


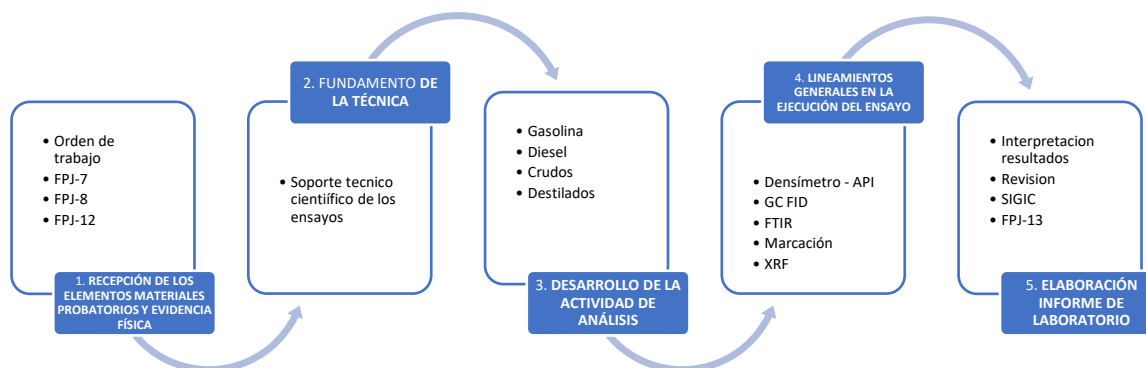
Página: 1 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

Objetivo: Analizar las muestras de hidrocarburos livianos (gasolina, nafta y disolvente), hidrocarburos medios (diésel, keroseno y fuel oil) e hidrocarburos pesados (crudo), para su identificación por diferentes análisis instrumentales validados como métodos no normalizados basados en los lineamientos establecidos en normas tales como ASTM (American Society for Testing Materials).

Alcance: Inicial con la recepción de los Elementos Materiales Probatorios y Evidencia Física EMP y EF terminando con la emisión del Informe Investigador de Laboratorio FPJ-13, aplica para el personal de peritos químicos que realicen la caracterización química de hidrocarburos livianos, medios y pesados, recibidos en el Laboratorio de Química Forense de la Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL.

Desarrollo del procedimiento

Imagen Nro. 1 Flujograma procedimiento.




Fuente: elaboración propia Policía Nacional

1. RECEPCIÓN DE LOS ELEMENTOS MATERIALES PROBATORIOS Y EVIDENCIA FÍSICA

La solicitud es recibida en la Unidad de Recepción de Elementos Materiales Probatorios y Evidencia Física (EMP y EF) de la Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL, por parte del responsable de la unidad de recepción o el auxiliar unidad de recepción, quienes revisan la solicitud, verificando que estén correctamente definidos los parámetros del servicio que requieren, se verifica el estado, la concordancia de la información e identificación del caso y fechas de la orden a policía judicial; no se recibe si la solicitud no se ajusta al portafolio de servicios o si la orden a policía judicial se encuentra vencida, se emite comunicación oficial para realizar la respectiva devolución.

Una vez ingresada la orden de trabajo en el Sistema de Información para la Gestión de Investigación Criminal (SIGIC) responsable de la unidad de recepción o el auxiliar unidad de recepción, el Perito designado para el análisis deberá recibir los Elementos Materiales Probatorios y Evidencia Física (EMP y EF) en la Unidad de Recepción de Elementos Materiales Probatorios y Evidencia Física (EMP Y EF) para lo cual deberá tomar las medidas de bioseguridad adecuadas implementando las recomendaciones descritas en el procedimiento de *Buenas Prácticas de Bioseguridad y Protección para el Servicio Técnico Científico Forense 1IC-PR-0019* y efectuará una revisión de lo solicitado y las muestras recibidas, firmando el Registro Cadena de Custodia FPJ-8, orden de trabajo y libro radicador.

Página: 2 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

En el momento de la apertura del embalaje, el Perito podrá identificar si el Elemento Material Probatorio y Evidencia Física (EMP y EF) no cumple con la descripción suministrada o si esta presenta alguna característica de desviación con respecto a la condiciones especificadas, que generen duda; por lo cual, el Perito procederá a informar de manera verbal al responsable del laboratorio y/o responsable de gestión técnica, para consultar al cliente y se obtenga las instrucciones adicionales antes de proceder con el ensayo o se realice su devolución,

Por otro lado, si el cliente requiere que el EMP y EF se le realice el respectivo ensayo admitiendo una desviación de las condiciones especificadas, el Perito incluye en el informe investigador de laboratorio FPJ-13 un descargo de responsabilidad en el que se indique que los resultados pueden ser afectados por la desviación; cabe aclarar, que las desviaciones solicitadas por el cliente no deben tener impacto sobre la integridad del Laboratorio o sobre la validez de los resultados.

Previo a la manipulación de la muestra, se dejará registro fotográfico para todas las muestras recibidas. Eventualmente si el perito encuentra una diferencia entre lo consignado en cadena de custodia y rótulo EMP-EF con lo recibido se dejará el correspondiente registro fotográfico, siendo este registro el soporte del estado en que llegaron las evidencias. Las imágenes estarán salvaguardadas bajo custodia del Laboratorio de Fotografía

Los casos que requieren ser analizados de manera inmediata, tendrán una solicitud previa por parte de la administración de justicia (Fiscales o Jueces), toda vez que estos notifican a los Laboratorios Forenses la urgencia que tienen con los mismos.

Las solicitudes que carecen de la orden de policía judicial debido a la naturaleza de sus funciones (Justicia penal militar, procesos disciplinarios, procesos investigativos para toma de decisión, entre otros) y no cuentan con un numero de noticia criminal (NUNC), deben venir acompañadas de la correspondiente solicitud de análisis y demás documentación y se atenderán previa autorización del responsable del laboratorio para su registro en el sistema y generación de la de orden de trabajo.

Muestras relacionadas con proyectos de investigación y que requieran ser analizadas, el ingreso para análisis debe ser autorizado por el responsable del laboratorio, así mismo, estas muestras deben venir acompañadas de la correspondiente solicitud de análisis o comunicación oficial para su registro en el sistema y generación de la de orden de trabajo. Para este tipo de muestras no se genera informe de laboratorio, el resultado se emite a través de comunicación oficial firmado por el funcionario que realizo análisis.

En ningún caso, los peritos o demás personal que conforman el laboratorio están con autorización de informar resultados parciales de algún tipo de análisis, se indica que existen canales de comunicación oficiales. Lo anterior vela por la integridad y la ética del resultado, así como la del perito respectivamente.

De igual forma, donde se observe que no se cumple con lo indicado en este documento, el responsable de cada laboratorio será el encargado de elaborar comunicación oficial a la autoridad competente explicando los motivos de la devolución de la solicitud del servicio, conforme a lo establecido en el procedimiento *Actividades para la Recepción y Gestión de Solicitudes de productos Criminalísticos en la Policía Judicial de la Policía Nacional 1IC-PR-0020*.


PUNTO DE CONTROL Nro. 1

Quién: Responsable de laboratorio.

Qué: verificación Elementos Materiales Probatorios y Evidencia Física (EMP y EF) y anexos.

Cuándo: en el momento que adelante la actividad para la asignación o recepción por parte del perito.

Evidencia: Comunicación oficial.

Página: 3 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

2. FUNDAMENTO DE LA TÉCNICA

2.1 Gravedad en Grados API Mediante Densímetro Digital

La densidad es una propiedad física fundamental, que utilizada junto con otras propiedades permite caracterizar el petróleo crudo y las fracciones (livianas y medios) derivadas del mismo como son: gasolinas, diésel o disolventes.

Al inyectar un material dentro del tubo del densímetro, cambia su oscilación natural y por tanto su frecuencia en función de la masa del material que ha sido introducido. La variación en la frecuencia de oscilación causada por el cambio de masa dentro del tubo, junto con una calibración analítica previamente realizada, permite la determinación de la densidad, densidad relativa y gravedad en grados API de la muestra analizada.

2.2 Distribución del Rango de Ebullición por GC-FID

Este método de análisis permite simular la destilación fraccionada de los productos del petróleo en un rango de punto de ebullición hasta 538 °C (1000 °F); los resultados obtenidos por este método para fines forenses, aplican a la caracterización del perfil cromatográfico y el rango de distribución del punto de ebullición obtenido de la muestra analizada, para realizar la respectiva comparación con los perfiles de las muestras del banco de muestras previamente caracterizadas, permitiendo de esta manera establecer el tipo de producto allegado para estudio.


El método se fundamenta en la relación que se puede establecer entre el punto de ebullición y el tiempo de retención cromatográfico, mediante la calibración (curva de calibración) del método utilizando un estándar de composición química conocida; lo anterior se realiza inyectando el estándar de calibración dentro la columna capilar, para que se realice la respectiva separación de los componentes hidrocarbonados, mediante una rampa de calentamiento programada en el respectivo horno del cromatógrafo de gases. El área del cromatograma se registra a lo largo del análisis y posteriormente se relaciona cada una de las señales con su respectivo punto de ebullición, graficando en el eje X el tiempo de retención cromatográfico y en el eje Y el punto de ebullición, obteniendo así la respectiva curva de calibración del método, la cual garantizara que cubre el rango del punto de ebullición previsto en las muestras.

2.3 Oxigenantes por Espectroscopía Infrarroja Multivariante

Este método de análisis permite estimar la composición de oxigenados (ETOH y MTBE) en disolventes, gasolinas y naftas en el rango de concentraciones de 1% a 15% en volumen y con rangos de punto de ebullición inferiores a 225 °C y de composición de FAME en diésel en el rango de concentración de 1% a 15% en volumen.

Para el análisis, las muestras representativas de destilados livianos del petróleo se introducen en el equipo infrarrojo con una celda de flujo por la que se hace pasar luz por un prisma que va cambiando de posición y en consecuencia variando su longitud de onda en las regiones espectrales del infrarrojo medio MIR: 4000 nm a 750 nm e infrarrojo cercano NIR: 780 nm a 2500 nm. Luego pasa por la muestra en donde se producen interacciones entre la energía radiante y la muestra generándose fenómenos de absorción y emisión de luz y por último se determinan los cambios en un dispositivo de registro automático que produce el espectro característico.

Las longitudes de onda a las cuales un compuesto absorbe energía radiante dependen de la estructura del compuesto; por tanto, el espectro IR es característico y único de cada sustancia con excepción de los isómeros ópticos.

Página: 4 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

Para la estimación de estos compuestos, los equipos utilizados requieren de calibraciones para determinar la proporcionalidad entre las señales medidas y las concentraciones de los componentes o propiedades que van a ser estimadas.

Las etapas involucradas en la calibración analítica, incluyen utilizar un set de materiales de calibración que representan todas las variantes químicas y físicas normalmente encontradas en las muestras de rutina sobre las cuales se requiere aplicar el análisis. Posterior a esto, se realiza la validación del modelo de calibración, el cual será desarrollado con un set de muestras de validación, las cuales cumplirán las mismas condiciones de las de los materiales del set de calibración.

Durante la calibración, los espectros infrarrojos son medidos para muestras de las cuales se conocen estos valores de referencia, la relación entre las absorbancias de la muestra y los valores de referencia es determinada. Esta relación de proporcionalidad es entonces aplicada al espectro de una muestra desconocida de gasolina o diésel adquirido por el equipo y usando el proceso matemático llamado análisis de regresión multilíneal (MLR) con detección de datos atípicos almacenados en el software del equipo infrarrojo, convierte el espectro en una propiedad cuantitativa, en este caso para gasolinas en un estimado de composición en porcentaje en volumen de hidrocarburos u oxigenados y para el caso de muestras diésel, en porcentaje en volumen de FAME, permitiendo así establecer de manera general el tipo de producto allegado para estudio.

2.4 Marcador en Combustibles, Hidrocarburos y Refinados


El marcador nacional QUIMIOMARK es una sustancia química que se adiciona a los combustibles (gasolina y diésel) que se expenden lícitamente en el territorio colombiano, el cual permite obtener información sobre su procedencia.

Su detección se realiza en forma directa sobre una muestra del combustible (gasolina y diésel) allegado para estudio, utilizando un espectrofotómetro infrarrojo con detector específico, el cual, aplica la técnica de rayos láser, que se fundamenta en un dispositivo de amplificación de luz por emisión estimulada de radiación.

El marcador de frontera ECP-F-2018 es una sustancia química que se adiciona a los combustibles (gasolina y diésel) que se expenden lícitamente en la zona de frontera, permitiendo obtener información sobre su procedencia. Su detección se realiza en forma indirecta sobre una muestra del hidrocarburo (gasolina y diésel), utilizando un revelador específico y el equipo detector que aplica la técnica de espectrofotometría ultravioleta visible (UV-VIS) (ECOPETROL, 2018).

La espectroscopía ultravioleta-visible o espectrofotometría ultravioleta-visible (UV/VIS), es una espectroscopía de emisión de fotones. Utiliza radiación electromagnética (luz) de las regiones visible, ultravioleta cercana (UV) e infrarroja cercana (NIR) del espectro electromagnético, es decir, una longitud de onda entre 380nm y 780nm. La radiación absorbida por las moléculas desde esta región del espectro provoca transiciones electrónicas que pueden ser cuantificadas. La espectroscopia UV-visible se utiliza para identificar algunos grupos funcionales de moléculas, y además, para determinar el contenido y fuerza de una sustancia.

El marcador ECP-H-2019 es un marcador invisible de tipo biológico, soluble en los hidrocarburos y refinados, en el que su detección es cualitativa y se realiza mediante una prueba rápida de extracción y reacción en un dispositivo de flujo lateral (LFD) de pequeñas dimensiones y portable. Esta tecnología fue evaluada bajo protocolos de ECOPETROL S.A. a través del Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), garantizando su desempeño, estabilidad y compatibilidad con las condiciones operacionales y de mezcla con otros productos presentes en la cadena de comercialización de estos hidrocarburos (ECOPETROL, 2019).

Página: 5 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

2.5 Azufre por Espectroscopia de Fluorescencia de Energía Dispersiva de Rayos X

El equipo analizador de azufre en hidrocarburos está basado en la fluorescencia de energía dispersiva de rayos X para el análisis rápido del contenido de azufre en petróleo y productos derivados del petróleo. Estas mediciones permiten establecer si el contenido de azufre de un petróleo o producto de petróleo se encuentra dentro de las especificaciones o dentro de los límites regulatorios vigentes determinando la calidad de estos compuestos.

La muestra se coloca en la trayectoria del haz emitido por un tubo de rayos X. Algunos de los rayos X irradiados excitan ciertos átomos como los de azufre, generando fluorescencia y dispersión de rayos-X. Producto de esta fluorescencia y dispersión se generan pulsos eléctricos en proporción a la energía de llegada de los rayos X al detector. Los valores de pulso son integrados y convertidos en cuentas por segundo y son graficados sobre el eje vertical proporcionando un espectro en el que S es la cantidad de fluorescencia debida al azufre y B la cantidad de rayos X dispersos.

El analizador calcula un valor de K, el cual es la relación de S respecto a B ($K=S/B$), esta relación es función de la concentración de azufre en la curva de calibración y permite obtener el porcentaje de azufre en masa o en mg/kg.

3. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD DE ANÁLISIS

3.1 Identificación de los Elementos Materiales Probatorios y Evidencia Física (EMP Y EF)

Los Elementos Materiales Probatorios y Evidencia Física (EMP y EF) recibidos para realización del ensayo son identificados con el número de orden de trabajo asignado y en caso de encontrar novedad en la evidencia allegada se realiza la respectiva fijación fotográfica (general y en detalle), se dejará constancia en el formato registro cadena de custodia FPJ-8. El número de la orden de trabajo es asignado por parte del responsable de la unidad de recepción o auxiliar unidad de recepción, acorde al orden de llegada.

La identificación de las muestras se deberá realizar mediante una asignación numérica partiendo del número de orden de trabajo como se indica más adelante:

Ejemplos de codificación:

202101524-XX

Dónde:


202101524: Corresponde a número de orden de trabajo.

XX: Corresponde a la identificación interna de cada laboratorio para la individualización de las muestras.

Para mantener la trazabilidad respecto a la muestra y el informe de resultados, se mantiene esta codificación durante el proceso de ensayo y los reportes derivados, así se asegura que los ítems de ensayo no se confundan físicamente o cuando se haga referencia a ellos en registros o en otros documentos.

3.2 Equipamiento Requerido para los Análisis

Los equipos utilizados en la ejecución del ensayo estarán dentro del Programa de Mantenimiento, Verificación, Calibración y otras Actividades Metrológicas del Equipamiento 1LF-FR-0025, revisado y actualizado por el Responsable de la gestión técnica, así mismo el perito responsable de cada equipo

Página: 6 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

garantizara el diligenciamiento de dichas actividades en el formato Mantenimientos y Actividades del Equipamiento 1LF-FR-0014, formato Registro de Verificaciones Calibraciones y Otras Actividades Metrológicas del Equipamiento 1LF-FR-0015. Para el análisis de hidrocarburos se contará con los siguientes equipos:

- Densímetro digital.
- Cromatógrafo de gases con detector de llama (CG-FID).
- Espectrómetro infrarrojo multivariante para gasolina.
- Espectrómetro infrarrojo multivariante para diésel.
- Equipo detector del marcador QUIMIOMARK.
- Espectrofotómetro UV-VIS.
- Espectrómetro de fluorescencia de energía dispersiva de rayos X.
- Dispositivo de flujo lateral (LFD)


Para los equipos densímetro digital, detector del marcador QUIMIOMARK, espectrómetro de fluorescencia de energía dispersiva de rayos X y espectrofotómetro UV-VIS se registrará su uso en el formato registro uso operación de equipos o instrumentos de medición 1LA-FR-0224.

De igual forma, se utilizarán los siguientes insumos:

- Viales.
- Servilletas.
- Nevera.
- Columnas capilares.
- Pipetas.
- Celdas en acero inoxidable.
- Celdas en vidrio.
- Embudo plástico.
- Envase plástico.
- Recipiente de desechos.
- Jeringas desechables.
- Filtro PTFE 0,45 μm (en caso de ser necesarias para filtración).

3.3 Reactivos y Materiales de Referencia Requeridos para el Análisis

- Acetona.
- Xileno.
- Agua des-ionizada tipo I.
- Mezcla de calibración: Es una mezcla de masas aproximadamente equivalentes (pesadas con alta exactitud) de n-hidrocarbonados, disueltos en disulfuro de carbono (CS_2). La mezcla cubrirá como mínimo el rango del punto de ebullición desde n-C₅ al n-C₄₄, pero no necesariamente incluir cada carbono.
- Material de referencia certificado gasoil o similar.
- Disulfuro de carbono grado analítico.
- Material de referencia gasolina que contenga etanol carburante de concentración conocida y presencia de metil terbutil eter (MTBE), preparados según procedimiento *Preparación de Reactivos, Soluciones Estándar y Estándar Interno de Trabajo 1IC-PR-0030*.
- Material de referencia diésel que contenga biodiesel (FAME) de concentración conocida, preparados según procedimiento *Preparación de Reactivos, Soluciones Estándar y Estándar Interno de Trabajo 1IC-PR-0030*.
- Solución de limpieza: Xileno, disolvente alifático y ciclohexano en una relación de 25:50:25.
- Muestra de referencia: gasolina nacional y diésel nacional.

Página: 7 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

- Celdas de muestra: Provista de ventana para la transmisión de los rayos X, con espesor inferior a 10 μm .
- Material de referencia de azufre en diésel, trazables a la NIST.
- Material de referencia de azufre en crudo, trazables a la NIST.

PUNTO DE CONTROL Nro. 2

Quién: Perito Químico.

Qué: verificar la disponibilidad de los reactivos y materiales de referencia adecuados.

Cuándo: cada vez que se desarrolla un análisis.

Evidencia: Informe de Resultados, con la descripción del equipamiento, reactivos y material de referencia empleado.

La Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL S.A) suministra el marcador nacional QUIMIOMARK, de Frontera ECP-F-2018 y el revelador para marcación de frontera, para ser preparados según procedimiento *Preparación de Reactivos, Soluciones Estándar y Estándar Interno de Trabajo 1IC-PR-0030*. Así mismo suministra el dispositivo de flujo lateral (LFD) para la prueba de marcación ECP-H-2019.

4. LINEAMIENTOS GENERALES EN LA EJECUCIÓN DEL ENSAYO

Previo a la manipulación de la muestra, el Perito químico directamente o con el apoyo de un perito en fotografía, deja registro fotográfico como soporte del estado en que allego la muestra, archivo fotográfico que quedará bajo custodia del Laboratorio de Fotografía y Video Forense, con el fin de conservar los registros de las condiciones de los elementos allegados.

PUNTO DE CONTROL Nro. 3

Quién: Perito en Fotografía y Video Forense.

Qué: ingreso de las imágenes del caso al servidor de almacenamiento.

Cuándo: cada vez que reciba casos para análisis de hidrocarburos.


Evidencia: firma del fotógrafo en la orden de trabajo.

Por otra parte, para cualquier actividad consignada en el presente documento, el Perito químico utilizará los elementos de protección personal y desarrollar buenas prácticas de laboratorio conforme a lo establecido en el procedimiento *Buenas Prácticas de Bioseguridad y Protección para el Servicio Técnico Científico Forense 1IC-PR-0019*.

Muestras

Las muestras a analizar corresponden a crudo y a derivados de petróleo tales como gasolina, nafta, disolvente, y diésel; las que serán obtenidas de acuerdo a los lineamientos establecidos en el procedimiento de ECOPETROL "Como detectar la presencia del marcador de combustibles para autoridades" (ECOPETROL, 2010). De igual forma, las muestras a analizar, se encontrarán libre de partículas o sólidos suspendidos, para ello se requiere que muestras turbias y con sedimentos se filtren previamente con el fin de evitar la obstrucción de las mangueras internas y lecturas erróneas.

La muestra se homogeneizará suavemente para evitar la formación de burbujas teniendo precaución de no generar pérdida de compuestos volátiles (la tapa estará cerrada).

Página: 8 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

Debido a que las muestras de hidrocarburos no se les realizan algún tratamiento previo para su análisis, estas se trasvasan directamente al vial o recipiente con el propósito de minimizar el riesgo de contaminación.

Se recomienda que las muestras sean almacenadas a temperatura ambiente, lejos de fuentes de calor o luz.

Debido a las características de inflamabilidad de las muestras y de los estándares, se mantendrán las muestras alejadas del fuego.

4.1 ENSAYO GRAVEDAD EN GRADOS API MEDIANTE DENSÍMETRO DIGITAL

El control analítico del método se realizará previo a los análisis y una vez al día, consiste en determinar la densidad del agua des-ionizada tipo I a una temperatura de referencia de 20°C, por parte del perito químico que realiza los análisis, con el fin de tener un historial del comportamiento de la densidad del agua utilizada como material de referencia.

PUNTO DE CONTROL Nro. 4


Quién: Perito Químico.

Qué: registrar el valor reportado de densidad del agua des-ionizada tipo I.

Cuándo: cada vez que se ejecute el ensayo.

Evidencia: formato Carta de Control 1IC-FR-0007.

- Realizar el control analítico, siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de operación del densímetro, descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013, cuyo resultado serán satisfactorio.
- Verter la muestra a analizar en los viales de vidrio propios del densímetro, mínimo a la mitad de su capacidad.
- Colocar el vial en el auto-muestreador.
- Realizar el análisis de grados API de acuerdo a los lineamientos establecidos en el protocolo de operación del densímetro, descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013.
- Durante el análisis inspeccionar la celda de muestra a fin de detectar la presencia de burbujas de aire; si se identifican, se repetirá el análisis.
- Si se requiere repetir la medición, se verterá nuevamente una muestra en un nuevo vial.
- Toda muestra analizada será desechada y no retornarse a su envase original.

Página: 9 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

4.1.1 ENSAYO GRAVEDAD EN GRADOS API MEDIANTE DENSÍMETRO DE INMERSIÓN

Este tipo de análisis es aplicable a crudos de petróleo que por su naturaleza físico-química no es posible realizar la determinación de la densidad digital de grados °API, por tal motivo se desarrolla los siguientes pasos para determinar la densidad por el método de inmersión, así:


- Se debe contar con una probeta volumétrica preferiblemente de vidrio con capacidad para 500 mL, la cual debe estar debidamente limpia y libre de humedad.
- Verificar previamente que la muestra allegada para análisis no presente fases de otras sustancias líquidas (acuosas), que interfieran con la medición de la densidad °API; para tal efecto se deberá realizar una separación previa de tal sustancia.
- Verificada la homogeneidad de la muestra objeto de análisis, se procede a verter la muestra de crudo hasta el aforo de la probeta de vidrio de 500 mL.
- Se deja decantar por 30 minutos la muestra de tal forma que se pueda verificar el volumen establecido en la probeta, permitiendo la liberación de vapores de compuestos volátiles característicos de los crudos de petróleo.
- Posteriormente se procede a verificar el densímetro de inmersión a utilizar de acuerdo a las características observadas según la naturaleza del crudo objeto de análisis; el Laboratorio cuenta con densímetros que pueden cubrir el rango de medición de 1 a 11 °API ; 9 a 21 °API; 19 a 31 °API; 20 a 40 °API y 40 a 60 °API.
- Una vez se encuentre la muestra previamente decantada en la probeta de vidrio, se procede a introducir el densímetro de inmersión el cual deberá dejarse por un periodo de dos horas, de tal forma que se establezca la inmersión y poder tomar una correcta lectura de la densidad de la misma.
- Una vez se observe pasado el tiempo antes descrito se procede a observar la medición y determinar los grados señalados en la parte más delgada del densímetro que valor de la lectura arroja y esta será los grados °API de la muestra allegada para análisis.
- Por último, se retira el densímetro de inmersión de la probeta y se vierte la muestra en el bidón de desechos de la zona de análisis de hidrocarburos si esta no se requiere para otro tipo de análisis y se realiza limpieza y secado del material de vidrio.

4.2 CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL CROMATOGRÁFICO Y EL RANGO DE EBULLICIÓN PARA FRACCIONES DEL PETRÓLEO

Las muestras con valores de grados API superior a 27 (disolventes, gasolinas, diésels, entre otros) pueden ser inyectadas directamente al cromatógrafo. Sin embargo, aquellas que presenten valores de grados API inferior a 26 o incluso aquellas que tienen consistencia cerosa, serán inyectadas en solución a una concentración aproximada del 20%, utilizando como solvente disulfuro de carbono grado analítico.

Las muestras tipo hidrocarburo que están relacionadas con estupefacientes, necesitan definirse previamente su carácter ácido mediante el análisis de su pH según el procedimiento *Marchas Analíticas Iniciales 1IC-PR-0029*, siempre y cuando se contemplen las siguientes situaciones:

- Se observa una mezcla heterogénea (fase acuosa y fase orgánica).
- La tonalidad de la muestra no es característica de hidrocarburos (turbias o no traslúcidos).

Página: 10 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

Cuando se analicen muestras de diferente viscosidad, se tendrá en cuenta el siguiente orden en su programación instrumental para análisis, con el propósito de garantizar la limpieza en la columna cromatográfica, iniciado con los más livianos hacia los más pesados, preferiblemente con la siguiente distribución:

- Destilados livianos (disolvente, gasolinas).
- Blanco.
- Destilados medios (diésel, aceites).
- Blanco.
- Destilados pesados.
- Al final mínimo cuatro blancos para limpieza de la columna.

Se recomienda ejecutar un sistema automático de autodiagnóstico (cuando aplique), con el propósito de realizar un chequeo al interior del mismo y permitirle ver al analista su estado actual.

El control analítico del método se realiza previo a realizar los análisis y una vez al día por parte del perito químico, utilizando material de referencia certificado (MRC) o material de referencia (MR) siguiendo el protocolo de operación del cromatógrafo gases-FID descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013, con el fin de tener un historial del comportamiento del sistema de destilación que permite realizar las comparaciones con muestras de referencia analizadas.

Blanco ⇒ Análisis de MRC ⇒ Blanco ⇒ Analisis de muestras

En esta verificación se graficará los puntos de destilación del 10%, 50% y 90% del perfil de destilación del material de referencia certificado (MRC) o material de referencia (MR) en el correspondiente formato carta de control 1IC-FR-0007. En caso que los resultados se encuentren fuera de los criterios establecidos (El material de referencia certificado o material de referencia se sale de los límites de acción), se verificara las condiciones del cromatógrafo (jeringa, gases, conexiones y detector encendido) así como, las descritas en la Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013, lo siguiente es cambiar el material de referencia certificado (MRC) o material de referencia (MR) y analizarlo nuevamente, finalmente analizar la mezcla de calibración para corroborar que los tiempos de retención no hayan cambiado significativamente; si es así, se procede a calibrar nuevamente el método siguiendo el protocolo de operación del cromatógrafo gases-FID descrito en la Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013.

PUNTO DE CONTROL Nro. 5


Quién: Perito Químico.

Qué: confirmar que las temperaturas de destilación a 10%, 50% y 90% del material de referencia certificado (MRC) o material de referencia (MR) del equipo cromatógrafo de gases – FID se encuentren dentro de los límites permitidos.

Cuándo: cada vez que se ejecute un ensayo.

Evidencia: formato Carta de Control 1IC-FR-0007.

- Finalizado el análisis de material de referencia (control analítico), éste será conservado a baja temperatura (congelador) para su posterior uso, con el propósito de evitar la pérdida de volátiles.
- La muestra a analizar será transvasada a vial limpio y libre de humedad.
- Llevar el vial con el hidrocarburo para su análisis en el cromatógrafo y realizar su respectivo análisis de acuerdo el protocolo de operación señalado en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013 del cromatógrafo de gases con detector de llama.

Página: 11 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

- Una vez finalizado el análisis, imprimir el cromatograma obtenido.
- Comparar el perfil cromatográfico y el rango de distribución del punto de ebullición tanto inicial (IBP) como final (FBP) obtenido de la muestra analizada, con los correspondientes materiales de referencia para su comparación (gasolina, diésel, disolventes, etc.), permitiendo determinar el tipo de destilado presente en cada muestra analizada.
- Toda muestra analizada será desechada y no retornarse a su envase original.

El procesamiento de datos mediante la utilización del Software SimDist aplicado de la norma ASTM D2887 (Método Estándar para la distribución del rango de ebullición de fracciones de petróleo por cromatografía de gases), el cual cuenta con una configuración específica para el cálculo de las respectivas áreas y la emisión del cromatograma relacionado, de acuerdo al protocolo de operación del cromatógrafo de gases con detector de llama, se encuentra descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013.

4.3 ENSAYOS OXIGENANTES POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA MULTIVARIANTE

Este ensayo es para muestras de combustibles vehiculares tales como gasolina y diésel, el cual tendrá como mínimo un volumen superior a la mitad de la capacidad del recipiente (porta muestra) del equipo, esto con el propósito de asegurar que pase a través de todo el sistema y el equipo pueda tomar las lecturas necesarias para el análisis.

El perito químico para el encendido, manejo, operación y calibración del equipo de espectroscopia infrarroja multivariante, seguirá los lineamientos del protocolo de operación descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013.

Al inicio y al final del procesamiento de las muestras se pasará la solución de limpieza (solvente aromático, solvente alifático, ciclohexano (25:50:25) para purgar y limpiar todo el sistema.

4.3.1 Análisis de oxigenantes en Gasolina

- El perito químico realiza el control analítico del método, este se realiza previo a los análisis y una vez al día, consiste en determinar la concentración de etanol en un material de referencia,

PUNTO DE CONTROL No. 6


Quién: Perito Químico.

Qué: registrar el valor reportado de concentración etanol en un material de referencia por espectroscopia infrarroja multivariante.

Cuándo: cada vez que se ejecute el ensayo.

Evidencia: formato Carta de Control 1IC-FR-0007.

El material de referencia corresponde a una gasolina de concentración conocida de etanol carburante y presencia de metil terbutil-eter, elaborada según el procedimiento *Preparación de Reactivos, Soluciones Estándar y Estándar Interno de Trabajo 1IC-PR-00030*, la cual es llevada al equipo de espectroscopia infrarroja multivariante para realizar el control analítico descrito en el protocolo de operación registrado en la hoja de vida del equipo de espectroscopia infrarroja multivariante según formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013, donde se cuantifica el contenido de etanol (ETOH) y se identifica la presencia o ausencia de metil terbutil-eter (MTBE).

Página: 12 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

- Inicie el software específico para el análisis de oxigenantes en gasolinas.
- Vierta el material de referencia en la celda, con un volumen superior a la mitad de la capacidad del recipiente.
- Realice el análisis del material de referencia (MR), según el protocolo de operación del equipo de espectroscopia infrarroja multivariante, descrito en la Hoja de Vida Equipamiento según formato 1LF-FR-0013.
- Los resultados del control analítico se encontrarán dentro de los límites de control establecidos y registrarse en el respectivo formato Carta de Control 1IC-FR-0007.

Una vez terminado el control analítico con resultado satisfactorio, se permite el uso del equipo en muestras desconocidas, para esto realice lo siguiente:

- Inicie el software específico para el análisis de oxigenantes en gasolinas.
- Vierta la muestra desconocida en la celda, con un volumen superior a la mitad de la capacidad del recipiente.
- Realice el análisis de la muestra desconocida, según el protocolo de operación del equipo de espectroscopia infrarroja multivariante, descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento según formato 1LF-FR-0013.
- Una vez finalizado el análisis, el software del equipo genera el reporte con los niveles de concentración de oxigenantes para las gasolinas.
- Una vez finalizado el análisis, imprimir el reporte de resultados.
- Finalmente, se pasa la solución de limpieza (solvente aromático, solvente alifático, ciclohexano (25:50:25)) para purgar y limpiar todo el equipo.
- Toda muestra analizada es desechada y no retornarse a su envase original.

4.3.2 Determinación de FAME

- El perito químico realiza el control analítico del método se realiza previo a realizar los análisis y una vez al día, consiste en determinar la concentración de biodiesel (FAME) en un material de referencia.

PUNTO DE CONTROL Nro. 7


Quién: Perito Químico.

Qué: registrar el valor reportado de concentración de biodiesel (FAME) en un material de referencia por espectroscopia infrarroja multivariante.

Cuándo: cada vez que se ejecute un ensayo.

Evidencia: formato Carta de Control 1IC-FR-0007.

El material de referencia corresponde a un diésel de concentración conocida en biodiesel (FAME) elaborada según el procedimiento *Preparación de Reactivos, Soluciones Estándar y Estándar Interno de Trabajo 1IC-PR-0030*, la cual es llevado al equipo de espectroscopia infrarroja multivariante para realizar

Página: 13 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

el control analítico descrito en el protocolo de operación registrado en la hoja de vida del equipo de espectroscopia infrarroja multivariante según formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013, donde se cuantifica el contenido de biodiesel (FAME).

- Inicie el software específico para el análisis de oxigenantes en diésel.
- Vierta el material de referencia en la celda, con un volumen superior a la mitad de la capacidad del recipiente.
- Realice el análisis del material de referencia, según el protocolo de operación del equipo de espectroscopia infrarroja multivariante, descrito en la Hoja de Vida Equipamiento según formato 1LF-FR-0013.
- Los resultados del control analítico se encontrarán dentro de los límites de control establecidos y registrarse en el respectivo formato Carta de Control 1IC-FR-0007.

Una vez terminado el control analítico con resultado satisfactorio, se permite el uso del equipo en muestras desconocidas, para esto realice lo siguiente:

- Inicie el software específico para el análisis de FAME en diésel.
- Vierta la muestra desconocida en la celda, con un volumen superior a la mitad de la capacidad del recipiente.
- Realice el análisis de la muestra desconocida, según el protocolo de operación del equipo de espectroscopia infrarroja multivariante, descrito en la Hoja de Vida Equipamiento según formato 1LF-FR-0013.
- Una vez finalizado el análisis, el software del equipo genera el reporte con los niveles de concentración de biodiesel.
- Una vez finalizado el análisis, imprimir el reporte de resultados.
- Finalmente, se pasará la solución de limpieza (solvente aromático, solvente alifático, ciclohexano (25:50:25)) para purgar y limpiar todo el equipo.
- Toda muestra analizada será desechada y no retornarse a su envase original.


4.4 ENSAYO MARCADOR EN COMBUSTIBLES, HIDROCARBUROS Y REFINADOS

Este ensayo es para muestras de combustibles vehiculares tales como gasolina y diésel enviadas por las diferentes autoridades judiciales, así como crudos.

4.4.1. Marcador Nacional (QUIMIOMARK)

La calibración del equipo es realizada directamente por Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL), en razón a que el marcador nacional QUIMIOMARK es de uso exclusivo y manejo de dicha entidad, así como el equipo fue diseñado específicamente para su detección.

Cada vez que se realice un análisis, se realizara el control analítico del método utilizando el material de referencia tanto en gasolina o en diésel que contenga el nivel óptimo de marcador nacional (QUIMIOMARK) obtenido en una estación de servicio que comercializan legalmente gasolina nacional o diésel nacional; es decir, de producción de ECOPETROL.

Página: 14 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

PUNTO DE CONTROL Nro. 8

Quién: Perito químico.

Qué: registrar el valor reportado de concentración de marcación QUIMIOMARK en un material de referencia.

Cuándo: cada vez que se ejecute un ensayo.

Evidencia: formato Carta de Control 1IC-FR-0007


- Para la actividad de análisis, el Perito sigue los lineamientos descritos en el protocolo de operación del equipo QUIMIOMARK descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013.

En caso que los resultados del material de referencia se encuentren fuera de los criterios establecidos, es decir que se sale de los límites permitidos, se analiza nuevamente el material de referencia para confirmar que no hayan cambiado significativamente, si es así, se procede a cambiar el material de referencia; si continúa el error, procede a realizar la calibración del equipo por parte de ECOPETROL.

- Asegurarse que la celda de acero inoxidable esté purgada con el material de referencia a analizar, mínimo 3 veces.
- El material de referencia a analizar será transvasado a la celda de acero inoxidable.
- Limpie la parte externa de la celda, en especial las ventanas de cuarzo, para evitar lecturas erróneas.
- Para la actividad de análisis, el Perito sigue los lineamientos descritos en el protocolo de operación del equipo QUIMIOMARK descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013.
- Registrar el valor obtenido del material de referencia (gasolina nacional o diésel nacional con marcador QUIMIOMARK) en formato Carta de Control 1IC-FR-0007 correspondiente.

Una vez terminado el control analítico con resultado satisfactorio, se permite el uso del equipo en muestras desconocidas, realizando lo siguiente:

- Verificar que la muestra de hidrocarburo (gasolina o diésel) esté libre de partículas suspendidas para evitar interferencias al momento del análisis. En caso que la muestra tenga presencia de material suspendido; se filtrará la muestra antes de envasarla en las celdas de acero inoxidable especiales para el equipo.
- Asegurarse que la celda de acero inoxidable este purgada con la siguiente muestra a analizar, mínimo 3 veces.
- La muestra a analizar será transvasada a la celda de acero inoxidable.
- Limpie la parte externa de la celda, en especial las ventanas de cuarzo, para evitar lecturas erróneas.
- Para la actividad de análisis, el perito sigue los lineamientos descritos en el protocolo de operación del equipo QUIMIOMARK descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013.
- Toda muestra analizada será desechada y no retornarse a su envase original.

Página: 15 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

4.4.2 Marcador de Frontera (ECP-F-2018)

El perito químico realizar el control analítico del método se realiza previo a realizar los análisis y una vez al día, consistiendo en usar material de referencia con 100% de marcación ECP-F-2018, dejando registro fotográfico, con el fin de tener un historial del comportamiento de equipo.

PUNTO DE CONTROL No. 9

Quién: Perito químico.

Qué: registrar el valor reportado de concentración de marcación ECP-F-2018 de un material de referencia.

Cuándo: cada vez que se ejecute el ensayo.

Evidencia: formato Carta de Control 1IC-FR-0007.

Para el encendido, manejo y operación del equipo, seguir el protocolo de operación descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento según formato 1LF-FR-0013 espectrómetro UV-VIS.


- Inspeccionar la muestra en busca de sedimento o elementos en suspensión; si se confirma su presencia, filtrar la muestra.
- Inspeccionar la celda en donde se va a servir la muestra para análisis, con el propósito de verificar que esté libre de ralladuras o defectos de fabricación.
- Purgar la celda tres (3) veces con la muestra de combustible; descartando el volumen de la muestra utilizado en cada purga.
- Adicionar 10 mL de muestra de combustible en la celda y tapar.
- Tomar la celda por la parte superior, limpiarla con un pañuelo facial o papel suave.
- Introducir cuidadosamente la celda con la muestra en el compartimiento de lectura del espectrofotómetro y seguir el protocolo de operación descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013 del espectrómetro UV-VIS.
- Toda muestra analizada será desechada y no retornarse a su envase original.

El resultado que genera el equipo se registra a través de fotografías digitales con el número de orden de trabajo que permanecen almacenadas en el Laboratorio de Fotografía Forense como soporte.

4.4.3 Marcador de crudos y refinados (ECP-H-2019)

El perito químico realizar el control analítico del método se realiza previo a realizar los análisis y una única vez, siguiendo el siguiente procedimiento:

- Revisar que el kit de detección a emplear este sellado.
- Abrir el kit y verificar que los cuatro (4) elementos estén presentes:
 - ✓ Botella de mezcla
 - ✓ Jeringa plástica
 - ✓ Tubo de 10 mL con solución extractante
 - ✓ Dispositivo de flujo lateral (LFD)

Página: 16 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

- Transferir la solución extractante del tubo de 10 mL a la botella de mezcla vacía.
- Usar la jeringa plástica para medir 10 mL del crudo o refinado a analizar y transferirlo a la botella de mezcla.
- Tapar la botella de mezcla y agitar enérgicamente durante 60 segundos.
- Invertir la botella de mezcla y apoyarla sobre o contra una superficie donde pueda permanecer sin alteraciones, inmóvil e invertida.
- Esperar durante cinco (5) minutos visualizando que la muestra esté separada en dos (2) capas o fases.
- Retirar el LCD del empaque
- Manteniendo la botella de mezcla invertida, levantar cuidadosamente la tapa o gotero y eliminar las primeras gotas en servilleta, hasta observar que las gotas se encuentren claras y limpias.
- Aplicar cinco (5) gotas en el área circular del LFD.
- Esperar un (1) minuto para el revelado definitivo del LFD e interpretar su resultado según el numeral 5.4.2 del presente procedimiento.
- Toda muestra analizada será desechada y no retornarse a su envase original.

4.5. ENSAYO AZUFRE POR ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCENCIA DE ENERGÍA DISPERSIVA DE RAYOS X

Las celdas de muestra estarán libres de burbujas de aire que interfieren en la correcta medida de la concentración de azufre.

Cuando se realizan medidas de muestras con una alta presión de vapor (ejemplo: disolventes), la ventana transparente de la celda se expande y puede generar errores en la medida, para lo cual se hará un orificio en la superficie de cartón que compone la celda de muestra con el fin de liberar presión.

Con el propósito de evaluar el estado de control del método de ensayo, involucrando el aspecto instrumental y el funcionamiento del software el perito químico realiza el control analítico del método, previo a realizar los análisis y una vez al día para cada corrida analítica, como se describe a continuación:

Al inicio de cada corrida se hace lectura del material de referencia certificado (MRC) de acuerdo a cada matriz (diésel o crudo) y al rango de la curva de calibración de acuerdo al protocolo de operación del analizador de azufre descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013, cuyo resultado obtenido es registrado, con el fin de contar con un historial del comportamiento del sistema.


PUNTO DE CONTROL Nro. 10

Quién: Perito Químico.

Qué: registrar el valor reportado de concentración de azufre en un material de referencia.

Cuándo: cada vez que se ejecute el ensayo.

Evidencia: formato Carta de Control 1IC-FR-0007.

Página: 17 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

Si por alguna circunstancia la medición del material de referencia certificado (MRC) se sale de los límites de acción, se verterá nuevamente la muestra en la celda y se repite la lectura. Si el error persiste, se utilizará un nuevo material de referencia certificado (MRC). Si se calibrara nuevamente el método, seguir lo dispuesto en el protocolo de operación del analizador de azufre descrito en el formato Hoja de Vida Equipamiento 1LF-FR-0013.

- Para el encendido, manejo y operación del equipo remitirse al protocolo de operación de la Hoja de Vida Equipamiento según formato 1LF-FR-0013 del analizador de azufre.
- Verificar que la ventana de lectura en el equipo se encuentre completamente limpia. Si está sucia remitirse al protocolo de operación de la • Hoja de Vida Equipamiento según formato 1LF-FR-0013 del analizador de azufre.
- Inicialmente se programará el análisis del material de referencia certificado (MRC) o material de referencia (MR) de azufre, con el fin de confirmar el estado del equipo, mediante su carta de control 1IC-FR-0007.
- Vierta 4 mL del material de referencia de azufre a una concentración conocida que esté dentro del rango de análisis de la curva de calibración seleccionada en la celda de lectura con el uso de una jeringa desechable o pipeta Pasteur. Este material de referencia iniciara la secuencia de análisis según el tipo de matriz.
- Vierta 4 mL del hidrocarburo a analizar en la celda de lectura con el uso de una jeringa desechable o pipeta Pasteur, asegurándose mediante inspección visual que no queden burbujas en la celda que pueda interferir en la lectura.
- El equipo tiene almacenadas curvas de calibración para crudo y diésel, seleccione la curva de acuerdo al tipo de matriz (crudo o diésel).
- El equipo imprime el reporte del análisis en el cual se observa el promedio de las lecturas de los datos, las concentraciones en porcentaje y la desviación estándar de los mismos.
- Toda muestra analizada será desechada y no se retorna a su envase original.


Después de que se realiza la medición se retirara la celda del analizador, para evitar derrames o concentración de vapores inflamables que pueden acumularse dentro del equipo.

4.6. Interferencias

Las interferencias fueron evaluadas en el proceso de validación y revisadas por parte del responsable Gestión Técnica del laboratorio.

En el ensayo de grados API, las muestras que presenten sólidos en suspensión, muestras con matriz no homogénea (mezcla hidrocarburo-agua) o burbujas de aire pueden generar interferencia en la medición; por lo tanto, se centrifugara la muestra o será filtrada con el fin de obtener una matriz homogénea.

En el ensayo de la distribución del rango de ebullición y por causa de la viscosidad de algunas muestras, se puede producir un efecto de arrastre que representa un riesgo de contaminación cruzada. Para eliminar esta interferencia se correrán blancos intermedios, principalmente cuando se ha realizado un análisis de varias muestras de destilados medios y posteriormente se realice un análisis de destilados livianos.

Página: 18 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

En el ensayo de oxigenantes, cuya técnica es rutinariamente aplicada para análisis cuantitativo en el infrarrojo medio y cercano, las interferencias y efectos de matriz en el análisis espectroscópico multivariado son lo suficientemente pequeñas, haciendo posible calibrar el equipo, utilizando mezclas que contienen pocos componentes químicos que la muestra que se va a analizar.

En el ensayo de marcador en combustibles vehiculares, la detección presenta interferencias por la presencia de sólidos suspendidos en las muestras allegadas para análisis o cuando presentan tonalidades diferentes a las de su naturaleza; por lo tanto, se centrifugará la muestra o será filtrada con el fin de obtener una matriz homogénea.

En el ensayo de concentración de azufre, las interferencias espectrales pueden ser causadas por la cercanía de las líneas características de dispersión de rayos X de elementos presentes en la muestra, lo que puede originar solapamiento de los picos espectrales. Otra posible fuente de interferencia es la presencia de sólidos suspendidos en la muestra, que interfiere en la incidencia de los rayos X sobre dichos sólidos. Esto se minimiza con la filtración de la muestra, previo a su análisis. Igualmente, la presencia de burbujas al interior de la muestra, que interfiere en la incidencia de los rayos X sobre dichos sólidos. Esto se minimiza con la filtración de la muestra, previo a su análisis. Experimentalmente se evaluó la sustancia interferente ácidos grasos del éster metílico (FAME), se observó que la concentración de azufre se ve influenciada negativamente, sin embargo, la lectura de azufre no se ve afectada bajo estas condiciones experimentales. Esta interferencia es compensada a través del filtro selectivo para azufre con el que cuenta el equipo y a la corrección de solapamiento de picos que realiza algoritmos propios del software.

5. ELABORACIÓN INFORME DE LABORATORIO

Cada informe de laboratorio es realizado por el perito químico asignado al caso transcribiendo los resultados obtenidos y los resultados de cartas de control.

El Laboratorio de Química Forenses, tendrá como regla de decisión para el análisis de hidrocarburos, lo estipulado en los siguientes numerales:

5.1 GRAVEDAD EN GRADOS API MEDIANTE DENSÍMETRO DIGITAL


Para el informe de gravedad en grados API, reportar con cuatro cifras significativas seguido de las unidades. Por ejemplo: Gravedad en grados API: 10,98 °API.

Para el informe de densidad, reportar la temperatura del test y las unidades respectivas con cuatro cifras significativas. Por ejemplo: Densidad a 20 °C: 0,876 g/mL.

Los resultados se comparan con los valores de materiales previamente establecidos en la tabla No. 1, con el propósito de ir orientando el tipo de hidrocarburo que se está analizando, así:

Tabla Nro. 1. Valores promedio de grados API

Muestra	API
Fuel oil	33,50
Diésel	36,43
Keroseno	43,86
Disolvente No. 4	48,36
Disolvente No. 3	53,68
Gasolina	57,45
Nafta	57,78
Disolvente No. 2	63,92
Gasolina natural	73,54
Disolvente No. 1	80,04
Apiasol	86,96

Página: 19 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

Fuente: Laboratorio de Química Forense de la Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL

5.2 CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL CROMATOGRÁFICO Y EL RANGO DE EBULLICIÓN PARA FRACCIONES DEL PETRÓLEO

Una vez realizada la corrida analítica, el software emite el respectivo cromatograma el cual se compara con los perfiles característicos de las fracciones derivadas del petróleo en los puntos de 10%, 50% y 90% que se han analizado previamente bajo las mismas condiciones del método como se observa en la tabla No. 2, estableciendo de esta manera si existe una correlación con la muestra analizada.

Tabla Nro. 2. Valores promedio de temperatura de destilación

Muestra	Temperatura (°C)		
	10%	50%	90%
Apiasol	27,9	32,9	74,3
Disolvente No. 1	36,1	61,0	92,4
Gasolina	50,5	99,0	180,5
Nafta	56,9	120,6	171,2
Keroseno	174,6	217,1	256,1
Diésel	203,6	294,2	365,4
Fuel Oil	237,1	315,1	403,4

Fuente: Laboratorio de Química Forense de la Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL

5.3 OXIGENANTES POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA MULTIVARIANTE

5.3.1 Gasolina

En el equipo de espectroscopia infrarroja multivariante para gasolinas, reporta la sumatoria de los componentes analizados (MTBE, ETOH) expresados en porcentaje y dentro del intervalo de medición de método.

Reportar la concentración de etanol en la muestra, en porcentaje en volumen (% vol) con exactitud del 0,1%.

5.3.2 Diésel


En el equipo de espectroscopia infrarroja multivariante para diésel, reporta la sumatoria de los componentes analizados biodiésel (FAME) expresados en porcentaje y dentro del intervalo de medición de método.

Reportar la concentración de FAME en la muestra, en porcentaje en volumen (% vol) con exactitud del 0,1%.

5.4 MARCADOR EN COMBUSTIBLES, HIDROCARBUROS Y REFINADOS

5.4.1 Marcador nacional (QUIMIOMARK) y de frontera (ECP-F-2018)

Los niveles de concentración entre 80% y 120% para control de autoridades en marcación nacional y de frontera en gasolinas o diésels, corresponden a productos de origen lícito. Valores fuera de este rango

Página: 20 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

corresponde a producto con indicio de origen ilícito (parámetros establecidos por ECOPETROL y declarados en la normatividad relacionada, (ECOPETROL, 2006); (ECOPETROL).

5.4.2 Marcador de crudos y refinado (ECP-H-2019)

Tabla Nro. 3. Interpretación resultados en la detección del marcador ECP-H-2019

Resultado	Interpretación
Línea coloreada en la posición “C”	Marcador presente en la muestra analizada
Línea coloreada en la posición “C” y “T”	Marcador no está presente en la muestra analizada
No aparece línea coloreada en la posición “C”	Prueba fallida. Deseche el kit y repita la prueba con un kit de detección nuevo

Fuente: Gerencia Seguridad Física. ECOPETROL S.A. 2018.

5.5 AZUFRE POR ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCENCIA DE ENERGÍA DISPERSIVA DE RAYOS X

Para la interpretación de resultados se tendrán en cuenta los parámetros establecidos en la normatividad vigente del Ministerio de Minas y Energía (ECOPETROL, 2010).

Los resultados registrados en el Informe Investigador de Laboratorio FPJ-13 estarán conforme a lo establecido en el numeral 9.7 informe de resultados del procedimiento *Gestión de Calidad para el Servicio Técnico Científico Forense 1IC-PR-0018*, donde se verifica la trazabilidad de los datos consignados.

Elaborado el Informe Investigador de Laboratorio FPJ-13 por parte del perito químico, es revisado por un par técnico, en primera instancia en medio magnético verificando la trazabilidad de los datos consignados que apliquen, como: empleo de equipos, hojas de trabajo, información del cliente y la pertinencia de las conclusiones, teniendo en cuenta los parámetros establecidos por el Componente Policía Científica y Criminalística o cada disciplina, consignando lo evidenciado en el formato Revisión Informe de Resultados 1IC-FR-0005. Una vez se culmine la revisión se debe guardar el archivo en una carpeta, que previamente haya sido creada para tal fin.

PUNTO DE CONTROL Nro. 11

Quién: par técnico.


Qué: revisión del Informe Investigador de Laboratorio FPJ-13.

Cuándo: una vez se elabore el Informe Investigador de Laboratorio FPJ-13.

Evidencia: formato Revisión Informe de Resultados 1IC-FR-0005.

Una vez impreso el Informe Investigador de Laboratorio FPJ-13, el perito químico debe efectuar el descargue de la orden de trabajo en el Sistema Integral para la Gestión de la Investigación Criminal (SIGIC), seguidamente el perito organiza la documentación de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Archivo, seguido a esto, hace entrega del informe con la documentación correspondiente al par técnico para su revisión física si se encuentran observaciones el perito hace los ajustes necesarios previo a la entrega del informe y sus anexos al Responsable del Laboratorio para su revisión y descargue final en el SIGIC.

Cumplido lo anterior, el perito debe hacer entrega a la Unidad de Recepción de Elementos Materiales Probatorios y Evidencia Física (EMP y EF) del informe de resultados correspondiente, dejando evidencia

Página: 21 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		


de la fecha de entrega en el libro de control de órdenes de trabajo, quienes se encargarán del trámite para ser entregado al cliente.

Un informe en original será entregado al cliente y el otro será el respaldo del laboratorio donde quedará constancia de la entrega, el cual será devuelto al perito, quien lo archivará siguiendo las directrices formuladas por la Policía Nacional y la normatividad legal vigente, manteniéndose bajo custodio del archivo de gestión documental de la Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL, según los lineamientos establecidos por la institución.

Los laboratorios forenses de la Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL, solo emiten el Informe Investigador de Laboratorio FPJ-13 de manera completa y finalizada. No se emiten resultados preliminares o parciales, con el propósito de evitar inconsistencias, interpretaciones equivocadas, resultados erróneos o confusos.

Referencia documental

- ASTM D2887. (2016). *Método estándar para a distribución del rango de ebullición de fracciones de petróleo por cromatografía de gases.*
- ASTM D4052. (2011). *Standard Test Method for Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Analyzer.*
- ASTM D4294. (2016). *Método estándar para azufre en petróleo y productos del petróleo por espectrometría de fluorescencia de rayos X con energía dispersiva.*
- ASTM D5002. (1999). *Standard Test Method for Density and Relative Density of Crude Oils by Digital Density Analyzer.*
- ASTM E1655. (2005). *Procedimiento Estándar de Análisis Cuantitativo por Infrarrojo Multivariado.*
- Decreto 1503. (2002). *Por el cual se reglamenta la marcación de los combustibles líquidos derivados del petróleo en los procesos de almacenamiento, manejo, transporte y distribución.*
- Decreto 4299. (2005). *Por el cual se reglamenta el artículo 61 de la Ley 812 de 2003 y se establecen otras disposiciones.*
- ECOPETROL. (2006). *Cuantificación del marcador ECP-F- 2006 para autoridades.* Versión 1.
- ECOPETROL. (2010). *Marco normativo en materia de hidrocarburos y sus derivados.* . En G. d. VIT. Bogotá : Ministerio de minas y energía.
- ECOPETROL. (2013). *Instructivo disposición transitoria, certificación marcación por organismos y autoridades del Estado ECP-GCP-I-215.* Versión 1.
- ECOPETROL. (2018). *Instructivo para la cuantificación del marcador ECP-F-2018 en combustibles.* Bogota D.C.: Version 1.
- ECOPETROL. (2019). *Procedimiento para la detección del marcador ECP-H-2019 en hidrocarburos y refinados.* Bogota D.C.: Version 1.
- ECOPETROL. (s.f.). *Como detectar la presencia del marcador de combustibles para autoridades.*
- ECOPETROL. (s.f.). *Instructivo ECP-VIT-204 para cuantificación del QUIMIOMARK.*
- HORIBA . (2001). *SLFA 2800 Manual de instrucción.* . Tercera edición.
- Ley 1028. (2006). *Por la cual se adicional el Código Penal y se dictan otras disposiciones.*
- Ley 1430 Art. 9°. (2010). *Por medio de la cual se dictan normas tributarias de control y para la competitividad .*
- Ley 681. (2001). *Por la cual se modifica el régimen de concesiones de combustibles en las zonas de frontera y se establecen otras disposiciones en materia tributaria para combustibles.*
- PetroSpec. (s.f.). *Calibration Software, Operating Manual, BTGS.* Version R.
- Resolución 18-2087. (2007). *Por la cual se modifican los criterios de calidad de los biocombustibles para su uso en motores diésel como componente de la mezcla con el combustible diésel de origen fósil en procesos de combustión.*
- Simulated Distillation. (s.f.). *Software-Operation Manual-03-914750-00 .* Revision 2.

Página: 22 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

Formatos

1IC-FR-0005	Revisión Informe de Resultados.
1IC-FR-0007	Carta de control.
1LA-FR-0224	Registro uso operación de equipos o instrumentos de medición.
1LF-FR-0013	Hoja de Vida Equipamiento.
1LF-FR-0014	Mantenimientos y Actividades del Equipamiento.
1LF-FR-0015	Registro de Verificaciones Calibraciones y Otras Actividades Metrológicas del Equipamiento.
1LF-FR-0025	Programa de Mantenimiento, Verificación, Calibración y otras Actividades Metrológicas del Equipamiento
FPJ-13	Informe investigador de Laboratorio.
FPJ-8	Registro Cadena de Custodia

Glosario

API: American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo).

ASTM: American Society for Testing Materials (Sociedad Americana de Ensayo de Materiales)

Átomos: porción material menor de un elemento químico que interviene en las reacciones químicas y posee las propiedades características de dicho elemento.

Calibración: operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación. Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o una tabla de calibración.

Concentración: es la proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolvente, donde el soluto es la sustancia que se disuelve, el disolvente es la sustancia que disuelve al soluto.

Corrección del área de corte: se corrige por sustracción del área previamente incluida como blanco.

Cromatografía de gases: es la separación de una mezcla de compuestos (solutos) en componentes individuales para facilitar la identificación (determinación cualitativa) y la medición (determinación cuantitativa) de cada componente. Técnica que permite la identificación de un hidrocarburo a través de su perfil cromatográfico, mediante un estudio de destilación simulada.


Crudo: en la industria petrolera se refiere al petróleo en su forma natural no refinado tal como sale de la tierra, este petróleo crudo es una mezcla de una gran variedad de aceites minerales llamados hidrocarburos.

Curva de calibración: expresión de la relación entre una indicación y el valor medido correspondiente.

Densidad: masa por unidad de volumen a una temperatura establecida.

Densidad relativa: relación de la densidad de un material y la densidad del agua a una temperatura establecida.

Destilación fraccionada: es una variante de la destilación simple que se emplea principalmente cuando es necesario separar líquidos con puntos de ebullición cercanos. La principal diferencia que tiene con la

Página: 23 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

destilación simple es el uso de una columna de fraccionamiento. Esta permite un mayor contacto entre los vapores que ascienden, junto con el líquido condensado que desciende, por la utilización de diferentes "platos". Esto facilita el intercambio de calor entre los vapores (que lo ceden) y los líquidos (que lo reciben).

Destilación: es el proceso de separar las distintas sustancias que componen una mezcla líquida mediante vaporización y condensación selectivas. Dichas sustancias, pueden ser componentes líquidos, sólidos disueltos en líquidos o gases licuados, se separan aprovechando los diferentes puntos de ebullición de cada una de ellas.

Desviación estándar: mide el grado de dispersión o variabilidad. En primer lugar, midiendo la diferencia entre cada valor del conjunto de datos y la media del conjunto de datos.

Detección: proceso mediante el cual se usa el "detector" para comprobar si el combustible tiene o no "marcador". El resultado es comparado después con un patrón que permite garantizar la procedencia del combustible.

Detector: sustancia o equipo que permite detectar la presencia y/o concentración del "marcador" en el combustible.

Diésel: para los efectos de la Ley 681 de 2001 "corresponde a diésel o aceite combustible para motores de bajo azufre, es un destilado medio obtenido de la destilación atmosférica del petróleo. Se le adiciona una sustancia química, llamada "marcador", que permite obtener información sobre la procedencia del combustible sin que modifique la calidad del producto. El diésel marino o fluvial, el marine diésel, el gas oil, intersol, diésel número 2, electrocombustible o cualquier destilado medio y/o aceites vinculantes, que por sus propiedades físico químicas al igual que por sus desempeños en motores de altas revoluciones, puedan ser usados como combustible automotor. Se exceptúan aquellos utilizados para generación eléctrica en zonas no interconectadas, el turbocombustible de aviación y las mezclas de tipo IFO utilizadas para funcionamiento de grandes naves marítimas".

Disolventes alifáticos: son compuestos orgánicos constituidos por carbono e hidrógeno cuyo carácter no es aromático. Se obtienen de la destilación fraccionada del petróleo, son disolventes que presentan olor característico de hidrocarburo, poseen alto poder para disolver compuestos apolares y resinas. En los disolventes alifáticos predominan los hidrocarburos parafínicos, provenientes del fraccionamiento de naftas y querosenes, originados de la destilación de petróleo.

ECOPETROL: Empresa Colombiana de Petróleos.


Espectrofotometría: es la medición de la cantidad de energía radiante que absorbe un sistema químico en función de la longitud de onda.

Espectrofotómetro: un espectrofotómetro es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra. También se utiliza en laboratorios de química para la cuantificación de sustancias.

Espectroscopia de fluorescencia de energía dispersiva de rayos X: la fluorescencia de rayos X por energía dispersiva es una técnica rápida y no destructiva, que reconoce un gran número de elementos químicos y presenta los resultados en tiempo real.

Estándar: que sirve de patrón, modelo o punto de referencia para medir o valorar cosas de la misma especie.

ETOH: etanol.

Página: 24 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

FAME - Fatty Acid Methyl Ester: ácidos grasos de metil ester proveniente de aceites vegetales que se agrega al diésel para hacerlo más ecológico.

Gasolina: para los efectos de la Ley 681 de 2001 “Se entiende por gasolina, la gasolina corriente, gasolina extra, la nafta o cualquier otro combustible o líquido derivado del petróleo que se pueda utilizar como carburante en motores de combustión interna diseñados para ser utilizados con gasolina. Se exceptúan las gasolinas tipo 100/130 utilizadas en aeronaves”.

Grados API o Gravedad API: es una medida de densidad que, en comparación con el agua a temperaturas iguales, precisa cuán pesado o liviano es el petróleo. Índices superiores a 10 implican que son más livianos que el agua y, por lo tanto, flotarían en ésta.

Homogéneo: formado por elementos con características comunes referidas a su clase o naturaleza, lo que permite establecer entre ellos una relación de semejanza y uniformidad.

ICP: Instituto Colombiano del Petróleo.

Inflamabilidad: es el conjunto de condiciones de entorno en que una sustancia combustible inflamable, está en condiciones de iniciar una combustión si se le aplica una fuente de calor a suficiente temperatura, llegando al punto de ignición.

LFD: dispositivo de flujo lateral.

Marcación: proceso mediante el cual se agrega al combustible una sustancia química denominada “marcador”, la cual no afecta ninguna de sus propiedades físicas, químicas ni visuales, ni ninguna de sus especificaciones.

Marcador: sustancia química que permite obtener información sobre la procedencia del combustible. La aplicación de marcadores en los combustibles puede ser utilizada para propósitos de diferenciar calidades, mezclas, combustibles extraídos ilícitamente de los poliductos y para controlar evasión de impuestos y adulteración de combustibles, entre otros.


Material de referencia (MR): material suficientemente homogéneo y estable con respecto a propiedades especificadas, establecido como apto para su uso previsto en una medición o en un examen de propiedades cualitativas.

Material de referencia certificado (MRC): material de referencia acompañado por la documentación emitida por un organismo autorizado, que proporciona uno o varios valores de propiedades especificadas, con incertidumbres y trazabilidades asociadas, empleando procedimientos válidos.

Material particulado: es una compleja mezcla de partículas suspendidas en el aire o en líquido, las que varían en tamaño y composición dependiendo de sus fuentes de emisiones.

Mezcla heterogénea: es aquella que posee una composición no uniforme en la cual se pueden distinguir a simple vista sus componentes y está formada por dos o más sustancias, físicamente distintas, distribuidas en forma desigual. Las partes de una mezcla heterogénea pueden separarse mecánicamente.

MTBE: El metil-ter-butil-eter, o MTBE (C₅H₁₂O), es un producto químico que se utiliza para aumentar el octanaje, mejorar la combustión y reducir las emisiones de monóxido de carbono en aproximadamente un 10%; el MTBE también contribuye a reducir las emisiones de compuestos orgánicos reactivos, y la proporción de contaminantes aromáticos, sulfuro, olefina y benceno, en la fabricación de gasolina.

Página: 25 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

Muestras de validación: grupo de muestras usadas en la validación del modelo, las cuales son diferentes a los materiales de calibración. Poseen concentraciones de componentes o propiedades conocidas estimadas por un método de referencia y que permiten evaluar el modelo utilizado para el análisis.

Nafta: también conocido como bencina, éter de petróleo, nafta de petróleo, nafta ASTM o ligroína, es una mezcla líquida de diversos compuestos volátiles, muy inflamables, de la serie homóloga de los hidrocarburos saturados o alcanos, y no a la serie de los éteres como erróneamente indica su nombre.

NIST: National Institute of Standards and Technology.

pH: es el coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa. Su rango oscila entre 1 y 14.

Punto de ebullición final (FBP): la temperatura (correspondiente al tiempo de retención) a la cual el área acumulada corregida equivale al 99,5% del área total de la muestra obtenida en el cromatograma.

Punto de ebullición inicial (IBP): la temperatura (correspondiente al tiempo de retención) a la cual el área acumulada corregida equivale al 0,5% del área total de la muestra obtenida en el cromatograma.

Purga: acción de purificación o de limpieza.

Sedimento: conjunto de partículas sólidas que queda depositado en el fondo del recipiente que contiene un líquido.

UV-VIS: luz ultravioleta visible.


Validación: verificación de que los requisitos especificados son adecuados para un uso previsto, ejemplo: un procedimiento de medida, habitualmente utilizado para la medición de la concentración en masa de nitrógeno en agua, puede también validarse para la medición en el suero humano.

Verificación: aportación de evidencia objetiva de que un elemento dado satisface los requisitos especificados, ejemplo: la confirmación de que un material de referencia declarado es homogéneo para el valor y el procedimiento de medida correspondientes, para muestras de masa de valor hasta 10 mg.

Vial: es un pequeño vaso, botella o frasco destinado a contener medicamentos inyectables, del cual se van extrayendo las dosis convenientes. Fabricados en vidrio o plástico, sirven para almacenar medicamentos o reactivos en presentación de líquidos, polvos o cápsula. También se puede utilizar como recipientes de muestras, por ejemplo, en dispositivos de cromatografía analítica. Los viales más modernos suelen estar hechos de materiales plásticos tales como polipropileno.

Viscosidad: es una propiedad física característica de todos los fluidos que emerge de las colisiones entre las partículas del fluido que se mueven a diferentes velocidades, provocando una resistencia a su movimiento.

Zona de frontera: zonas fronterizas colombianas establecidas por ECOPETROL, las cuales tienen acuerdos con los países vecinos en la comercialización de combustibles foráneos de manera lícita en dicha zona.

Página: 26 de 26	INVESTIGACIÓN CRIMINAL	 POLICÍA NACIONAL
Código: 1IC-PR-0033		
Fecha: 17/05/2024	ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS	
Versión: 3		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<p>ASE-02. JAVIER SOTO LÓPEZ Responsable Gestión Técnica – Laboratorio Química Forense</p>	<p>IT. JAVIER ORTEGA BOLIVAR Perito Avanzado</p> <p>TC. CAMILO TORRES QUIJANO Jefe Grupo Planeación DIJIN</p>	
<p>CT. LAURA NATALY VARGAS RAMÍREZ Responsable Laboratorio Química Forense</p>	<p>TC. YEISSON LEONARDO ROCHA PÁEZ Jefe Componente Policía Científica y Criminalística</p>	<p>CR. EDWIN MASLEIDER URREGO PEDRAZA Director de Investigación Criminal e INTERPOL</p>

INFORMACIÓN PÚBLICA