248	0.500	1.190	1.822

*CUADRO N° 21: LECTURA PROMEDIO DE ABSORBANCIAS DE MUESTRAS DE GASOLINA Y DIESEL N°2 ADULTERADOS CON KEROSENE*

**NOTA:** EL KEROSENE EMPLEADO FUE DOSIFICADO CON EL MARCADOR N°3 (100PPM)

<b>PORCENTAJE DE ADULTERACION</b>	<b>ABSORBANCIA</b>
1%	0.027
3%	0.102
5%	0.136
10%	0.264
20%	0.530
50%	1.143
100%	1.896

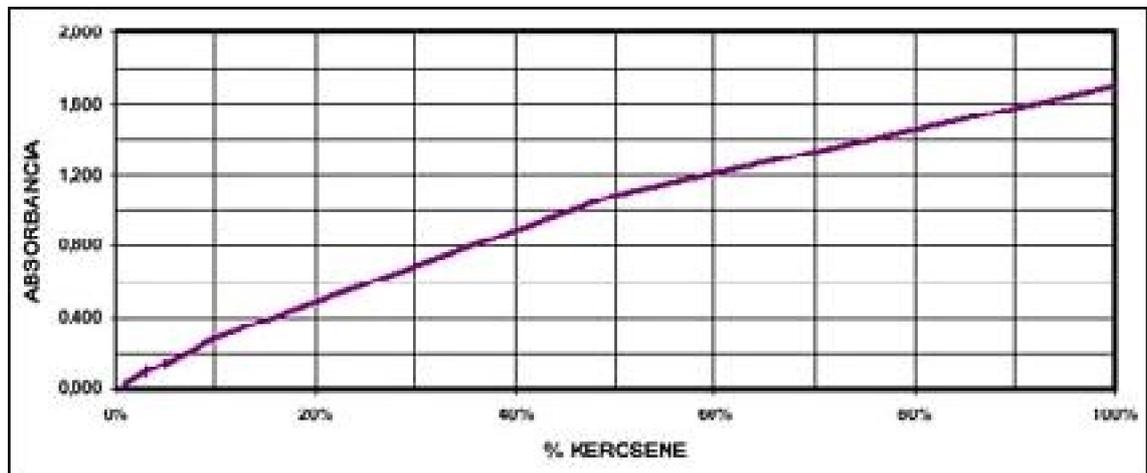
*CUADRO N° 22: LECTURA DE ABSORBANCIA DURANTE LA DETECCION DE ADULTERACIONES DE G-84 CON KEROSENE MARCADO*



**NOTA:** EL KEROSENE EMPLEADO FUE DOSIFICADO CON EL MARCADOR N°3 (100PPM) LAS LECTURAS FUERON TOMADAS CON UNA LONGITUD DE ONDA DE 610nm

PORCENTAJE DE ADULTERACION	ABSORBANCIA
1%	0,016
3%	0,096
5%	0,135
10%	0,280
20%	0,484
50%	1,085
100%	1,698

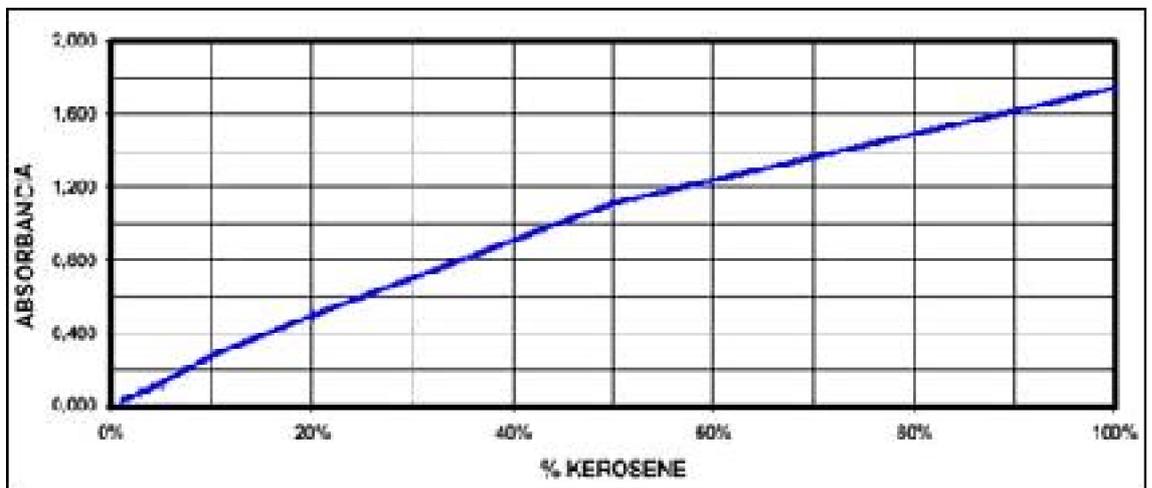
CUADRO N°23: LECTURA DE ABSORBANCIA DURANTE LA DETECCIÓN DE ADULTERACIONES DE G-90 CON KEROSENE MARCADO



**NOTA:** EL KEROSENE EMPLEADO FUE DOSIFICADO CON EL MARCADOR N°3 (100PPM) LAS LECTURAS FUERON TOMADAS CON UNA LONGITUD DE ONDA DE 610nm

PORCENTAJE DE ADULTERACION	ABSORBANCIA
1%	0,021
3%	0,073
5%	0,123
10%	0,273
20%	0,498
50%	1,111
100%	1,746

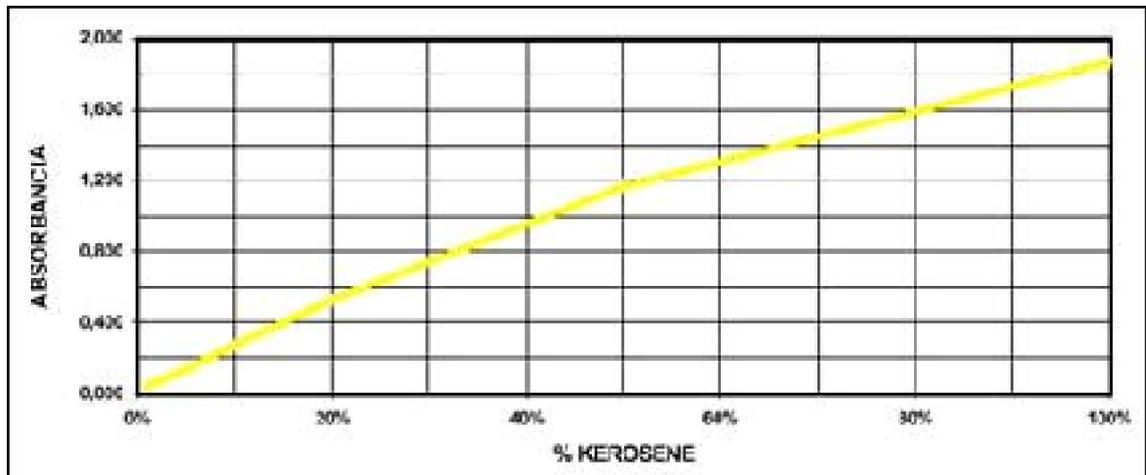
CUADRO N° 24: LECTURA DE ABSORBANCIA DURANTE LA DETECCIÓN DE ADULTERACIONES DE G-95 CON KEROSENE MARCADO



**NOTA:** EL KEROSENE EMPLEADO FUE DOSIFICADO CON EL MARCADOR N°3 (100PPM) LAS LECTURAS FUERON TOMADAS CON UNA LONGITUD DE ONDA DE 610nm

PORCENTAJE DE ADULTERACION	ABSORBANCIA
1%	0,035
3%	0,083
5%	0,134
10%	0,267
20%	0,523
50%	1,164
100%	1,871

CUADRO N°25: LECTURA DE ABSORBANCIA DURANTE LA DETECCION DE ADULTERACIONES DE G-97 CON KEROSENE MARCADO.

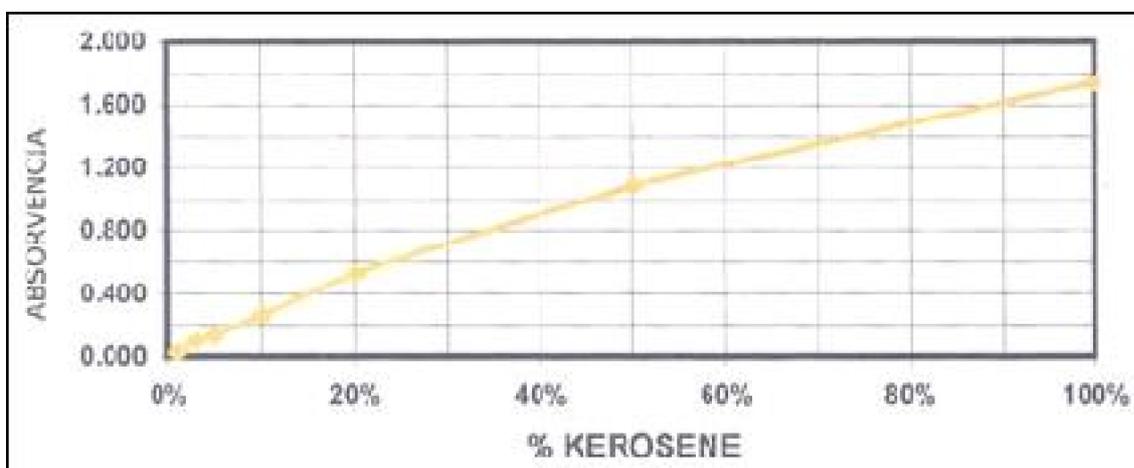


**NOTA:** EL KEROSENE EMPLEADO FUE DOSIFICADO CON ELMARCADOR N°3 (100PPM) LAS LECTURAS FUERON TOMADAS CON UNA LONGITUD DE ONDA DE 610nm

**DETECCIÓN DE ADULTERACIONES DE COMBUSTIBLES DE USO EN EL PARQUE AUTOMOTOR PERUANO**

PORCENTAJE DE ADULTERACION	ABSORBANCIA
1%	0.022
3%	0.076
5%	0.131
10%	0.248
20%	0.506
50%	1.116
100%	1.822

**CUADRO N°26 LECTURAS DE ABSORBANCIA DURANTE LA DETECCIÓN DE ADULTERACIONES DE DIESEL N°2 CON KEROSENE MARCADO**



**NOTA:** EL KEROSENE EMPLEADO FUE DOSIFICADO CON EL MARCADOR N°3 (100PPM) LAS LECTURAS FUERON TOMADAS CON UNA LONGITUD DE ONDA DE 610nm

	MORTRACEMP		DIEGLARD GREEN MARK 10		DIEGLARD INVISIBLE GREEN I		UNIMARK 100 (B)		BUDAN MARKER (B445)	
	MARC	REACTIVO REVELADOR	MARC	ReCH (**) REACTIVO	MARC	REVELADOR (**)	MARC	REVELADOR	MARC	REVELADOR
NO INFLAMABLE	2	3	3	3	0		1	1	NO SE RECIBIO INFORMACION	
FLAMMABLE (Inflamable)	1	1	2	0	1		1	3		
REACTIVITY (Reactividad)	0	1	0	1	0		0	0		

**CUADRO N°27: CÓDIGO DE SEGURIDAD DE LOS MARCADORES EVALUADOS**

NUMERO	SEGURIDAD	INFLAMABILIDAD/CUO	REACTIVIDAD/AMARILLO
0	Sin riesgo	No inflamable	Estable
1	Ligeramente peligroso	Mas de 93°C	inestable si se calienta
2	Peligroso	Menos de 93°C	Cambio químico violento
3	Peligro Extremo	Menos de 38°C	Dolora con calor y/o golpe
4	Mortal	Menos de 23°C	Detona

(\*) Corresponde al Hidroxido de Sodio Concentrado (\*\*) Corresponde al Metanol

V. EVALUACIÓN DE MARCADORES.

	MARCADOR N°1 (2PPM)	MARCADOR N°2 (100PPM)	MARCADOR N°3 (100PPM)
MARCADOR PUESTO EN TAMBORES DE 150KG	9.00118	0.000078	0.000088
MARCADOR PUESTO EN TAMBORES DE 25KG O 50KG		0.000025	0.000045

CUADRO N° 28: COMPARACION DE COSTOS POR MARCAR UN BARRIL DE COMBUSTIBLE

	MARCADOR N°1 (MORTRACE MP)	MARCADOR N°2 (DYEGLARD GREEN MCFP-10)	MARCADOR N°3 (DYEGLARD INVISIBLE GREEN II)
TAMBOR DE 300KG	25.1890	1.3480	1.2672
TAMBOR DE 150KG O 50KG		5.1000	1.9472

**NOTA:** EL PRECIO DEL MARCADOR N°2, NO INCLUYE LA SOLUCION REVELADORA (NaOH) PRECIO DE MARCADOR DESADUANADO: US\$/KG



## VI. COSTO POR IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MARCACIÓN DE COMBUSTIBLES PARA PETROPERÚ.

Los cálculos desarrollados corresponden para la implementación del marcador N° 3 (Dyeguard Invisible Green II), y están en función, de donde se decida inyectar el marcador, en Planta de Venta ó en la misma refinería.

### COSTO DEL MARCADOR N° 3

<b>Costo total del Marcador N° 3, para kerosene y solventes N° 1 y N° 3 (ver anexo N° F-1 y N° F-2)</b>	<b>: 145.2 MUS\$</b>
Broker mas transporte a planta (3% Costo Total del marcador)	: 4.36MUS\$
<b>Costo puesto en planta</b>	<b>: 149.56MUS\$</b>

### INVERSION FIJA

<b>Costo de una bomba de inyección del marcador</b>	<b>: 2500.00MUS\$</b>
Instalación (12% costo de bomba)	: 0.30MUS\$
<b>Total Inversión fija</b>	<b>: 2.800MUS\$</b>

**DETECCIÓN DE ADULTERACIONES DE COMBUSTIBLES DE USO EN EL PARQUE AUTOMOTOR PERUANO**

Para implementar el sistema de marcadores, se necesita una inversión fija de 2.80MUS\$, por bomba de inyección del marcador, y un costo semestral de 149.56MUS\$ por concepto del marcador.(Cuadros N° 29 y N°30)

TERMINAL/PLANTA DE VENTAS	PROMEDIO MENSUAL VENDIDO (DLS)	PROMEDIO ANUAL VENDIDO (DLS)	CONSUMO DE MARCADORES (KG)	CONSUMO DE MARCADOR EN DRUMS			COSTO DOLARES (US\$)
				DRUMS (200KG)	DRUMS (50KG)	DRUMS (25KG)	
PLANTA TRUJILLO	1800	21600	161.73	7	1	0	261.69
PLANTA TACNA	2400	28800	201.69	7	2	0	266.28
PLANTA TILIMAY	27000	324000	251.54	14	0	0	1,074.38
PLANTA CHICLAYO	2000	24000	171.17	1	2	0	168.86
PLANTA SALAVERRY	12000	144000	121.38	6	0	0	568.32
PLANTA SUITE	28000	336000	277.83	14	1	0	1,098.9
PLANTA CALAO	10000	120000	920.87	20	0	0	2447.52
PLANTA COCHABAMBA	11000	132000	120.80	21	0	0	2017.52
PLANTA CERRO DE PASCO	5000	60000	161.17	2	3	0	261.69
PLANTA OROSHAN	14000	168000	132.63	1	0	0	687.10
PLANTA MOLLENO	24000	288000	237.84	11	2	0	1,928.24
PLANTA ILO	5000	60000	220.20	4	0	0	528.48
PLANTA CUSCO	10000	120000	500.15	5	1	0	1064.58
PLANTA HUANCAYO	10000	120000	120.87	0	0	0	608.68
PLANTA HUANUCO	3000	36000	28.67	0	0	0	287.34
PLANTA PUNO - COMALDEVA	4000	48000	38.15	0	0	0	287.34
PLANTA TUMAY	2000	24000	241.52	2	1	0	278.88
PLANTA YANAMAYO	1400	16800	131.84	0	1	0	312.08
PLANTA TAMBOPATA	3000	36000	85.85	0	2	0	354.72
PLANTA HUANCAVELICA	2000	24000	241.52	1	0	0	328.48
<b>TOTAL</b>	<b>212300</b>	<b>2547600</b>	<b>2019.87</b>				<b>12011.1</b>

**CUADRO N° 29: COSTO SEMESTRAL DEL MARCADOR N°3 EN KEROSENE, EN PLANTAS DE VENTA**

**NOTA:** PRECIOS DEL MARCADOR N°3 DESADUANADO (CFR + 18% DESADUANAJE)

CAPACIDAD DE TAMBOR	PRECIO US\$/KG
TAMBORES DE 200KG	4.7672
TAMBORES DE 25KG O 50KG	5.9472

TERMINAL/PLANTA DE VENTAS	PROMEDIO MENSUAL VENDIDO (DLS)	PROMEDIO ANUAL VENDIDO (DLS)	CONSUMO DE MARCADORES (KG)	CONSUMO DE MARCADOR EN DRUMS			COSTO DOLARES (US\$)
				DRUMS (200KG)	DRUMS (50KG)	DRUMS (25KG)	
TERMINAL CALAO	14000	168000	920.87	0	1	0	618.08
PLANTA COCHABAMBA	10000	120000	281.15	1	1	0	213.88
<b>TOTAL</b>	<b>14000</b>	<b>168000</b>	<b>1202.02</b>				<b>831.96</b>

**CUADRO N° 30: COSTO SEMESTRAL DEL MARCADOR N°3 EN SOLVENTES, EN PLANTAS DE VENTA**

CAPACIDAD DE TAMBOR	PRECIO US\$/KG
TAMBORES DE 200KG	4.7672
TAMBORES DE 25KG O 50KG	5.9472

**NOTA:** PRECIOS DEL MARCADOR N°3 DESADUANADO (CFR + 18% DESADUANAJE)

## VII. DETECCIÓN DE ADULTERACIONES ENTRE GASOLINAS

### 7.1 ALTERNATIVA N° 1: (TRAZAR LA GASOLINA DE 84 OCTANOS)

Trazar la gasolina con un producto diferente al trazador empleado en el kerosene y solventes., es decir tendría que marcarse el kerosene con el marcador N°2 (Dyeguard Green MCPP-10), y la gasolina con el marcador Dyeguard Invisible Green II, lo cual originaría un gasto adicional semestral de 150.00MUS\$ aproximadamente.

### 7.2 ALTERNATIVA N° 2: ( NO USAR TRAZADOR)

No usar trazador y mantener la misma coloración de gasolinas.

La coloración de las gasolinas es la siguiente:

COMB	COLOR	LONGITUD DE ONDA DE MÁXIMA ABSORBANCIA	ABSORBANCIA TIPICA A (20mg/l)
G-84	Amarillo	420 nm	0.790
G-90	Violeta	548 nm	0.370
G-95	Azul	651 nm	0.305
G-97	Sin colorante		

Cuando se adultera G-90 con G-84, el producto adulterado sufrirá una variación de la absorbancia, la cual podría ser medido con un colorímetro portátil, de múltiple longitud de onda.

Esta alternativa no es viable, debido al color débil de la G-84 (amarillo), y al color fuerte de la G-90, es bastante difícil darse cuenta visualmente.

### **7.3 ALTERNATIVA N° 3 (CAMBIAR EL COLOR DE LAS GASOLINAS)**

GASOLINA	COLOR ACTUAL	COLOR PROPUESTO	LONGITUD DE ONDA DE MÁXIMA ABSORBANCIA	ABSORBANCIA TIPICA A 20mg/l
G-84	Amarillo	Rojo	525 nm	0.590
G-90	Violeta	Verde	651 nm	0.220
G-95	Azul	Azúl	651 nm	0.305
G-97	Sin colorante	Sin colorante		

Esto se justifica debido a que la gasolina de 84, es la que mayormente se usa para adulterar a las de mayor octanaje, tendría que tener el color mas fuerte, ya que esto permitiría a los usuarios darse cuenta visualmente, cuando cualquiera de las otras gasolinas de mayor octanaje se esta adulterando con la G-84.

Para esta tercera alternativa, con la ayuda de un colorímetro sería más efectiva.

## VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- El marcador N° 3 ha sido seleccionado, desde el punto de vista técnico, de salud, económico y ambiental, ya que permite detectar adulteraciones con bastante precisión a partir del tres por ciento de Kerosene o solventes, la mezcla resultante después de efectuar la prueba (combustible + marcador +revelador), puede ser devuelto al tanque de combustible, y además es un producto de ultima generación.
- El costo por marcar, un barril de kerosene o un barril de solvente N° 1 ó N° 3, con el marcador N° 3, es relativamente superior al del marcador N° 2, sin embargo para el manipuleo es más beneficioso por tener menor riesgo para la salud.
- El costo por implementar un sistema de marcación con el marcador N° 3, ha sido elaborado independientemente de donde se realice la dosificación (en Planta de Ventas o en Refinería).
- Dentro del costo para la instalación del sistema de marcación, no se ha considerado, los gastos operativos, como realizar las pruebas en las Estaciones de Servicio (Prueba de campo), debido a que estas pruebas las tendría que realizar Indecopi, por estar dentro de sus funciones.
- Las pruebas de laboratorio, han sido llevados a cabo estrictamente bajo los estándares de la ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS).



## CONCLUSIONES

- El kerosene adicionado a cualquier gasolina, provoca un incremento considerable en el punto final de ebullición, por consiguiente al ser el kerosene un producto mas pesado, disminuirá en mayor consideración el octanaje de la gasolina.
- Las mezclas de Solventes (N° 1 ó N° 3); son mas difíciles de detectar con la destilación, teniendo obligadamente que realizarse la prueba de octanaje.
- No es preferible inyectar el marcador en las refinerías, debido a que podría ver contaminación con Kerosene en los buques (en los compartimientos) durante su transporte hacia los terminales o plantas de ventas; esto también podría ocurrir en las líneas submarinas de los terminales.
- Al adulterar G-84 (gasolina con plomo), con cualquier gasolina de mayor octanaje (gasolina sin plomo); se incrementara en esta ultima el contenido de plomo, proporcional a la adulteración, y puede sacar a la gasolina adulterada fuera de especificación.
- Podría emplearse el marcador N° 2, con bastante seguridad, reduciendo la concentración del Quinizarin, y encontrar un equilibrio entre el nivel de detección a partir de cuatro por ciento de adulteración y una reducción significativa de la cantidad de Quinizarin en el marcador.
- Si el combustible que es añadido al automóvil tiene un octanaje menor al requerido por este, provocara que el motor sufra graves daños, además incrementará en la emisión de Hidrocarburos por el tubo de escape debido a la mala combustión.

- Un sistema de dosificación automática de marcadores / trazadores, es mucho más seguro y evita la manipulación del mismo por el operario, así como previene de derrames que podrían originarse durante la adición.

## RECOMENDACIONES

- Es de necesidad aplicar el sistema para el marcador N° 3 (Dyeguard Invisible Green II), debido a su menor toxicidad y mayor facilidad de realizar las pruebas con ayuda de un colorímetro, y proponer su uso común entre todas las refinerías del Perú.
- Además del Kerosene se recomienda marcar los solventes N° 1 y N° 3, con este mismo marcador.
- En caso de usar el marcador N° 2, se propone, reducir la concentración de Quinizarín en el marcador, hasta que se permita detectar adulteraciones a partir de cinco por ciento, esto con el fin de reducir la toxicidad del producto.
- De implementarse cualquier sistema de marcadores, debe entrenarse al personal a fin de manipular y realizar las pruebas correctamente.
- El sistema de inyección de marcadores y colorantes debe ser automática y de igual concentración para todas las refinerías a fin de garantizar un óptimo sistema de detección de adulteraciones. (Ver Anexo N° F)



## BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ANUAL BOOK ASTM STANDARDS 2000 Section Five Petroleums, Lubricants and Fossil Fuels. Volume: 05.01; 05.02; 05.03.

TECHNICALS DATA BOOK – PETROLEUM REFINING, American Petroleum Institute. Volume 2, Refining Department, Fourth Editions, Pags. 14.1 – 14.5.

FISICOQUIMICA, Gilbert Castellan, Segunda Edición en Español, Editorial Addison – wesley iberoamericana. 1987, Pags. 618 – 627.

EL PETRÓLEO REFINO Y TRATAMIENTO QUÍMICO – TOMO I, Publicaciones del Instituto Frances del Petróleo, 1971, Ediciones CEPESA S.A. Pags. 3-147.



# ANEXOS

## **ANEXO N°A: DECRETO SUPREMO N°045-2001-EM – Artículo 54°**

### **APRUEBAN REGLAMENTO PARA COMERCIALIZACIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS Y OTROS PRODUCTOS DERIVADOS DE LOS HIDROCARBUROS**

#### Artículo 54° .- Uso de marcadores sensibles

A fin de evitar la adulteración de combustibles para uso motor, las empresas productoras, o Distribuidores Mayoristas que importen combustibles deberán adicionar al Kerosene, diesel n°1 u otro producto que OSINERG determine y que por su precio se pueda utilizar para adulteración, productos químicos marcadores o trazadores que sean detectables mediante reacción colorimétrica, debiendo sus características y métodos de detección estar aprobados o autorizados por el MEM.

Cada persona que participa en la comercialización asume la responsabilidad por el control que sea necesario para cumplir con esta obligación.

## ANEXO N°B-1: GANANCIA ILÍCITA ADULTERANDO GASOLINA CON KEROSENE EN PORCENTAJES DEFINIDOS

Precio S/Gln (\*)

GAS 97	9.6779
GAS 95	9.1719
GAS 90	8.4984
GAS 84	7.2966
KEROSENE	5.82920

GLN (**)	[S] Volumen de G-97 reemplazado						[S]. Volumen de G-95 reemplazado					
	1%	3%	5%	8%	10%	15%	1%	3%	5%	8%	10%	15%
1000	38.49	115.46	192.44	307.90	384.97	577.31	33.43	100.28	167.14	267.42	334.27	501.41
3000	115.48	345.38	577.31	923.69	1154.61	1731.32	100.28	300.84	501.41	802.25	1002.81	1504.22
5000	192.44	577.31	942.18	1538.48	1924.39	2855.53	167.14	501.41	835.68	1337.08	1671.05	2507.03
8000	307.90	923.59	1539.18	2463.17	3078.96	4613.64	267.42	802.25	1337.08	2139.33	2874.16	4311.24
9000	346.35	1039.15	1731.32	2771.06	3463.60	5195.75	300.84	902.53	1504.22	2406.74	3006.43	4512.65
10000	384.87	1154.61	1924.38	3078.96	3848.70	5773.08	334.27	1002.81	1671.05	2674.16	3342.70	5014.05

GLN (**)	[S] Volumen de G-93 reemplazado						[S]. Volumen de G-84 reemplazado					
	1%	3%	5%	8%	10%	15%	1%	3%	5%	8%	10%	15%
1000	25.39	80.68	133.46	213.54	266.92	400.38	14.67	44.82	73.37	117.59	146.74	220.11
3000	80.38	240.23	400.38	640.61	800.76	1201.14	44.02	132.07	220.11	352.18	440.22	660.33
5000	133.45	400.30	667.00	1067.60	1334.00	2001.90	73.37	220.11	366.85	586.96	733.70	1100.55
8000	213.54	640.31	1067.36	1708.29	2135.36	3203.04	117.39	352.18	586.96	939.14	1173.92	1760.88
9000	240.23	720.36	1201.14	1921.82	2402.26	3603.42	132.07	396.20	660.33	1056.53	1320.66	1980.99
10000	266.92	800.76	1334.30	2135.36	2669.20	4003.90	146.74	440.22	733.70	1173.92	1467.40	2201.10

NOTA: (\*) Precios vigentes al 19/09/2002 (Ex - Planta Petroperú) (\*\*) Volumen del combustible adulterado de un lote determinado

## ANEXO N° B-2: GANANCIA ILÍCITA ADULTERANDO GASOLINA CON SOLVENTES N°1 Y N°3 EN PORCENTAJES DEFINIDOS

**Precio S/GIn (\*)**

<b>Gas. 97</b>	<b>9,6779</b>
<b>Gas. 95</b>	<b>9,1719</b>
<b>Gas. 90</b>	<b>8,4984</b>
<b>Gas. 84</b>	<b>7,2966</b>
<b>Ste. N°1</b>	<b>4,9600</b>
<b>Ste. N°3</b>	<b>6,1200</b>

*Solvente N°1*

GLN (**)	[S.] Volumen de G-87 reemplazado						[S.] Volumen de G-95 reemplazado						[S.] Volumen de G-90 reemplazado						[S.] Volumen de G-84 reemplazado					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
10000	401.50	347.50	293.50	239.50	185.50	131.50	347.50	293.50	239.50	185.50	131.50	77.50	293.50	239.50	185.50	131.50	77.50	23.50	239.50	185.50	131.50	77.50	23.50	19.50
20000	803.00	695.00	587.00	479.00	371.00	263.00	695.00	587.00	479.00	371.00	263.00	155.00	587.00	479.00	371.00	263.00	155.00	47.00	479.00	371.00	263.00	155.00	47.00	39.00
30000	1204.50	1042.50	880.50	718.50	556.50	394.50	1042.50	880.50	718.50	556.50	394.50	232.50	880.50	718.50	556.50	394.50	232.50	70.50	718.50	556.50	394.50	232.50	70.50	58.50
40000	1606.00	1385.00	1164.00	942.00	720.00	491.00	1385.00	1164.00	942.00	720.00	491.00	319.00	1164.00	942.00	720.00	491.00	319.00	94.00	942.00	720.00	491.00	319.00	94.00	77.00
50000	2007.50	1742.50	1461.50	1199.50	938.50	587.50	1742.50	1461.50	1199.50	938.50	587.50	405.50	1461.50	1199.50	938.50	587.50	405.50	118.50	1199.50	938.50	587.50	405.50	118.50	98.50
60000	2409.00	2099.00	1758.00	1426.00	1076.00	684.00	2099.00	1758.00	1426.00	1076.00	684.00	521.00	1758.00	1426.00	1076.00	684.00	521.00	157.00	1426.00	1076.00	684.00	521.00	157.00	129.00
70000	2810.50	2456.50	2025.50	1653.50	1214.50	780.50	2456.50	2025.50	1653.50	1214.50	780.50	637.00	2025.50	1653.50	1214.50	780.50	637.00	205.50	1653.50	1214.50	780.50	637.00	205.50	151.00
80000	3212.00	2813.00	2392.00	1881.00	1352.00	877.00	2813.00	2392.00	1881.00	1352.00	877.00	753.00	2392.00	1881.00	1352.00	877.00	753.00	274.00	1881.00	1352.00	877.00	753.00	274.00	173.00
90000	3613.50	3169.50	2758.50	2109.50	1490.50	973.50	3169.50	2758.50	2109.50	1490.50	973.50	829.00	2758.50	2109.50	1490.50	973.50	829.00	325.00	2109.50	1490.50	973.50	829.00	325.00	195.00
100000	4015.00	3526.00	3125.00	2337.00	1628.00	1070.00	3526.00	3125.00	2337.00	1628.00	1070.00	905.00	3125.00	2337.00	1628.00	1070.00	905.00	371.00	2337.00	1628.00	1070.00	905.00	371.00	217.00

*Solvente N°2*

GLN (**)	[S.] Volumen de G-87 reemplazado						[S.] Volumen de G-95 reemplazado						[S.] Volumen de G-90 reemplazado						[S.] Volumen de G-84 reemplazado					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
10000	401.50	347.50	293.50	239.50	185.50	131.50	347.50	293.50	239.50	185.50	131.50	77.50	293.50	239.50	185.50	131.50	77.50	23.50	239.50	185.50	131.50	77.50	23.50	19.50
20000	803.00	695.00	587.00	479.00	371.00	263.00	695.00	587.00	479.00	371.00	263.00	155.00	587.00	479.00	371.00	263.00	155.00	47.00	479.00	371.00	263.00	155.00	47.00	39.00
30000	1204.50	1042.50	880.50	718.50	556.50	394.50	1042.50	880.50	718.50	556.50	394.50	232.50	880.50	718.50	556.50	394.50	232.50	70.50	718.50	556.50	394.50	232.50	70.50	58.50
40000	1606.00	1385.00	1164.00	942.00	720.00	491.00	1385.00	1164.00	942.00	720.00	491.00	319.00	1164.00	942.00	720.00	491.00	319.00	94.00	942.00	720.00	491.00	319.00	94.00	77.00
50000	2007.50	1742.50	1461.50	1199.50	938.50	587.50	1742.50	1461.50	1199.50	938.50	587.50	405.50	1461.50	1199.50	938.50	587.50	405.50	118.50	1199.50	938.50	587.50	405.50	118.50	98.50
60000	2409.00	2099.00	1758.00	1426.00	1076.00	684.00	2099.00	1758.00	1426.00	1076.00	684.00	521.00	1758.00	1426.00	1076.00	684.00	521.00	157.00	1426.00	1076.00	684.00	521.00	157.00	129.00
70000	2810.50	2456.50	2025.50	1653.50	1214.50	780.50	2456.50	2025.50	1653.50	1214.50	780.50	637.00	2025.50	1653.50	1214.50	780.50	637.00	205.50	1653.50	1214.50	780.50	637.00	205.50	151.00
80000	3212.00	2813.00	2392.00	1881.00	1352.00	877.00	2813.00	2392.00	1881.00	1352.00	877.00	753.00	2392.00	1881.00	1352.00	877.00	753.00	274.00	1881.00	1352.00	877.00	753.00	274.00	173.00
90000	3613.50	3169.50	2758.50	2109.50	1490.50	973.50	3169.50	2758.50	2109.50	1490.50	973.50	829.00	2758.50	2109.50	1490.50	973.50	829.00	325.00	2109.50	1490.50	973.50	829.00	325.00	195.00
100000	4015.00	3526.00	3125.00	2337.00	1628.00	1070.00	3526.00	3125.00	2337.00	1628.00	1070.00	905.00	3125.00	2337.00	1628.00	1070.00	905.00	371.00	2337.00	1628.00	1070.00	905.00	371.00	217.00

*Solvente N°2*

NOTA: (\*) Precios vigentes al 19/09/2002 (Ex - Planta Petroperú) (\*\*) Volumen del combustible adulterado de un lote determinado

## ANEXO N° B-3: GANANCIA ILÍCITA POR ADULTERACIÓN DE GASOLINAS DE ALTO OCTANAJE CON GASOLINA CON PLOMO (G-84)

**Precio S/GIn (\*)**

<b>Gas. 97</b>	<b>9,6779</b>
<b>Gas. 95</b>	<b>9,1719</b>
<b>Gas. 90</b>	<b>8,4984</b>
<b>Gas. 84</b>	<b>7,2966</b>

GLN (**)	[S.] Volumen de G-87 reemplazado						[S.] Volumen de G-95 reemplazado						[S.] Volumen de G-90 reemplazado					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
10000	401.50	347.50	293.50	239.50	185.50	131.50	347.50	293.50	239.50	185.50	131.50	77.50	293.50	239.50	185.50	131.50	77.50	23.50
20000	803.00	695.00	587.00	479.00	371.00	263.00	695.00	587.00	479.00	371.00	263.00	155.00	587.00	479.00	371.00	263.00	155.00	47.00
30000	1204.50	1042.50	880.50	718.50	556.50	394.50	1042.50	880.50	718.50	556.50	394.50	232.50	880.50	718.50	556.50	394.50	232.50	70.50
40000	1606.00	1385.00	1164.00	942.00	720.00	491.00	1385.00	1164.00	942.00	720.00	491.00	319.00	1164.00	942.00	720.00	491.00	319.00	94.00
50000	2007.50	1742.50	1461.50	1199.50	938.50	587.50	1742.50	1461.50	1199.50	938.50	587.50	405.50	1461.50	1199.50	938.50	587.50	405.50	118.50
60000	2409.00	2099.00	1758.00	1426.00	1076.00	684.00	2099.00	1758.00	1426.00	1076.00	684.00	521.00	1758.00	1426.00	1076.00	684.00	521.00	157.00
70000	2810.50	2456.50	2025.50	1653.50	1214.50	780.50	2456.50	2025.50	1653.50	1214.50	780.50	637.00	2025.50	1653.50	1214.50	780.50	637.00	205.50
80000	3212.00	2813.00	2392.00	1881.00	1352.00	877.00	2813.00	2392.00	1881.00	1352.00	877.00	753.00	2392.00	1881.00	1352.00	877.00	753.00	274.00
90000	3613.50	3169.50	2758.50	2109.50	1490.50	973.50	3169.50	2758.50	2109.50	1490.50	973.50	829.00	2758.50	2109.50	1490.50	973.50	829.00	325.00
100000	4015.00	3526.00	3125.00	2337.00	1628.00	1070.00	3526.00	3125.00	2337.00	1628.00	1070.00	905.00	3125.00	2337.00	1628.00	1070.00	905.00	371.00

NOTA: (\*) Precios vigentes al 19/09/2002 (Ex - Planta Petroperú) (\*\*) Volumen del

combustible adulterado de un lote determinado

## ANEXO N° B-4: GANANCIA ILÍCITA POR ADULTERACIÓN ENTRE GASOLINAS SIN PLOMO

Precio S/GIn (\*)

<b>Gas. 97</b>	<b>9,6779</b>
<b>Gas. 95</b>	<b>9,1719</b>
<b>Gas. 90</b>	<b>8,4984</b>

Gln (**)	G-97 CON G-90						G-97 CON G-95						G-95 CON G-90					
	(S/L) Volumen de G-97 reemplazado						(S/L) Volumen de G-97 reemplazado						(S/L) Volumen de G-95 reemplazado					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
1000	1.14	2.28	3.42	4.56	5.70	6.84	1.14	2.28	3.42	4.56	5.70	6.84	1.14	2.28	3.42	4.56	5.70	6.84
2000	2.28	4.56	6.84	9.12	11.40	13.68	2.28	4.56	6.84	9.12	11.40	13.68	2.28	4.56	6.84	9.12	11.40	13.68
3000	3.42	6.84	10.26	13.68	17.10	20.52	3.42	6.84	10.26	13.68	17.10	20.52	3.42	6.84	10.26	13.68	17.10	20.52
4000	4.56	9.12	13.68	18.24	22.80	27.36	4.56	9.12	13.68	18.24	22.80	27.36	4.56	9.12	13.68	18.24	22.80	27.36
5000	5.70	11.40	17.10	22.80	28.50	34.20	5.70	11.40	17.10	22.80	28.50	34.20	5.70	11.40	17.10	22.80	28.50	34.20
6000	6.84	13.68	20.52	27.36	34.20	41.04	6.84	13.68	20.52	27.36	34.20	41.04	6.84	13.68	20.52	27.36	34.20	41.04
7000	7.98	15.96	23.94	31.68	39.42	47.10	7.98	15.96	23.94	31.68	39.42	47.10	7.98	15.96	23.94	31.68	39.42	47.10
8000	9.12	18.24	27.36	36.00	44.64	53.28	9.12	18.24	27.36	36.00	44.64	53.28	9.12	18.24	27.36	36.00	44.64	53.28
9000	10.26	20.52	30.78	40.92	51.06	61.20	10.26	20.52	30.78	40.92	51.06	61.20	10.26	20.52	30.78	40.92	51.06	61.20
10000	11.40	22.80	34.20	45.36	56.52	67.68	11.40	22.80	34.20	45.36	56.52	67.68	11.40	22.80	34.20	45.36	56.52	67.68

NOTA: (\*) Precios vigentes al 19/09/2002 (Ex - Planta Petroperú) (\*\*) Volumen del combustible adulterado de un lote determinado

## ANEXO N° B-5: GANANCIAS ILÍCITAS POR ADULTERACIÓN DE DIESEL N°2 CON KEROSENE EN PORCENTAJES DEFINIDOS

Precio: S/GIn(\*)

<b>DIESEL N°2</b>	<b>6,2068</b>
<b>KEROSENE</b>	<b>5,8292</b>

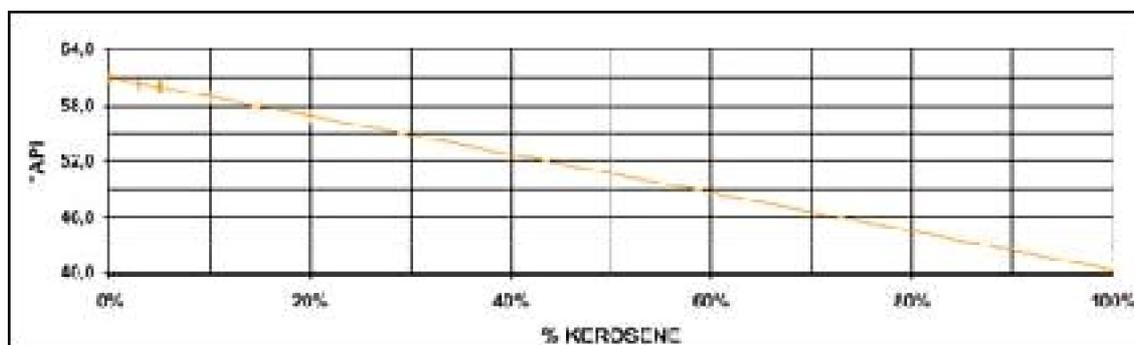
GALONES DIESEL N°2	(S/L) Volumen de Diesel N°2 reemplazado					
	1%	3%	5%	7%	10%	15%
1000	3.70	11.32	19.36	30.21	37.76	56.04
2000	7.33	22.68	38.74	60.42	75.52	112.08
3000	10.96	34.04	58.10	90.63	113.28	168.06
4000	14.59	45.36	77.46	120.84	151.04	224.08
5000	18.22	56.68	96.82	151.06	189.80	280.10
6000	21.85	68.00	116.18	181.08	229.04	336.12
7000	25.48	79.32	135.54	211.10	267.76	392.14
8000	29.11	90.64	154.90	241.12	306.48	448.16
9000	32.74	101.96	174.26	271.14	345.20	504.18
10000	36.37	113.28	193.62	301.16	383.92	560.20

NOTA: (\*) Precios vigentes al 19/09/2002 (Ex - Planta Petroperú) (\*\*) Volumen del combustible adulterado de un lote determinado

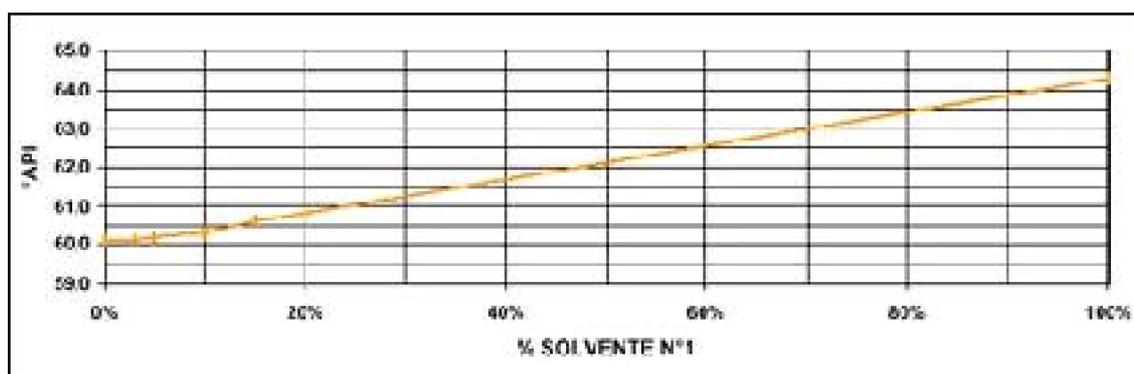
## ANEXO N° C-1: CURVAS DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRAS DE GASOLINA 84 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 y N°3

%ADULTERACION	°API MEZCLA		
	KEROSENE	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	60,9	60,1	60,9
3%	60,3	60,1	60,4
5%	59,9	60,2	60,0
10%	58,9	60,3	59,4
15%	57,8	60,6	58,8
20%	56,8	60,8	58,0
100%	40,4	64,3	47,9

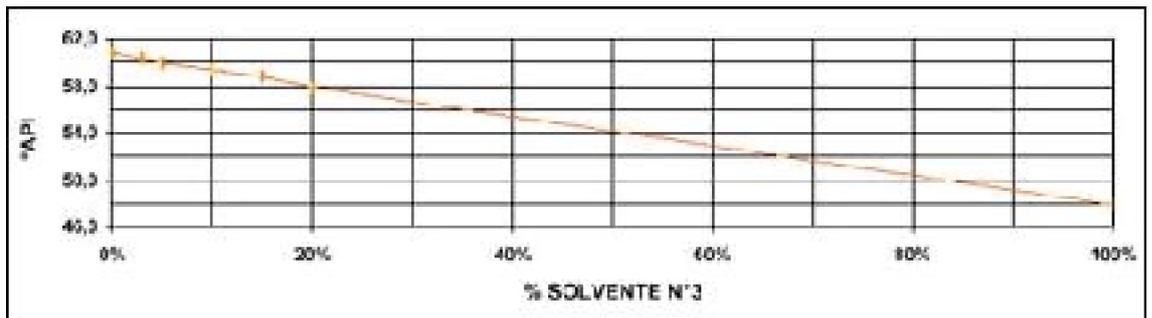
*CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-84 CON KEROSENE*



*CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-84 CON KEROSENE*



*CURVAS DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-84 CON SOLVENTE N°1*

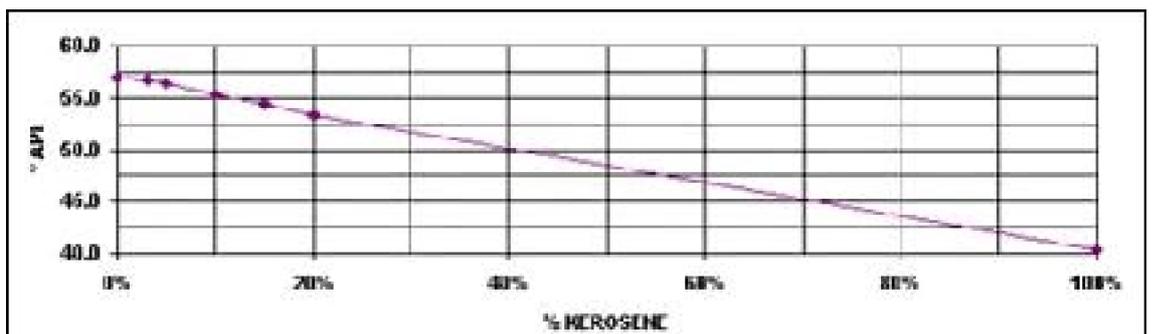


CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-84 CON SOLVENTE N°3

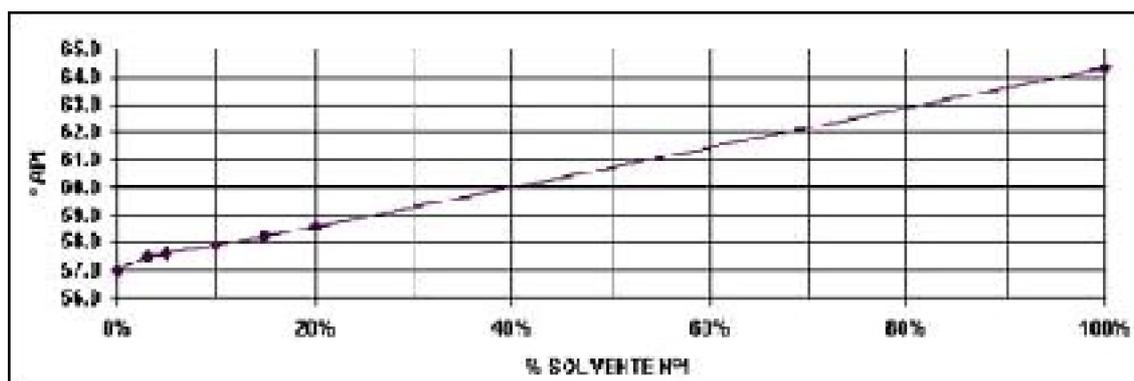
## ANEXO N° C-2: CURVAS DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRAS DE GASOLINA 90 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 y N°3

%ADULTERACION	°API MEZCLA		
	KEROSENE	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	57.0	57.0	57.0
3%	56.7	57.5	56.6
5%	56.4	57.6	56.5
10%	55.4	57.9	56.0
15%	54.4	58.2	55.6
20%	53.4	58.6	55.1
100%	40.4	64.3	47.9

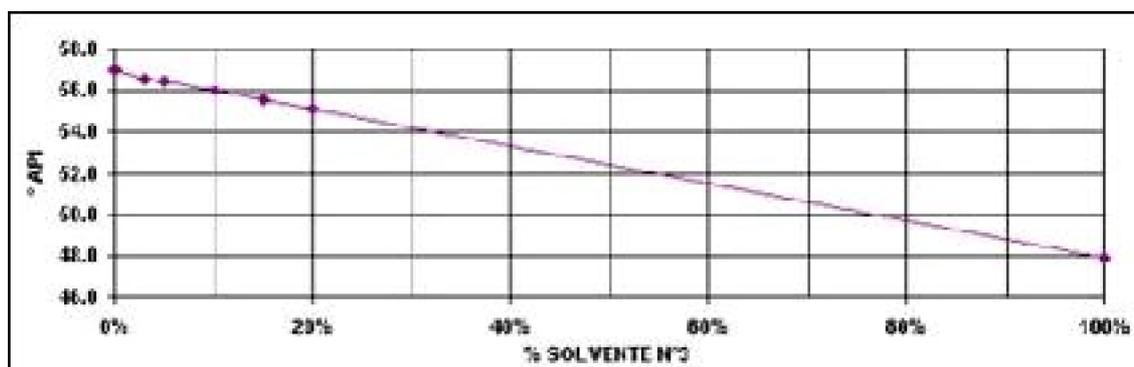
CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-90 CON KEROSENE



CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-90 CON KEROSENE



CURVAS DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-90 CON SOLVENTE N°1

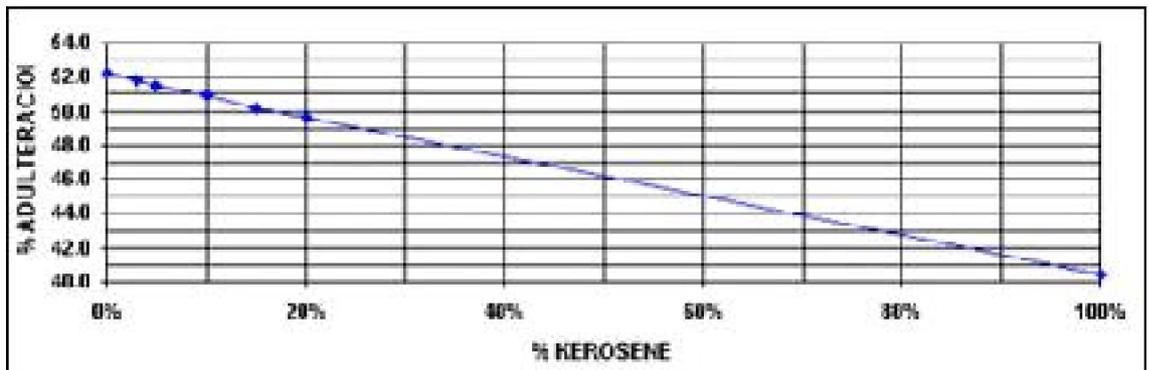


CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-90 CON SOLVENTE N°3

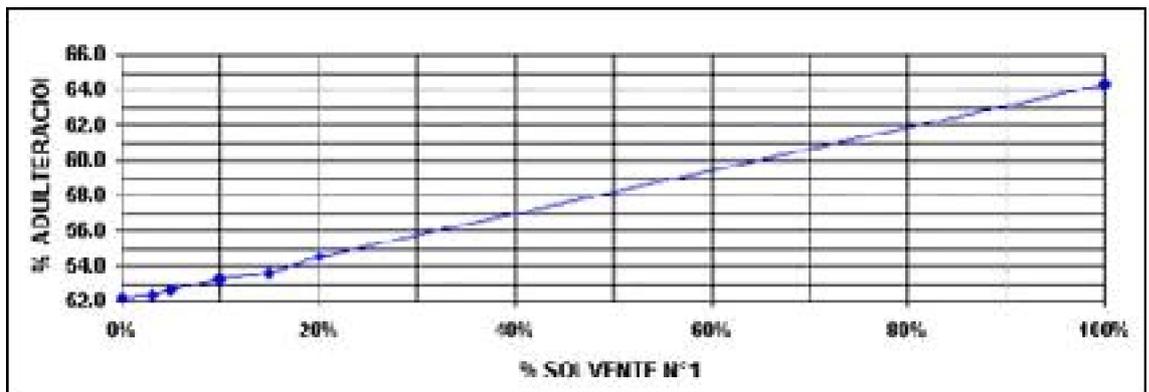
## ANEXO N° C-3: CURVAS DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRAS DE GASOLINA 95 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3

%ADULTERACION	°API MEZCLA		
	KEROSENE	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	52.2	52.2	52.2
3%	51.8	52.3	51.9
5%	51.5	52.6	51.8
10%	50.9	53.3	51.6
15%	50.2	53.6	51.4
20%	49.6	54.5	51.2
100%	40.4	64.3	47.9

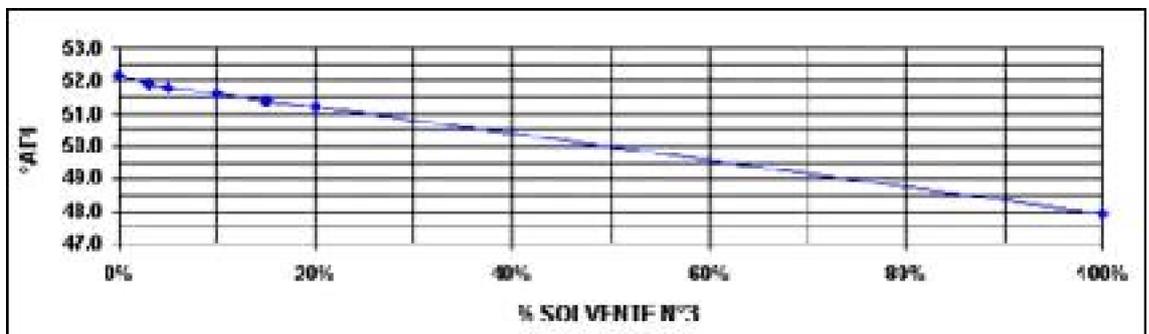
CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-95 CON KEROSENE



CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-95 CON KEROSENE



CURVAS DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-95 CON SOLVENTE N°1

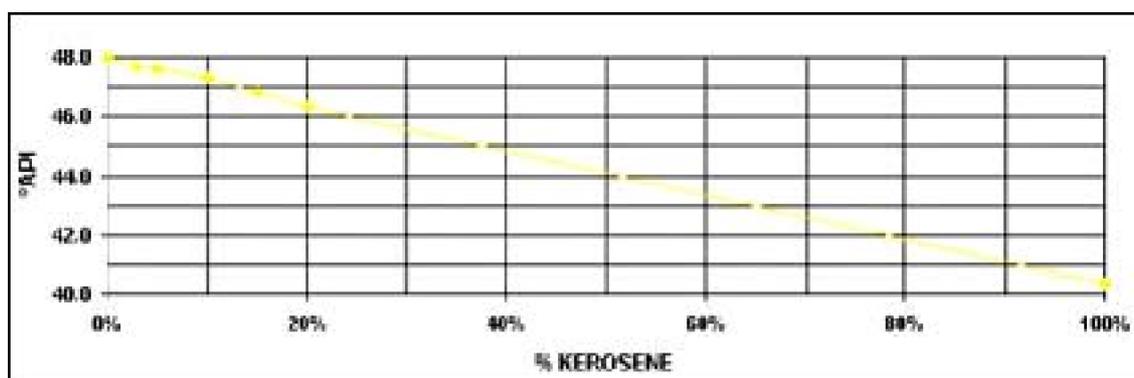


CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-95 CON SOLVENTE N°3

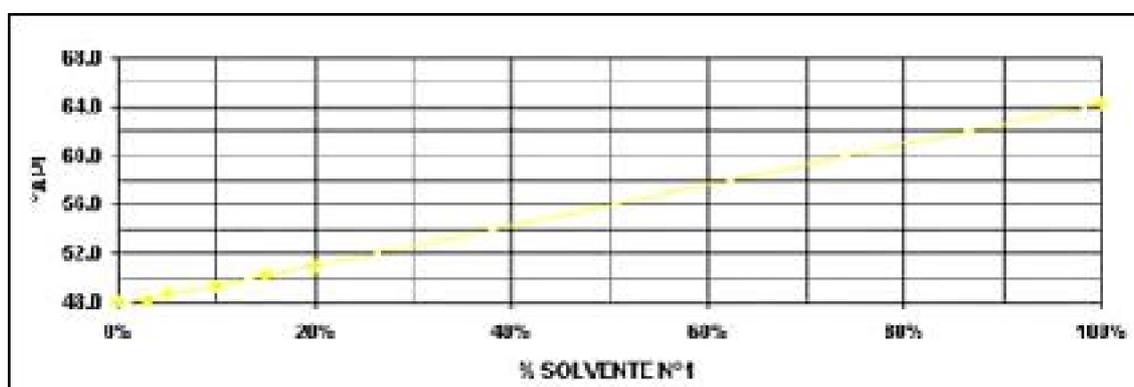
## ANEXO N° C-4: CURVAS DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRAS DE GASOLINA 97 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3

%ADULTERACION	°API MEZCLA		
	KEROSENE	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	48.0	48.0	48.0
3%	47.7	48.2	48.0
5%	47.6	48.7	48.0
10%	47.3	49.4	48.0
15%	46.8	50.2	48.0
20%	46.3	51.0	48.0
100%	40.4	64.3	47.9

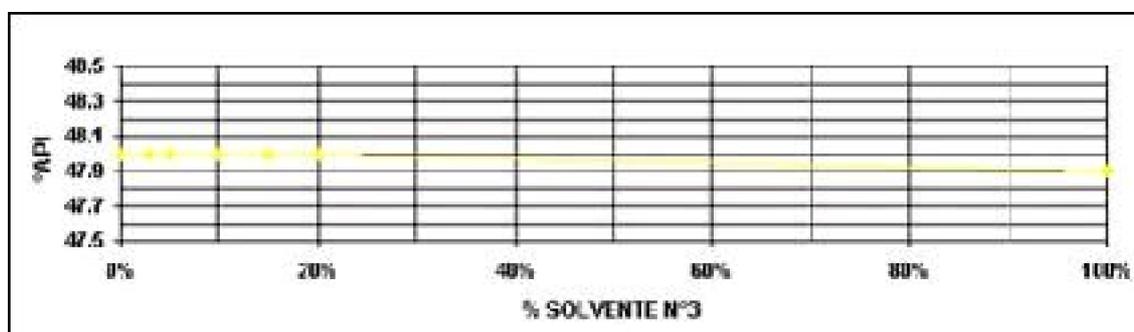
*CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-97 CON KEROSENE*



*CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-97 CON KEROSENE*



*CURVAS DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-97 CON SOLVENTE N°1*

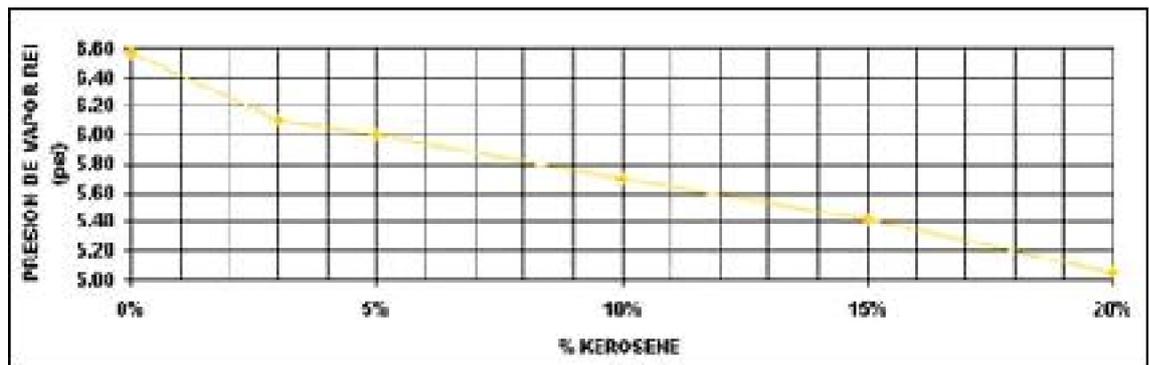


*CURVA DE GRAVEDAD °API DE MEZCLAS DE G-97 CON SOLVENTE N°3*

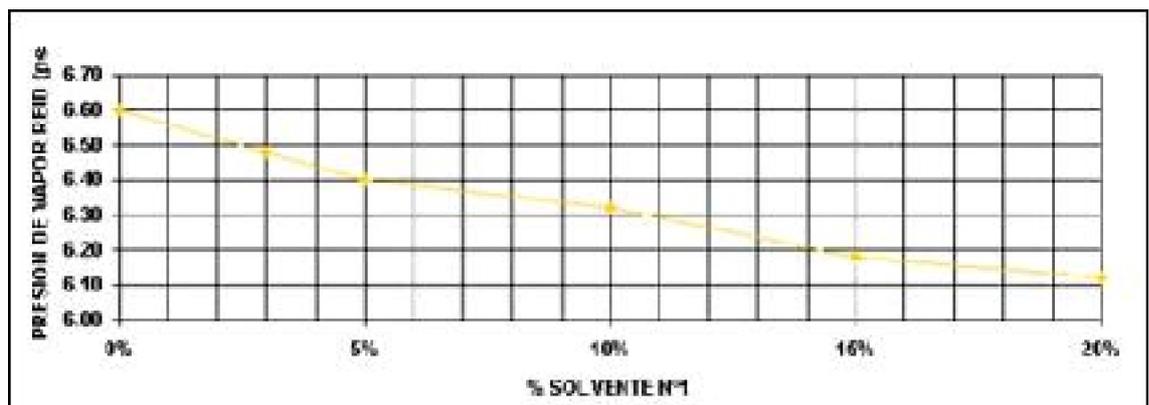
## ANEXO N° C-5: PRESIÓN DE VAPOR REID (ASTM D-323) DE MUESTRAS DE G-84 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3

%ADULTERACION	PVR MEZCLA		
	KEROSENE	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	6.58	6.60	6.58
3%	6.11	6.48	6.35
5%	6.00	6.40	6.20
10%	5.70	6.32	5.85
15%	5.42	6.18	5.35
20%	5.05	6.12	4.69

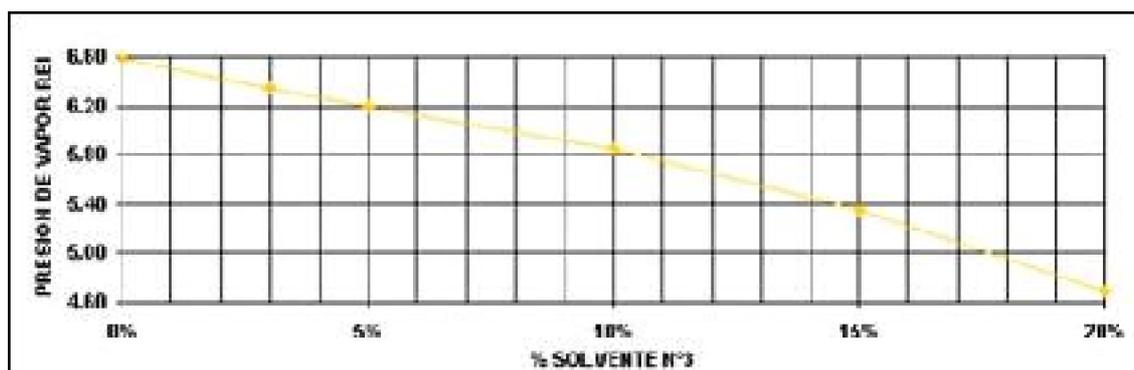
PVR EN MEZCLAS DE G-84 CON KEROSENE



PVR EN MEZCLAS DE G-84 CON KEROSENE



PVR EN MEZCLAS DE G-84 CON SOLVENTE N°1

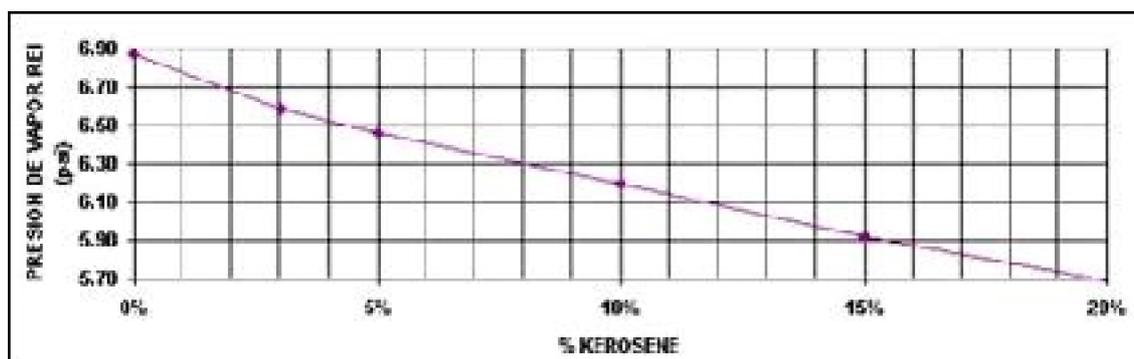


PVR EN MEZCLAS DE G-84 CON SOLVENTE N°3

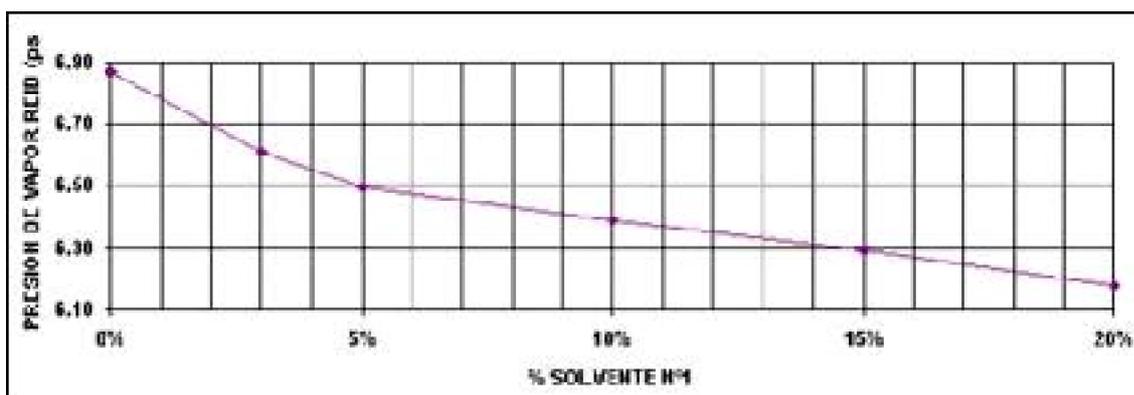
## ANEXO N° C-6: PRESIÓN DE VAPOR REID (ASTM D-323) DE MUESTRAS DE G-90 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3

% ADULTERACION	PVR MEZCLA		
	KEROSENE	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	6.87	6.87	6.87
3%	6.59	6.61	6.49
5%	6.46	6.50	6.28
10%	6.20	6.39	5.94
15%	5.92	6.29	5.61
20%	5.69	6.18	5.23

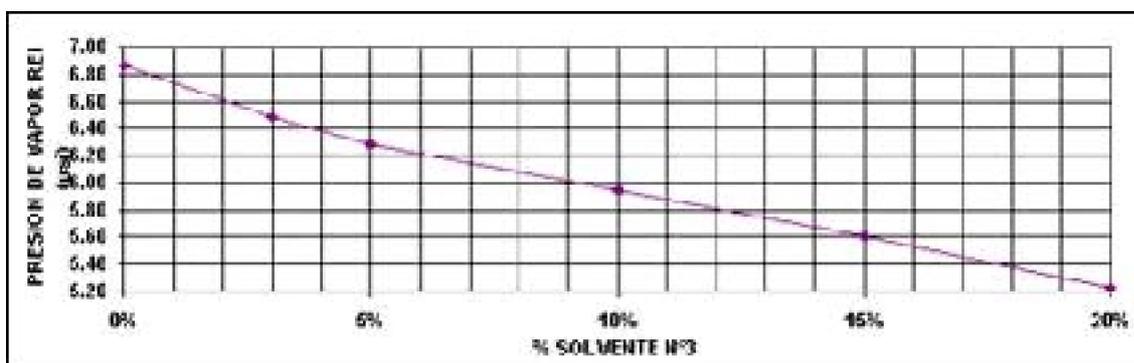
PVR EN MEZCLAS G-90 CON KEROSENE



PVR EN MEZCLAS G-90 CON KEROSENE



PVR EN MEZCLAS DE G-90 CON SOLVENTE N°1

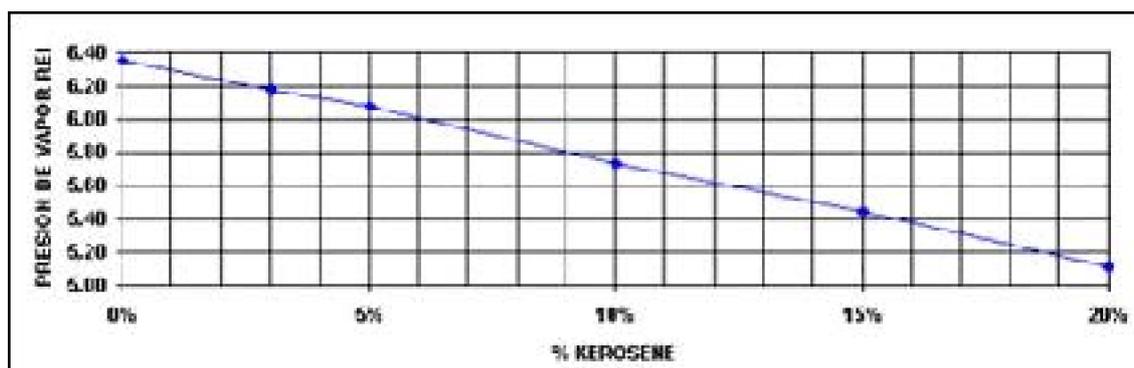


PVR EN MEZCLAS DE G-90 CON SOLVENTE N°3

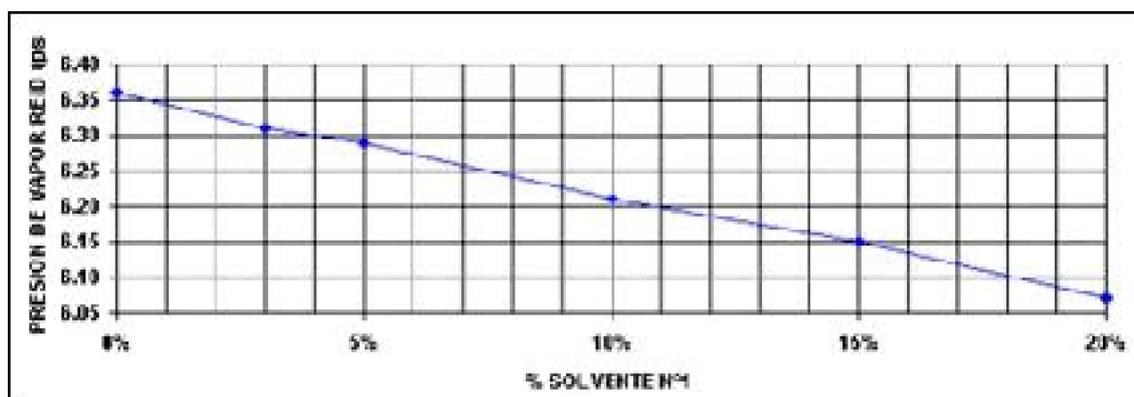
### ANEXO N° C-7: PRESIÓN DE VAPOR REID (ASTM D-323) DE MUESTRAS DE G-95 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3

%ADULTERACION	PVR MEZCLA		
	KEROSENE	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	6.36	6.36	6.36
3%	6.18	6.31	6.18
5%	6.08	6.29	6.07
10%	5.73	6.21	5.78
15%	5.44	6.15	5.53
20%	5.11	6.07	5.23

PVR EN MEZCLAS DE G-95 CON KEROSENE



PVR EN MEZCLAS DE G-95 CON KEROSENE



PVR EN MEZCLAS DE G-95 CON SOLVENTE N°1

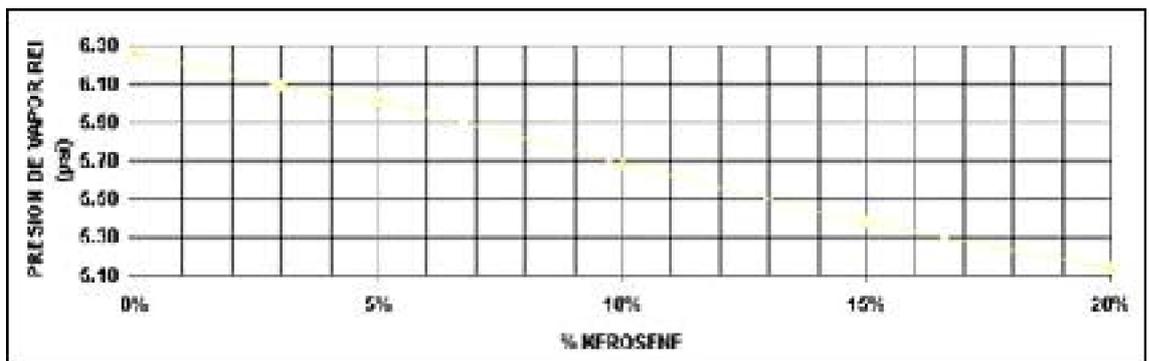


PVR EN MEZCLAS DE G-95 CON SOLVENTE N°3

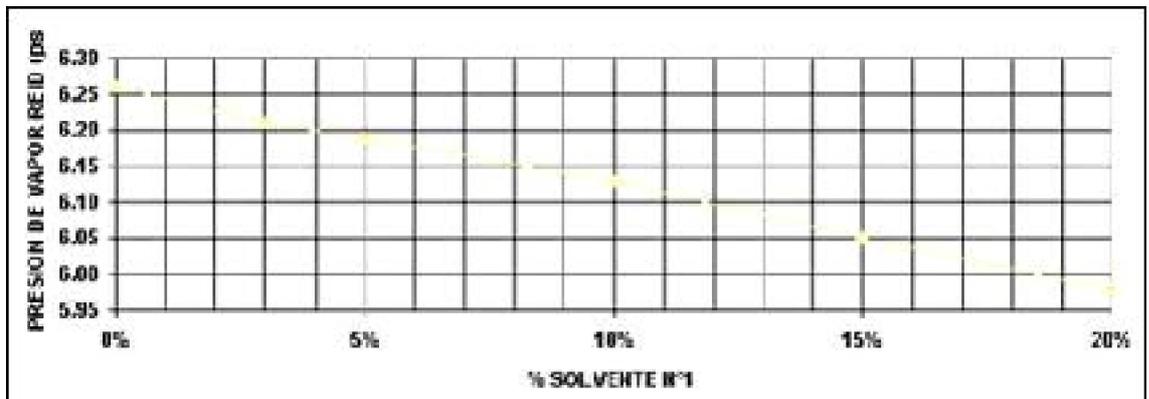
## ANEXO N° C-8: PRESIÓN DE VAPOR REID (ASTM D-323) DE MUESTRAS DE G-97 RON CON KEROSENE Y SOLVENTES N°1 Y N°3

%ADULTERACION	PVR MEZCLA		
	KEROSENE	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	6.26	6.26	6.26
3%	6.09	6.21	6.11
5%	6.01	6.19	5.98
10%	5.68	6.13	5.69
15%	5.38	6.05	5.31
20%	5.14	5.98	5.01

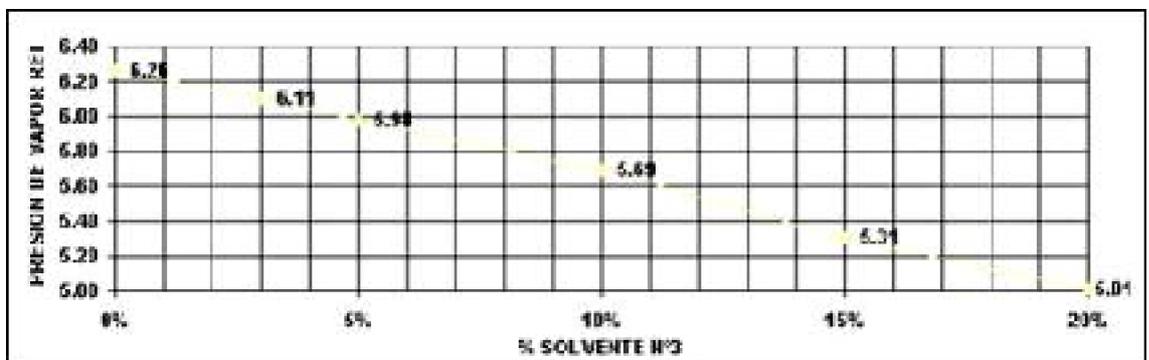
PVR EN MEZCLAS DE G-97 CON KEROSENE



PVR EN MEZCLAS DE G-97 CON KEROSENE



PVR EN MEZCLAS DE G-97 CON SOLVENTE N°1

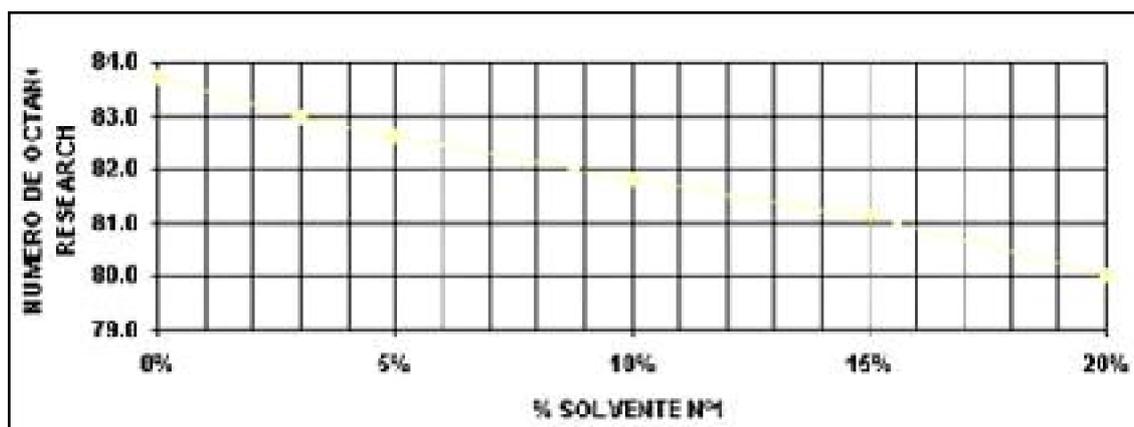


PVR EN MEZCLAS DE G-97 CON SOLVENTE N°3

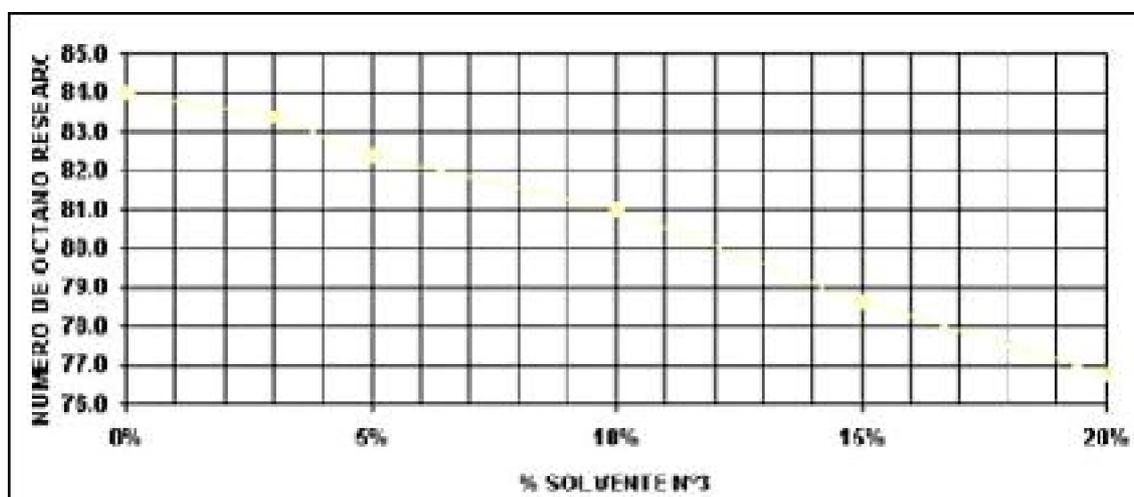
## ANEXO N° C-9: NÚMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) DE MUESTRAS DE G-84 RON CON SOLVENTES N°1 Y N°3

%ADULTERACION	RON MEZCLA	
	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	83.7	84.0
3%	83.0	83.4
5%	82.6	82.4
10%	81.8	81.0
15%	81.1	78.6
20%	80.0	76.8

RON EN MEZCLAS DE G-84 CON SOLVENTE N°1



RON EN MEZCLAS DE G-84 CON SOLVENTE N°1

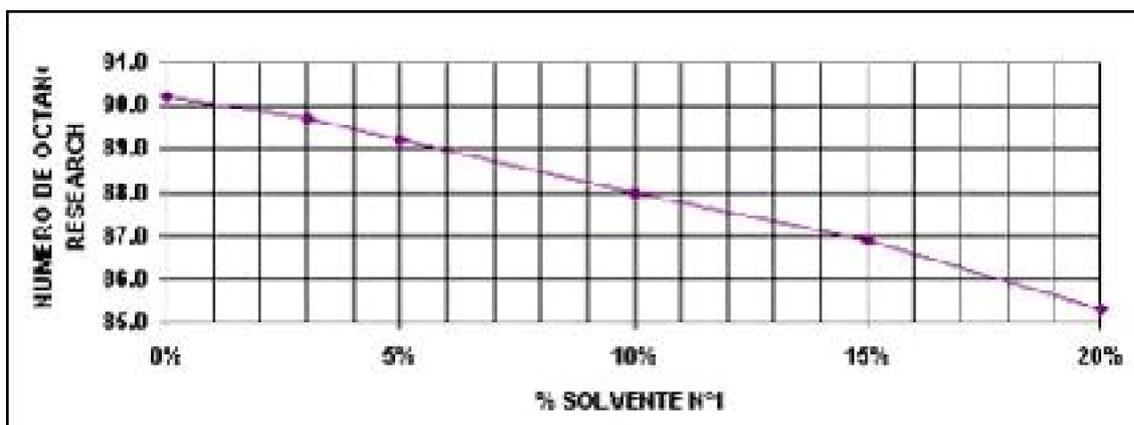


RON EN MEZCLAS DE G-84 RON CON SOLVENTE N°3

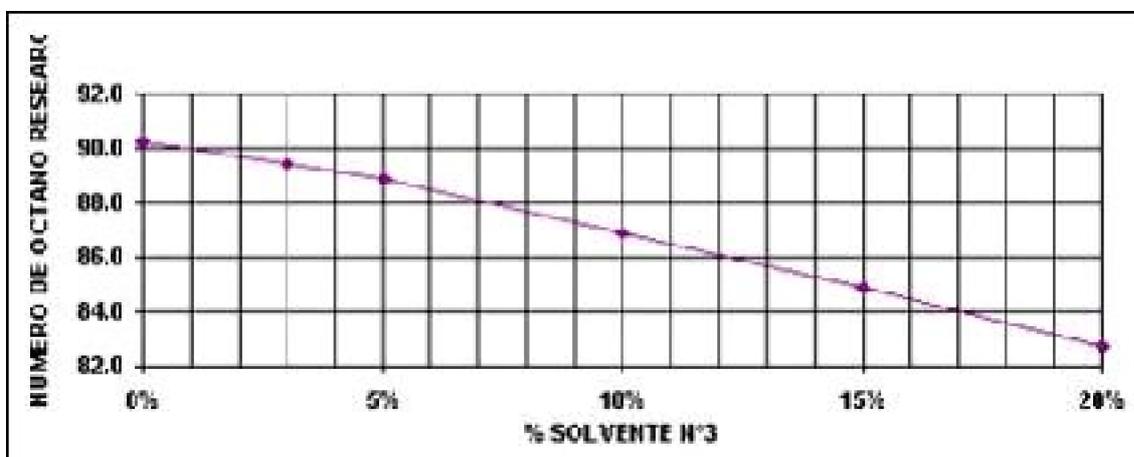
**ANEXO N° C-10: NÚMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) DE MUESTRAS DE G-90 RON CON SOLVENTES N°1 Y N°3**

%ADULTERACION	RON MEZCLA	
	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	90.2	90.2
3%	89.7	89.4
5%	89.2	88.9
10%	88.0	86.9
15%	86.9	84.9
20%	85.3	82.7

RON EN MEZCLAS DE G-90 CON SOLVENTE N°1



RON EN MEZCLAS DE G-90 CON SOLVENTE N°1

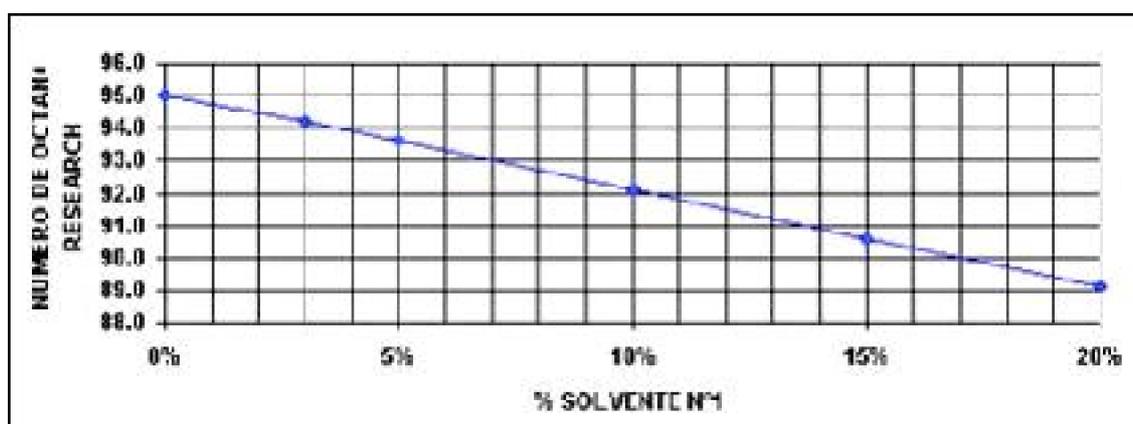


## RON EN MEZCLAS DE G-90 CON SOLVENTE N°3

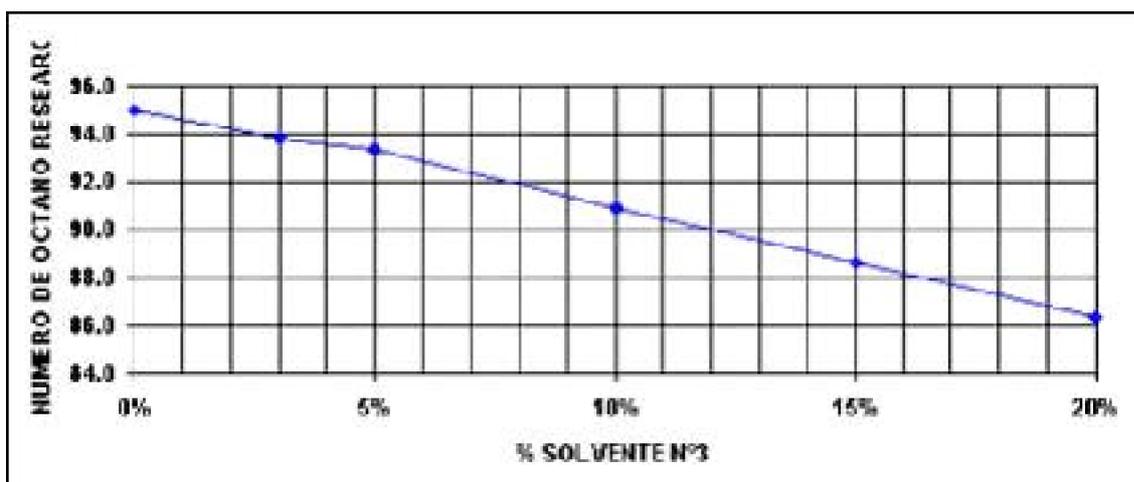
## ANEXO N° C-11: NÚMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) DE MUESTRAS DE G-95 RON CON SOLVENTES N°1 Y N°3

% ADULTERACION	RON MEZCLA	
	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	95.0	95.0
3%	94.2	93.8
5%	93.6	93.4
10%	92.1	90.9
15%	90.6	88.6
20%	89.1	86.4

## RON EN MEZCLAS DE G-95 CON SOLVENTE N°1



## RON EN MEZCLAS DE G-95 CON SOLVENTE N°1

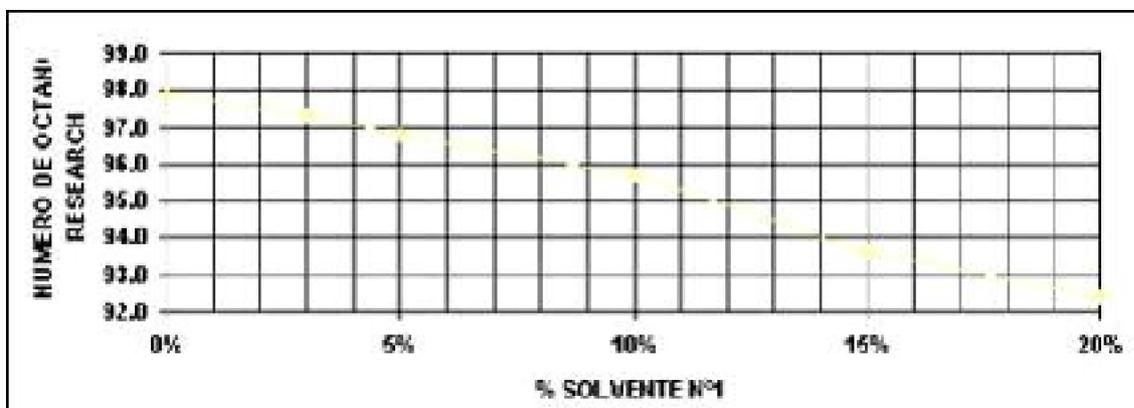


RON EN MEZCLAS DE G-95 RON CON SOLVENTE N°3

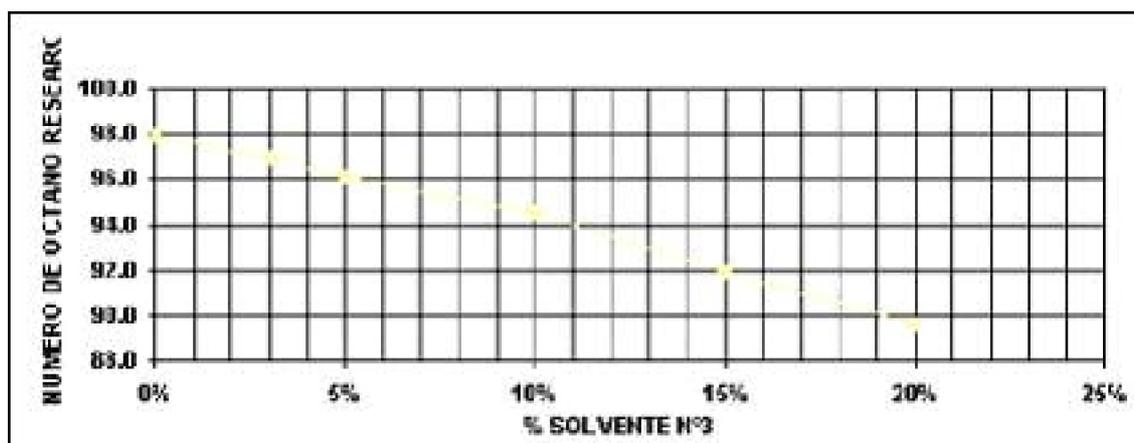
## ANEXO N° C-12: NÚMERO DE OCTANO RESEARCH (ASTM D-2699) DE MUESTRAS DE G-97 RON CON SOLVENTES N°1 Y N°3

%ADULTERACION	RON MEZCLA	
	SOLV. N°1	SOLV. N°3
0%	97.9	97.9
3%	97.3	97.0
5%	96.8	96.1
10%	95.7	94.5
15%	93.6	91.9
20%	92.4	89.6

RON EN MEZCLAS DE G-97 CON SOLVENTE N°1



RON EN MEZCLAS DE G-97 CON SOLVENTE N°1

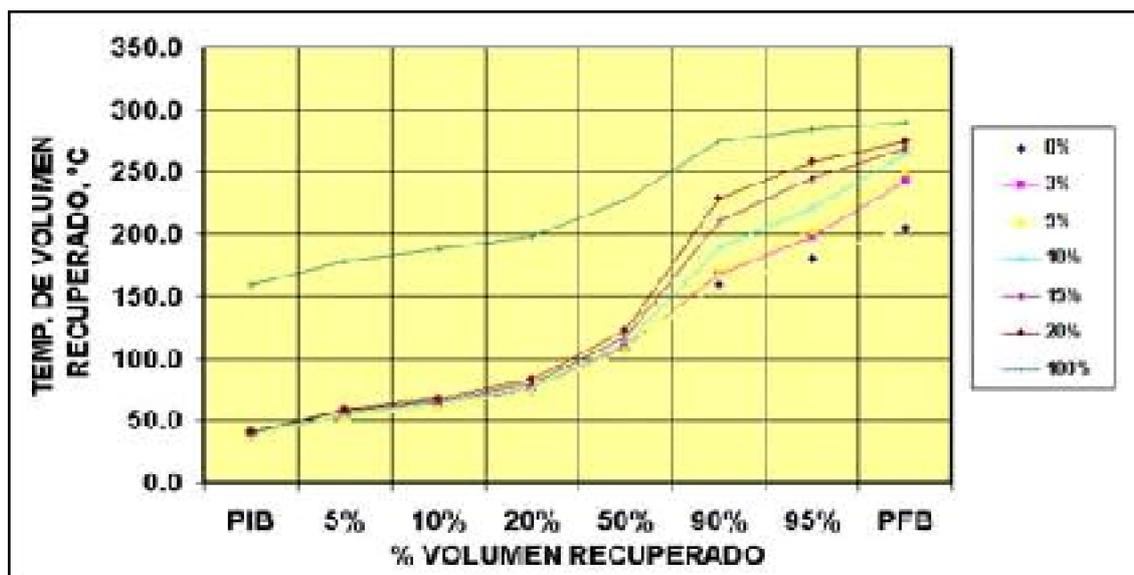


RON EN MEZCLAS DE G-97 CON SOLVENTE N°3

## ANEXO N° C-13: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 84 CON KEROSENE

	% KEROSENE						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
PIB	39.9	39.0	38.0	38.9	40.0	40.5	40.8
IB4	64.9	64.0	64.0	64.9	65.0	65.5	66.2
10%	69.9	69.0	69.0	69.9	70.0	70.5	71.2
20%	74.9	74.0	74.0	74.9	75.0	75.5	76.2
30%	107.1	106.0	106.0	107.0	107.5	108.0	108.2
40%	160.0	161.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0
50%	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
60%	205.0	205.0	205.0	205.0	205.0	205.0	205.0
70%	225.0	225.0	225.0	225.0	225.0	225.0	225.0
80%	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0
90%	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0
95%	275.0	275.0	275.0	275.0	275.0	275.0	275.0
100%	285.0	285.0	285.0	285.0	285.0	285.0	285.0
REC. INFERIOR (MOL.)	88.9	88.5	88.0	88.9	89.0	89.5	89.8
RESIDUO (%VOL.)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PERDIDA (%VOL.)	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 84 CON KEROSENE



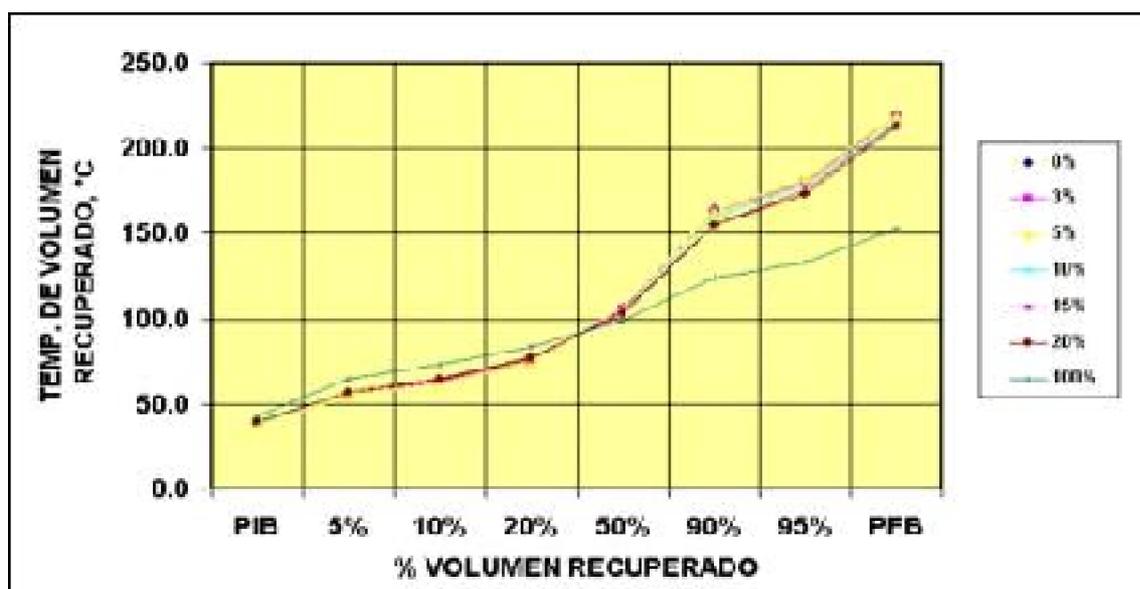
CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 84 CON KEROSENE

KEROSENE

**ANEXO N° C-14: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 84 CON SOLVENTE N°1**

	0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	38.0	39.0	38.0	39.0	43.0	40.0	43.0
5%	55.0	55.0	55.0	57.0	57.0	57.0	65.0
10%	62.0	63.0	62.0	64.0	64.0	65.0	73.0
20%	74.0	74.0	74.0	76.0	75.0	77.0	83.0
50%	107.0	108.0	105.0	104.0	104.0	103.0	99.0
90%	164.0	163.0	153.0	160.0	165.0	155.0	124.3
95%	100.0	100.0	102.0	170.0	175.0	170.0	130.0
PFB	230.0	219.0	219.0	215.0	214.0	213.0	153.3
RECUPERADO (%VOL.)	98.5	98.5	98.5	99.0	99.0	99.0	98.5
RESIDUO (%VOL.)	0.6	1.0	1.3	0.5	0.5	0.5	0.5
PERDIDA (%VOL.)	0.9	0.5	3.5	0.5	0.5	0.5	1.0

*CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA CON SOLVENTE N°1*

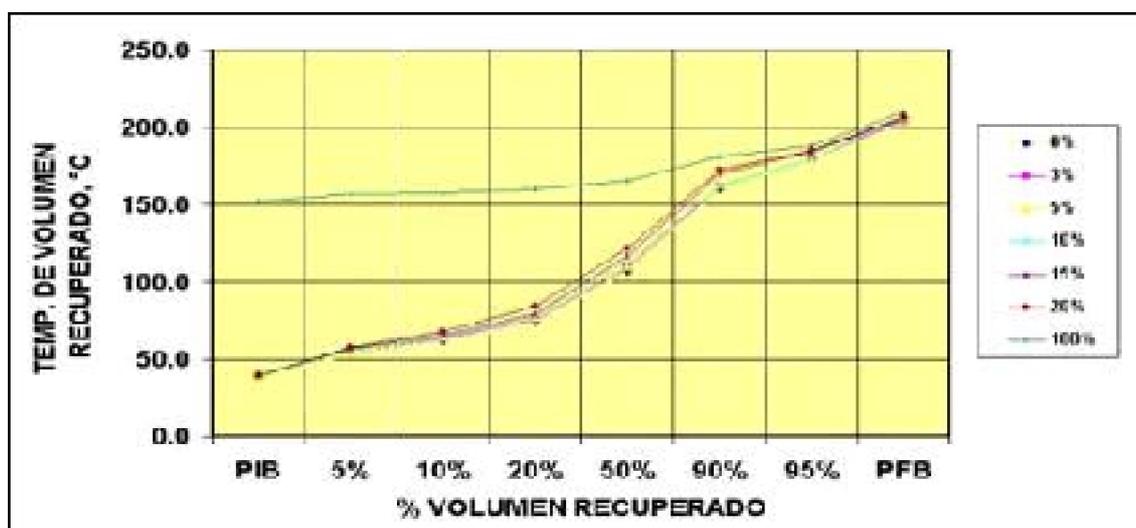


*CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA CON SOLVENTE N°1*

**ANEXO N° C-15: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 84 CON SOLVENTE N°3**

	% SOLVENTE N°3						
	0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	39.0	39.0	39.0	39.0	40.0	40.0	152.0
5%	54.0	55.0	55.0	56.0	57.0	58.0	152.0
10%	62.0	63.0	64.0	64.0	66.0	68.0	150.0
20%	74.0	76.0	77.0	78.0	80.0	84.0	160.0
50%	107.0	109.0	110.0	114.0	117.0	122.0	166.0
80%	160.0	162.0	163.0	162.0	170.0	170.0	181.0
95%	160.0	180.0	180.0	180.0	184.0	195.0	188.0
PFB	205.0	205.0	206.0	206.0	206.0	207.0	210.0
RECUPERADO (%VOL.)	99.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5
RESIDUO (%VOL.)	0.6	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	0.5
PERDIDA (%VOL.)	0.9	0.5	0.5	0.8	0.5	0.5	1.0

CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 84 CON SOLVENTE N°3

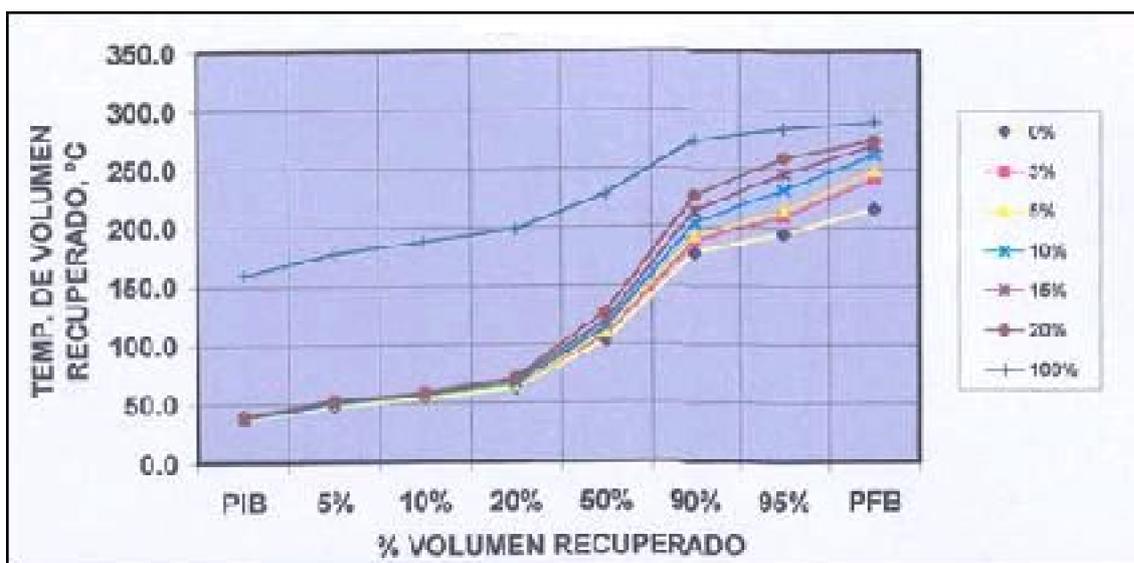


CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 84 CON SOLVENTE N°3

## ANEXO N° C-16: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON KEROSENE

	% KEROSENE						
	0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	37.0	38.0	39.0	38.0	39.0	40.0	160.0
5%	40.0	50.0	50.0	50.0	52.0	53.0	176.0
10%	54.0	57.0	59.0	57.0	58.0	59.0	188.0
20%	60.0	65.0	66.0	67.0	70.0	72.0	196.0
50%	103.0	108.0	110.0	115.0	120.0	128.0	226.0
80%	176.0	188.0	192.0	204.0	214.0	227.0	274.0
95%	194.0	209.0	214.0	232.0	246.0	256.0	284.0
PFB	210.0	241.0	246.0	262.0	276.0	274.0	290.0
RECUPERADO (%VOL.)	99.0	98.5	98.5	98.5	98.5	98.0	98.0
RESIDUO (%VOL.)	0.6	0.7	0.8	1.0	1.0	1.0	1.3
PERDIDA (%VOL.)	0.5	0.8	0.7	0.5	0.5	1.0	0.5

CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON KEROSENE

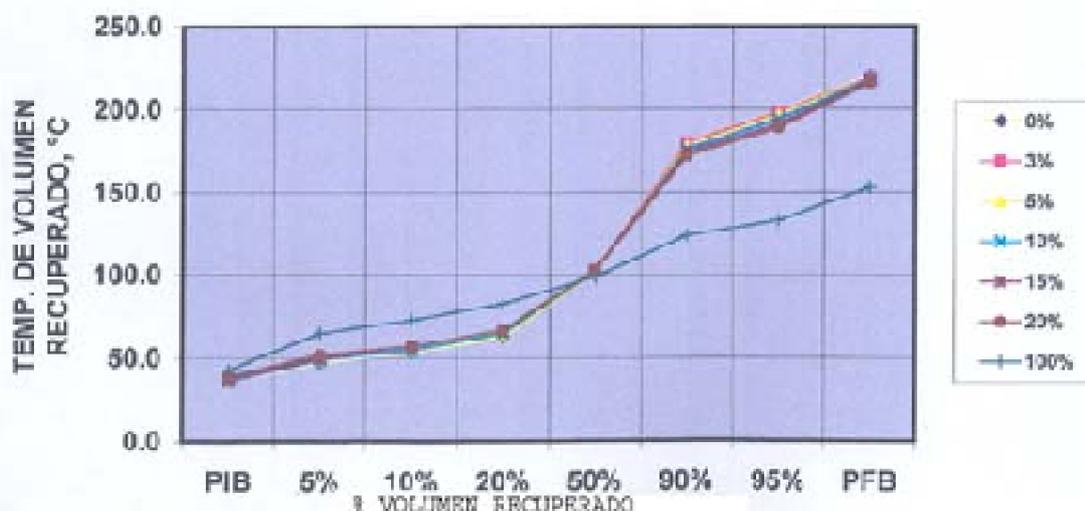


CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON KEROSENE

## ANEXO N° C-17: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON SOLVENTE N°1

	% SOLVENTE N°1						
	4%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	38.0	38.0	37.0	37.0	38.0	39.0	43.0
5%	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	45.0
10%	51.0	55.0	55.0	55.0	57.0	57.0	73.0
20%	63.0	65.0	64.0	65.0	67.0	67.0	83.0
50%	103.0	103.0	102.0	102.0	103.0	103.0	109.0
90%	190.0	190.0	176.0	176.0	174.0	172.0	124.0
95%	198.0	198.0	197.0	194.0	191.0	189.0	130.0
PFB	220.0	219.0	216.0	216.0	217.0	216.0	150.0
RECUPERADO (%VOL.)	98.5	98.5	98.5	99.0	99.0	99.0	98.5
RESIDUO (%VOL.)	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5
PERDIDA (%VOL.)	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	1.0

CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON SOLVENTE N° 1

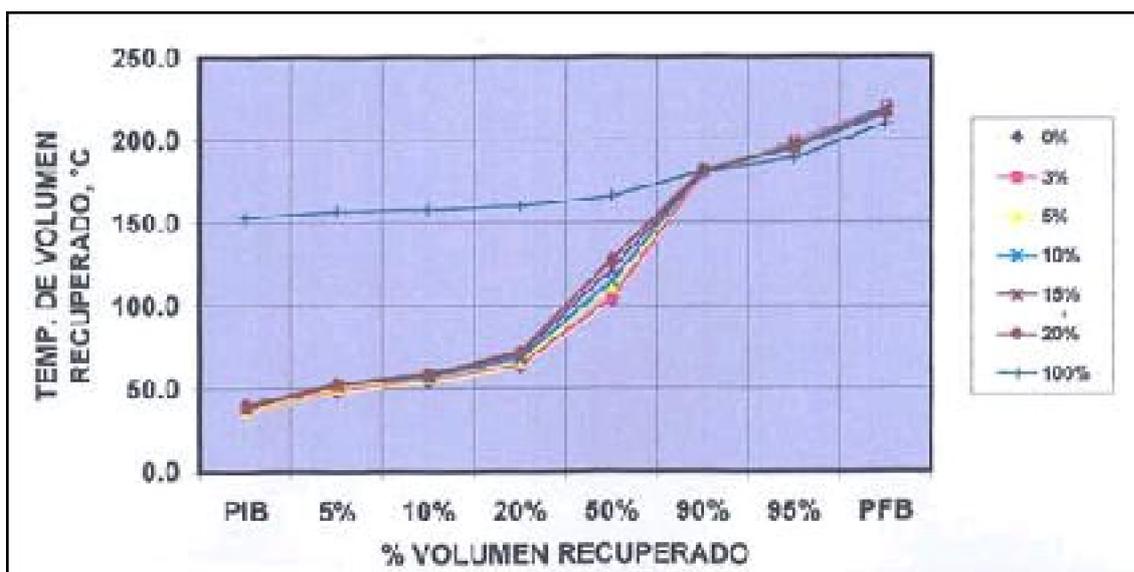


CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON SOLVENTE N° 1

## ANEXO N° C-18 CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON SOLVENTE N°3

	% SOLVENTE N°3						
	0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	40.0	153.0
5%	43.0	45.0	50.0	52.0	52.0	53.0	157.0
10%	54.0	56.0	58.0	57.0	58.0	59.0	158.0
20%	63.0	64.0	65.0	58.0	70.0	77.0	160.0
50%	103.0	104.0	110.0	115.0	123.0	128.0	166.0
90%	160.0	160.0	161.0	161.0	161.0	162.0	161.0
95%	188.0	189.0	188.0	197.0	195.0	195.0	189.0
PFB	220.0	220.0	210.0	210.0	217.0	210.0	210.0
RECUPERADO (%VOL.)	99.0	98.5	98.5	96.5	98.5	98.5	98.5
RESIDUO (%VOL.)	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5	0.7	0.5
PERDIDA (%VOL.)	0.5	0.8	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0

CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON SOLVENTE N°3

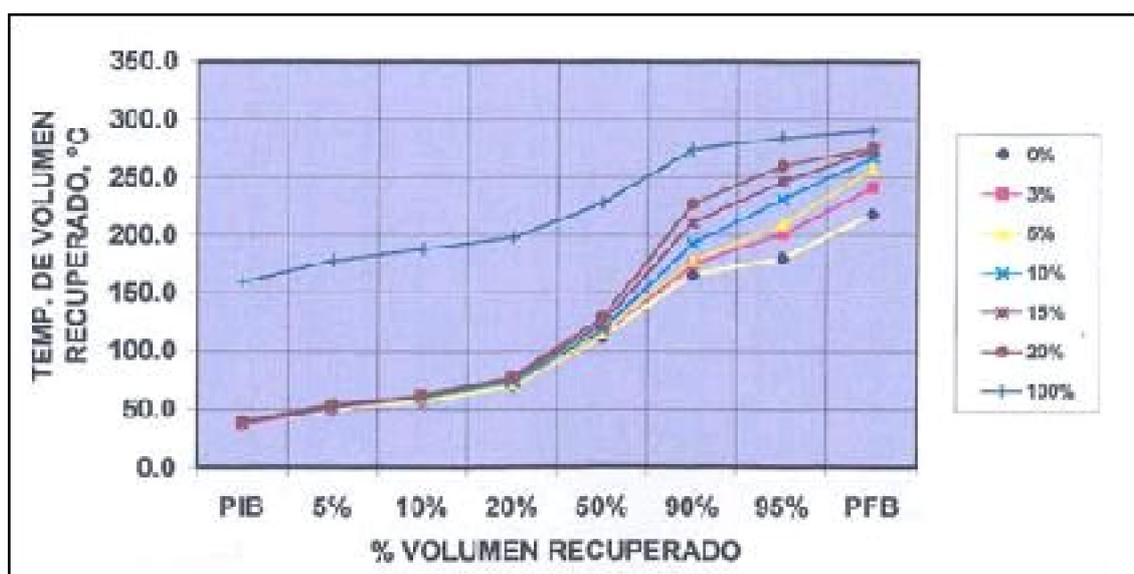


CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 90 CON SOLVENTE N°3

## ANEXO N° C-19: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON KEROSENE

	% KEROSENE						
	0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	36.0	36.0	38.0	38.0	39.0	40.0	160.0
5%	50.0	51.0	52.0	52.0	53.0	54.0	178.0
10%	57.0	59.0	59.0	60.0	61.0	62.0	188.0
30%	70.0	71.0	71.0	73.0	75.0	78.0	198.0
50%	112.0	115.0	116.0	118.0	124.0	129.0	238.0
80%	168.0	175.0	178.0	193.0	211.0	227.0	274.0
95%	183.0	201.0	209.0	231.0	248.0	250.0	284.0
PFB	213.0	241.0	257.0	297.0	279.0	275.0	260.0
RECUPERADO (%VOL.)	99.0	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	93.5
RESIDUO (%VOL.)	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
PERDIDA (%VOL.)	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0

CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON KEROSENE

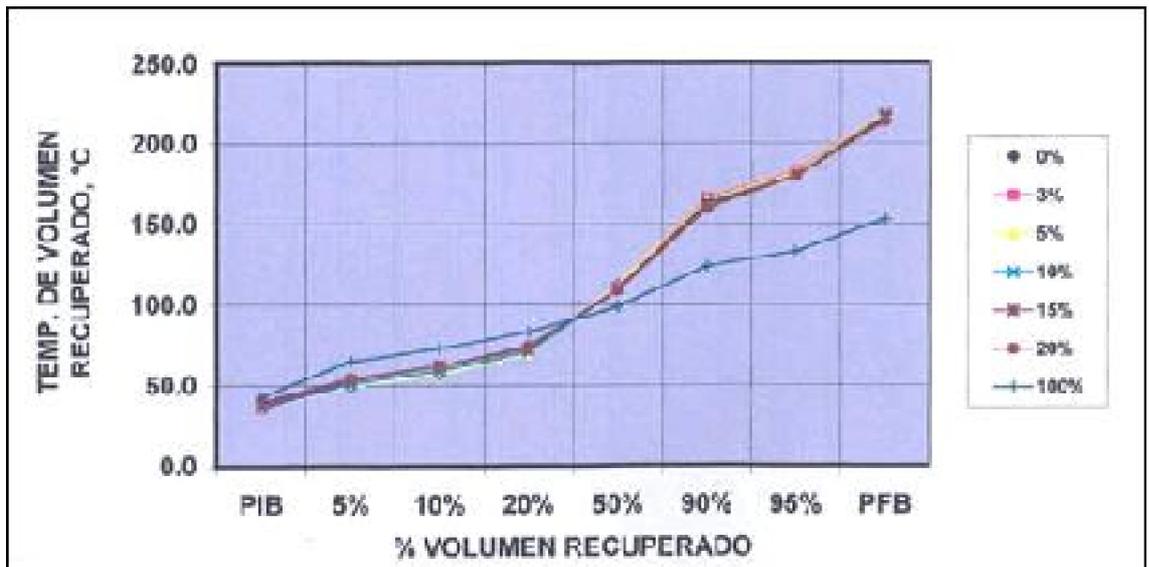


CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON KEROSENE

## ANEXO N° C-20: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON SOLVENTE N°1

	% SOLVENTE N°1						
	0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	36.0	36.0	37.0	37.0	38.0	40.0	43.0
5%	50.0	51.0	51.0	51.0	53.0	54.0	55.0
10%	57.0	58.0	58.0	58.0	62.0	62.0	73.0
20%	70.0	70.0	70.0	71.0	73.0	74.0	83.0
50%	112.0	111.0	111.0	110.0	113.0	109.0	99.0
90%	166.0	156.0	156.0	163.0	162.0	160.0	124.0
95%	183.0	183.0	182.0	180.0	180.0	180.0	133.0
PFB	216.0	216.0	216.0	217.0	219.0	214.0	153.0
RECUPERADO (%VOL.)	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5
RESIDUO (%VOL.)	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0	0.7	0.5
PERDIDA (%VOL.)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.8	1.0

CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON SOLVENTE N°1

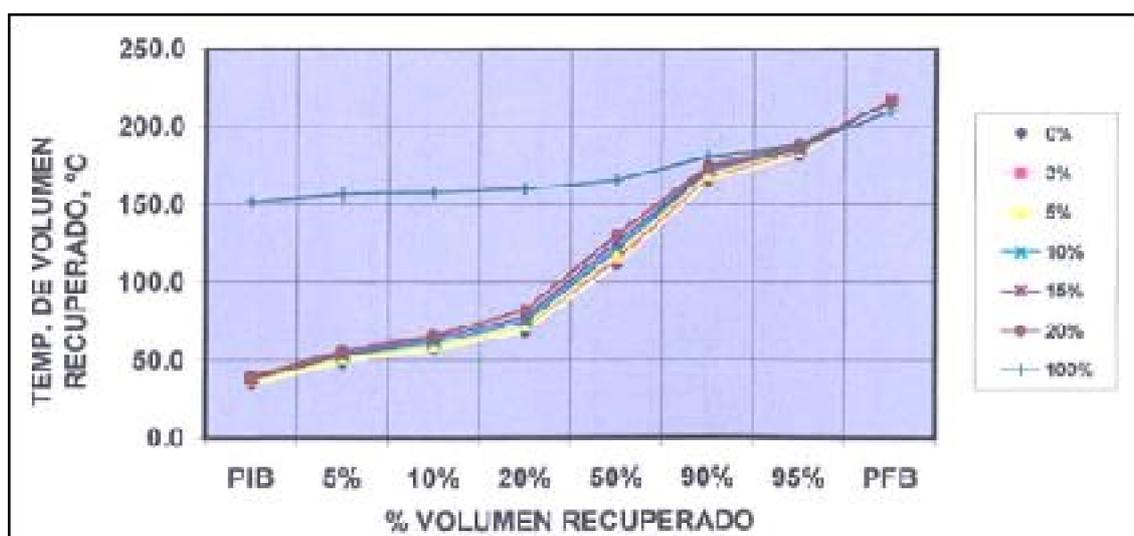


CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON SOLVENTE N°1

## ANEXO N° C-21: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON SOLVENTE N°3

	% SOLVENTE N°3						
	0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	35.0	37.0	37.0	38.0	38.0	40.0	152.0
3%	49.0	51.0	51.0	53.0	54.0	56.0	157.0
10%	57.0	58.0	59.0	62.0	64.0	66.0	158.0
20%	69.0	72.0	72.0	75.0	78.0	82.0	160.0
50%	112.0	115.0	117.0	122.0	126.0	131.0	166.0
90%	169.0	168.0	169.0	172.0	173.0	175.0	181.0
95%	182.0	184.0	185.0	186.0	187.0	189.0	188.0
PFB	218.0	218.0	218.0	217.0	217.0	216.0	210.0
RECUPERADO (%VOL)	99.0	98.5	98.5	98.5	98.5	99.0	99.5
RESIDUO (%VOL)	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.5
PERDIDA (%VOL)	0.5	0.8	0.3	1.0	1.0	0.2	1.0

CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON SOLVENTE N°3

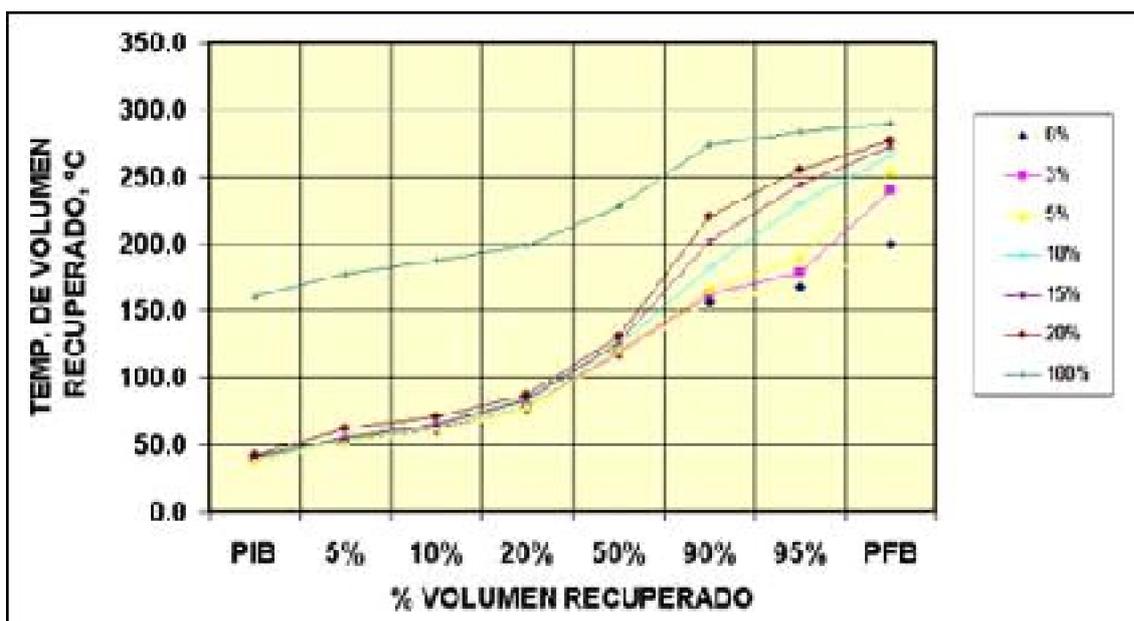


CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 95 CON SOLVENTE N°3

## ANEXO N° C-22: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 97 CON KEROSENE

	% KEROSENE						
	0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	38.0	39.0	39.0	40.0	41.0	42.0	160.0
5%	52.0	53.0	53.0	55.0	56.0	62.0	178.0
10%	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	71.0	190.0
20%	76.0	78.0	78.0	83.0	84.0	87.0	198.0
50%	118.0	119.0	121.0	124.0	127.0	131.0	226.0
90%	157.0	162.0	166.0	182.0	202.0	220.0	274.0
95%	168.0	174.0	180.0	230.0	244.0	255.0	284.0
PFB	200.0	240.0	254.0	266.0	273.0	277.0	290.0
RECUPERADO (%VOL.)	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	98.0	98.0
RESIDUO (%VOL.)	0.7	1.0	1.1	1.0	1.0	1.2	1.5
PERDIDA (%VOL.)	0.8	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.6

CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE GASOLINA 97 CON KEROSENE

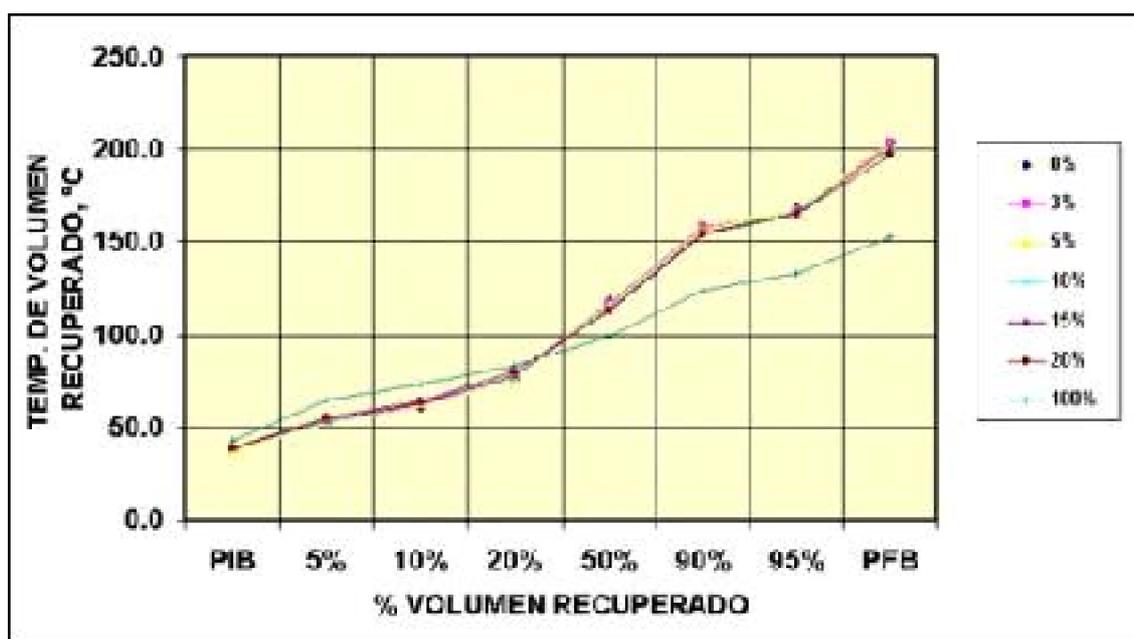


CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE GASOLINA 97 CON KEROSENE

## ANEXO N° C-23: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 97 CON SOLVENTE N°1

	% SOLVENTE N°1						
	0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	39.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	43.0
5%	52.0	53.0	53.0	53.0	54.0	55.0	65.0
10%	61.0	62.0	63.0	63.0	63.0	64.0	71.0
20%	76.0	77.0	77.0	77.0	78.0	80.0	83.0
50%	118.0	117.0	118.0	115.0	114.0	113.0	99.0
90%	157.0	158.0	157.0	155.0	155.0	154.0	124.0
95%	166.0	168.0	167.0	167.0	165.0	165.0	139.0
PFB	200.0	203.0	202.0	200.0	201.0	197.0	153.0
RECUPERADO (%VOL.)	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
RESIDUO (%VOL.)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5
PERDIDA (%VOL.)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0

CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 97 CON SOLVENTE N°1



CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 97 CON SOLVENTE N°1

## ANEXO N° C-24: CURVAS DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 97 CON SOLVENTE N°3

	% SOLVENTE N°3						
	0%	3%	5%	10%	15%	20%	100%
PIB	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	152.0
5%	52.0	52.0	53.0	54.0	54.0	56.0	157.0
10%	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	67.0	158.0
20%	76.0	77.0	79.0	82.0	81.0	87.0	160.0
50%	118.0	120.0	121.0	125.0	127.0	131.0	166.0
90%	147.0	148.0	149.0	164.0	166.0	167.0	168.0
95%	165.0	171.0	170.0	175.0	176.0	178.0	169.0
PFB	203.0	203.0	204.0	205.0	207.0	208.0	210.0
RECUPERADO (%VOL.)	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
RESIDUO (%VOL.)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5
PERDIDA (%VOL.)	0.8	0.6	0.8	0.6	0.8	0.9	1.0

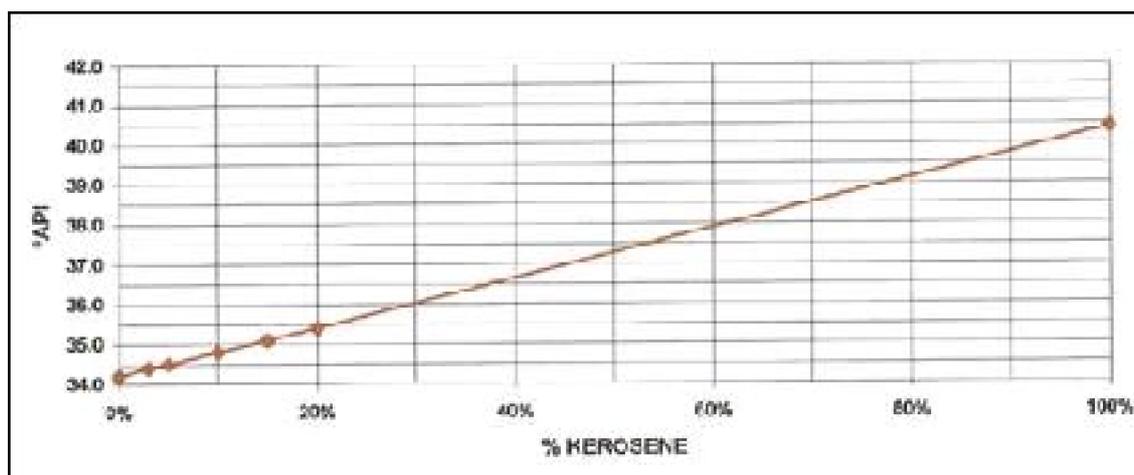
CURVA DE DESTILACIÓN ASTM D-86 DE MEZCLAS DE GASOLINA 97 CON SOLVENTE N°3



### ANEXO N° C-25: CURVA DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRA DIESEL N°2 – KEROSENE

%ADULTERACION	°API MEZCLA
0%	34.2
3%	34.4
5%	34.5
10%	34.8
15%	35.1
20%	35.4
100%	40.4

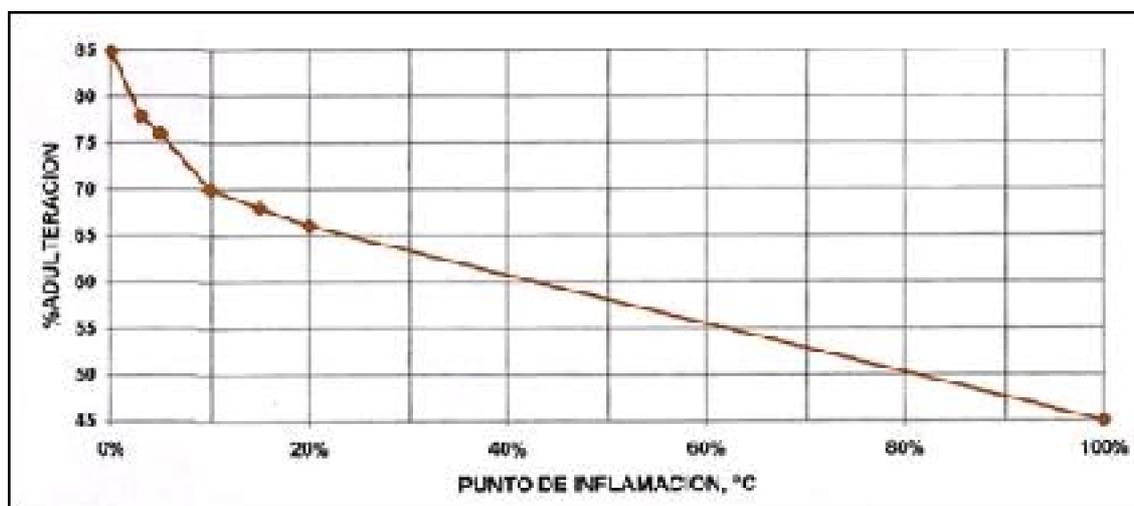
CURVA DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRA DIESEL N°2 – KEROSENE



CURVA DE GRAVEDAD °API (ASTM D-287) DE MUESTRA DIESEL N°2 – KEROSENE

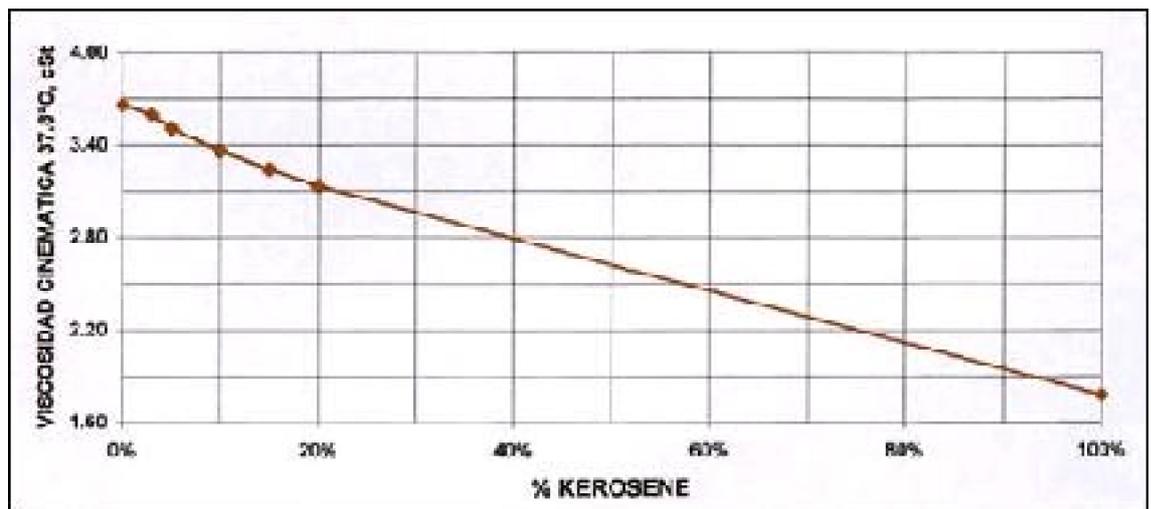
## ANEXO N° C-26: CURVA DE PTO DE INFLAMACIÓN (ASTM D-93) MUESTRA DIESEL N°2 – KEROSENE

%ADULTERACION	PUNTO INFLAMACION °C
0%	85
3%	78
5%	76
10%	70
15%	68
20%	66
100%	45

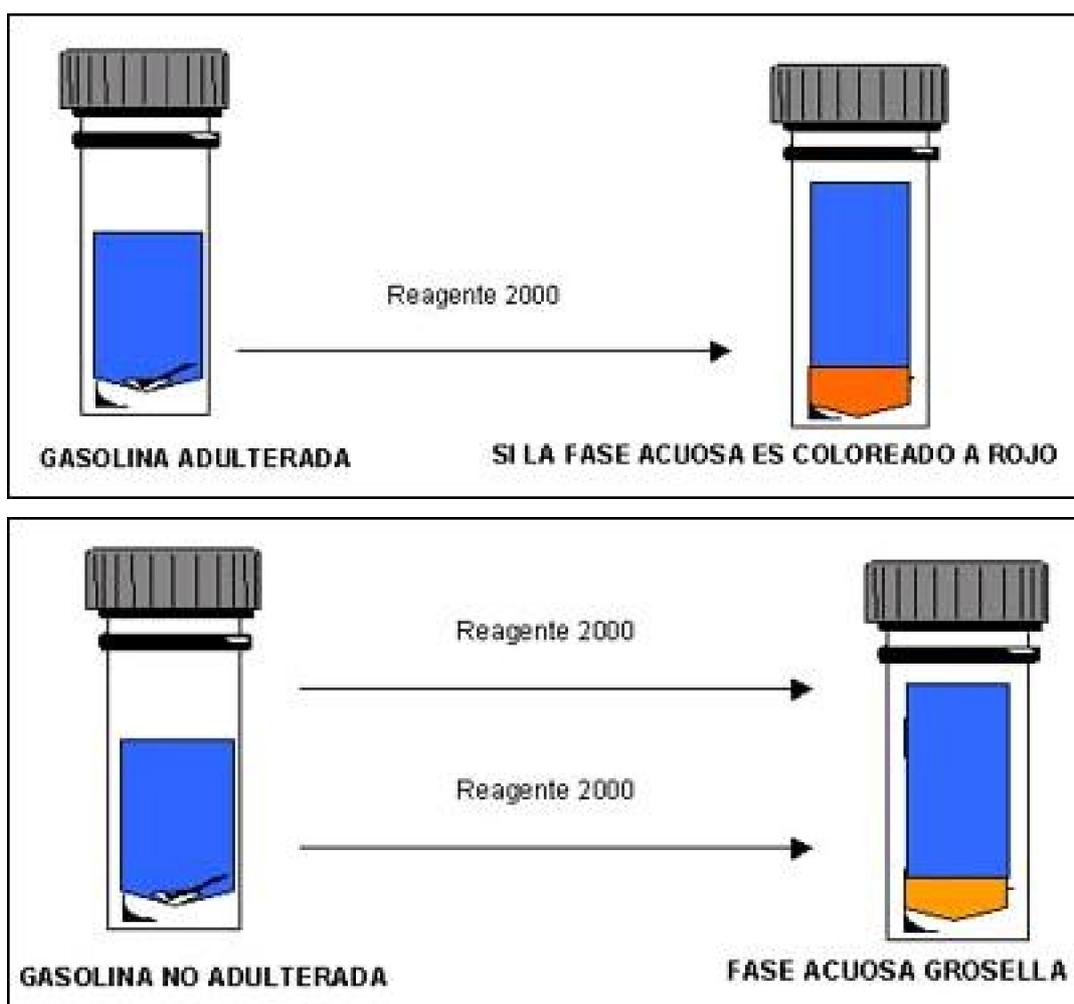


## ANEXO N° C-27: CURVA DE VISCOSIDAD (ASTM D-445) DE MUESTRAS DIESEL N°2 – KEROSENE

%ADULTERACION	VISCOSIDAD CINEMATICA 37.8°C, Cst
0%	3.66
3%	3.60
5%	3.51
10%	3.36
15%	3.24
20%	3.13
100%	1.78

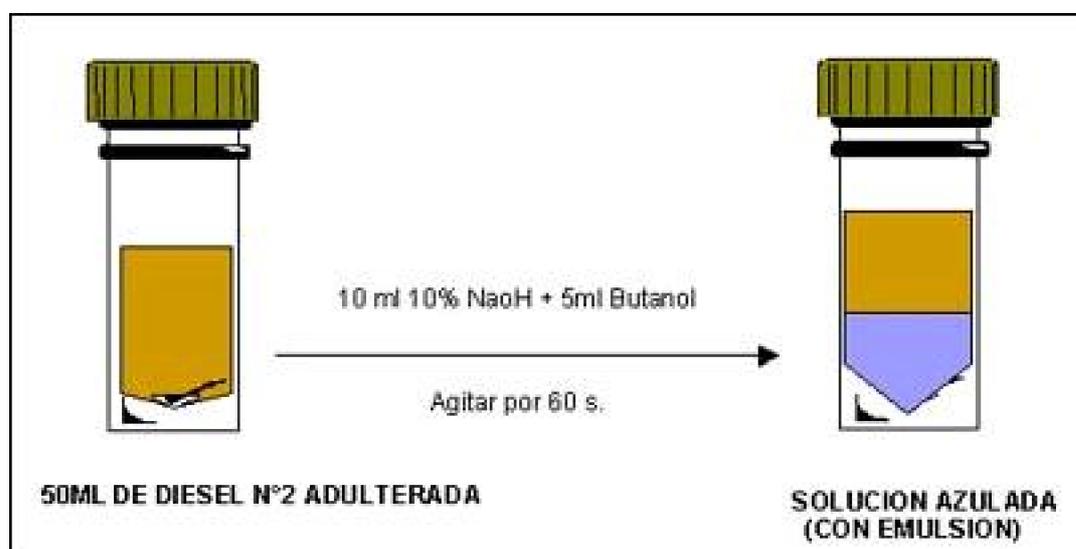
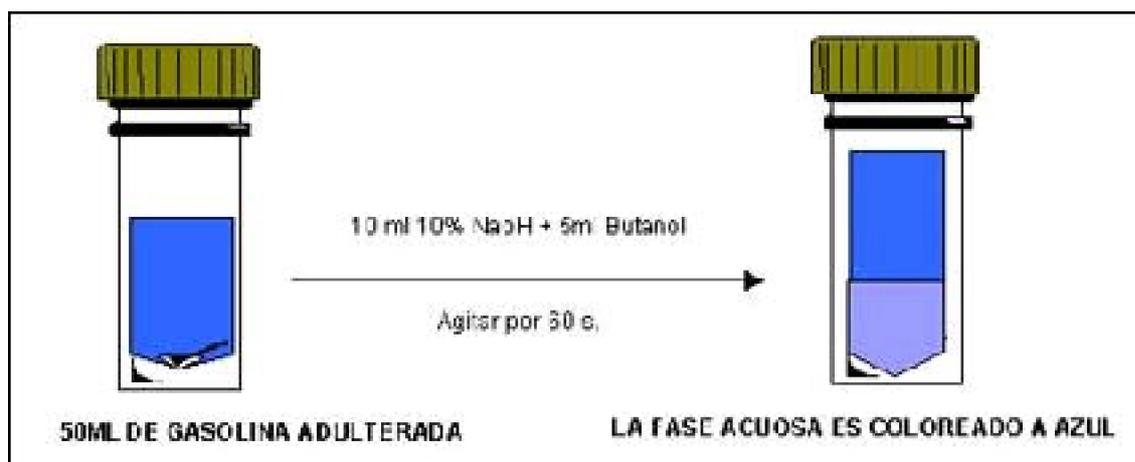


## ANEXO N°D-1: DETERMINACIÓN DEL MARCADOR N°1



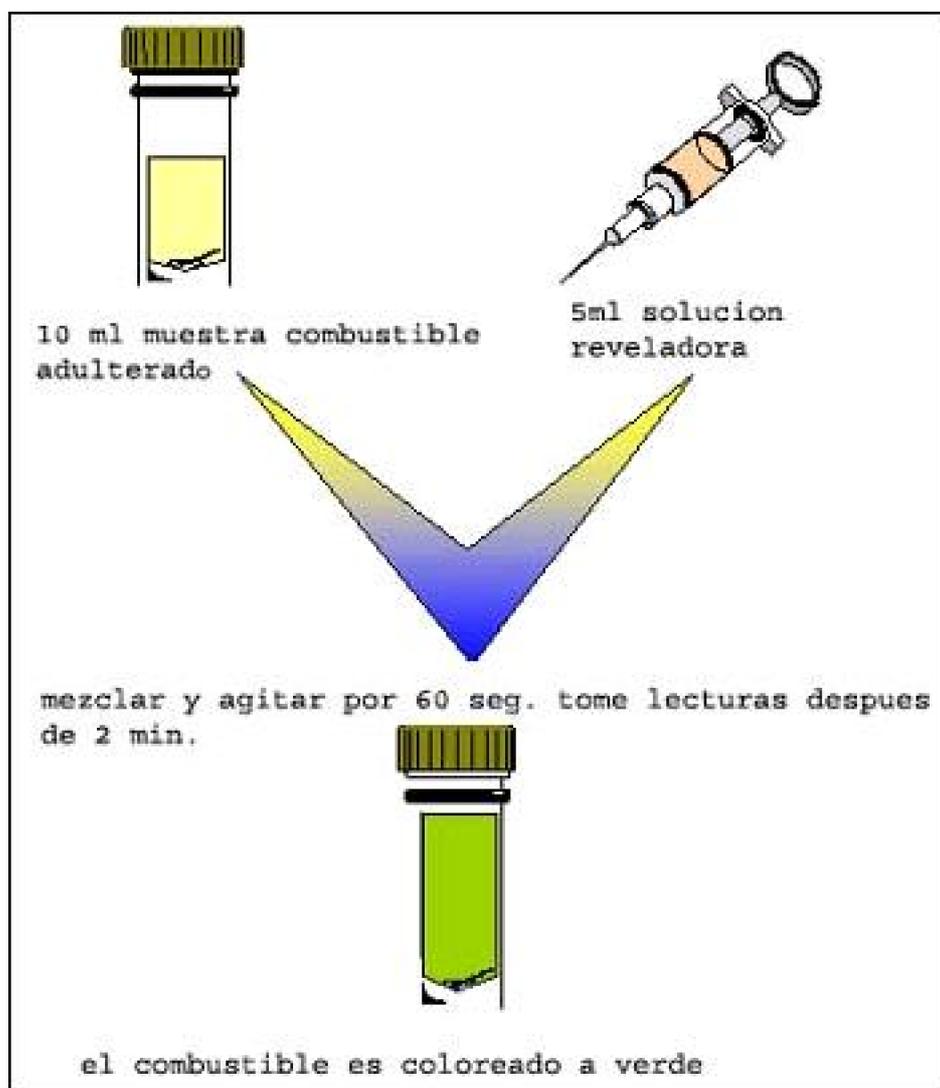
**NOTA:** LA GASOLINA HA SIDO MEZCLADA CON KEROSENE DOSIFICADO CON MARCADOR N°1 – MORTRACE MP (20ppm)

## ANEXO N° D-2: DETERMINACIÓN DEL MARCADOR N°2



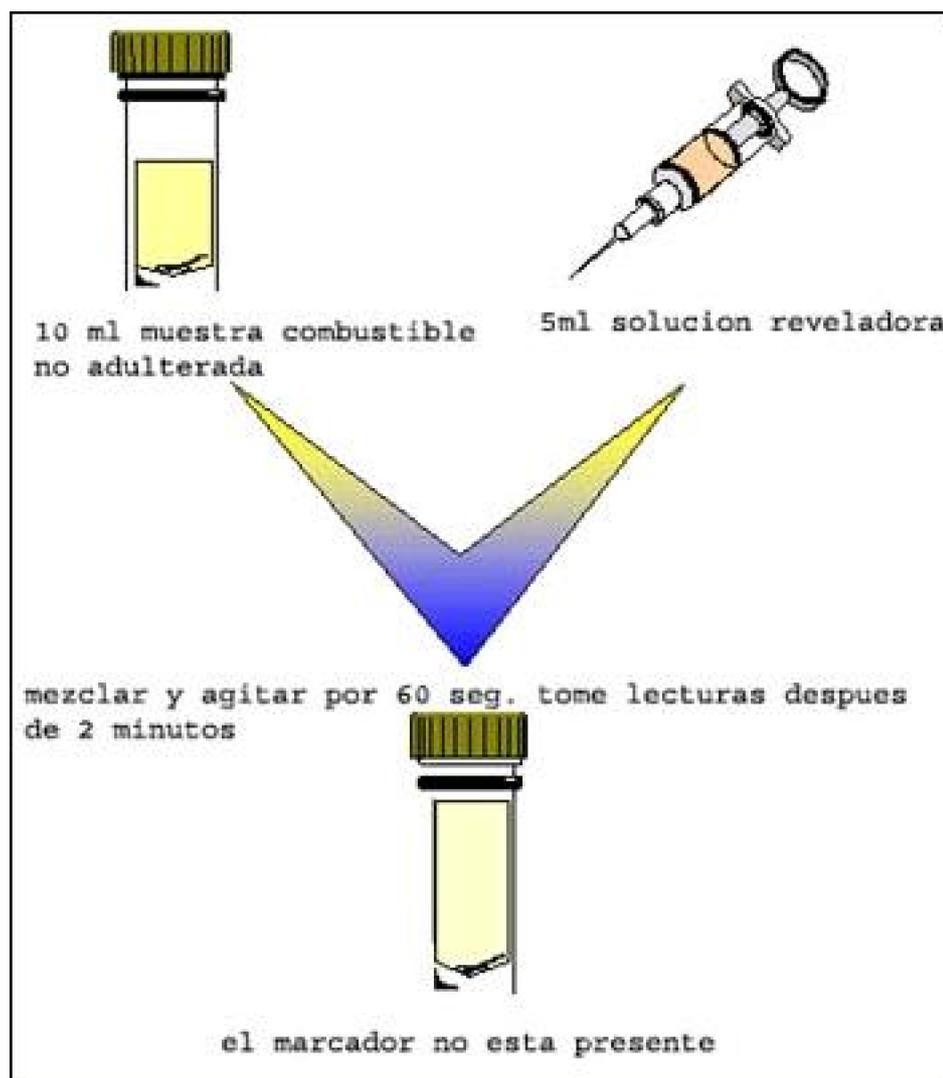
**NOTA:** LOS COMBUSTIBLES ADULTERADOS SON UNA MEZCLA CON KEROSENE DOSIFICADO CON MARCADOR N°2 – Dyeguard Green MCPP-10 (100ppm)

## ANEXO N° D-3: DETERMINACIÓN DEL MARCADOR N°3



**NOTA:** EL COMBUSTIBLE ES UNA MEZCLA CON KEROSENE DOSIFICADO CON MARCADOR N°3 – DYEGUARD INVISIBLE GREEN II(100ppm)

## ANEXO N° D-4: DETERMINACIÓN DEL MARCADOR N°3 (BLANCO)

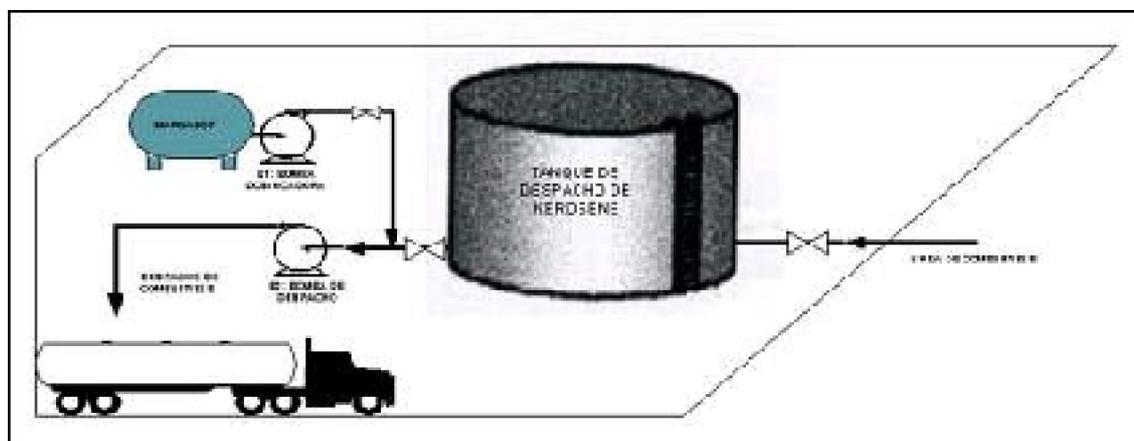


## ANEXO N° E- 1: PRUEBAS FISICOQUÍMICAS A MUESTRAS DE KEROSENE ANTES Y DESPUÉS DE USAR MARCADOR

PRUEBAS	METODO ASTM	RESULTADOS		ESPECIFICACION PETROPERU	
		KEROSENE SIN MARCAR	KEROSENE MARCADO	MIN.	MAX.
Color Saybolt	D-156	15	15	15	
Destilación a 760mmHg, °C	D-86				
PFB		155	154		
5% V Recuperado		171	170		
10% V Recuperado		178	179		200
20% V Recuperado		192	191		
50% V Recuperado		223	222		
90% V Recuperado		272	271		
95% V Recuperado		284	283		
PFB		295	294		300
Recuperado (%Vol.)		98	98		
Residuo (%Vol.)		1.5	1.5		
Pérdida (%Vol.)		0.5	0.5		
Pto. Inflamación, °C	D-56	44.0	44.0		

1

## ANEXO F: ESQUEMA DE DOSIFICACIÓN DEL MARCADOR EN PLANTA DE VENTAS



## ANEXO G: DIAGRAMA DE UNIDADES DE PROCESO

<sup>1</sup> Nota: Kerosene con marcador N°3

**DETECCIÓN DE ADULTERACIONES DE COMBUSTIBLES DE USO EN EL PARQUE AUTOMOTOR PERUANO**

