

ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS E INSUMOS
PARA LA MODERNIZACIÓN DEL LABORATORIO DE FLUIDOS DE LA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS

LIZETH YAMILE MEJIA CAMACHO

LILIANA MARCELA PARADA DIAZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS

ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS

BUCARAMANGA

2010

ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS E INSUMOS
PARA LA MODERNIZACIÓN DEL LABORATORIO DE FLUIDOS DE LA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS

LIZETH YAMILE MEJIA CAMACHO

LILIANA MARCELA PARADA DIAZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de
Ingeniero de Petróleos

Director

Ing. Cesar Augusto Pineda Gómez

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS

2010

A los amores de mi vida:

DIOS

por la fe, sabiduría, fortaleza y amor otorgado.

Por hacer de mi una mejor persona día a día.

A mi Madre Olga Lucía

porque gracias a su amor, su incondicional apoyo, constancia, esfuerzos y sacrificios he logrado alcanzar mis metas y cumplir cada uno de mis sueños.

A Tuto por

su valioso amor, apoyo y paciencia, por ser un ángel en mi vida.

Que Dios nos permita seguir alcanzando sueños juntos.

A Hernandito y David

quienes con su vida llena de dulzura y alegría me brindan la energía y optimismo para persistir en el logro de grandes propósitos

A mi familia

Por ser la fuente de inspiración de todos mis logros

LIZETH Y. MEJÍA CAMACHO

*Gracias Dios, por todo lo que me has dado
Por guiarme y bendecirme en la culminación de este trabajo*

*A mi Mami y a mi Papi, por las enseñanzas y el amor incondicional
Por el apoyo y la confianza que depositan en mi*

A mis hermanos, por el apoyo y amistad sincera

A mi compañera de proyecto Lizet

A todos mis amigos, por compartir conmigo esta etapa tan bonita de mi vida

LILIANA MARCELA PARADA DIAZ

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus sinceros agradecimientos a:

DIOS, por la vida y salud, para lograr culminar con éxito una etapa más de la vida.

Profesor Cesar Pineda Gómez, por su tiempo, paciencia, dedicación y esfuerzos puestos en este proyecto.

Ingeniera Yamile Barragán, por la colaboración en la consecución de las normas.

Ingeniera Yaneth del CEIAM por la colaboración prestada durante el desarrollo de este proyecto

Mario, por su colaboración

Escuela de Ingeniería de Petróleos, por permitir la realización de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	1
1. FLUIDOS PRODUCIDOS EN LA INDUSTRIA DE LOS HIDROCARBUROS	2
1.1 HIDROCARBUROS.....	2
1.1.1 ACEITE NEGRO O BLACK-OIL	2
1.1.2 ACEITE VOLÁTIL.....	3
1.1.3 GAS CONDENSADO.	4
1.1.4 GAS HÚMEDO.	5
1.1.5 GAS SECO.	6
1.2 AGUA.....	7
1.3 EMULSIONES	8
2.1 GRAVEDAD ESPECÍFICA	10
2.3 VISCOSIDAD.....	12
2.4 PUNTO DE RELAMPAGUEO Ó PUNTO DE INFLAMACIÓN (FLASH POINT).....	14
2.5 PUNTO DE FUEGO (FIRE POINT)	15
2.6 PUNTO DE FLUIDEZ	15
2.7 BSW (CONTENIDO DE AGUA Y SEDIMENTO).....	16
2.8 COLOR ASTM	16
2.9 PUNTO DE NUBE	17
2.10 CALOR DE COMBUSTION.....	18
2.11 SALINIDAD.....	19
2.12 PRESIÓN DE VAPOR	19
2.13 PH	20
2.14 GPM	20

2.15 COMPRESIBILIDAD	21
2.16 CONTENIDO DE CENIZAS SULFATADAS	21
2.17 PUNTO DE ANILINA	22
3. DESCRIPCION DE PRUEBAS, ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS E INVENTARIO DE ACTIVOS	23
3.1 DESCRIPCION DE PRUEBAS IMPLEMENTADAS Y A IMPLEMENTAR EN EL LABORATORIO DE FLUIDOS.....	23
3.1.1 PRUEBAS PARA CRUDOS.....	23
3.1.1.1 PRUEBAS IMPLEMENTADAS	23
3.1.1.2 PRUEBAS A IMPLEMENTAR	33
3.1.2 PRUEBAS PARA AGUAS	44
3.1.2.1 PRUEBAS A IMPLEMENTAR.	46
3.1.3 PRUEBAS PARA GASES.....	50
3.2 ESPECIFICACIONES DE INSTRUMENTOS, EQUIPOS, REACTIVOS E INSUMOS SEGÚN NORMAS ESTANDARIZADAS ACTUALIZADAS PARA LAS PRUEBAS IMPLEMENTADAS Y A IMPLEMENTAR EN EL LABORATORIO	50
3.2.1 APARATOS	50
3.2.2 INSTRUMENTOS	50
3.3 INVENTARIO Y REQUERIMIENTOS DEL LABORATORIO	74
3.3.1 EQUIPOS EXISTENTES	74
3.3.2 INSTRUMENTOS E INSUMOS	77
3.3.3 REQUERIMIENTOS PARA EL LABORATORIO	77
3.3.3.1 EQUIPOS.....	77
3.3.3.2 REACTIVOS E INSUMOS.....	77
3.3.3.3 ESPACIO FÍSICO.....	77
3.3.3.4 HSQE.....	77
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES.....	94
BIBLIOGRAFIA	95
GLOSARIO	95
ANEXOS	102

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Diagrama de Fases para un Black-Oil.....	3
FIGURA 2. Diagrama de Fases para un Aceite Volátil.....	4
FIGURA 3. Diagrama de Fases de un Gas Condensado.....	5
FIGURA 4. Diagrama de Fases para un Gas Húmedo	6
FIGURA 5. Diagrama de Fases para un Gas Seco.....	6
FIGURA 6. Hidrómetro y tubo de muestra	24
FIGURA 7. Centrífuga y recipientes para la medida BSW	25
FIGURA 8. Equipo Laboratorio para medida contenido de sal	25
FIGURA 9. Viscosímetro Saybolt Universal y Furol	27
FIGURA 10. Montaje Copa abierta Cleveland.....	29
FIGURA 11. Copa cerrada Pensky-Martens	30
FIGURA 12. Baño térmico y cilindros para medir presión de vapor Reid	31
FIGURA 13. Botellas para prueba de tratamiento de emulsiones.....	32
FIGURA 14. Equipo Laboratorio para la determinación del punto de fluidez.....	32
FIGURA 15. Equipo para determinar color ASTM.....	36
FIGURA 16. Calorímetro automático.....	38
FIGURA 17. Vista frontal del aparato de destilación.....	41
FIGURA 18. Baño para prueba demulsibilidad	42
FIGURA 19. Equipo para presión de vapor Reid	43
FIGURA 20. Viscosímetro Saybolt con orificio Universal y Furol	63
FIGURA 21. Equipo Presión de vapor Reid	63
FIGURA 22. Equipo Tag Copa Cerrada.....	64
FIGURA 23. Equipo para la prueba punto de fluidez y nube	64
FIGURA 24. Unidad de destilación.....	65
FIGURA 25. Balones de destilación.....	66
FIGURA 26. Diseño típico de hidrómetros	66
FIGURA 27. Equipo Copa abierta Cleveland	67

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Clasificación de los crudos según la gravedad API	12
TABLA 2. Conversión de viscosidades Saybolt a viscosidades cinemáticas.....	26
TABLA 3. Características de las muestras según el grupo.....	39
TABLA 4. Condiciones de ensayo de acuerdo al grupo.....	40
TABLA 5. Especificaciones Técnicas Sistema Viscosímetro y Baño Saybolt.....	51
TABLA 6. Especificaciones Técnicas Equipo Presión de vapor Reid	52
TABLA 7. Especificaciones Técnicas Sistema Calor de combustión	53
TABLA 8. Especificaciones Técnicas Colorímetro	54
TABLA 9. Especificaciones Técnicas Equipo Pensky Martens Copa Cerrada	55
TABLA 10. Especificaciones Técnicas Equipo TAG Copa Cerrada.....	56
TABLA 11. Especificaciones Técnicas Equipo Copa Abierta Copa Abierta Cleveland.....	57
TABLA 12. Especificaciones Técnicas Equipo Punto de fluidez y Nube.....	58
TABLA 13. Especificaciones Técnicas Sistema Determinación de Azufre	59
TABLA 14. Especificaciones Técnicas Unidad de Destilación Eléctrica	60
TABLA 15. Especificaciones Técnicas Equipos varios	61
TABLA 16. Especificaciones Técnicas Instrumentos	68
TABLA 17. Medios recomendados para el baño Saybolt.....	70
TABLA 18. Termómetros requeridos según las normas estandarizadas por pruebas.....	71
TABLA 19. Tipos de viscosímetros	73
TABLA 20. Características del filtro del colorímetro.....	74
TABLA 21. Patrones de viscosidad.....	74
TABLA 22. Inventario de Equipos del laboratorio de fluidos	75
TABLA 23. Equipos que requiere el laboratorio para las pruebas seleccionadas.....	78
TABLA 24. Reactivos e insumos que requiere el laboratorio para las pruebas seleccionadas.....	82
TABLA 25. Costos de equipos	88
TABLA 26. Costos de insumos.....	89
TABLA 27. Costo total de inversión.....	91
TABLA 28. Normatividad ambiental	103
TABLA 29. Concentraciones mínimas de sustancias en el agua.....	104

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Normatividad para el vertimiento de agua de producción de pozos.....	103
ANEXO B. Normas Técnicas.....	105
ANEXO C. Cotizaciones de Equipos, instrumentos e insumos.....	109

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS E INSUMOS PARA LA MODERNIZACIÓN DEL LABORATORIO DE FLUIDOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS.*

AUTORES: LIZETH YAMILE MEJÍA CAMACHO; LILIANA MARCELA PARADA DÍAZ.**

PALABRAS CLAVES: fluidos, modernización, laboratorio, actualización, equipos.

DESCRIPCIÓN

El actual trabajo consistió en el estudio de especificaciones de normas estandarizadas y condiciones para la operación correcta de equipos, e instrumentos para las diferentes pruebas realizadas actualmente y nuevas pruebas a implementar en el laboratorio de fluidos de la escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander.

Para seleccionar las pruebas nuevas a implementar se realizó un sondeo a nivel nacional con los diferentes laboratorios existentes de carácter oficial, con el objeto de identificar las pruebas más solicitadas por el sector industrial, se estudió la relevancia de las propiedades para el área de los hidrocarburos y los parámetros generales señalados en el art 72 del Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura acerca de vertimiento de agua en afluentes.

En este contexto, se establecieron las necesidades en equipos, instrumentos e insumos a la luz de normas internacionales como ASTM y los Standard Methods for Water and Wastewater, por su aplicabilidad y gran prestigio mundial en el campo de la normatividad

Se pudo concluir que la actualización y modernización del laboratorio sería estratégico desde el punto de vista académico, administrativo e institucional para la escuela de Ingeniería de Petróleos y para la UIS porque permitiría promover la acreditación de sus instalaciones, para ofrecer servicios en esta área de forma competitiva, ampliando el margen de ingresos propios, además se fortalecería el currículum del programa de Laboratorio de Fluidos.

*Proyecto de Grado

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos
Director: Ing.Cesar Pineda Gómez

SUMMARY

TITLE: STUDY ECONOMIC TECHNICIAN OF EQUIPMENT, INSTRUMENTS AND SUPPLIES FOR THE MODERNIZATION OF FLUIDS LABORATORY OF PETROLEUM ENGINEERING'S SCHOOL.*

AUTHOR: LIZETH YAMILE MEJÍA CAMACHO; LILIANA MARCELA PARADA DÍAZ.**

KEYWORDS: fluids, laboratory, equipments, modernization, update

DESCRIPTION: The current work consisted of the study of standardized specifications and conditions for the proper operation of equipments, and instruments for the various test made currently and new tests to implement in the Fluids' laboratory of Petroleum Engineering's school from The Industrial University of Santander.

To select the new test to implement a survey was conducted nationwide with the different laboratories of official type, in order to identify those tests most required by the industrial sector, we studied the relevance of the properties for the area of hydrocarbons and the general parameters outlined in Article 72 of Decree 1594 of 1984 of Ministry of Agriculture about pouring water into tributaries.

In this context, the needs were established for equipment, instruments and supplies in the light of international standards such as ASTM and Standard Methods for Water and Wastewater, by its applicability and global prestige in the field of norms.

Could concluded that the update and modernizing the laboratory would be strategic from the standpoint of academic, administrative and institutional for school of Petroleum Engineering and the UIS because would allow promote the accreditation of their facilities to offer services in this area way competitive, increasing their own earnings margin besides would strengthen the program curriculum Fluids Laboratory.

*Undergraduate Project

**Physiochemical Engineering Faculty. Petroleum Engineering School.
Director: Eng.Cesar Pineda Gómez

INTRODUCCION

Continuamente cada etapa dentro de un procedimiento de trabajo, particularmente de laboratorio como soporte de las aplicaciones de campo, es susceptible de ser modificada en la medida en que nueva información y nuevas técnicas hagan manifiesta la posibilidad y necesidad de mejorar los resultados derivados de su aplicación. Este proceso involucra constantemente la revisión y actualización de los equipos, instrumentos e insumos empleados, que permitan asegurar y reforzar la calidad de los resultados obtenidos.

En la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, como institución de máxima calidad académica y profesional, es de gran importancia respaldar los conocimientos adquiridos a través de la teoría en las aulas de clase, así como prestar servicios de ingeniería a diferentes sectores de la industria. Por ello, la escuela está dotada de instalaciones en donde se pueden analizar de forma práctica algunos de los aspectos más relevantes del área profesional, entre los que se destaca el análisis de fluidos, los cuales juegan un papel preponderante en aspectos como la estimación de reservas, la selección de los mecanismos y herramientas de producción, manejo y transporte, en la optimización de las técnicas y recursos para la mayor recuperación posible de los fluidos del yacimiento, adicionalmente brinda información para definir la calidad y precio de la venta de crudo y gas.

Gracias al creciente desarrollo tecnológico alcanzado durante la última década y a los requerimientos del sector industrial por disponer de información confiable en el menor tiempo posible, la Escuela de Ingeniería de Petróleos se ha interesado en la reestructuración de su infraestructura de laboratorios, específicamente en actualizar y modernizar en el mediano plazo las instalaciones y elementos necesarios para propiciar un mejor respaldo a los procesos y evaluaciones experimentales que adelanta.

1. FLUIDOS PRODUCIDOS EN LA INDUSTRIA DE LOS HIDROCARBUROS

Un yacimiento puede producir diferentes fluidos, los cuales han sido definidos debido a que cada uno requiere un tratamiento distinto -todo depende del tipo de fluido que se produzca en el yacimiento- para muestreo de fluidos, realización de pruebas físicas y químicas, el tipo y configuración de las facilidades de superficie, etc.

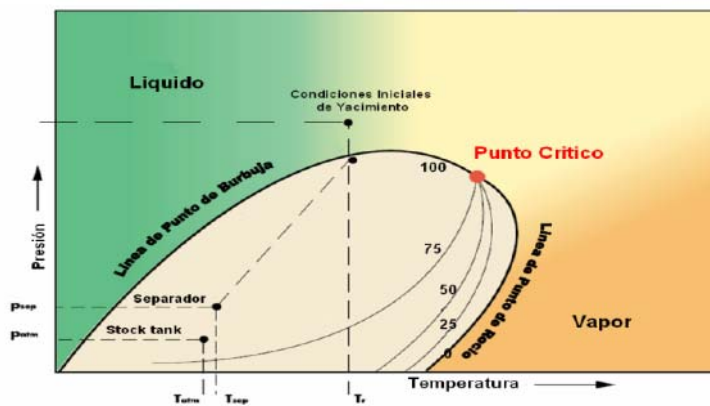
1.1 HIDROCARBUROS

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. Consisten en un armazón de carbono al que se unen átomos de hidrógeno. Los hidrocarburos constituyen entre el 90 y 99% de los diferentes tipos de crudos, el resto lo constituyen los contaminantes, especialmente compuestos de Azufre, Oxígeno, Nitrógeno y trazas de algunos metales principalmente Vanadio, Hierro, Níquel, Cobre y Radio. En un yacimiento pueden ser identificados cinco tipos de fluidos hidrocarburos, aceite negro, aceite volátil, gas condensado, gas húmedo y gas seco, clasificados así de acuerdo al comportamiento que desarrollan en el yacimiento y durante la producción en el esquema PT.

1.1.1 Aceite Negro o Black-Oil. Es el más común entre los tipos de crudo generalmente está compuesto por más del 20% molar de C_{7+} (Heptano plus) y componentes pesados, su envolvente es la más amplia de todos los tipos de fluidos de yacimiento, con su temperatura crítica muy por encima de la temperatura de yacimiento; básicamente la forma de la envolvente depende de la

composición de la mezcla de hidrocarburos y, debido a que un Black-oil contiene gran cantidad de componentes pesados, ésta será bastante amplia. Un diagrama de fases típico para un Aceite Negro se ilustra en la figura 1. Las líneas de calidad están bastante espaciadas a condiciones de yacimiento y las condiciones de separador están ubicadas en líneas de calidad relativamente altas. Estas características indican que este tipo de fluido posee una baja merma al ser producido.¹

FIGURA 1. Diagrama de Fases para un Black-Oil



FUENTE: Mc Cain W.D “The properties of Petroleum Fluids”

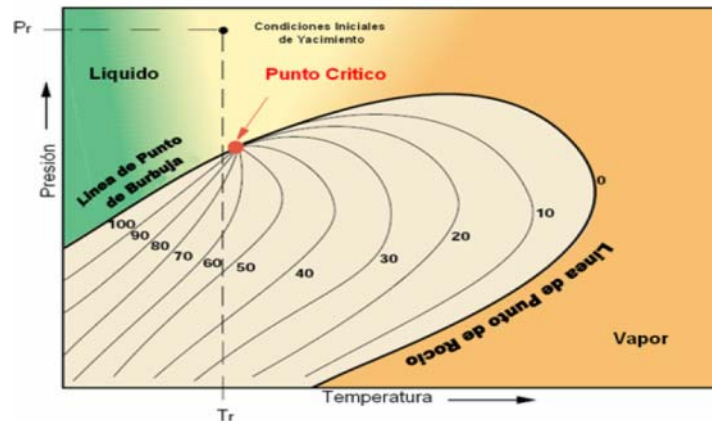
1.1.2 Aceite Volátil. Tiene muchas características en común con el gas condensado, pero al contener más componentes pesados presenta un comportamiento netamente líquido a condiciones de yacimiento, los aceites volátiles se componen principalmente de más moléculas intermedias (definidas desde el etano hasta el hexano) que pesadas, a comparación con los Aceites Negros.

La envolvente del Aceite Volátil es relativamente más amplia que la del gas condensado, con una temperatura crítica mayor debido a su mayor concentración

¹ Mc Cain William D, Jr. The Properties of Petroleum Fluids. PennWell Publishing Company, Estados Unidos de América, 1990, 150 p.

de componentes pesados. Un diagrama de fases típico para un Aceite Volátil se muestra en la figura 2. La temperatura de yacimiento está cerca de la temperatura crítica, por ello, suele referirse al Aceite volátil como un fluido cercano al punto Crítico.

FIGURA 2. Diagrama de Fases para un Aceite Volátil



FUENTE: Mc Cain W.D. "The properties of Petroleum Fluids"

Es bueno indicar que las líneas de calidad se encuentran en mayor proporción y más estrechas cerca al punto de burbuja en la envolvente, luego esto nos dice que una pequeña reducción de presión por debajo del punto de burbuja vaporiza una fracción significativa del Aceite, por ello el nombre de Aceite Volátil.²

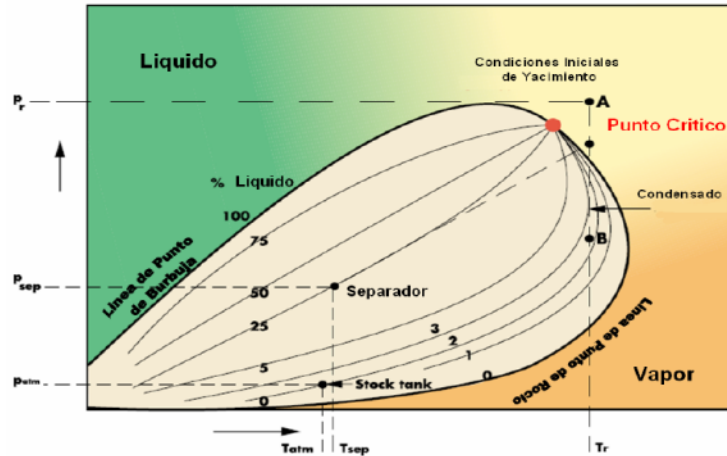
1.1.3 Gas condensado. Un diagrama de fases típico de este tipo de fluido se muestra en la figura 3, el punto crítico está ubicado en el lado izquierdo y bastante abajo en la envolvente. Estos cambios son el resultado de que el gas condensado contiene mucho menos componentes pesados que los que presentan los aceites en su composición.

Este tipo de gas genera líquidos por condensación retrograda dentro del yacimiento, cuando la presión cae por debajo del punto de rocío, normalmente

² Mc Cain William D, Jr. The Properties of Petroleum Fluids. PennWell Publishing Company, Estados Unidos de América, 1990, 152 p.

este líquido no fluirá y por ello no puede producirse en superficie. La cantidad de hidrocarburos potencialmente condensables en yacimiento incrementa cuando el gas se hace más rico, esto es, a medida que los componentes pesados se alejan de la temperatura crítica hacia la temperatura de yacimiento.³

FIGURA 3. Diagrama de Fases de un Gas Condensado



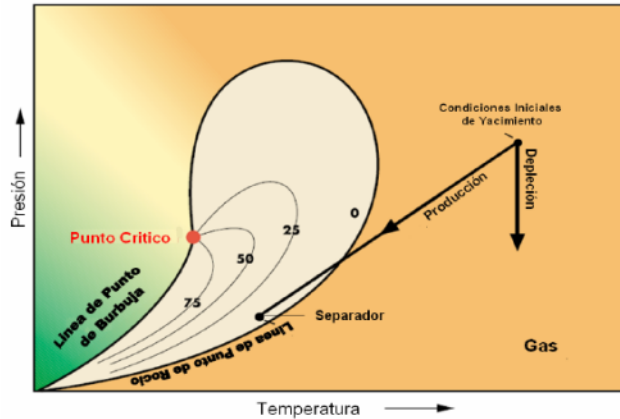
FUENTE: Mc Cain W.D. "The properties of Petroleum Fluids"

1.1.4 Gas Húmedo. Se compone principalmente de metano y otros componentes ligeros, con su diagrama de fases localizado en un rango de temperaturas por debajo de la temperatura de yacimiento, como se muestra en la figura 4. Debido a lo anterior, un Gas Húmedo no producirá líquidos en el yacimiento durante la depleción de éste, pero si lo har a condiciones de separador (ubicado dentro de la envolvente) en superficie.⁴ Los Gases Húmedos presentan altos GOR y estos permanecen constantes durante la vida productiva del yacimiento.

³ Mc Cain William D, Jr. The Properties of Petroleum Fluids. PennWell Publishing Company, Estados Unidos de América, 1990, 154 p.

⁴ Mc Cain William D, Jr. The Properties of Petroleum Fluids. PennWell Publishing Company, Estados Unidos de América, 1990, 157 p.

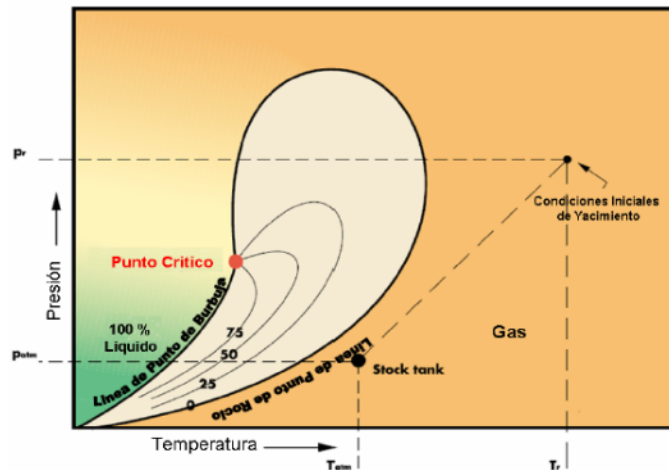
FIGURA 4. Diagrama de Fases para un Gas Húmedo



FUENTE: Mc Cain W.D. "The properties of Petroleum Fluids"

1.1.5 Gas Seco. El gas seco se compone principalmente de metano, algunos intermedios y componentes no hidrocarburos como nitrógeno y dióxido de carbono. La figura 5 muestra el diagrama de fases para un Gas Seco. Nótese que el gas permanece en una sola fase desde condiciones de yacimiento hasta condiciones de separador en superficie. El agua, sin embargo, puede condensarse a condiciones de superficie debido al enfriamiento que sufre el gas.⁵

FIGURA 5. Diagrama de Fases para un Gas Seco



FUENTE: Mc Cain W.D. "The properties of Petroleum Fluids"

⁵ Mc Cain William D, Jr. The Properties of Petroleum Fluids. PennWell Publishing Company, Estados Unidos de América, 1990, 158 p.

1.2 AGUA

La mayoría de los campos petroleros tienen algo en común: el agua producida, y en grandes cantidades. Globalmente, con cada barril de petróleo se generan como mínimo tres barriles de agua; el agua es el principal producto residual de la industria del petróleo y gas durante la vida de casi todos los pozos individuales y campos de petróleo y gas, constituye un 98% de todos los residuos generados por la industria de exploración y explotación, y aunque se disponga de las mejores técnicas de manejo de campo, tarde o temprano la producción de agua puede aumentar al punto de representar más del 90% del volumen de líquidos que se lleva a la superficie.

Dos tipos de agua están asociadas con la producción de petróleo, definidas como agua libre y agua emulsionada.

El agua libre, es definida por el Instituto Americano del Petróleo (API), como la cantidad de agua de producción que se sedimentará y se separará del petróleo en un lapso no mayor de cinco minutos, como consecuencia del asentamiento gravitacional. El resto de agua presente se considerara como emulsionada y requiere de tratamiento para ser removida.⁶

En resumen, todos los pozos producen agua, cuya cantidad varía desde muy pequeña hasta varias veces el volumen de petróleo en los últimos periodos de vida del campo petrolífero. En la mayoría de los casos, la producción de agua es inevitable en la vida del pozo y los volúmenes pueden incrementarse drásticamente al producirse la filtración del agua a través del petróleo y después lentamente, hasta alcanzar el límite económico.⁷

⁶ ARNOLD Richard. Manejo de la producción de agua: De residuo a recurso. Universidad Estatal de Nuevo México.2004. 2 p. 23

⁷ Guía ambiental para la disposición y tratamiento del agua producida. Servilex, Perú p 7

1.3 EMULSIONES⁸

Una emulsión es una mezcla de dos líquidos mutuamente inmiscibles, uno de los cuales está disperso en finas gotas en el otro. El líquido presente como pequeñas gotas es la fase dispersa o interna, mientras que el líquido que lo rodea es la fase continua o externa.

El petróleo crudo que se produce en un campo se encuentra en la mayoría de los casos mezclado con agua, en cantidades que varían en un rango muy ampliado de acuerdo a varios factores, como la vida productiva del pozo, la tasa de producción y la procedencia del agua, entre otros.

Se pueden encontrar tres tipos de emulsiones agua- petróleo:

- Inversa.

Petróleo en agua: Hidrofílica. Está compuesta de glóbulos de petróleo dispersados en una fase continua de agua. Este tipo ocurre aproximadamente en el 1% de las emulsiones producidas, estando el petróleo muy diluido, conteniendo menos del 1% de petróleo.

Fase dispersa: Petróleo.

Fase continua: Agua.

- Directa o Normal.

Agua en petróleo: Oleofílica. Comprende cerca del 99% de las emulsiones de los campos de petróleo. El contenido de agua puede variar de 0% a 80%, pero usualmente se encuentra en el rango de 10% a 35%

Fase Dispersa: Agua.

⁸ ARNOLD, Ken and STEWART, Maurice. Surface Production Operations (Volumen 1). Gulf Publishing Company. Houston – Texas, 2000.

Fase Continua: Petróleo.

- Emulsiones Duales o Triples.

Petróleo en agua en Petróleo y agua en petróleo en agua. Las emulsiones triples o duales aunque son de rara ocurrencia, se pueden presentar en crudos muy pesados y viscosos acompañados de agua fresca y blanda. Por lo general, requieren tratamiento químico especial.

2. PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Las propiedades de un fluido son las que definen el comportamiento y características del mismo tanto en reposo como en movimiento, por lo tanto el conocimiento profundo de estas propiedades son fundamentales para cualquier estudio ingenieril.

2.1 GRAVEDAD ESPECÍFICA

Es la relación que hay entre la densidad de dos sustancias, una tomada como patrón, en la cual generalmente para sólidos y líquidos se emplea el agua destilada, y para gases el aire o el hidrógeno. También es llamada peso específico o densidad relativa. Es un número adimensional y sirve para diferenciar los crudos dependiendo de su composición química o base a la que pertenecen.

$$\gamma_i = \frac{\rho_i}{\rho_j}$$

Ecuación 1.

Donde:

γ_i = Gravedad Específica de la sustancia de prueba i

ρ_i = Densidad de la sustancia de prueba i

ρ_j = Densidad de la sustancia patrón i

la gravedad específica se ve afectada por la cohesión entre las moléculas del fluido y el número de moléculas, por unidad de volumen, los cuales dependen siempre de la temperatura.

2.2 GRAVEDAD API

La gravedad API, con sus siglas en inglés American Petroleum Institute, es una medida de densidad que describe que tan pesado o liviano es el petróleo comparándolo con el agua. Si los grados API son mayores a 10, es más liviano que el agua, y por lo tanto flotaría en ésta. La gravedad API es también usada para comparar densidades de fracciones extraídas del petróleo.

$$API^{\circ} = \frac{141,5}{\gamma^{\circ}} - 131,5$$

Ecuación 2.

Donde:

API° = Gravedad API de la sustancia de prueba

γ° = Gravedad Específica de la sustancia de prueba

La determinación exacta de la gravedad API del petróleo y de sus productos es necesario para la conversión de la medida los volúmenes a volúmenes a la temperatura estándar de 60 °F (15.56°C). La gravedad API es un factor que regula la calidad del crudo. Sin embargo, la gravedad API de un producto derivado del petróleo es una medida incierta de su calidad. Correlacionada con otras propiedades la gravedad API puede ser utilizada para dar la composición aproximada de un hidrocarburo y el calor de combustión.

Generalmente hablando, un mayor valor de gravedad API en un producto de refinería representa que este tiene un mayor valor comercial. Esto básicamente debido a la facilidad (operacional y económica) de producir destilados valiosos como gasolina, jet fuel y gasóleo con alimentaciones de crudos livianos y a los altos rendimientos de los mismos.

Los crudos se clasifican, según la gravedad API, por la siguiente escala:

TABLA 1. Clasificación de los crudos según la gravedad API

CRUDO	GRAVEDAD °API
Extrapesados	< 9,9
Pesados	10-21,9
Medianos	22,0-29,9
Livianos	30,0-39,9
Condensados	> 40

FUENTE. Muñoz. S. "Propiedades de los yacimientos petrolíferos"

2.3 VISCOSIDAD

Es una medida que poseen los fluidos de la resistencia interna al movimiento, esto se debe a la fuerza de atracción que hay entre sus moléculas.

La viscosidad de un líquido está directamente relacionada con el tipo y tamaño de los compuestos que lo constituyen. Las viscosidades de los líquidos compuestos por moléculas grandes y complejas serán mucho más altas, que las viscosidades de líquidos compuestos por moléculas más pequeñas. La viscosidad de los crudos se mide en poise o centipoise, en honor al médico e investigador Jean Louis Poiseuille.

Según el método que se utilice para su determinación, la viscosidad recibe varios nombres, entre los más sobresalientes se tiene:

1. *Viscosidad absoluta o dinámica*⁹: En términos físicos, la viscosidad absoluta se expresa en Dina-segundo por centímetro cuadrado. O de otra manera, se expresa que la viscosidad absoluta de un fluido es la fuerza tangencial en dinas necesarias para mover una unidad de área de un plano a unidad de velocidad, con relación a otro plano fijo y a una unidad de distancia entre los planos, mientras que el fluido en cuestión está en contacto con los dos planos.

Cada crudo en situación estática en el yacimiento tiene determinada viscosidad, característica de la presión y temperatura. A veces se le llama coeficiente de viscosidad dinámica o simplemente viscosidad. Así la viscosidad absoluta o dinámica es una medida de la resistencia del flujo o la deformación de un líquido.

2. *Viscosidad cinemática*: Es la medida del tiempo de flujo para un volumen fijo de fluido que fluye por gravedad a través de un capilar. Esta viscosidad en centipoise dividida por la densidad a la misma temperatura se designa en unidades Stokes o centistokes

3. *Viscosidad Saybolt Furol*¹⁰: Es el tiempo en segundos de flujo de salida corregido de una muestra de 60 ml que fluye a través de un orificio calibrado Furol en condiciones específicas. El valor de la viscosidad se reporta a una temperatura determinada en segundos Saybolt Furol, SFS abreviado.

4. *Viscosidad Saybolt Universal*¹¹: El tiempo en segundos de un flujo de salida corregido de una muestra de 60 ml que fluye a través de un orificio calibrado

⁹ AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. United States: ASTM, 2009, 2p, il (ASTM D 445-09)

¹⁰ AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. United States: ASTM, 2009, 1p, il (ASTM D 88-07)

¹¹ ibip 2p

Universal en condiciones específicas. El valor de la viscosidad se reporta a una temperatura determinada en segundos Saybolt Universal, SUS abreviado.

Es importante tener un control estricto sobre la temperatura, ya que la viscosidad de las muestras aumenta cuando el aceite es enfriado y disminuye cuando éste es calentado. Por esta misma razón, el valor de la viscosidad de un aceite debe ir siempre acompañado por el de la temperatura a la cual fue determinado. El valor de la viscosidad, por sí solo, no significa nada.

2.4 PUNTO DE RELAMPAGUEO Ó PUNTO DE INFLAMACIÓN (FLASH POINT)

Es la temperatura a la cual un líquido combustible debe ser calentado de modo que el vapor lanzado se queme continuamente cuando esté encendido bajo condiciones especificadas. Es la temperatura más baja de una muestra, corregida a la presión barométrica de 101,3 kPa (760mmHg) a la cual se produce la inflamación de los vapores emanados de un producto, cuando se aplica sobre éstos una llama bajo condiciones de ensayo previamente establecidas. Se considera que una muestra se ha inflamado cuando aparece la llama e instantáneamente se propaga sobre toda su superficie. Cuando la fuente de ignición es una llama de prueba, su aplicación puede originar un halo azul o una llama alargada antes del punto de relampagueo verdadero, éste no es el punto de relampagueo, y se debe ignorar¹².

¹² AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. United States: ASTM, 2005, 1p, il (ASTM D 56-05)

2.5 PUNTO DE FUEGO (FIRE POINT)

Es la mínima temperatura corregida a presión barométrica de 101,3 kPa (760 mmHg) en la que los vapores del fluido en presencia de una fuente de ignición, se encienden y queman continuamente por al menos cinco segundos. Esta temperatura siempre debe ser superior al Punto de Inflamación.

Cuando cualquier producto del petróleo se encuentre expuesto al aire y la temperatura del producto se eleve, más y más vapores serán producidos, aumentando la relación vapor-aire. Eventualmente se llega a una temperatura a la cual la mezcla de vapor-aire puede mantener momentáneamente una combustión, sin una fuente de ignición que esté presente.

2.6 PUNTO DE FLUIDEZ

Es la temperatura más baja en la cual un lubricante o un combustible destilado fluye, cuando se enfría bajo condiciones preestablecidas.

En ciertos aceites sin ceras, el punto de fluidez está relacionado con la viscosidad. En estos aceites la viscosidad aumenta progresivamente a medida que la temperatura disminuye hasta llegar a un punto en que no se observa ningún flujo existente.¹³

Desde el punto de vista del consumidor la importancia del punto de fluidez de un aceite depende enteramente del uso que va a dársele al aceite. Por ejemplo, el

¹³ AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. United States: ASTM, 2009, 2p, il (ASTM D 97-09)

punto de fluidez de un aceite de motor a utilizarse en invierno debe ser lo suficientemente bajo para que el aceite pueda fluir fácilmente a las menores temperaturas ambientes previstas. Por otro lado, no existe necesidad de utilizar aceites con bajos puntos de fluidez cuando estos van a ser utilizados en las plantas con altas temperaturas ambiente o en servicio continuo tal como turbinas de vapor u otras aplicaciones.

2.7 BSW (Contenido de Agua y Sedimento)

Esta propiedad del petróleo crudo es muy significativa, ya que puede provocar la corrosión de los equipos y problemas en el procesamiento. Una determinación de contenido de agua y sedimentos se requiere para medir con precisión el volumen neto de petróleo en las ventas reales, la fiscalidad, el intercambio y la transferencia de custodia, liquidación de regalías e impuestos sobre el petróleo crudo¹⁴.

2.8 COLOR ASTM

El color en los productos del petróleo es usado principalmente para fines de control y es una característica de calidad importante, ya que el color es fácilmente observado por el usuario del producto. En algunos casos, el color puede servir como una indicación del grado de refinamiento del material. Cuando el rango de color de un producto particular es conocido, una variación fuera del rango establecido puede indicar una posible contaminación con otro producto. Sin

¹⁴ AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. United States: ASTM, 2009, 2p, il (ASTM D 1796-09)

embargo, el color no es siempre una guía confiable de la calidad del producto y no debe ser usado indiscriminadamente en las especificaciones del producto¹⁵.

2.9 PUNTO DE NUBE

Es el punto en donde por primera vez aparece el más pequeño grupo que se pueda ver de cristales de hidrocarburos en el enfriamiento de una muestra de líquido en las condiciones prescritas.

Para muchos observadores, el grupo de cristales de cera se parece a un pedazo de nube blanquecina o lechosa, de ahí el nombre. La nube aparece cuando la temperatura de un fluido es lo suficientemente baja como para causar cristales de cera. Para muchos fluidos, los primeros cristales se forman en la parte inferior circunferencial de la pared donde se encuentre el fluido donde la temperatura es más baja. El tamaño y la posición de las nubes o del racimo de nubes varían en función de la naturaleza del fluido. Unos fluidos forman grandes nubes, mientras que otras son apenas perceptibles.¹⁶

Es más fácil detectar el punto de nube de las muestras con grandes grupos que se formen rápidamente, como las muestras parafínicas. Para otras muestras más difíciles, como los nafténicos, hidrocracados, y muestras que su comportamiento de flujo en frío haya sido modificado químicamente, la aparición de la primera nube puede ser menos clara.

¹⁵ AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. United States: ASTM, 2007, 1p, il (ASTM D 1500-05)

¹⁶ AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. United States: ASTM, 2002, 2p, il (ASTM D 2500-02)

2.10 CALOR DE COMBUSTION¹⁷

Es una propiedad que permite caracterizar cuantitativamente el desprendimiento de calor de los cuerpos durante la combustión. Es una propiedad crítica de combustibles destinados para uso en embarcaciones de peso limitado tales como aeroplanos, vehículos con efecto de superficie, y aerodeslizadores.

- *Calor Bruto de Combustión, Q_g (MJ / kg)*: Es la cantidad de energía liberada cuando una unidad de masa de combustible se quema junto con los productos gaseosos en una cámara de volumen constante y toda el agua producida durante la combustión es condensada. El combustible puede ser líquido o sólido, y sólo contienen los elementos carbono, hidrógeno, nitrógeno y azufre. Los productos de la combustión, en oxígeno, son el dióxido de carbono gaseoso, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y agua líquida, El poder calorífico bruto asume que toda el agua producida durante la combustión es condensada. En otras palabras el calor latente de condensación es utilizado.
- *Calor Neto de combustión, Q_n (MJ / kg)*: Es la cantidad de energía liberada cuando una unidad de masa de combustible es quemada a presión constante, con todos los productos, incluyendo el agua, siendo gaseosa. El combustible puede ser líquido o sólido, y sólo contienen los elementos carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. Los productos de la combustión, en oxígeno, son dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y agua, todos en estado gaseoso.

La diferencia entre ambos es el calor latente de condensación del vapor de agua producido durante la combustión. El poder calorífico bruto asume que toda el agua producida durante la combustión es condensada. En otras palabras el calor latente de condensación es utilizado. El poder calorífico neto asume que el agua se va con los productos de la combustión sin ser condensada.

¹⁷ AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. United States: ASTM, 2009, 2p, ii (ASTM D 240-09)

En el Sistema Internacional (SI), la unidad de calor de combustión tiene la dimensión J / kg, pero para efectos prácticos utilizar un múltiplo es más conveniente. El MJ / kg es habitualmente utilizado para la representación de los calores de combustión de los combustibles derivados del petróleo.

2.11 SALINIDAD

El crudo va acompañado habitualmente de agua, la cual contiene sales disueltas en concentración variable. Esta sal predominante es el cloruro de sodio, por lo tanto se expresa como libras por cada mil barriles de crudo. El ion cloruro está bajo regulación en el agua, y debe, entonces, ser medido exactamente. Es muy perjudicial para sistemas de calderas de alta presión y para el acero inoxidable. Su control es esencial para impedir daños a dichos sistemas.¹⁸

2.12 PRESIÓN DE VAPOR

La presión de vapor es una propiedad física importante de los líquidos volátiles. Al aumentar la temperatura las moléculas de líquido aumentan su energía cinética hasta pasar a la fase gaseosa, en este proceso algunas moléculas pierden un poco de energía y retornan a la fase líquida. Si mantenemos la temperatura constante se logra un equilibrio físico-químico apreciable cuando se alcanza una presión constante, la cual es llamada presión de vapor Reid.

¹⁸ AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. United States: ASTM, 2004, 1p, il (ASTM D 512-04)

El valor de presión de vapor es importante tanto para gasolinas de automóviles como para aviones, afectando su encendido, explosividad y tendencia a evaporarse operando a altas temperaturas o altitudes. Es importante el conocimiento de la presión de vapor de aceites crudos en procesos de producción de crudo, tratamiento en refinería y manejo en general.

2.13 PH

Es la medida de la alcalinidad o relativa acidez del agua. Teniendo una temperatura, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución está dada por la actividad del ión hidrógeno o pH. La alcalinidad y acidez son las capacidades neutralizantes de ácidos y bases de un agua, y normalmente se expresan como miligramos de CaCO_3 por litro.

La palabra pH es la abreviatura de "pondus Hydrogenium". Esto significa literalmente el peso del hidrógeno. El pH es un indicador del número de iones de hidrógeno. Tomó forma cuando se descubrió que el agua estaba formada por protones (H^+) e iones hidroxilo (OH^-)²⁰.

El pH no tiene unidades, se expresa simplemente por un número. Cuando una solución es neutra, el número de protones iguala al número de iones hidroxilo.

2.14 GPM

El propano y los componentes más pesados que están presentes en el gas natural se suelen extraer de la mezcla para formar el LPG (gas propano líquido), los cuales son a menudo llamados productos de planta.

El GPM identifica a la cantidad de galones de líquido que se pueden extraer de cada mil pies cúbicos de gas natural. Es una unidad de ingeniería usada para el proceso del gas natural. Se escribe en mayúscula para diferenciarlo de la unidad de caudal gpm (galones por minuto).

2.15 COMPRESIBILIDAD

Es la propiedad que posee un fluido, a disminuir su volumen cuando se aumenta la compresión que se ejerce sobre éste. Esta propiedad es mucho mayor en los gases que en los líquidos, ya que una de las diferencias que poseen los gases de los líquidos es que éstos pueden reducir su volumen considerablemente en relación con los líquidos.

2.16 CONTENIDO DE CENIZAS SULFATADAS

Es el residuo, en porcentaje, que permanece una vez quemada una muestra de aceite. Es una medida de los componentes no combustibles (usualmente materiales metálicos) que contiene el aceite.

Los aceites minerales puros no contienen materiales que forman cenizas. Gran cantidad de los aditivos (los cuales se utilizan para mejorar las propiedades del aceite) utilizados en aceites lubricantes contienen componentes metalo-orgánicos, los cuales forman un residuo en la prueba de cenizas sulfatadas.

Con aceites usados, un incremento de cenizas sulfatadas usualmente indica la presencia de contaminantes tales como polvo, suciedad, partículas de desgaste y posiblemente contaminantes.

2.17 PUNTO DE ANILINA

La anilina ($C_6H_5-NH_2$) es un hidrocarburo aromático cuya estructura molecular es un anillo de 6 átomos de carbono con enlaces dobles y simples alternándose. En uno de sus vértices cuenta con un grupo amino ($-NH_2$).

El punto de anilina se define como la temperatura en grados centígrados ($^{\circ}C$) a la que dos volúmenes iguales de aceite y anilina se mezclan totalmente. También llamado temperatura crítica de disolución.

El punto de anilina se utiliza fundamentalmente para determinar la compatibilidad del aceite con sellos y juntas de goma y elastómeros. Los aceites con punto de anilina alto hacen que los sellos se contraigan y endurezcan, mientras que los que tienen un punto de anilina demasiado bajo hacen que el sello se ablande y se expanda. Los fluidos con bajo punto de anilina tienden a degradarse más rápidamente.

3. DESCRIPCION DE PRUEBAS, ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS E INVENTARIO DE ACTIVOS

3.1 DESCRIPCION DE PRUEBAS IMPLEMENTADAS Y A IMPLEMENTAR EN EL LABORATORIO DE FLUIDOS

3.1.1 PRUEBAS PARA CRUDOS

3.1.1.1 Pruebas implementadas¹⁹: Durante el proceso de producción de un campo y antes de comercializar un crudo es necesario realizar una serie de pruebas que permitan determinar su valor comercial y los tratamientos necesarios que se le deben dar en superficie de acuerdo a las características y propiedades que presenten. Estas pruebas son realizadas en el laboratorio con muestras representativas de los crudos que se desean comercializar.

Las siguientes pruebas son realizadas en el laboratorio de Fluidos de la Escuela de Ingeniería de Petróleos:

*** DETERMINACION DE LA GRAVEDAD API (ASTM D 287).**

El método para determinar la gravedad API se basa en el principio de que la gravedad de un líquido varía directamente con la profundidad de inmersión de un cuerpo flotante en el mismo. El cuerpo flotante esta graduado en unidades API y

¹⁹ SANTOS, Nicolás. Guía de Prácticas del laboratorio de rocas y fluidos. Bucaramanga: UIS,1998.

se denomina Hidrómetro (instrumento utilizado para medir la gravedad específica de los líquidos) (ver FIGURA 6).

La gravedad API se lee observando la graduación más cercana a la intersección aparente del plano horizontal de la superficie del líquido con la escala vertical del hidrómetro, luego de que la temperatura de equilibrio se ha alcanzado. La temperatura de la muestra se lee de un termómetro separado ASTM en la muestra o del termómetro que hace parte del termohidrómetro. Luego se hacen los ajustes por temperatura.

FIGURA 6. Hidrómetro y tubo de muestra



FUENTE: Foto Laboratorio de fluidos de la UIS

*** DETERMINACION DE AGUA Y SEDIMENTOS POR CENTRIFUGACION EN COMBUSTIBLES (ASTM D 96)**

Esto se determina mediante el método de la centrifuga (ver FIGURA 7), es un procedimiento que no siempre da los resultados precisos, pero es considerado el método más práctico. El crudo correctamente muestreado y representativo debe agitarse vigorosamente para homogenizar antes de colocarse en el tubo de centrifuga. Conociendo los volúmenes de crudo y solvente se colocan en un tubo

de centrifuga y se calientan a $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, luego de la centrifugación se lee el volumen de la capa de agua y la de sedimentos en el fondo del tubo.

FIGURA 7. Centrífuga y recipientes para la medida BSW



FUENTE. Foto Laboratorio de fluidos de la UIS

* **DETERMINACION SAL EN CRUDOS (Método de Mohr).**

Este análisis no está estandarizado. Consiste en mezclar el crudo con un solvente y agua destilada; después se separa el agua por centrifuga y mediante la aplicación de un indicador y un titulador se determina la cantidad de cloruros. La sal y el agua son sustancias polares, razón por la cual la sal se diluye en el agua y no el crudo. El NaCl contenido en el agua se titula con una solución estándar de nitrato de plata.

FIGURA 8. Equipo Laboratorio para medida contenido de sal



FUENTE: Foto Laboratorio de fluidos de la UIS

*** VISCOSIDAD SAYBOLT (NORMA ASTM D88).**

Este método se basa en el principio de flujo por gravedad de un volumen determinado de líquido que pasa a través de un orificio calibrado bajo condiciones controladas de temperatura. La prueba se hace para temperaturas entre 70 °F y 210°F. El tiempo de flujo se mide para el paso de 60 ml de muestra fluyendo a través de un cilindro con un orificio calibrado en la parte inferior bajo condiciones controladas de temperatura. El tiempo se multiplica por el factor de corrección del orificio y se reporta como la viscosidad Saybolt de la muestra a esa temperatura.

Mediante las siguientes correlaciones es posible conocer la viscosidad cinemática a partir de la viscosidad Saybolt.

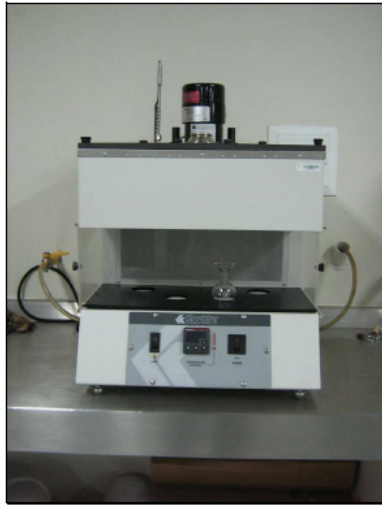
TABLA 2. Conversión de viscosidades Saybolt a viscosidades cinemáticas

VISC. SAYBOLT	Intervalo t (seg.)	VISC. CINEMÁTICA (St)
SSU	32 < t < 100	$0.00226 t - 1.95 / t$
	t > 100	$0.00220 t - 1.35 / t$
SSF	25 < t < 40	$0.00224 t - 1.84 / t$
	t > 40	$0.0216 t - 0.60 / t$

SSF (Orificio Furol) y SSU (Orificio Universal)

FUENTE. ARENAS.F. Manual de prácticas del laboratorio de fluidos

FIGURA 9. Viscosímetro Saybolt Universal y Furol



FUENTE: Foto tomada en el laboratorio de fluidos de la UIS

*** DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD CINEMATICA PARA LIQUIDOS TRANSPARENTES Y OPACOS (Y CALCULO DE LA VISCOSIDAD DINAMICA) (ASTM D445).**

Este método está basado en el principio de flujo por gravedad y consiste en medir el tiempo de flujo de un volumen fijo de líquido a través de instrumentos capilares de vidrio bajo condiciones de temperatura preestablecidas. La viscosidad cinemática se calcula conociendo el tiempo de flujo medido y la constante de calibración del capilar seleccionado. La viscosidad dinámica se obtiene del producto de la viscosidad cinemática con la densidad de la muestra a la temperatura de la prueba. La determinación de la precisión de la viscosidad es esencial para la especificación de muchos productos. La correcta operación de equipos que requieren derivados del petróleo, y algunos materiales no derivados del petróleo usados como lubricantes, depende de la viscosidad apropiada de los líquidos que están siendo utilizados. Además la viscosidad de muchos

combustibles es importante para la estimación del almacenamiento óptimo, manipulación y condiciones de operación.

*** DETERMINACION DEL PUNTO DE RELAMPAGUEO PROBADOR COPA CERRADA TAG (ASTM D56).**

El objetivo de esta prueba es determinar el punto de relampagueo utilizando el probador cerrado Tag. El punto de relampagueo se utiliza para diagnosticar el peligro de inflamabilidad de un material y recomendar las precauciones necesarias en cuanto a su almacenamiento y transporte. El método consiste en colocar la muestra en la copa del probador y con la tapa cerrada, calentar a bajas tasas. Una pequeña flama se introduce dentro de la copa a intervalos regulares de temperatura. El punto de relampagueo se toma como la temperatura más baja a la cual la aplicación de la flama causa ignición. Este método está limitado a líquidos con viscosidad inferior de 5,5 cSt a 104 °F ó por debajo de 9,5 cSt a 77°F y un punto de relampagueo inferior a 200°F, excepto asfaltos. Tampoco es aplicable a líquidos que tienden a formar capas superficiales fuertes y materiales que contienen sólidos en suspensión.

*** DETERMINACION PUNTO DE RELAMPAGUEO Y FUEGO COPA ABIERTA CLEVELAND (ASTM D92).**

Flash point o punto de relampagueo es aquella temperatura donde el crudo sumergido en un recipiente al tener una fuente de ignición para el caso de esta prueba, fuego; reacciona con un destello sin dar inicio a la combustión, si se da inicio a la combustión por al menos 3 segundos se denomina punto de fuego o fire

point. Para determinar estas dos temperaturas el método consiste en llenar la copa a un nivel específico con la muestra, incrementar rápidamente la temperatura al principio y luego a una tasa constante baja hasta alcanzar el flash point. A intervalos específicos se pasa una pequeña flama de prueba sobre la copa. El punto de relampagueo es la temperatura más baja a la cual la aplicación de la flama de prueba causa que los vapores sobre la superficie se enciendan. Para determinar el fire point (punto de fuego) la prueba se continua hasta que al aplicar la flama se cause una combustión sostenida de por lo menos cinco segundos

FIGURA 10. Montaje Copa abierta Cleveland



FUENTE: Foto tomada en el laboratorio de fluidos de la UIS

*** DETERMINACION DEL PUNTO DE RELAMPAGUEO COPA CERRADA
PENSKY MARTENS (ASTM D93).**

Esta prueba no se realiza a aceites secos ó ceras, ó asfaltos. En una copa de bronce de dimensiones específicas se coloca la muestra a analizar, llenando hasta la marca indicada y se tapa. La muestra es calentada a una tasa baja y constante de temperatura con continua agitación. Una pequeña flama se introduce dentro de

la copa a intervalos regulares con interrupciones simultáneas de la agitación hasta que se detecta el relampagueo.

FIGURA 11. Copa cerrada Pensky-Martens



FUENTE: Foto tomada en el laboratorio de fluidos de la UIS

*** DETERMINACION DE LA PRESION DE VAPOR REID (ASTM D323).**

Este método es usado para determinar la presión de vapor a 37.8°C (100°F) de productos del petróleo y crudos con un punto de ebullición superior a 0°C (32°F), aplica a productos del petróleo que tienen una presión de vapor Reid por debajo de 26 psi (180 kPa); no es aplicable a gases licuados del petróleo o aceites que contienen componentes oxigenados. La importancia de esta prueba radica en que este dato es importante para la producción, almacenamiento del crudo y los tratamientos iniciales de refinería. Además es un parámetro importante para el diseño de tanques, puesto que de cuanto más alto es este valor el tanque debe ser más seguro para impedir escape de livianos. En el método el intercambiador de líquido es llenado con la muestra fría y luego conectado al intercambiador de

vapor previamente calentado a 37.8 °C (100°F) en el baño. Luego todo el ensamblaje es sumergido en un baño a 100°F hasta que se observe una presión constante. Esta presión se reporta como presión de vapor Reid.

FIGURA 12. Baño térmico y cilindros para medir presión de vapor Reid



FUENTE: Foto Laboratorio de fluidos de la UIS

*** IDENTIFICACION Y TRATAMIENTO DE EMULSIONES (MÉTODO DE LA BOTELLA).**

Este análisis no está estandarizado. El objetivo de esta prueba es determinar la calidad y la dosificación adecuada de uno o varios productos desmulsificantes ofrecidos en la industria para el tratamiento de emulsiones. Este método consiste en dosificar varios frascos que contienen una misma muestra de emulsión, con cantidades exactas de un producto desemulsificante diluido y favorecer además el proceso de separación mediante la aplicación de calor. El tratamiento de emulsiones es una operación básica rutinaria de cualquier campo, su objeto primordial es retirar la mayor cantidad de agua posible al crudo.

El agua provoca principalmente problemas de corrosión y consume cantidades excesivamente altas de calor. Un producto desmulsificante actúa sobre la fase dispersa de la emulsión permitiendo que las gotas en suspensión puedan

agruparse para convertirse en una fase continua que pueda ser fácilmente retirada y separada del crudo.

FIGURA 13. Botellas para prueba de tratamiento de emulsiones



FUENTE: Foto Laboratorio de fluidos

* **DETERMINACION DEL PUNTO DE FLUIDEZ EN PRODUCTOS (ASTM D97).**

El método consiste en un calentamiento preliminar seguido de un enfriamiento a una tasa específica y examinando las características de flujo a intervalos de 3°C. La temperatura más baja a la cual se observa el movimiento o fluidez del aceite se toma como el punto de fluidez. Este método es apropiado para aceites negros y aceites combustibles no destilados. La muestra, debe estar libre de agua y si es el caso debe deshidratarse previamente.

FIGURA 14. Equipo Laboratorio para la determinación del punto de fluidez



FUENTE: Foto Laboratorio de fluidos de la UIS

3.1.1.2 Pruebas a implementar. En esta parte del trabajo, se indagó con otros laboratorios de combustibles y lubricantes de carácter oficial que existen en el país acerca de cuáles son las propiedades analizadas más solicitadas por los sectores industrial y comercial para el análisis de sus productos; los principales laboratorios son los siguientes:

- Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá
- Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín
- Instituto Colombiano de Petróleo (adscrito a ECOPETROL S.A)

Las pruebas seleccionadas para realizar éste estudio fueron el resultado de este sondeo, además se tuvieron en cuenta las propiedades más relevantes para las diferentes ramas de la Ingeniería de Petróleos. En cuanto a los métodos utilizados actualmente se revisaron y se actualizaron.

Para escoger entre los diferentes métodos disponibles para una misma propiedad se tuvo cuenta la precisión de los resultados de los diferentes métodos, la practicidad, y la facilidad de adquirir el equipo requerido. Estas pruebas son la esencia de éste trabajo sin descartar futuras implementaciones.

A continuación se listarán las pruebas recomendadas a implementar en el laboratorio de Fluidos:

- * **DETERMINACION DE AGUA Y SEDIMENTOS EN COMBUSTIBLES POR EL METODO DE LA CENTRIFUGA (PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO) (ASTM D1796-04 Reaprobada 2009).**

Actualmente no se implementa la norma para determinar esta propiedad a combustibles. Este método de prueba describe la determinación en laboratorio de agua y sedimentos en los combustibles en el rango de volumen de 0 a 30%

mediante el procedimiento de centrifugación. El método consiste en colocar volúmenes iguales de aceite combustible y de agua saturada con tolueno en cada uno de los dos tubos de centrifugación en forma de conos. Después de la centrifugación, el volumen del agua de mayor densidad y la capa de sedimento en el fondo del tubo se leen. Actualmente no se realiza prueba para determinar agua y sedimentos en hidrocarburos.

*** DETERMINACION DE AGUA Y SEDIMENTOS EN ACEITE CRUDO POR EL METODO DE LA CENTRIFUGA (PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO) (ASTM D4007-08).**

Este método describe la determinación de agua y sedimentos en crudos por medio del procedimiento de la centrifuga. Consiste en colocar volúmenes iguales de aceite crudo y agua saturada de tolueno en un tubo de centrifuga. Después de la centrifugación, el volumen del agua de mayor densidad y la capa de sedimento en el fondo del tubo se leen. El método utilizado actualmente en el laboratorio es el ASTM D96 el cual fue retirado en el año 2000 del catalogo ASTM

*** DETERMINACION DE IONES CLORUROS EN EL AGUA (ASTM D512-04).**

Esta norma contempla tres métodos para la determinación de ion cloruro de aguas, aguas residuales y salmueras. El ion cloruro es casi siempre el mayor anión producido en salmueras y usualmente está presente en altos contenidos en el agua fresca. La mayor fuente del ion cloruro es el NaCl, por lo tanto la concentración de este ión es usada como una medida de la salinidad del agua. Estos métodos permiten la determinación de cloruro en los siguientes intervalos de concentración:

- Método de prueba A (valoración mercuri-métrica) de 8 mg/L a 250 mg/L
- Método de prueba B (valoración con nitrato de plata) de 8 mg/L a 250 mg/L
- Método de prueba C (método electrodo selectivo) de 2 mg a 1000 mg /L

Debido a la practicidad y a tener menos interferencias para analizar que los otros dos métodos se escoge el método B: valoración con nitrato de plata para el estudio técnico y económico respectivo.

METODO DE PRUEBA B

Este método se destina para el agua donde las interferencias tales como el color o altas concentraciones de iones metales pesados hacen el método de ensayo A impracticable. Este método consiste en valorar el agua llevada a un pH de 8.3 con solución de nitrato de plata en presencia de indicador de cromato de potasio. El punto final está indicado por la aparición de un color rojo ladrillo persistente.

Interferencias. Bromuro, yoduro y sulfuro se valoran conjuntamente con el cloruro. El ortofosfato y polifosfato interfieren si están presentes en concentraciones mayores de 250 mg/L y 25 mg/L, respectivamente. Es necesario eliminar el sulfito, los colores y turbiedad.

*** DETERMINACION DEL COLOR ASTM DE PRODUCTOS DEL PETROLEO (ESCALA COLOR ASTM) (ASTM D1500-07).**

Este método contempla la determinación visual del color de una amplia variedad de productos de petróleo, tales como aceites lubricantes, combustibles para calefacción, diesel y ceras de petróleo. Este método genera resultados específicos los cuales se expresan como "Color ASTM".

La prueba consiste en colocar la muestra del líquido en un recipiente y utilizando una fuente de luz estándar, se compara con la escala de 0,5 a 8,0 de cristales coloreados. Si no se encuentra una pareja exacta y el color de la muestra varía entre dos colores estándar, se registra el color más alto.

FIGURA 15. Equipo para determinar color ASTM



FUENTE: Koehler Instrument Catalog 2009

*** DETERMINACION DEL PUNTO DE NUBE DE PRODUCTOS DEL PETROLEO (ASTM D 2500-09).**

Este método de prueba comprende solamente la determinación del punto de nube de productos del petróleo y biodiesel que son transparentes y con un punto de nube por debajo de 49°C. La prueba consiste en enfriar una muestra a un ritmo determinado y se examina periódicamente. La temperatura a la que la nube se observa por primera vez en la parte inferior del recipiente de prueba se registra como punto de nube.

Para los productos derivados del petróleo y los biodiesel, el punto de nube es un índice de la temperatura más baja de su utilidad para ciertas aplicaciones.

*** DETERMINACION DEL CALOR DE COMBUSTION DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS POR MEDIO DE LA BOMBA CALORIMÉTRICA (ASTM D 240-09).**

Este método contempla la determinación del calor de combustión de combustibles líquidos, con volatilidades que oscilan de destilados ligeros a combustibles residuales. Bajo condiciones normales, este método de prueba es directamente aplicable tanto a combustibles como a gasolinas, kerosenes, fuel oil Nos. 1 y 2, combustibles diesel Nos. 1-D y 2-D y combustibles de turbinas de gas 0-GT y 1-GT y 2-GT.

El calor de combustión se determina en este método de prueba por la quema de una muestra pesada en un calorímetro de bomba de oxígeno bajo condiciones controladas. El calor de combustión se calcula a partir de observaciones de temperaturas antes, durante y después de la combustión, con asignación adecuada de la termodinámica y química y correcciones de transferencia de calor. Cualquier chaqueta, calorímetro isotérmico o adiabático puede ser utilizado.

El calor de combustión es una medición de la energía disponible de un combustible. El conocimiento de este valor es esencial cuando se considera la eficiencia térmica de los equipos produciendo energía o calor. El calor de combustión determinado por este método de prueba es designado como uno de los requerimientos químicos y físicos en combustibles de turbinas comerciales y militares y gasolinas de aviación.

FIGURA 16. Calorímetro automático



FUENTE: Koehler Instrument Catalog 2009

*** DESTILACION DE PRODUCTOS DEL PETROLEO A PRESION ATMOSFERICA (ASTM D86-09)**

Este método de prueba abarca la destilación atmosférica de los productos del petróleo utilizando una unidad de destilación por etapas de laboratorio para determinar cuantitativamente las características del rango de ebullición de tales productos como los destilados ligeros y medios, combustibles de motor de automotores de encendido por chispa que contienen hasta un 10% de etanol, gasolinas de aviación, combustibles de turbinas de aviación, combustibles diesel 1-D y 2-D, mezclas hasta 20% biodiesel, combustibles marinos, naftas, esencias minerales, kerosenes. Este método de ensayo está diseñado para el análisis de los combustibles destilados, no es aplicable a los productos que contienen apreciables cantidades de material residual.

El método consiste en determinar el grupo clasificatorio de la muestra de acuerdo a las características indicadas en la tabla 3. El arreglo de los aparatos, la temperatura del condensador y otras variables operacionales son definidas por el grupo en la cual las muestras corresponden. Se destila una fracción de 100 ml de la muestra bajo las condiciones específicas para el grupo en el que se encuentra la muestra (véase tabla 4).

TABLA 3. Características de las muestras según el grupo.

Características de la muestra	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Tipo de destilado:				
Presión de vapor a 37.8°C, kPa	≥65.5	<65.5	<65.5	<65.5
100°F, psi	≥9.5	<9.5	<9.5	<9.5
Destilación:				
Punto inicial de ebullición °C, °F			≤100 ≤212	>100 >212
Punto final de ebullición °C, °F	≤250 ≤482	≤250 ≤482	>250 >482	>250 >482

FUENTE: Norma ASTM D86-09

La destilación se realiza en una unidad de destilación por etapas en un laboratorio a presión ambiente bajo condiciones que son diseñadas para proporcionar aproximadamente un fraccionamiento de platos teórico (véase figura 17). Se hacen observaciones sistemáticas de la lectura del termómetro y de los volúmenes de condensado, y se calculan a partir de estos datos los resultados de la prueba. El volumen de residuos y pérdidas también son registrados.

Al finalizar el proceso de destilación, las temperaturas de vapor observadas pueden ser corregidas a presión barométrica y los datos se examinan de conformidad con los requisitos del procedimiento, así como las tasas de destilación. La prueba se repite en caso de que las condiciones especificadas no se cumplan.

Los resultados son comúnmente expresados como porcentaje evaporado o porcentaje recuperado versus la temperatura correspondiente, ya sea en una tabla o gráficamente, como gráfica de la curva de destilación.

TABLA 4. Condiciones de ensayo de acuerdo al grupo

Condiciones	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Temperatura del baño de enfriamiento °C °F	0-1, 32-34	0-5, 32-40	0-5, 32-40	0-60,32-140
Temperatura del baño de enfriamiento del cilindro °C °F	13-18,55-65	13-18, 55-65	13-18, 55-65	±3, ±5 con respecto a la carga
Tiempo desde la primera aplicación de calor al punto inicial (IBP), min	5 a 10	5 a 10	5 a 10	5 a 10
Tiempo desde el punto inicial (IBP): Hasta el 5% recuperado, s	60-100	60-100		
Velocidad uniforme de condensación desde el 5% recuperado hasta 5 ml de residuo, ml/min	4 a 5	4 a 5	4 a 5	4 a 5
Tiempo desde 5 ml de residuo hasta el punto final (FBP), min	5 máx.	5 máx.	5 máx.	5 máx.

FUENTE: Norma ASTM D86-09

FIGURA 17. Vista frontal del aparato de destilación



FUENTE: Foto tomada del laboratorio de fluidos

*** DETERMINACION DE LA DEMULSIBILIDAD AGUA- ACEITE Y AGUA-FLUIDOS SINTÉTICOS.(ASTM D1401-09)**

Este método de ensayo proporciona una guía para determinar las características de separación del agua de aceites sometidos a la contaminación del agua y la turbulencia. Se utiliza para la especificación de los aceites nuevos y el seguimiento de los aceites en servicio.

Comprende la medición de la capacidad de los aceites derivados del petróleo o líquidos sintéticos para separarse del agua. Aunque ha sido desarrollado específicamente para los aceites de turbinas de vapor con viscosidades de 28,8 - 90 mm²/s, a 40 ° C, este método puede ser utilizado para probar los aceites de otros tipos con diferentes viscosidades y líquidos sintéticos a temperaturas de prueba. Se recomienda, sin embargo, que la temperatura de ensayo se eleve a 82 ± 1 ° C, cuando los productos de prueba tengan viscosidades mayores a 90 mm²/s, a 40°C. Otras temperaturas de ensayo, como 25°C también puede ser

utilizadas. Una solución 1 % de cloruro de sodio (NaCl) o el agua de mar sintética puede ser usada en lugar de agua destilada al probar algunos aceites o combustibles que se utilizan en aplicaciones marinas.

Cuando se prueban fluidos sintéticos cuya densidad relativa es mayor que la del agua, el procedimiento se modifica, pero cabe señalar que probablemente el agua flote en la emulsión o el líquido.

*** DETERMINACION DE LA PRESION DE VAPOR REID (ASTM D323-08)**

Esta norma especifica cuatro procedimientos para determinar la presión de vapor de gasolina, petróleo crudo volátil y otros productos volátiles del petróleo. El procedimiento A aplica a gasolina y otros productos del petróleo con presión de vapor inferior a los 180 kPa (26 psi). El procedimiento B tiene las mismas aplicaciones del procedimiento A. El procedimiento C va dirigido a materiales con una presión de vapor mayor a los 180 kPa (26 psi). El procedimiento D se aplica a gasolina de aviación con una presión de vapor de 50 kPa (7 psi).

Actualmente en el laboratorio sólo se realiza el procedimiento A, por lo tanto se sugieren los procedimientos C y D.

FIGURA 18. Baño para prueba demulsibilidad



FUENTE: Koehler Instrument Catalog 2009

FIGURA 19. Equipo para presión de vapor Reid



FUENTE: Koehler Instrument Catalog 2009

*** DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AZUFRE EN PRODUCTOS DEL PETROLEO POR EL METODO DE ALTA TEMPERATURA.(ASTM D 1552-08)**

Este método de ensayo contempla tres procedimientos para la determinación de azufre total en productos petrolíferos incluidos los aceites lubricantes que contengan aditivos, y en aditivos concentrados. Este método de ensayo es aplicable a las muestras con punto de ebullición superior a 177°C (350°F) y que no contenga menos de 0,06% de azufre en masa. El coque de petróleo que contengan hasta un 8% en masa de azufre puede ser analizado.

Dos de los tres procedimientos utilizan detección de yodato, uno empleando un horno de inducción para la pirolisis, el otro un horno de resistencia. El tercer procedimiento utiliza la detección de infrarrojos seguido de pirolisis en un horno de resistencia.

El procedimiento seleccionado para este estudio es el sistema de detección de yodato donde la muestra se quema en un flujo de oxígeno a una temperatura suficientemente alta para convertir alrededor del 97% del azufre al dióxido de azufre. Un factor de estandarización se emplea para obtener resultados precisos. Los productos de combustión pasan a un absorbedor que contiene una solución ácida de yoduro de potasio e indicador de almidón. Un color azul pálido de color se desarrolla en la solución de absorción mediante la adición de solución estándar de yodato de potasio. Como producto de la combustión, el color azul se decolora (blanquea), cuando se añade más yodato. La cantidad de yodato estándar consumido durante la combustión es una medida del contenido de azufre de la muestra.

3.1.2 PRUEBAS PARA AGUAS

El ingeniero de petróleos debe tener un conocimiento de las propiedades físicas y químicas del agua debido a que las acumulaciones de petróleo están asociadas con agua y raramente la producción de petróleo es obtenida sin acompañamiento de agua de producción. El puede usar información del agua como herramienta exploratoria para encontrar petróleo por medio de la composición química y correlaciones de resistividad eléctricas entre campos o zonas de producción dentro de un campo. También, los datos del agua son muy útiles en la determinación de entrada de fluidos extraños dentro del yacimiento y para determinar la efectividad de cualquier operación de completamiento.

Los análisis químicos del agua son importantes en proyectos de inyección de agua para aumentar el recobro, ya que el agua inyectada puede causar precipitados que dañen la formación o la tubería. Algunas veces es necesario añadir elementos traza al agua para conocer su desplazamiento, en otros casos los propios elementos disueltos sirven para diferenciarla del agua inyectada.

Un análisis de propiedades químicas del agua debería estar disponible para cada yacimiento; el análisis debería ser de tal alcance y complejidad que permita cálculos para predecir y resolver problemas futuros provenientes de las características del agua. El análisis debería mostrar el total de sólidos y partes por millón de cada ión y/o radical.

De ser posible es recomendable que muestras representativas del agua de yacimiento sean obtenidas y sus propiedades químicas y físicas determinadas, Reconocida la importancia del análisis de agua, la escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander se ha interesado en incluir algunas de las pruebas de interés en el laboratorio de Fluidos de la misma.

Además el análisis de las propiedades del agua es importante para determinar el cumplimiento con la normatividad ambiental, específicamente con el decreto 1594 de 1984 (Usos del agua y residuo líquidos) donde se establecen los criterios mínimos para el vertimiento del agua a afluentes con el objetivo de brindar protección al medio ambiente en Colombia; teniendo en cuenta que el agua de un campo petrolero puede tener básicamente dos destinos finales, el vertimiento en afluentes de agua o para la reinyección en procesos de recuperación secundaria.

A continuación se listarán las pruebas básicas recomendadas a implementar basados en los parámetros a tener en cuenta del art 72 del decreto 1594: “De las normas de vertimiento” y en los principales requerimientos de algunos componentes del agua de un campo petrolífero para análisis de aguas de producción, aguas de inyección, generación de vapor de agua y aguas residuales.²⁰

²⁰ COLLINS. G. Properties of Produced Waters. U.S. DOE Bartlesville Energy Technology Center

3.1.2.1 Pruebas a implementar.

*** VALOR DE PH**

La medida del pH es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua. Prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como la neutralización ácido-base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión, dependen del pH.

El método a implementar es el electrométrico; el principio básico de la determinación electrométrica del pH es la medida de la actividad de los iones hidrógeno por mediciones potenciométricas utilizando un electrodo patrón de hidrógeno y otro de referencia. El electrodo de hidrogeno consiste en un electrodo de platino por el que se pasan burbujas de hidrógeno gaseoso a una presión de 101 kPa. Debido a la dificultad de utilizarlo y al potencial de intoxicación del electrodo de hidrógeno, se utiliza comúnmente el electrodo de vidrio.

*** GRASAS Y ACEITES**

Ciertos componentes medidos por análisis de grasas y aceite pueden influir en los sistemas de tratamiento de las aguas residuales, si se presentan en cantidades excesivas pueden reducir la eficiencia del tratamiento de éstas.

Cuando estos componentes son arrojados a las aguas residuales o los efluentes tratados, pueden crear películas de superficie y depósitos de borde de playa que llevan a la degradación del ambiente, por lo tanto es útil conocer la cantidad de grasa y aceite presente en el agua, para el diseño y el funcionamiento adecuado de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

El método seleccionado es: Partición-gravimetría donde el aceite o la grasa disuelta o emulsionada es extraída del agua por íntimo contacto con el tricloro-trifluoroetano. Algunas grasas y ácidos grasos especialmente no saturados, extraíbles, se oxidan con rapidez; en consecuencia, se incluyen precauciones especiales con respecto a la temperatura y desplazamiento de vapor del disolvente para reducir este efecto.²¹

*** SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN SECADOS A 103-105°C**

Los análisis de sólidos son importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales, y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan su vertido.

El método consiste en filtrar una muestra bien mezclada por un filtro estándar de fibra de vidrio, y el residuo retenido en el mismo se seca a un peso constante a 103 -105 °C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales en suspensión. Si este material obtura el filtro y prolonga la operación de filtrado, la diferencia entre los sólidos totales de y sólidos totales disueltos puede proporcionar un cálculo aproximado de los sólidos totales en suspensión.²²

*** DEMANDA DE OXIGENO BIOQUIMICO (DOB)**

La determinación de la demanda de oxígeno bioquímico (DOB) es una prueba empírica en la que se utilizan procedimientos estandarizados de laboratorio para determinar los requerimientos relativos de oxígeno de las aguas residuales efluentes y contaminadas.

²¹ AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 Edition. Diaz de Santos. Madrid España 1992 p 5-48

²² AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 Edition. Diaz de Santos. Madrid España 1992 p 2-80

El método considerado es el DOB de 5 días (DOB₅); consiste en llenar con muestra, hasta rebosar, un frasco hermético del tamaño especificado, e incubarlo a la temperatura establecida durante 5 días. El oxígeno disuelto (OD) se mide antes y después de la incubación, y el DOB se calcula mediante la diferencia entre el OD inicial y el final. Debido a que el OD se determina inmediatamente después de hacer la dilución, toda la captación de oxígeno, incluida la que ocurre durante los 15 primeros minutos, se incluye en la determinación del DOB.²³

*** CALCIO. METODO TITULOMETRICO DE EDTA (Ácido etilendiaminotetracético o sus sales)**

La presencia del calcio en los suministros de agua proviene de su paso a través o por encima de depósitos de caliza, dolomita, yeso y pizarras yesíferas. El contenido de calcio puede variar entre cero y varios centenares de miligramos por litro, dependiendo del origen y tratamiento del agua. Las pequeñas cantidades de carbonato de calcio evitan la corrosión de las tuberías metálicas porque depositan una capa protectora. Por otro lado, cantidades apreciables de sales de calcio precipitan al calentar formando incrustaciones perjudiciales en tuberías.

Existen varios métodos para determinar el contenido de calcio, pero la sencillez y rapidez del procedimiento y los buenos resultados hacen al procedimiento de titulación con EDTA preferible a los otros métodos.

Cuando se añade EDTA al agua que contiene calcio y magnesio, aquél se combina primero con el calcio. El calcio se determina directamente con EDTA cuando el pH es lo suficientemente alto para que precipite el magnesio como hidróxido, utilizando un indicador que se combine con el calcio únicamente.

²³ AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 Edition. Diaz de Santos. Madrid España 1992 p.5-4

Existen varios indicadores que originan un cambio de color cuando todo el calcio ha pasado a formar un complejo con el EDTA a un pH 12 a 13.²⁴

*** MAGNESIO. MÉTODO GRAVIMETRICO**

El magnesio es un componente común de las aguas naturales. La concentración de magnesio puede variar desde a cero a varios cientos de miligramos por litro, dependiendo del origen y tratamiento del agua.

Las sales de magnesio, que contribuyen de forma importante a la dureza del agua, se descomponen al calentar formando costras en las calderas

En el método el fosfato hidrógeno diamónico precipita cuantitativamente el magnesio en solución amoniacal en forma de fosfato amónico magnésico. El precipitado se incinera a pirofosfato de magnesio y se pesa como tal. Se puede elegir entre: (a) destrucción del oxalato y las sales de amonio, seguido de precipitación única del fosfato amónico magnésico, y (b) doble precipitación sin pretratamiento. Cuando el tiempo no es un factor, es preferible la doble precipitación porque, aunque el pretratamiento es más rápido, requiere más atención para evitar pérdidas mecánicas.²⁵

*** SULFATO (SO₄²⁻). MÉTODO GRAVIMÉTRICO CON COMBUSTION DE RESIDUOS.**

El sulfato puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de miligramos por litro. Los sulfatos de sodio y magnesio ejercen una acción catalítica.

²⁴ AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 Edition. Diaz de Santos. Madrid España 1992 p 3-96

²⁵ AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 Edition. Diaz de Santos. Madrid España 1992 p 3-128

En el método el sulfato precipita en una solución de ácido clorhídrico (HCl) como sulfato bórico (BaSO_4) por adición de cloruro de bario (BaCl_2). La precipitación se realiza cerca de la temperatura de ebullición y, tras un período de digestión, el precipitado se filtra, se lava con agua hasta eliminar Cl^- , se somete a combustión o seca y se pesa como BaSO_4 .²⁶

3.1.3 PRUEBAS PARA GASES

Las pruebas para gases no están incluidas en este estudio porque se requieren de instalaciones diferentes a las disponibles en el laboratorio donde se pueden realizar las pruebas de hidrocarburos y aguas. Además, el respectivo estudio de equipos necesitados para el montaje de éstas pruebas se incluye en el trabajo de grado Estudio para el montaje del laboratorio de gas en la escuela de ingeniería de Petróleos por David Ortega Mulett.2002.

3.2 ESPECIFICACIONES DE INSTRUMENTOS, EQUIPOS, REACTIVOS E INSUMOS SEGÚN NORMAS ESTANDARIZADAS ACTUALIZADAS PARA LAS PRUEBAS IMPLEMENTADAS Y A IMPLEMENTAR EN EL LABORATORIO

3.2.1 APARATOS (Ver TABLAS 5 a 15, FIGURAS 20 a 27)

3.2.2 INSTRUMENTOS (Ver TABLA 16)

²⁶ ibip.p 3-128

TABLA 5. Especificaciones Técnicas Sistema Viscosímetro y Baño Saybolt

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Viscosimetro Saybotl	La punta del orificio, Universal o Furol, como una unidad reemplazable en el viscosímetro. Una tuerca en el extremo inferior del viscosímetro para fijarlo en el baño. Verticalmente en el baño y alineación con un nivel de burbuja. Corcho u otros medios adecuados para impedir el flujo de la muestra hasta que se inicie la prueba, una pequeña cadena puede ser conectada al corcho para la eliminación rápida.	
Baño Saybotl	Los calentadores y la bobina deben ubicados al menos 30 mm del viscosímetro. Un medio para mantener el medio baño de al menos 6 mm (0,25 pulgadas) por encima del borde de desbordamiento. Los medios del baño en la Tabla 18	
Tubo de Succión		
Soporte del Termómetro		
Embudo con filtro	Equipado con intercambiables de 150 μm (N 100) y 75 μm (N 200) con inserciones de tela de alambre	
Viscosímetros Saybolt automáticos		Usar siempre y cuando imiten las condiciones físicas, operación o procesos del aparato manual. Cualquier viscosímetro, dispositivo de medición de temperatura, control de temperatura, baño de temperatura controlada o dispositivo de tiempo que se incorporan en los aparatos automáticos deben ajustarse de conformidad con la especificación de estos componentes.

TABLA 6. Especificaciones Técnicas Equipo Presión de vapor Reid

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Cámara de vapor	<p>Recipiente cilíndrico con dimensiones internas de 51 mm \pm 3 mm de diámetro y 254 mm \pm 3 mm de longitud. Las superficies internas de los extremos ligeramente inclinadas, para asegurar un drenaje completo de ambos extremos al sostenerlo en posición vertical. En uno de los extremos de la cámara de vapor, una unión apropiada para el medidor con un diámetro interno no menor de 4,7 mm para que pueda recibir la conexión de 6,35 mm del manómetro. En el otro extremo de la cámara de vapor, una abertura de aproximadamente 12,7 mm de diámetro para hacer la conexión con la cámara de líquido. Es necesario que las conexiones que van a las aberturas no impidan el drenaje completo de la cámara.</p>	
Cámara de líquido con una abertura	<p>Recipiente cilíndrico con el mismo diámetro interno que la cámara de vapor y con volumen que permita que la relación del volumen de la cámara de vapor con respecto al volumen de la cámara de líquido esté entre 3,8 y 4,2. En uno de los extremos de la cámara de líquido debe haber una abertura de aproximadamente 12,7 mm de diámetro para realizar la conexión con la cámara de vapor. La superficie interna del extremo de la conexión debe tener cierta inclinación a fin de permitir un drenaje completo al momento de ser volteada. El otro extremo de la cámara debe estar completamente cerrado.</p>	<p>Para mantener la relación de volumen correcta entre la cámara de vapor y la de líquido, no se deben intercambiar las cámaras acopladas sin antes calibrarlas, a objeto de asegurarse que la relación de volumen esté dentro de los límites establecidos.</p>
Cámara de líquido con dos aberturas	<p>Igual a la cámara de líquido con una abertura. La única diferencia es válvula de 6,35 mm cerca del fondo de la cámara de líquido, e introducir, en la conexión entre las dos cámaras, una válvula recta de abertura completa, de 12,7 mm.</p>	
Medidor de presión	<p>Medidor de resorte tipo Bourdon con resorte, con calidad de medición de prueba de 100 mm a 150 mm de diámetro con una conexión macho de rosca de 6,35 mm de diámetro nominal, con un paso de diámetro no menor a 4,7 mm del tubo Bourdon hacia la atmosfera.</p>	<p>Sólo deben utilizarse los medidores con la exactitud apropiada. Cuando la lectura del manómetro difiere de la lectura del dispositivo medidor de presión, o de la del probador de peso muerto, para medidas superiores a los 180 kPa (26 psi), por más de un 1% del intervalo de escala del medidor, el resultado debe considerarse inexacto.</p>

TABLA 7. Especificaciones Técnicas Sistema Calor de combustión

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Calorímetro	Fabricado de metal (preferiblemente de cobre o latón) con un recubrimiento resistente, y con todas las superficies exteriores polichadas. Su tamaño deberá ser tal que la bomba estaría completamente sumergida en agua cuando el calorímetro sea ensamblado. Deberá tener un dispositivo para agitar el agua a una profundidad y a un tasa uniforme, pero con una entrada de calor mínima. La parte sumergida del agitador se conectará con el exterior a través de un material de baja conductividad térmica.	El termino calorímetro designa a la bomba, el recipiente con el agitador, y el agua en la cual la bomba es sumergida
Bomba de oxígeno	Volumen interno de 350 ± de 50 ml. Todas las partes construidas con materiales que no se vean afectados por el proceso de combustión o que alteren los productos finales. Si la bomba está llena con platino u oro, todas las aberturas deberán estar selladas para evitar que los productos de la combustión alcancen el metal de base. No debe haber ninguna fuga de gas durante una prueba. La bomba debe ser capaz de resistir una prueba de presión hidrostática a una presión de 3000 psi (20 MPa) a temperatura ambiente, sin hacer hincapié en ninguna parte más allá de su límite elástico.	
Chaqueta para el calorímetro	Dispuesta de manera que permanezca a una temperatura prácticamente constante, o con posibilidad de adaptarse rápidamente a la temperatura del calorímetro para la operación adiabática. Construida de manera que cualquier agua que se evapore no condense la del calorímetro.	Las mismas condiciones ambientales deben ser mantenidas para todos los experimentos, incluyendo la normalización.
Soporte de la muestras	Crisoles de aleación a base de metal son aceptables si después de pocos encendidos el peso preliminar no cambia significativamente entre las pruebas.	
Alambre de Encendido	Cable resistente de alambre de hierro de 100mm de longitud de N ₀ 34 B & S o uno de Calibre Chromel C. El alambre de platino se puede utilizar si la energía de ignición es pequeña y reproducible	Longitudes más cortas pueden ser utilizadas si la misma longitud se emplee en todas las pruebas, incluyendo las pruebas de normalización
Circuito de Encendido	De 6 a 16 V de corriente alterna o continua es necesaria para fines de encendido con un amperímetro o piloto en el circuito para indicar cuando la corriente este fluyendo. Un transformador reductor conectado a un circuito de iluminación de 115V 50/60Hz de baterías puede ser usado.	El interruptor de circuito de encendido deberá ser del tipo de contacto momentáneo, normalmente encendido, excepto cuando se mantiene cerrado por el operador.
Dispositivo de depuración de oxígeno	Las impurezas de los combustibles pueden ser removidas del oxígeno pasándolo por encima del óxido de cobre (CuO) a unos 500 ⁰ C	

TABLA 8. Especificaciones Técnicas Colorímetro

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Colorímetro	<p>Instrumento que ilumine y permita la observación de la muestra, y cualquiera de los estándares de color en forma simultánea, ya sea por la visión directa o con un lente óptico. Un campo de dos instrumentos debe mostrar dos áreas iluminadas de igual tamaño y forma, una llena de luz transmitida por el estándar de color, y la otra con luz transmitida por la muestra. Estas áreas iluminadas deben estar colocadas simétricamente sobre una línea vertical y separadas en dirección horizontal de manera que la separación horizontal de las porciones cercanas subtienda el ojo observador no menos de 2° ni más de 3,6°.</p> <p>Cada área iluminada en un instrumento de dos campos debe abarcar un círculo cuyo diámetro subtienda al menos 2,2° y pueda extenderse a cualquier tamaño siempre y cuando los dos puntos iluminados en el campo visual no estén separados por una distancia que subtienda más de 10°</p>	
Fuente artificial de luz diurna	<p>Puede ser una unidad separada o parte integral del colorímetro. La fuente consiste en una lámpara de color de temperatura 2750 K (o 3300 K, si se utiliza una lámpara de cuarzo halógeno), un filtro de vidrio de luz diurna y un vidrio ópalo intermitente. Estos tienen características espectrales similares a la luz diurna del norte. La fuente debe proveer una sombra difusa translúcida u opaca con un brillo de 900 lx ± 100 lx contra el cual se observan el estándar de color y la muestra. La sombra del vidrio ópalo iluminado debe estar libre de brillo o sombras. La fuente de luz, debe estar diseñada de manera que ninguna otra luz interfiera con la observación.</p>	<p>Los objetos de color se deben excluir del plano inmediato cuando se utiliza luz diurna difusa.</p>
Filtro	<p>La prueba espectrométrica de un filtro de vidrio para luz diurna debe tener una transmitancia de energía radiante no menor de 0,60 a 410 nm con un descenso de curva suave para una transmitancia menor que 0,10 a 700 nm. También poseer características tales como la cromaticidad de las coordenadas x y z y una transmitancia luminosa, T. Ver TABLA 20, características de filtro</p>	
Cristales de color estándar	<p>El diámetro del cristal estándar no debe ser menor que 14mm.</p>	

TABLA 9. Especificaciones Técnicas Equipo Pensky Martens Copa Cerrada

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Equipo Pensky-Martens Copa Cerrada	Este equipo consta de una copa de prueba, una tapa y obturador, un dispositivo de agitación, una fuente de calentamiento, un dispositivo para fuente de ignición, una cámara de aire, y un plato superior. El equipo manual ensamblado será: la copa, la tapa de la copa y el ensamblaje de la copa y la tapa de prueba.	
Fuente de ignición	Son aceptables como fuente de ignición la llama de gas natural, la llama de gas en bombonas y encendedores eléctricos (alambre caliente). El dispositivo de llama de gas requiere el uso de una llama piloto. Los encendedores eléctricos deben ser del tipo "alambre caliente" y se debe colocar la sección caliente del encendedor en la abertura de la tapa de prueba de la misma manera que el dispositivo de llama a gas.	La presión del gas suministrado al equipo no debe exceder los 3kPa (12 pulg) de presión de agua
Barómetro	Con una precisión de $\pm 0,5$ kPa. La presión barométrica utilizada es la presión ambiente del laboratorio en el momento de la prueba. Muchos barómetros aneroides, como los utilizados en las estaciones meteorológicas y los aeropuertos, son precorregidos para dar lecturas al nivel del mar y no darán la lectura correcta para esta prueba.	

TABLA 10. Especificaciones Técnicas Equipo TAG Copa Cerrada.

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Copa de ensayo	De bronce u otro metal no corrosivo de conductividad térmica equivalente, en conformidad con los requisitos dimensionales descritos en la FIGURA 22.	
Tapa	Círculo de metal inoxidable con un borde proyectado hacia abajo más o menos 15,9 mm, un obturador corredizo, un mecanismo que simultáneamente abra el obturador y baje la punta del tubo que conduce combustible hasta la llama de prueba, y un cuello inclinado en el cual se introduce el sujetador del termómetro de la copa.	
Baño líquido	Debe ser de bronce, cobre u otro material inoxidable, de construcción resistente. Son satisfactorias las láminas delgadas de metal de calibre más o menos No. 20 B&S (0,812 mm). Si se desea, se puede forrar con material aislante del calor, para facilitar el control de la temperatura	
Calentador	De cualquier tipo (eléctrico, gas, alcohol, etc.) capaz de controlar la temperatura. Es recomendable un calentador eléctrico externo, controlado por un transformador de voltaje variable	
Soporte del baño	Cualquier tipo de soporte para calentar el baño con un calentador eléctrico. Para una lámpara de alcohol, o un quemador a gas, se requiere un soporte, con el fin de proteger la llama de las corrientes de aire (a menos que las pruebas se puedan hacer en un cuarto libre de corrientes de aire).	

TABLA 11. Especificaciones Técnicas Equipo Copa Abierta Copa Abierta Cleveland

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Copa de ensayo	La copa debe tener mango y estar hecha de bronce u otro material inoxidable de conductividad térmica equivalente.	
Plancha de calentamiento	Debe ser de dimensiones suficientes y materiales para garantizar que el calor térmico para la copa de prueba es sólo aplicado a la parte inferior de la copa de prueba y que el calor extraña a la copa de prueba en la parte inferior se reduce al mínimo	
Aplicador de la llama de Prueba	El dispositivo para aplicar la llama de prueba puede ser de cualquier tipo, pero se sugiere que la punta sea de aproximadamente 1,6±0,05 mm (1/16 pulgadas) de diámetro en el extremo y que el orificio sea de aproximadamente 0,8±0,05 mm (1/32 pulgadas) de diámetro. El aplicador de llama debe estar montado de tal manera que permita duplicar automáticamente el barrido de la llama de prueba. El radio no debe ser menor de 150 mm (6 pulg) y el centro del orificio debe moverse en un plano no mayor de 2 mm (5/64 pulg) por encima del plano superior de la copa. Es deseable que sobre el equipo esté montado un dispositivo para comparar el tamaño de la llama de prueba con un diámetro entre 3,2 a 4,8 mm (1/8 a 3/16 pulgadas).	
Calentador	El calor puede ser suministrado por cualquier fuente. El uso de un encendedor de gas o una lámpara de alcohol está permitido, pero bajo circunstancias son productos de combustión o llama libre que se les permitirá entrar alrededor de la copa. Un calentador eléctrico el cual puede ser controlado automáticamente o controlado por el operario si lo prefiere. La fuente de calor debe centrarse sobre la abertura de la placa de calentamiento sin un sobrecalentamiento local. Los calentadores tipo llama pueden ser protegidos de corrientes de aire o radiación excesiva por cualquier tipo adecuado de escudo que no sobresalga por encima del nivel de la superficie superior de la placa de calentamiento.	Los calentadores tipo llama pueden ser protegidos de corrientes de aire o radiación excesiva por cualquier tipo adecuado de escudo que no sobresalga por encima del nivel de la superficie superior de la placa de calentamiento.
Soporte del dispositivo de medición de temperatura	Cualquier dispositivo conveniente que mantenga el dispositivo de medición de temperatura en la posición específica durante una prueba y que permita remover fácilmente el dispositivo de medición de temperatura de la copa de prueba por encima cuando termine la prueba, debe ser utilizado	
Soporte de la placa de calentamiento	Cualquier soporte conveniente que mantenga la placa de calentamiento nivelada y firme puede ser empleado.	

TABLA 12. Especificaciones Técnicas Equipo Punto de fluidez y Nube.

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Baño de enfriamiento	Se mantienen a temperaturas prescritas con un apoyo firme para mantener la chaqueta vertical. Las temperaturas de baño requeridas pueden ser obtenidas por refrigeración si se dispone, de otra manera por las mezclas adecuadas de refrigeración. Las mezclas de refrigeración de uso común para las temperaturas de baño se muestran en la	
Recipiente de prueba	Cilíndrico, de vidrio transparente, fondo plano, de 33,2 a 31.8 mm de diámetro exterior, y 115 a 125 mm de altura. El diámetro interior del recipiente puede variar en un rango de 30.0 a 32.4 mm, sin que el espesor de la pared no sea más de 1.6 mm. El recipiente puede tener una línea para indicar una altura de la muestra de 54 ± 3 mm por encima del fondo inferior. Ver FIGURA 23.	
Chaqueta	Impermeable, cilíndrica, de metal, de fondo plano, 115 ± 3 mm de profundidad, con diámetro interior de 44,2 a 45,8 mm. Esta debe ser soportada en posición vertical en un baño de enfriamiento de modo que no más de 25 mm salgan del medio de enfriamiento, y debe ser limpiada.	
Corcho	Que se adapte al recipiente de prueba, centralmente perforado para el termómetro.	
Disco	De corcho o de fieltro, 6 mm de espesor para ajustarse libremente dentro de la chaqueta	
Junta	Para encajar cómodamente alrededor de la parte exterior del recipiente y libremente dentro de la chaqueta. La junta puede ser de goma, de cuero o de otro material que sea lo suficientemente elástico como para aferrarse a la jarra de prueba y dura como para mantener su forma. Su objetivo es evitar que el recipiente toque la chaqueta	

TABLA 13. Especificaciones Técnicas Sistema Determinación de Azufre

NOMBRE		ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
SISTEMA DE COMBUSTION Y DETECCION DE YODATO	Horno	<p><i>Tipo inducción:</i> capaz de alcanzar una temperatura de al menos 1482 °C (2700°F) en la zona de combustión de la muestra, y estará equipado con un bobina de inducción adicional situada encima de la zona de combustión. Tener un mínimo de salida de 500 W, la potencia mínima de entrada del horno debe ser de 1000 W. Con la cantidad correcta de virutas (bloque pequeños) de hierro, pesado a $\pm 0.05g$, la placa de corriente máxima será de entre 350 y 450 mA.</p> <p>Tipo resistencia: capaz de mantener una temperatura de al menos 1371°C (2500°F)</p>	Este tipo de horno es capaz de causar quemaduras y choques de alta tensión. Además de otras precauciones, mantener todos los dispositivos de protección correctamente
	Absorbedor	Como se describe en el método de prueba ASTM D 1266	También el aparato adecuado para uso con cualquier tipo de horno es un titulador automático, diseñado específicamente para yodometría. Este combina las funciones de absorción y titulación a un punto final predeterminado.
	Bureta	Estándar de 25 ml ó disponibles del tipo automática de los fabricantes de las unidades de combustión específica, son adecuados.	
SISTEMA DE COMBUSTION Y DETECCION DE IR		Compuesto de equilibrio automático, controla el flujo de oxígeno, tubos de secado, horno de combustión, detector de infrarrojos y el microprocesador. El horno debe ser capaz de mantener una operación nominal temperatura de 1350°C (2460°F).	
APARATOS VARIOS		Montajes específicos de combustión requieren equipo adicional, como crisoles, cápsulas de combustión, tapas de crisol, los empujadores de cápsulas, los discos de separación, tubos de combustión, insertadores de la muestra, indicador de flujo de oxígeno, y trenes de secado de oxígeno. El equipo adicional necesario depende del tipo de horno utilizado y está disponible según el fabricante de la unidad de combustión específica.	
TAMIZ		Malla 60 (250 mm).	

TABLA 14. Especificaciones Técnicas Unidad de Destilación Eléctrica

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Balón de Destilación	De vidrio resistente al calor, construido con las dimensiones y tolerancias que se muestran en la figura 25.	Un Balón (100 ml) también se puede construir con un balón común, en cuyo caso el diámetro del cuello sea el mismo que el matraz de 125 mL.
Condensador y Baño del condensador	De tubos de metal inoxidables sin soldadura de 560 ± 5 mm de longitud, con un diámetro exterior de 14 mm y un espesor de pared de 0,8 a 0,9 mm. El latón o acero inoxidable es un adecuado material para este propósito. El volumen y el diseño del baño dependerá del medio de refrigeración empleado. La capacidad de refrigeración de la baño deberá ser suficiente para mantener la temperatura necesaria para el funcionamiento del condensador. Un baño de condensador puede ser utilizado para varios tubos del condensador.	
Calentador eléctrico	Capaz de llevar la destilación a la velocidad especificada desde la primera gota en frío desde el comienzo hasta el punto final de la misma. Las unidades de calentamiento de baja retención de calor son satisfactorias de 0 W a 1000W.	
Cámara para calentador eléctrico	De 440 mm de altura, 200 mm de largo, y 200 mm de espesor mm de ancho, hechos de láminas de metal de aproximadamente de 0,8 (Calibre 22) y con una ventana en la parte frontal. El escudo debe contar con al menos una ventana para observar la punta seca al final de la destilación.	
Soporte del Balón	Soportes con huecos de diámetro de 32 mm, 38 mm y 50 mm, respectivamente.	
Cilindro graduado	De 100 ml con graduaciones desde el nivel de los 5 ml e incremento de 1 ml desde 90 ml hasta 100 ml.	
Sensores de Temperaturas	Termómetros ASTM 7C y 8C, Termocuplas o termómetros de resistencia que tengan características de respuesta térmica similares a las del termómetro de vidrio.	Se calibra regularmente destilando tolueno puro.

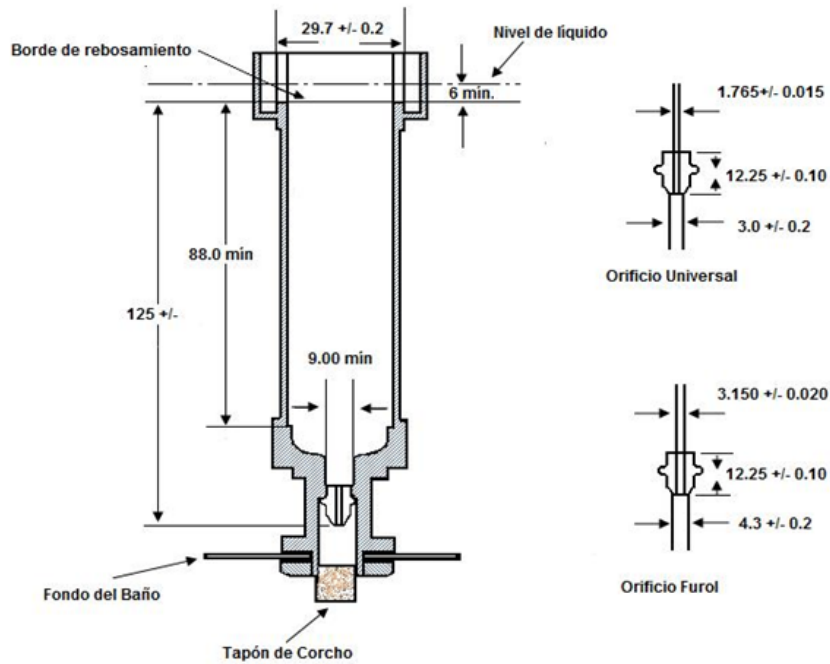
TABLA 15. Especificaciones Técnicas Equipos varios

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Plancheta	De acero inoxidable o aluminio, 65 mm de diámetro	
Dispositivos de tiempo	Usar cualquier dispositivo de tiempo que sea capaz de tomar lecturas con un discriminación de 0,1 s o mejor y que tenga una precisión de $\pm 0,07\%$ de la lecturas cuando se ha probado en los intervalos mínimo y máximo de los tiempos de flujo esperados	
Balanza Analítica	Capaz de pesar hasta 0,1 mg	
Medidor de Ph	Consta de un potenciómetro, un electrodo de vidrio, un electrodo de referencia y un dispositivo para compensar la temperatura. El circuito se completa a través del potenciómetro cuando los electrodos se sumergen en la solución test	
Electrodo de referencia	Media pila que suministra un potencial constante de electrodo para el medidor de PH. Normalmente se utilizar calomelanos y plata: electrodos de plata-cloruro. Cualquiera de ellos se encuentra con varios tipos de conexiones líquidas.	
Electrodo de vidrio	Bulbo de vidrio especial que contiene una concentración fija de HCl o una solución tamponada de cloruro en contacto con un electrodo interno de referencia. Al sumergir un nuevo electrodo en una solución, la superficie exterior del bulbo se hidrata e intercambia iones sodio por iones hidrogeno. Utilizar un electrodo con "bajo error de sodio" que pueda funcionar a temperaturas elevadas, para medir un pH superior a 10, porque los electrodos de vidrio estándar dan valores bajos erróneos. Para medir un pH inferior a 1, los electrodos de vidrio dan valores erróneamente elevados; utilizar en su lugar electrodos de membrana líquida.	
Agitador	Magnético, con barita recubierta de TFE, o uno mecánico con impulsor interno recubierto de plástico	
Cámara de flujo	Utilizar para determinaciones de flujo continuo o para soluciones mal temporadas.	

Continuación TABLA 15. Especificaciones Técnicas Equipos Varios

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Centrífuga	De rotación de dos o más tubos de centrífuga de 203 mm (8in), con velocidad que pueda ser controlada para dar una fuerza relativa (RCF) entre 500 y 800 en el extremos. El cabezal giratorio, los anillos de amarre, las copas, incluyendo los amortiguadores, de construcción sólida para soportar la fuerza centrífuga máxima, que es entregada por la fuente de alimentación. Las copas de amarre y amortiguadores deben apoyar firmemente los tubos cuando la centrífuga esté en movimiento. Deberá estar con un escudo de metal lo suficientemente fuerte como para eliminar el peligro si se produce la rotura. Será capaz de mantener la temperatura de la muestra durante todo el proceso en 60 ± 1 °C (140 ± 1.8 °F).	Las centrifugas alimentadas con energía eléctrica y calor, deben cumplir todos los requisitos de seguridad para su uso en áreas peligrosas.
Baño	De bloque metálico sólido, un baño de líquido lo suficiente profundo para sumergir gran variedad de aparatos que se utilizan en el Laboratorio. Proporcionar los medios para mantener la temperatura constante para cada prueba que se necesite.	
Agitador de paleta	De acero cromado o acero inoxidable. De longitud, 120 mm, ancho 19 mm, espesor 1,5 mm, radio de curvatura de las esquinas de pala 1,6 máx. Sobre un eje vertical similar al metal, aproximadamente 6 mm en diámetro, conectado a un mecanismo de transmisión que gira la paleta sobre su eje longitudinal a 1500 ± 15 rpm. Durante la operación de agitación, el centro del borde inferior de la paleta no se desviará más de 1 mm desde el eje de rotación. Cuando no este en operación, el montaje de la paleta puede ser levantada verticalmente para limpiar la parte superior de la probeta graduada.	Los bordes de la paleta pueden ser muy afilados. Manipular con cuidado. Una placa protectora se utilizará para cubrir el eje de rotación de la varrilla.
Horno de mufla	Para operar a 550 °C	
Desecador	Provisto de un desecante que contiene un indicador colorimétrico de concentración de humedad.	
Horno de Secado	Para operaciones a 103-105°C	
Aparato de filtrado	Pueden ser los siguientes: Embudo de filtro de membrana; Crisol de Gooch, 25 a 40 ml de capacidad con adaptador; o un dispositivo de filtrado, con reservorio y disco de arandela gruesa (40-60µm) como soporte del filtro.	

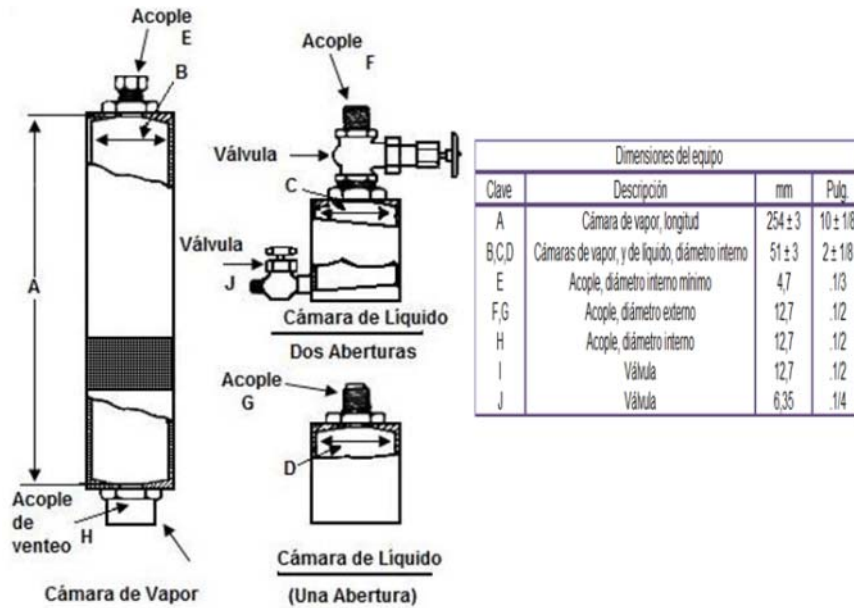
FIGURA 20. Viscosímetro Saybolt con orificio Universal y Furol



Nota. Todas las dimensiones están en milímetros

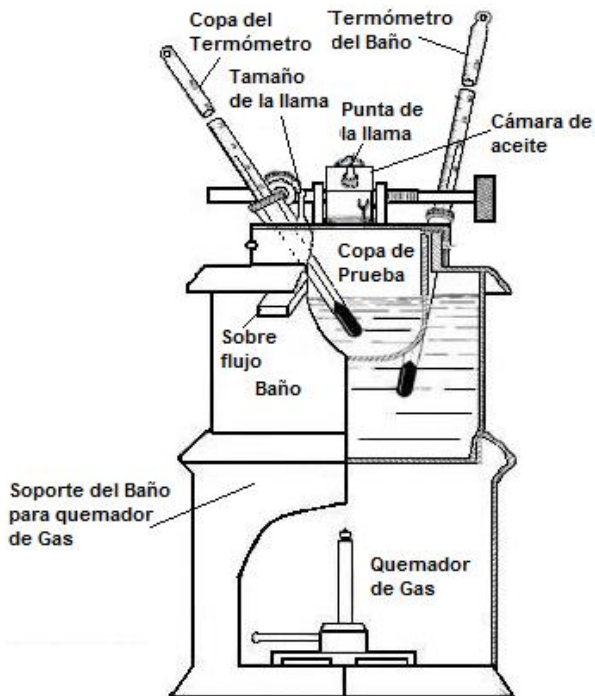
FUENTE: Modificada de la Norma ASTM D88-07

FIGURA 21. Equipo Presión de vapor Reid



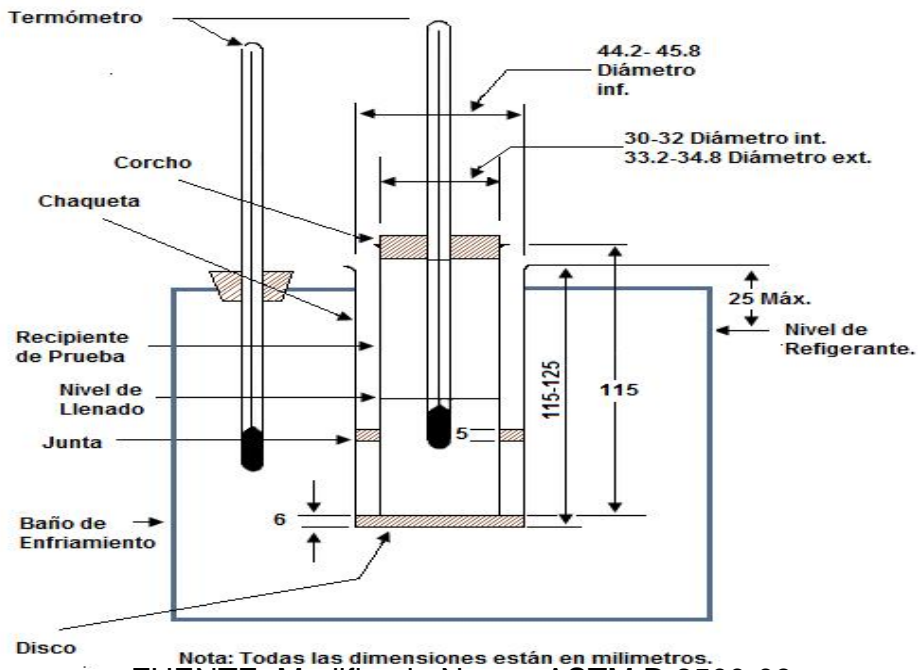
FUENTE: Modificada Norma ASTM D323-08

FIGURA 22. Equipo Tag Copa Cerrada



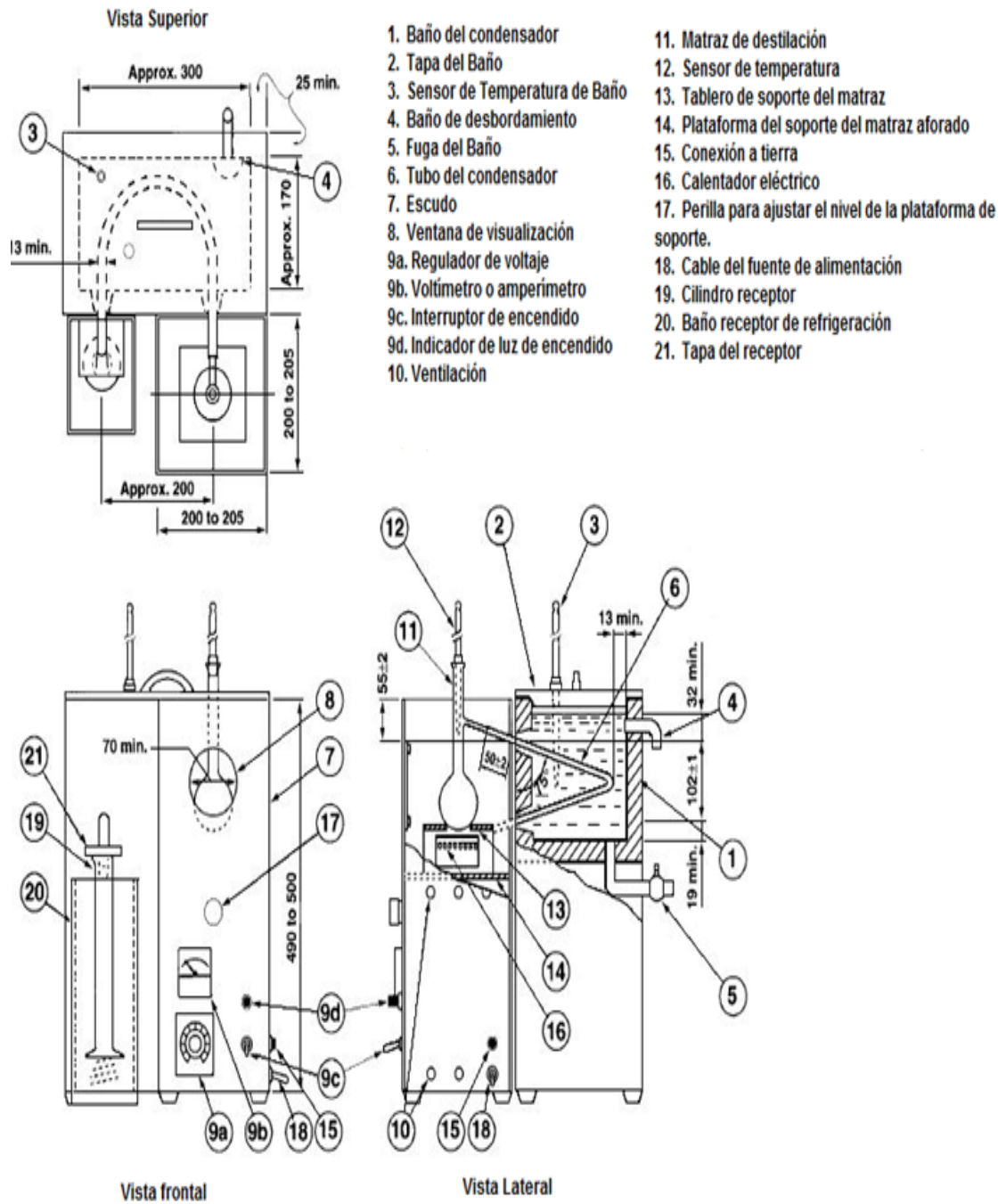
FUENTE: Modificada Norma ASTM D56-05

FIGURA 23. Equipo para la prueba punto de fluidez y nube



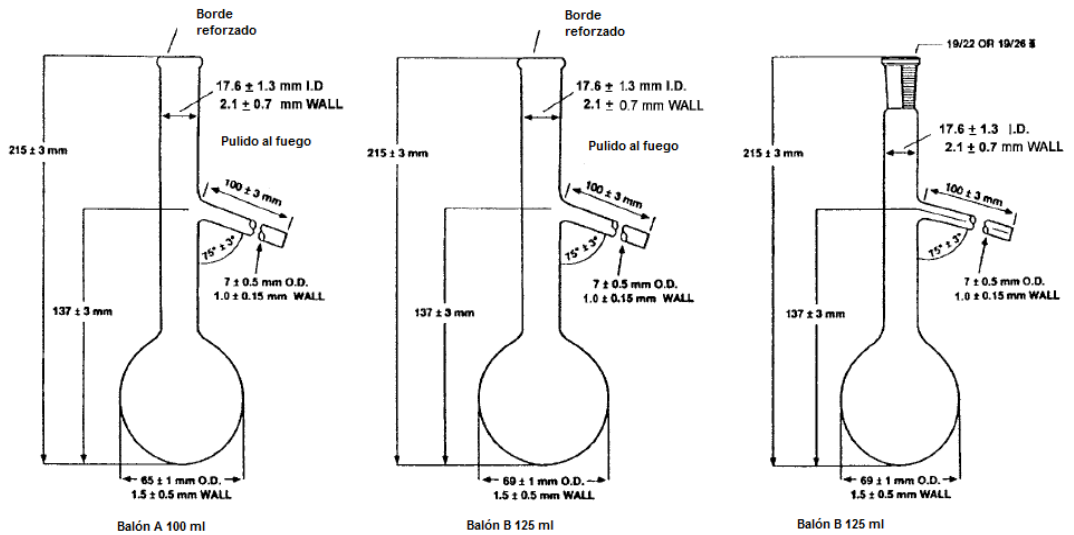
FUENTE: Modificada Norma ASTM D 2500-09

FIGURA 24. Unidad de destilación



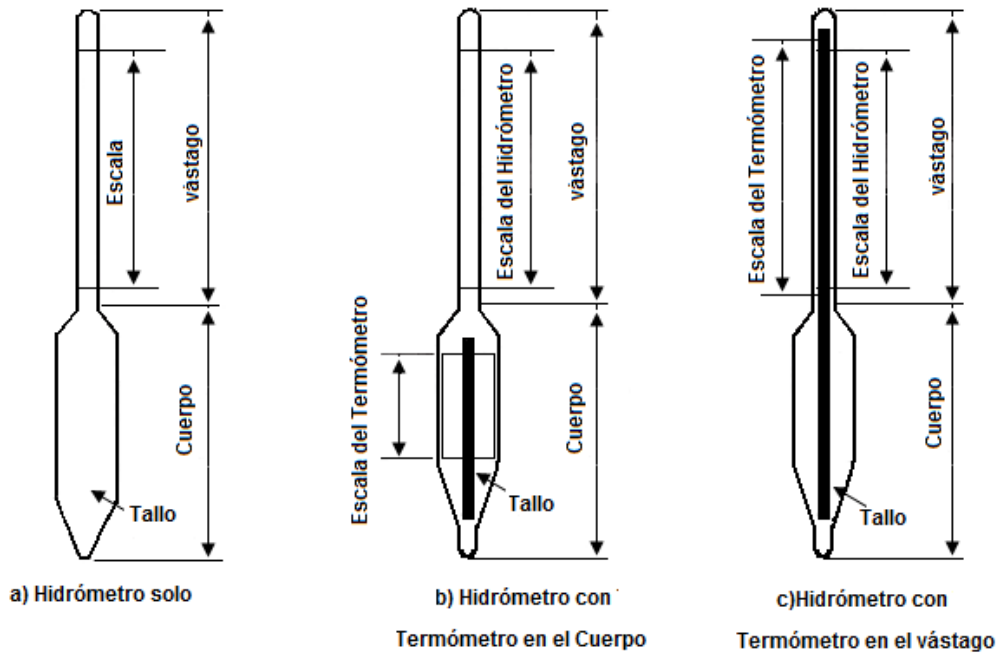
FUENTE: Modificada Norma ASTM D86-09

FIGURA 25. Balones de destilación



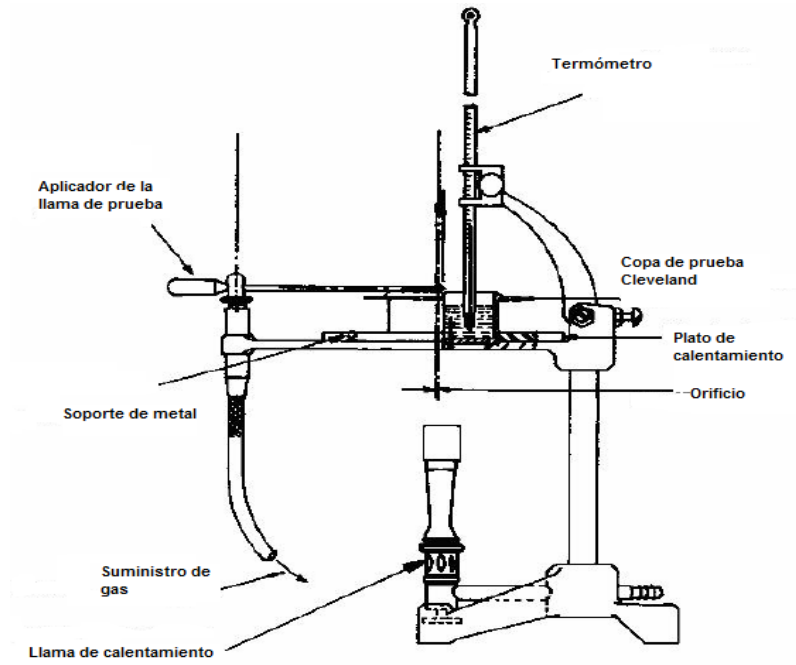
FUENTE: Modificada Norma ASTM D86-09

FIGURA 26. Diseño típico de hidrómetros



FUENTE: Modificada Norma ASTM E100-05

FIGURA 27. Equipo Copa abierta Cleveland



FUENTE: Modificada Norma ASTM D95-05

TABLA 16. Especificaciones Técnicas Instrumentos

NOMBRE	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
Tubos de la centrífuga	Tubo en forma de cono de cristal completamente recocidos. Las graduaciones enumeradas, deberán ser claras y distintas, y la boca será restringida para cerrarlas con un tapón de corcho.	Certificar la exactitud de las marcas de graduación, de conformidad con la práctica E 542, los equipos que utilizan trazabilidad a través del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST) u otra norma nacional
Hidrómetro	De vidrio, excepto la escala, la carga de inmersión. La superficie externa del vástago y del cuerpo deben ser simétricas alrededor del eje vertical. No debe existir deformaciones en las paredes del hidrómetro que impidan una minuciosa limpieza, o tiendan a retener burbujas de aire cuando el instrumento esté sumergido. El vidrio debe ser inerte a los reactivos a los cuales pueda estar expuesto el hidrómetro, y, debe tener propiedades térmicas apropiadas para permitir su uso en todo el intervalo de temperaturas. Las dimensiones se pueden observar en las FIGURAS 26.	Las lecturas de hidrómetros se corrigen utilizando la guía D1250, IP 200.
Viscosímetros Cinemáticos	Calibrados de tipo capilar de vidrio, capacitados para determinar la viscosidad cinemática dentro de los límites de la precisión	
Recipiente de vidrio	De vidrio transparente. Diámetro interno de 32,5 mm hasta 33,4 mm, ancho de la pared de 1,2 mm hasta 2,0 mm, altura total de 120 mm hasta 130 mm	
Embudo de separación	de 1 L, con llave de paso de TFE (Teflón)	

Continuación TABLA 16. Especificaciones Técnicas Instrumentos

Matraz de succión	De capacidad suficiente para un tamaño de muestra seleccionado.	
Papel de filtro		
Discos de filtrado de fibra de vidrio	Sin aglutinante orgánico	
Botellas de incubación	Capacidad de 250 a 300 ml. Como precauciones contra la entrada de aire en la botella durante la incubación utilizar un cierre hidráulico. Colocar una tasa de papel o de plástico, o una caperuza de papel aluminio sobre la boca ensanchada de la botella para reducir la evaporación del cierre hidráulico durante la incubación.	Para conseguir uno satisfactorio invertir los frascos en un baño de agua o echar agua a la boca ensanchada de las botellas de ROB especiales.
Vasos de precipitados.	Preferibles los de polietileno o TFE (Teflón o equivalente)	
Varilla de vidrio	Cubierta con un material como el caucho, resistente al aceite o fluido.	

TABLA 17. Medios recomendados para el baño Saybolt

MEDIO RECOMENDADO PARA EL BAÑO			
Temperatura estándar de prueba °C, °F	Medio Recomendado para el Baño	Máx. Diferencial	Presición Funcional
		de Temperatura, *	
21.1 (70)	Agua	± 0.05 (0.10)	± 0.03 (0.05)
25.0 (77)	Agua	± 0.05 (0.10)	± 0.03 (0.05)
37.8 (100)	Agua, o aceite de 50 a 70 viscosidad SUS a 37.8 °C (100 °F)	± 0.15 (0.25)	± 0.03 (0.05)
50.0 (122)	Agua, o aceite de 120 a 150 viscosidad SUS a 37.8 °C (100 °F)	± 0.20 (0.35)	± 0.03 (0.05)
54.4 (130)	Agua, o aceite de 120 a 150 viscosidad SUS a 37.8 °C (100 °F)	± 0.30 (0.50)	± 0.03 (0.05)
60.0 (160)	Agua, o aceite de 120 a 150 viscosidad SUS a 37.8 °C (100 °F)	± 0.60 (1.0)	± 0.06 (1.0)
82.2 (180)	Agua, o aceite de 300 a 370 viscosidad SUS a 37.8 °C (100 °F)	± 0.8 (1.5)	± 0.06 (1.0)
98.9 (210)	aceite de 330 a 370 de viscosidad SUS a 37.8°C (100 °F)	± 0.80 (1.5)	± 0.06 (1.0)

* Máxima diferencia de temperatura permitida entre la temperatura del baño y la temperatura de prueba para mantener el equilibrio térmico mientras se agita la muestra en el viscosímetro de prueba.

FUENTE: Norma ASTM D 88-07

TABLA 18. Termómetros requeridos según las normas estandarizadas por pruebas

Viscosidad Saybolt		
Temperatura de Prueba estándar °C (°F)	Termómetro ASTM N°	Termómetro Rango °C (°F)
21.1 (70)	17C (17F)	19 a 27 (66 a 80)
25.0 (77)	17 C (17F)	19 a 27 (66 a 80)
37.8 (100)	18 C (18F)	34 a 42 (94 a 108)
50.0 (122)	19 C (19F)	49 a 57 (120 a 134)
54.4 (130)	19 C (19F)	49 a 57 (120 a 134)
60.0 (140)	20 C (20F)	57 a 65 (134 a 148)
82.2 (180)	21 C (21F)	79 a 87 (174 a 188)
98.9 (210)	22 C (22F)	95 a 103 (204 a 218)
Presión de Vapor Reid		
37.8 (100)	18 C (18F)	34 a 42 (94 a 108)
Punto de nube y fluidez		
	5C	-38 a +50 °C
	6C	-80 a +20°C
Viscosidad Cinemática		
150	132C	
135	110C, F	
98.9	121C	
93.3	129C, F	
82.2	48C, F	
60	47C, F	
54.4	29C, F	
50	46C, F	
40	120C	
37.8	28C, F	
30	118C, F	
25	45C, F	
20	44C, F	
0	128C, F	
-17.8	72C, F	
-20	127C	
-26.1	126C, F	
-40	73C, F	
-53.9	74C, F	

Continuación TABLA 18. Termómetros requeridos según las normas estandarizadas por pruebas

Temperatura de Prueba estándar °C (°F)	Termómetro ASTM N°	Termómetro Rango °C (°F)
Calorímetro de Bomba ASTM		
	56F	66 a 950F
	56C	19 a 35 ⁰ C
	116C	18,9 a 25,1 ⁰ C
	117C	23,9 a 30,1 ⁰ C
Punto de inflamación Copa Cerrada Pensky-Martens		
	9C (9F)	-5 a +100°C (20 a 230°F)
	88C (88F)	+10 a 200°C (50 a 392°F)
	10C (10F)	+90 a 370°C (200 a 700°F)
Punto de inflamación Copa Abierta Cleveland		
	11C, 28C	-6 a 400°C
	11F	20 a 760°F

TABLA 19. Tipos de viscosímetros

TIPO DE VISCOSIMETROS	
Identificación del Viscosímetro	Intervalo de Viscosidad Cinemática, * mm ² /s
De Tipo Ostwald para Líquidos Transparentes	
Cannon-Fenske routine**	0.5 a 20000
Zeitfuchs	0.6 a 3000
BS/U-tube**	0.9 a 10000
BS/U/M miniature	0.2 a 100
SIL **	0.6 a 10000
Cannon-Manning semi-micro	0.4 a 20000
Pinkevitch**	0.6 a 17000
De Tipo nivel-suspendido para Líquidos Transparentes	
BS/IP/SL**	3.5 a 100000
BS/IP/SL(S)**	1.05 a 10000
BS/IP/MSL	0.6 a 3000
Ubbelohde **	0.3 a 100000
FitzSimons	0.6 a 1200
Atlantic**	0.75 a 5000
Cannon-Ubbelohde (A), Cannon	0.5 a 100000
Ubbelohde dilution** (B)	
Cannon-Ubbelohde semi-micro	0.4 a 20000
De Tipo flujo-reverso para Líquidos Transparentes y Opacos	
Cannon-Fenske opaque	0.4 a 20000
Zeitfuchs cross-arm	0.6 a 10000
BS/IP/RF U-tube reverse-flow	0.6 a 30000
Lantz-Zeitfuchs type reverse-flow	60 a 100000

*Cada rango citado requiere una serie de viscosímetros. Para evitar la necesidad de hacer una flujo de más de 200 s, corrección de la energía cinética, estos viscosímetros están diseñados para un tiempo de más de 200 s, excepto donde se indique en las especificaciones de d446.

** En cada una de estas series, el tiempo de flujo mínimo para viscosímetros más bajos constantes superior a 200 s

TABLA 20. Características del filtro del colorímetro

Características del filtro		
Característica	Temperatura de la Lámpara de color, K	
	2750	3300
T	0,0107 hasta 0,160	0,075 hasta 0,125
x	0,314 hasta 0,330	0,300 hasta 0,316
y	0,337 hasta 0,341	0,325 hasta 0,329
z	0,329 hasta 0,349	0,355 hasta 0,375

FUENTE: Norma ASTM D1500-07

TABLA 21. Patrones de viscosidad

Designación	Viscosidad cinemática aproximada, mm ² /s					
	20°C	25°C	40°C	50°C	80°C	100°C
s3	4.6	4.0	2.9	...	...	1.2
s6	11	8.9	5.7	...	...	1.8
s20	44	34	18	...	...	3.9
s60	170	120	54	...	...	7.2
s200	640	450	180	...	...	17
s600	2400	1600	520	280	67	32
s2000	8700	5600	1700	...	...	75
s8000	37000	23000	6700	...	...	...
s30000	...	81000	23000	11000	...	...

FUENTE: Norma ASTM D88- 07 y ASTM D445-09

3.3 INVENTARIO Y REQUERIMIENTOS DEL LABORATORIO

3.3.1 Equipos existentes. Ver Tabla 22.

TABLA 22. Inventario de Equipos del laboratorio de fluidos

EQUIPO	BALANZA ELECTRONICA	BAÑO DE TEMPERATURA	CENTRÍFUGA	COPA CLEVELAND	EQUIPO PUNTO DE FLUIDEZ Y NUBE	DESTILADOR	HORNO
Marca	OHAUS	BLUE M ELECTRIC COMPANY ILL, USA	THERMO IEC	Koehler	Koehler	Koehler	DIES THERMOLAB
Serie No	1225200534	M5-1210	235526915	R61510356		R61352055	50201
N° Inventario	64255	23826	69055	65740	67574	66461	
Modelo	ADVENTURER PRO AV812	MW-1130C-1	HN-SII	K13900	K46000	K45200	TH53
Voltaje	120 VAC /12 VDC (ADAPTADOR)	240 V	115v	115V		115V	115V
Rango de temperatura							5 a 200°C
Amperaje	500 mA.	L1 10A, L2 10A, Bifásico	2,5 A	9A		11A	
Potencia			150 W	1000 W		1300W	1500W
Potencia del motor			1/7 HP A 4000 RPM				
Rotación			4900 RPM				
Frecuencia	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz			60 Hz
Capacidad	0-810 mg	± 10 Galones	4 Tubos de Centrífuga de 100 ml.		4 Tubos de muestra de 100 ml		
Sensibilidad	0,01 g	0,01 g					
Última calibración	Sin Incal calibración interna. Ninguna calibración a la fecha	Ninguno	No requerida.	No requerida	No requerida	Equipo sin utilizar	Ninguna
Último mantenimiento	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No requerido		Ninguno
Fecha de adquisición	Mayo de 2006	Mayo de 2006	Mayo de 2007	Mayo de 2006	Mayo de 2006	Mayo de 2006	Mayo de 2006

Continuación TABLA 22. Inventario de Equipos laboratorio de fluidos

EQUIPO	COPA PENSKY MARTENS	COPA TAG	EQUIPO PRESION DE VAPOR REID	VISCOSIMETRO CINEMÁTICO	VISCOSIMETRO CINEMATICO	VISCOSIMETRO SAYBOLT	VISCOSIMETRO SAYBOLT
Marca	KOEHLER	KOEHLER	MGM. BARTLESVILLE OKLA	COLE PARMER	PRECISION SCIENTIFIC CORPORATION	KOEHLER	PRECISION SCIENTIFIC CHICAGO
Serie No	R02291576	R61140420		G55206		R03181052	15AG-5
N° Inventario		65575	17075	66451	17046	66452	23823
Modelo	K16200	K14600		505-301-CP	505-301-CP		
Voltaje	115V	115 V		115V	115V	115V	120V
Rango de temperatura				5 a 150°C	70 a 212°F	70 a 210°F	70 a 210°F
Amperaje	6.5 A	1A		11A	11A	12 A	
Potencia	800W	120 W		1300 W	95W/Agitador y 1000W/Baño	1400 W	700 W
Frecuencia	60 Hz	60 Hz		60 Hz	50/60 Hz	60 Hz	50/60 Hz
Capacidad				6 Viscosímetros, 5 Galones de aceite	6 Viscosímetros, 5 Galones de aceite	6 Viscosímetros, 5 galones de aceite	3 Galones de aceite
Sensibilidad				± 0.5 °C	± 0.01 °F	± 0.02 °F	± 0.02 °F
Última calibración	No requerida	No requerida		Ninguna	Abril de 1996./f. ARENAS/O. SANTOS	No requerida	Marzo de 1996./F.ARENAS/G. VALENCIA
Último mantenimiento	No requerido	No requerido	Septiembre de 1996./ M.TORRES/F. ARENAS	Ninguno	Julio de 1996/M. TORRES	No requerido	Marzo de 1997
Fecha de adquisición	Mayo de 2006	Mayo de 2006	Enero de 1983	Mayo de 2006	Enero de 1983	Enero de 2007	Enero de 1983

3.3.2 INSTRUMENTOS E INSUMOS

Se cuentan con gran número de termómetros e hidrómetros, con algunas pipetas manuales, y probetas. El material de ensayo se obtiene del Campo Escuela Colorado. En cuanto a reactivos, para las pruebas implementadas actualmente se utiliza el nitrato de plata para la determinación de la salinidad del crudo, el varsol se utiliza como solvente para algunas pruebas. Tanto nitrato de plata como varsol suministrados por la universidad.

En la prueba de las botellas los desmulsificantes utilizados son suministrados voluntariamente por egresados de la escuela; para la prueba determinación del punto de fluidez sólo se emplea una de las cinco mezclas refrigerantes estipulados en la norma ASTM D97: hielo y agua, el laboratorio no cuenta con el equipo necesario para la fabricación de hielo por lo tanto conseguirlo y llevarlo al laboratorio es un trabajo tedioso que deben hacer los estudiantes

3.3.3 REQUERIMIENTOS PARA EL LABORATORIO

3.3.3.1 EQUIPOS. Ver TABLA 23.

3.3.3.2 REACTIVOS E INSUMOS. Ver TABLA 24.

3.3.3.3 ESPACIO FÍSICO. Ir a página 85.

3.3.3.4 HSQE. (Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Calidad). Ir página 85.

TABLA 23. Equipos que requiere el laboratorio para las pruebas seleccionadas

Equipo/Instrumento	Prueba que lo requiere	Observaciones
Viscosímetros cinemáticos	ASTM D 88-07	
Barómetro	ASTM D 93-08	
Refrigerador	ASTM D 323-08 ASTM D 93-08	Con espacio suficiente para contener instrumentos como probetas, las cámaras de líquido y válvulas del equipo de presión de vapor Reid. Alcance mínimo de temperatura 0 °C
Serpentin de enfriamiento	ASTM D 93-08	
Equipo para determinar presión de vapor Reid	ASTM D 323-08	Consta de una cámara de vapor, una cámara de líquido con una abertura y una cámara de líquido con dos aberturas, un medidor de presión tipo Bourdon y un baño de agua para presión de vapor Reid. El equipo disponible actualmente no cumple las especificaciones de la norma.
Manómetro de prueba	ASTM D 323-08	
Probador de peso muerto	ASTM D 323-08	
Baño de agua para equipo de presión de vapor Reid	ASTM 1401-09	Con capacidad de calentar hasta 210°F, recomendable que el baño tenga un lado transparente que permita la inspección visual.
Pipetas	Gran parte	De 0.1 ml, 1 ml, 2 ml, 5 ml
Micropipetas	Gran parte	Con sus respectivas puntas dosificadoras
Controladores de pipetas		
Bomba de oxígeno	ASTM D 240-09	
Calorímetro	ASTM D 240-09	Incluye bomba, recipiente con el agitador y provisto de una chaqueta de doble pared.
Termómetro diferencial Beckmann	ASTM D 240-09	
Lupa	ASTM D 240-09	

Continuación TABLA 23. Equipos que requiere el laboratorio para las pruebas seleccionadas

Equipo/Instrumento	Prueba	Observaciones
Crisoles	ASTM D 240-09 ASTM D 1552-08	De platino, cuarzo o de aleación a base de metal;
Tapas de crisol	ASTM D 240-09	
Alambre de encendido	ASTM D 240-09	
Circuito de encendido	ASTM D 240-09	
Dispositivo depurador de oxígeno	ASTM D 240-09	
Agitador de paleta	ASTM D 1401-09	
Varilla de vidrio	Pendiente	Cubierta con un material resistente al aceite o fluido, con el caucho
Balanza electrónica	ASTM D240-09	Con sensibilidad de 0,1 mg
Sistema de detección de yodato	ASTM D1552-08	Consiste de un horno tipo resistencia o tipo inducción, absorbedor y bureta. El horno debe tener un alcance mínimo de temperatura de 1371°C, 2500°F
Aparatos varios para el sistema de detección de yodato	ASTM D 1552-08	Cápsulas de combustión, empujadores de cápsulas, discos de separación, tubos de combustión, insertadores de la muestra, indicador de flujo de oxígeno y trenes de secado de oxígeno
Tamiz malla 60	ASTM D 1552-08	
Medidor de ph	Standard Methods 4500 B	Incluye electrodo de referencia, electrodo de vidrio
Agitador magnético	Standard Methods 4500 B	
Cámara de flujo	Standard Methods 4500 B	
Embudo de separación	Standard Methods 5520 B	

Continuación TABLA 23. Equipos que requiere el laboratorio para las pruebas seleccionadas

Equipo/Instrumento	Prueba	Observaciones
Plancheta	Standard Methods 2540 D	
Porcelana	Standard Methods 2540 D	
Vaso de alto sílice	Standard Methods 2540 D	
Horno de mufla	ASTM D1552 Standard Methods 2540D y 4500 B	
Desecador	Standard Methods 2540 D, 4500 B	
Aparato de filtrado	Standard Methods 2540 D, 4500 B	Puede elegirse entre: un embudo de filtro de membrana, un crisol Gooch o un dispositivo de filtrado, con su respectivo filtro (papel filtro ó filtro de membrana)
Discos de filtrado de fibra de vidrio	Standard Methods 2540 D	Sin aglutinante orgánico
Matraz de succión	Standard Methods 2540 D	
Matraz de destilación	Standard Methods 5520 B ASTM D86-09	
Frascos de polietileno	Standard Methods 4500 B	
Incubador de aire	Standard Methods 5210B	

Continuación TABLA 23. Equipos que requiere el laboratorio para las muestras seleccionadas

Equipo/Instrumento	Prueba	Observaciones
Baño de vapor	Standard Methods 4500 B	
Botellas de incubación	Standard Methods 5210B	
Aparato para fabricar hielo seco	ASTM D97-09 ASTM D2500-09	
Enfriador de Refrigeracion con sonda de inmersión	Requerido para la preparación de las muestras en gran parte de las pruebas	
Colorimetro ASTM	ASTM D1500-07	
Accesorios para el colorimetro	ASTM D 1500-07	

TABLA 24. Reactivos e insumos que requiere el laboratorio para las pruebas seleccionadas

Reactivo e insumo	Prueba que lo requiere
Metilbenceno (Tolueno)	ASTM D 1796-04 ASTM D 1401-09
Cloruro Férrico	ASTM D 445-09 ASTM D 323-08 ASTM D 97-09
Acetona	ASTM D 445-09 ASTM D 323-08
Etilenglicol	ASTM D 97-09 ASTM D2500-09
Ácido crómico ó solución limpiadora de ácido crómico	ASTM D445-09
Peróxido de hidrógeno	ASTM D 512-B
Solución Indicadora de Fenolftaleína	ASTM D 512-B
Cromato de potasio	ASTM D 512-B
Cloruro de sodio	ASTM D 512-B ASTM D97-09
Cloruro de calcio	ASTM D 97-09
Oxido de aluminio (Alundum)	ASTM D 1552-08
Ácido sulfúrico	ASTM D 512-B ASTM D 1552-08 Standard Methods 5210B
Ácido Benzoico	ASTM D 240-09
Cápsulas de gelatina	ASTM D 240-09
Indicador rojo metil o naranja metil	ASTM D 240-09
Hidróxido de sodio	ASTM D 240-09 Standard Methods 4500, 5210B y 3500
Cinta de presión sensible	ASTM D 240-09
Carbonato de sodio	ASTM D 240-09 Standard Methods 4500

Continuación TABLA 24. Reactivos e insumos que requiere el laboratorio para las pruebas seleccionadas

Reactivo e insumo	Prueba que lo requiere
Trimetilpentano (Isooctano)	ASTM D 240-09
Anhidrona(Perclorato de magnesio)	ASTM D 1552-08
Ácido clorhídrico	ASTM D 1552-08 Standard Methods 5520, 3500
Oxígeno (Extra seco)	ASTM D 1552-08
Pentóxido de difósforo	ASTM D 1552-08
Sulfato de potasio y aluminio (Alumbre de potasio)	ASTM D 1552-08
Yodato de Potasio	ASTM D1552-08
Ascarita	ASTM D 1552-08
Yoduro de potasio	ASTM D 1552-08
Pentóxido de Vanadio(polvo)	ASTM D 1552-08
Tartrato ácido de potasio	Standard Methods 4500 B
Citrato diácido de potasio	Standard Methods 4500 B
Ftalato ácido de potasio	Standard Methods 4500 B
Fosfato ácido de potasio	Standard Methods 4500 B
Sal sódico rojo de metilo	Standard Methods 3500
Fosfato de hidrógeno diamonio	Standard Methods 5520
Tricloro-trifluoroetano	Standard Methods 5520
Sulfato de sodio	Standard Methods 5520
Sulfito sódico	Standard Methods 5210B
Fosfato diácido de potasio	Standard Methods 4500

Continuación TABLA 24. Reactivos e insumos que requiere el laboratorio para las pruebas seleccionadas

Reactivo e insumo	Prueba que lo requiere
Fosfato ácido disódico	Standard Methods 4500
Borato de sodio decahidratado (Bórax)	Standard Methods 4500
Bicarbonato de sodio	Standard Methods 4500
Carbonato de calcio	Standard Methods 4500
Etilendiamino Tetracetato de sodio	Standard Methods 3500 D
Inhibidor de nitrificación	Standard Methods 5210B
Glucosa de calidad para reactivos	Standard Methods 5210 B
Ácido glutámico	Standard Methods 5210B
Indicador azul negro de eriocromo	Standard Methods 3500 D
Ácido nítrico	Standard Methods 3500
Patrones de viscosidad	ASTM D 88- 07 ASTM D 445-09
Material de referencia certificado	Gran parte
Hidrogeno Fosfato Disódico Heptahidratado Na ₂ hpo ₄ .7h ₂ o	Standard Methods 3500 D
Sulfato de Magnesio	Standard Methods 5210B
Cloruro de amonio	Standard Methods 5210B
Hidróxido de amonio	Standard Methods 4500

ESPACIO FÍSICO. Para la actualización del laboratorio de fluidos, en los términos planteados, el espacio físico disponible actualmente es suficiente, para la modernización, la cual implica nuevas pruebas a implementar se requiere de más espacio e instalaciones diferentes; debido a las limitantes de espacios disponibles en la escuela no se plantea en el presente estudio los espacios a utilizar.

HSEQ. Para la actualización del laboratorio de fluidos, en los términos planteados, los estudios de HSEQ adelantados hasta la fecha son suficientes, (IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS EN EL LABORATORIO DE FLUIDOS BASADOS EN LA NORMA NTC ISO 17025 DE 2005) para la modernización, la cual implica nuevas pruebas a implementar se requiere de estudios adicionales.

4. COSTOS DEL PROYECTO

Para obtener el costo total de la modernización del laboratorio y ampliación de las pruebas realizadas en éste, se realizaron las siguientes actividades:

- Se evaluaron los aspectos técnicos específicos para cada equipo, instrumento e insumo ofrecidos conforme a los requisitos de las Normas ASTM y los Standard Methods
- Se identificaron los posibles proveedores que pudiesen satisfacer estas necesidades.
- Se solicitaron cotizaciones de los equipos e instrumentos. También las de los insumos necesarios para el funcionamiento del laboratorio durante un año. Ver anexo C

Para establecer la cantidad de insumos requeridos, se suponen 14 procedimientos realizados durante un año para cada método de prueba seleccionado.

- Con base en la cotización de cada uno de estos proveedores, se analizaron aspectos comerciales (Ver Anexo C) como: el precio del producto, el tiempo de garantía, certificado de calibración, el tiempo de entrega y el soporte técnico, entre otros.
- Se seleccionaron los equipos, instrumentos e insumos con sus respectivos proveedores. Ver TABLAS 25 y 26.

Para la cotización de los equipos, instrumentos e insumos se contactó a diferentes firmas distribuidoras nacionales e internacionales, las más reconocidas son:

NACIONALES

- Lanzeta y Rengifo
- QUIMIREL
- QUIMICOS FG
- Casa Científica Ltda.
- Laboratorios WALCO

INTERNACIONALES

- Petrotest
- Koehler Instrument
- Precision Scientific
- Clarkson Laboratorio
- Baker

Finalmente, el costo total de la inversión para la modernización del Laboratorio de Fluidos de la Universidad Industrial de Santander (Ver TABLA 43) se estimó en \$516.371.683.

TABLA 25. Costos de equipos

CANT	APARATO	DISTRIBUIDORES	MARCA	PRECIO UNITARIO \$	COSTO PROVEEDOR SELECCIONADO \$
1	Equipo para determinar presion de vapor Reid	Lanzetta rengifo Casa Cientifica	Cole-Parmer Petrotest	10.056.300 8.517.000	10.056.300
1	Baño de agua para equipo de presión de vapor Reid	Lanzetta rengifo Casa Cientifica	Kholer Petrotest	17.795.200 23.078.000	17.795.200
1	Balanza electrónica	Lanzetta rengifo	Adam Equipament Symmetry A&D Engineering	5.029.000 4.705.450 6.910.000	4.705.450
1	Barómetro	Lanzetta rengifo	Oakton Cole-Parmer Oaklon	336.500 549.000 717.000	336.500
1	Manómetro de prueba con certificado de calibracion NIST (0 a 100 psi)	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer Ashcroft WIKA	982.900 897.000 649.380	897.000
1	Enfriador de Refrigeracion con sonda de inmersión	Lanzetta rengifo	Thermo	15.192.000 13.517.000	13.517.000
1	Refrigerador	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	5.726.400 5.992.200	5.726.400
1	Aparato de fabricación de Hielo Seco	Lanzetta rengifo	Frigimat	520.980	520.980
1	Sistema desmulsibilidad	Clarkson Lab	Kholer	39.362.461	39.362.461
1	Probador de peso muerto	Lanzetta rengifo	Ashcroft	13.873.200	13.873.200
1	Pipetas de 2 ml x 6 unid	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	523.350	523.350
1	Pipetas de 5 ml x 6 unid	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	524.400	524.400
2	Controladores de Pipetas	Lanzetta rengifo	Eppendorf Brandtech	243.519 236.140	236.140
1	Micropipetas x 12 unid	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	104.780	104.780
1	Sistema Calor Combustión	Casa Cientifica Clarkson Lab	Petrotest Koehler	187.893.000	187.893.000
1	Termómetro diferencial Beckmann	Fisher Scientific	Ertco	1.305.100	1.305.100
1	Lupa	Fisher Scientific	Fisher Scientific	36.664	36.664
1	Crisol de platino	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	9.844.500	9.844.500
1	Tapas de crisol	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	3.070.700	3.070.700
1	Colorimetro	Casa Cientifica Clarkson Lab	Petrotest Koehler	14.333.000	14.333.000
2	Varilla de vidrio	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	60.000	60.000
1	Sistema de detección de yodato	Petrotest	Petrotest	71.186.000	71.186.000
1	Tamiz malla 60	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	216.114	216.114
3	Cinta de presión sensible 12 mm x 50 mts.	Lanzetta rengifo	Durastick	19.080	19.080
1	Medidor de ph+ Electrodo	Lanzetta rengifo Blamis	Oakton Schott Instruments	2.002.400 2.998.097	2.002.400
1	Agitador magnético	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	998.100	998.100
1	Cámara de flujo	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	1.485.600	1.485.600
1	Embudo de separación	Lanzetta rengifo	ACE Glass	800.850	800.850
1	Plancheta	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	466.000	466.000
1	Platos de Porcelana x 6 unid	Lanzetta rengifo	Coorstek	216.900	216.900
1	Vaso de alto sílice	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	153.000	153.000
1	Horno de mufla	Lanzetta rengifo Blamis	Thermo Binder	3.674.800 2.578.075	2.578.075
1	Desecador	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	615.500	615.500

Continuación TABLA 25. Costos de equipos

CANT	APARATO	DISTRIBUIDORES	MARCA	PRECIO UNITARIO \$	COSTO PROVEEDOR SELECCIONADO \$
1	Aparato de filtrado	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	236.000	236.000
2	Discos de filtrado de fibra de vidrio	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	56.000	112.000
1	Matraz de succión	Fisher Scientific	Fisher Scientific	764.000	764.000
2	Balón de destilación	Fisher Scientific	Pirex	50.400	100.800
1	Vasos de precipitados de polietileno 250 ml	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	120.000	120.000
2	Vasos de precipitados de polietileno 100 ml	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	92.000	184.000
1	Incubador de aire	Lanzetta rengifo Blamis	StableTemp WTW Instruments	11.777.500 10.787.000	10.787.000
1	Baño de vapor	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	2.640.000	2.640.000
24	Botellas de Incubación	Lanzetta rengifo	Wheaton	888.478 926.850	888.478
2	Viscosimeter Cannon-Fenske opaque	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	462.000	924.000
2	Viscosimetro Zeitfuchs Cross-arm	Lanzetta rengifo	Cole-Parmer	272.000	544.000
TOTAL NETO EQUIPOS E INSTRUMENTOS \$					390.203.072
IVA 16 % \$					62.378.652
TOTAL EQUIPOS E INSTRUMENTOS \$					452.581.724

TABLA 26. Costos de insumos

CANT	INSUMO	DISTRIBUIDORES	MARCA	COSTO \$
3 ampollas	Hidróxido de sodio	QUIMIREL	Carlo Erba	175.392
500 gr	Cromato de potasio	QUIMICOS FG	Scharlau	190.000
1Kg	Cloruro de sodio	QUIMICOS FG	Scharlau	35.000
500 gr	Cloruro de calcio	QUIMICOS FG	Scharlau	150.000
4L	Ácido sulfúrico 95-98%	QUIMIREL	Mallinckrodt	136.416
1 Kg	Ácido benzoico	QUIMIREL	Carlo Erba	82.824
500gr	Cápsulas de gelatina	WACOL	Mallinckrodt	55.000
10 gr	Indicador rojo metil	QUIMICOS FG	Scharlau	140.000
4L	trimetilpentano (Isooctano)	Clarkson Laboratory	Scharlau	118.500
15,14L	Metilbenceno (Tolueno)	Clarkson Laboratory	Scharlau	42.000
2 L	Acetona	QUIMIREL	Mallinckrodt	96.500
4 L	Etilenglicol	QUIMICOS FG	Mallinckrodt	160.000
500gr	Ácido crómico	Clarkson Laboratory	Mallinckrodt	20.000
1L	Peróxido de hidrógeno 30% m/v	QUIMIREL	Carlo Erba	111.471
3,78L	Solución indicadora de fenolftaleína (10g/L)	Clarkson Laboratory	Scharlau	40.000
500gr	Tartrato ácido de potasio	Clarkson Laboratory	Mallinckrodt	249.500
500gr	Citrato diácido de potasio	Clarkson Laboratory	Mallinckrodt	290.000
125 gr	Ftalato ácido de potasio	BAKER	Mallinckrodt	124.555
500 gr	Fosfato ácido de potasio	QUIMICOS FG	Mallinckrodt	75.000
2 L	Acido clorhídrico 36.5-38%	QUIMIREL	Mallinckrodt	67.038
100 gr	Sal sódico de rojo de metilo	Clarkson Laboratory	Scharlau	76.300
500 gr	Fosfato de hidrogeno	BAKER	Mallinckrodt	297.879
500 gr	Diamonio	BAKER	Mallinckrodt	259.939
15.4L	Triclorotrifluoroetano	Clarkson Laboratory	Clarkson Lab.	446.000

Continuación TABLA 26. Costos de insumos

CANT	INSUMO	DISTRIBUIDORES	MARCA	COSTO \$
1 Kg	Sulfato de sodio Na ₂ SO ₄	QUIMIREL	Carlo Erba	156.683
2.5 Kg	Sulfito sódico Na ₂ SO ₃	QUIMICOS FG	Mallinckrodt	210.000
2.5 Kg	Fosfato diácido de potasio	BAKER	Mallinckrodt	250.196
2.5 Kg	Fosfato ácido disódico	BAKER	Mallinckrodt	386.216
2.5 Kg	Borato de sodio decahidrato (bórax)	Clarkson Laboratory	Mallinckrodt	75.000
500gr	Bicarbonato de sodio	Clarkson Laboratory	Scharlau	24.100
80 gr	Carbonato de sodio	QUIMIREL	Scharlau	329.021
500gr	Carbonato de calcio CaCO ₃	Clarkson Laboratory	Scharlau	168.800
1Kg	Hidrogeno Fosfato Disodico Heptahidratado	BAKER	Mallinckrodt	355.814
1Kg	Cloruro de amonio	QUIMICOS FG	Mallinckrodt	150.000
500 gr	Hidroxido de amonio	QUIMIREL	Mallinckrodt	124.320
1L	etilendiamino tetracetato de sodio y calcio (EDTA cálcico disódico)	QUIMICOS FG	Scharlau	50.000
250 gr	Sulfato de Magnesio	QUIMICOS FG	Scharlau	173.768
500 gr	Cloruro Ferrico	QUIMICOS FG	Scharlau	180.000
4 oz	Inhibidor de la nitrificación	Clarkson Laboratory	Mallinckrodt	40.000
1 Kg	Glucosa de calidad para reactivos	QUIMIREL	Mallinckrodt	193.200
500 gr	Ácido glutámico	QUIMICOS FG	Mallinckrodt	425.000
25 gr	Indicador azul negro de eriocromo R	QUIMICOS FG	Scharlau	160.000
500gr	Ácido nítrico	QUIMICOS FG	Scharlau	195.000
50 gr	Yodato de Potasio	QUIMIREL	Carlo Erba	86.480
6 bot *500ml	Patrones de Punto de inflamacion	Kholer	Kholer	1.680.000
5 bot *500ml	Patrones de Color	Kholer	Kholer	1.305.000
5 Bot *500ml	Patrones de viscosidad	Kholer	Kholer	2.880.000
500gr	Oxido de Aluminio (Alundum)	BAKER	Mallinckrodt	406.393
80gr	Oxigeno Puro	Clarkson Laboratory	Clarkson Lab.	400.000
1Kg	Perclorato de magnesio	Clarkson Laboratory	Clarkson Lab.	80.000
500gr	Pentóxido de difósforo	Clarkson Laboratory	Clarkson Lab.	99.200
500gr	Alumbre de potasio	Clarkson Laboratory	Clarkson Lab.	20.640
500gr	Estaño	Clarkson Laboratory	Clarkson Lab.	130.000
500gr	Yoduro de Potasio	Clarkson Laboratory	Clarkson Lab.	90.000
500gr	Pentóxido de vanadio	Clarkson Laboratory	Clarkson Lab.	99.200
100gr	Ascarcita	Clarkson Laboratory	Clarkson Lab.	70.000
1 L	Silicona Liquida	Clarkson Laboratory	Clarkson Lab.	90.000
COSTO NETO TOTAL INSUMOS \$				14.523.344
IVA 16 % \$				2.323.735
COSTO TOTAL INSUMOS \$				16.847.079

TABLA 27. Costo total de inversión

DESCRIPCION	COSTOS \$
Costo Total Inversión Aparatos e Instrumentos	452.581.724
Costo Total Inversión Reactivos e Insumos	16.847.079
Costo Neto	469.428.803
Imprevistos (10%)	46.942.880
TOTAL	\$ 516.371.683

CONCLUSIONES

- El análisis de fluidos permite información detallada de los fluidos de un yacimiento; es fundamental para identificar el tipo de procesamiento y tratamiento que se le debe dar a éste para optimizar la producción, cumplir con la normatividad ambiental para el vertimiento de aguas de producción. Adicionalmente el análisis de fluidos es negocio lucrativo.
- Al contrastar los procedimientos empleados con las normas estandarizadas, se detectaron desviaciones relacionadas particularmente por ausencia o deficiencias en equipos, instrumentos, entre otros, que deben corregirse.
- Considerando que el análisis de fluidos es parte integral y relevante del currículum del programa, su acondicionamiento y modernización debe tomarse como una prioridad administrativa para fortalecer académicamente el programa.
- El acondicionamiento del Laboratorio en los términos planteados en este proyecto, le permitiría a la Escuela promover la acreditación de sus instalaciones, para ofrecer servicios en esta área de forma competitiva, ampliando el margen de ingresos propios.
- La ejecución de este proyecto contribuiría a la visión de la universidad de ser una organización inteligente capaz de adaptarse a los cambios y a las necesidades emanadas del entorno y fortalecer su posición de excelencia en el medio universitario.

- Algunos equipos y tecnologías con las que cuenta el laboratorio de fluidos de la universidad son obsoletas además de no prestar un servicio eficiente, puntual y de alta calidad.
- Afortunadamente las políticas ambientales en lo que respecta al uso del agua se hacen cada vez más estrictas, dándole así cada vez mayor importancia al análisis de las aguas para cumplir con las normativas legales y contribuir al mejoramiento del planeta.

RECOMENDACIONES

- Se debe hacer un seguimiento periódico a las normas establecidas en el laboratorio para garantizar el seguimiento de procedimientos estandarizados.
- Los procedimientos llevados a cabo en el laboratorio deben ser revisados y comparados con los estipulados por las normas actualizadas, porque presentan varias discrepancias.
- Capacitar regularmente al personal técnico encargado del laboratorio en inspección, verificación y calibración de equipos e instrumentos.
- Puesto que es un proyecto que implica altos costos de montaje para la UIS se recomienda buscar convenios con la Gobernación de Santander y/o otras entidades para así subsidiar alguna parte de la inversión
- Para la parte de modernización se debe adecuar un nuevo espacio ó mayor al disponible actualmente en el laboratorio y estudios adicionales en HSEQ debido al manejo de nuevas sustancias químicas.
- Establecer convenios administrativos con entidades oficiales y/o privadas que permitan la actualización y modernización del laboratorio a la mayor brevedad posible. Por ejemplo: banco de proyectos de la universidad.

GLOSARIO

AGUAS EFLUENTES (AGUAS RESIDUALES): Resultan del uso del agua en las viviendas, el comercio o la industria como resultado de actividades urbanas, industriales o agrícolas. Contienen materia orgánica e inorgánica, organismos vivos, elementos tóxicos, entre otros, que las hacen inadecuadas para su uso, y es necesaria su evacuación, recolección y transporte para su tratamiento y disposición final. En el caso particular de los residuos líquidos provenientes de las viviendas, reciben la denominación de Aguas Servidas. En el caso particular de las industrias, reciben la denominación de Residuos Líquidos Industriales.

CALOR LATENTE: Cantidad de energía bajo la forma de calor lanzado o absorbido por una sustancia durante un cambio de fase (sólido, líquido, o gas)

ELASTÓMEROS: Es un compuesto químico formado por miles de moléculas denominadas monómeros, los que se unen formando enormes cadenas. Es gracias a estas grandes cadenas que los polímeros son elásticos ya que son flexibles y se encuentran entrelazadas de manera muy desordenada.

ENVOLVENTE: El límite entre la región monofásica y bifásica de un diagrama de presión en función de la temperatura para los fluidos de yacimientos.

FUROL: Acrónimo de “combustibles y aceites de carretera” (fuel and road oils)

GOR: Relación de la producción de gas del yacimiento a la producción de aceite, medidos a la presión atmosférica.

HIDROCRAQUEDO: Proceso sofisticado en el que las moléculas de la fracción de fluido base se reordenan en las deseadas moléculas de hidrocarburo saturado.

MERMA: Deterioro o pérdida de un producto producida por causas previstas o imprevistas en un proceso industrial o por causas inherentes a su naturaleza.

NAFTÉNICOS: Hidrocarburos que conforman la serie homóloga de los cicloalcanos con fórmula general C_nH_{2n} . Son también hidrocarburos saturados, pero contienen uno o más anillos en su estructura molecular

PIRÓLISIS: Descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales excepto metales y vidrios causada por el calentamiento en ausencia de oxígeno.

PUNTO CRÍTICO: A través de un diagrama de presión-temperatura se puede observar el comportamiento de la mezcla de hidrocarburos al cambiar su fase de líquido a gas, dicho diagrama resulta al unir una curva de puntos de burbujeo con la de puntos de rocío. Dichas curvas se unen en un punto denominado punto crítico donde las propiedades intensivas que son aquellas que no dependen de la masa, densidad, viscosidad, etc. del gas y líquido son iguales

PUNTO DE ROCÍO O TEMPERATURA DE ROCIO: Es la temperatura o el punto a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire, produciendo rocío, neblina o, en caso de que la temperatura sea lo suficientemente baja. Esto ocurre en un proceso de enfriamiento, mientras que la presión y la razón de humedad se mantienen constantes

SÓLIDOS DISUELTOS: Es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde al residuo seco con filtración previa. El origen de los sólidos disueltos pueden ser múltiple, orgánico e inorgánico, tanto en aguas subterráneas como superficiales.

SÓLIDOS TOTALES: Son la suma de los sólidos disueltos y de los sólidos de suspensión.

SOLUCIONES TAMPÓN: o soluciones buffer, son aquellas que ante la adición de un ácido o base son capaces de reaccionar oponiendo la parte de componente básica o ácida para mantener fijo el pH.

TEMPERATURA CRICONDENTÉRMICA: Máxima temperatura en la cual coexisten equilibradamente la fase líquida y la gaseosa.

TRANSMITANCIA: Relación existente entre la radiación transmitida a través de un cuerpo y la radiación total incidente sobre el mismo.

BIBLIOGRAFIA

MCCAIN, William. "The Properties of Petroleum Fluids". PennWell Books, Second Edition, Tulsa Oklahoma 1990.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for ASTM Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale). ASTM 2007, (D1500-07).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. API Gravity of Crude Petroleum and Petroleum Products (Hydrometer Method). ASTM 2006, (D287-92) (Reapproved 2006)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (The Calculation of Dynamic Viscosity). ASTM, 2009, (D 445-09).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Saybolt Viscosity. ASTM, 2007, (D 88-07).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter. ASTM, 2009, (D 240-09).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Water and Sediments in Fuel Oils by the Centrifuge Method (Laboratory Procedure). ASTM, 2009, (D 1796-04) (Reapproved 2009).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products. ASTM, 2009, (D 97-09).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Reid Method). ASTM, 2008 (D 323-08)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Methods for Chloride Ion In Water. ASTM, 2004,(D 512-04)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Cup Tester. ASTM, 2005 (D 56-05)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester, ASTM, 2005 (D 92-05a)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester, ASTM, 2008 (D 93-08)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products at Atmospheric Pressure, ASTM 2009 (D 86-09)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Water Separability of Petroleum Oils and Synthetic Fluids, ASTM, 2009 (D1401-09)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products (High-Temperature Method), ASTM, 2008 (D 1552-08)

STANDARDS METHODS OF EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, American Public Health Association, Joint Editorial Board, 2005.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Misión y Visión Laboratorio de Fluidos de la Escuela de Ingeniería de Petróleos, Bucaramanga. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp>

CRISTANCHO VELAZCO, Diana. Procedimientos Metodológicos para la Caracterización de Fluidos de Campos Maduros. Aplicación a los Fluidos del Campo Colorado, Bucaramanga, 2008. Universidad Industrial de Santander.

KEITH, L. H., Principle of Environment Sampling. ACS Professional Reference Book, American Chemical Soc. 1988

Manual de Campo Interinstitucional para la Recolección de Datos sobre la Calidad del Agua U.S. Geological Survey

SANTOS, Nicolás. Manual de Laboratorio de Rocas y Fluidos. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Universidad Industrial de Santander.

ZÁRATE ZÁRATE, Germán. Guía de Prácticas para el Laboratorio de Crudos y Aguas. Departamento de Ingeniería de Petróleos. Universidad de América. 2003

ZULUAGA, L. y MORA, R. Sistema de Clasificación y Almacenamiento de Reactivos Químicos en Laboratorios Universitarios. Revista UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO. Vol. 2, No. 6 (jul.-dic. 2000); 108-114.

ANEXOS

ANEXO A.

Normatividad para el vertimiento de agua de producción de pozos

En el artículo 72 del decreto 1594 de 1984 del Ministerio del medio ambiente se nombran las normas que deben cumplir para todo vertimiento de agua residual.

Los criterios de calidad señalados en dicho artículo constituyen disposiciones básicas iniciales, sin embargo el Ministerio de Salud con fundamento al artículo 7 de la Ley 9 de 1979 puede modificar, restringir, incluir o ampliar las normas de vertimiento y criterios de calidad siguiendo los procedimientos señalados en este decreto (Parámetros generales TABLA 45)

TABLA 28. Normatividad ambiental

REFERENCIA	NIVEL DE APROBACION
Ph	5 a 9
Temperatura	<40°C
Grasas y aceites	Remoción >80% en carga
Sólidos suspendidos	Remoción >80% en carga
Demanda bioquímica	Remoción >80% en carga

FUENTE: Decreto 1594 de 1984

Las concentraciones para el control de la carga de las sustancias de interés (TABLA 46) so

TABLA 29. Concentraciones mínimas de sustancias en el agua

SUSTANCIA	EXPRESADA COMO	CONCENTRACION (mg/L)
Arsénico	As	0.5
Bario	Ba	5.0
Cadmio	Cd	0.1
Cobre	Cu	3.0
Cromo	Cr	0.5
Compuestos Fenólicos	Fenol	0.2
Mercurio	Hg	0.02
Níquel	Ni	2.0
Plata	Ag	0.5
Plomo	Pb	0.5
Selenio	Se	0.5
Cianuro	CN-	1.0
Difenil policlorados	Concentración Agente activo	No detectable
Mercurio orgánico	Hg	No detectable
Tricloroetileno	Tricloroetileno	1.0
Cloroformo	Extracto Carbón Cloroformo (ECC)	1.0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de Carbono	1.0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	1.0
Sulfuro de Carbono	Sulfuro de carbono	1.0
Otros compuestos organoclorados, cada variedad	Concentración Agente activo	0.05
Compuestos organofosforados cada variedad	Concentración Agente activo	0.1
Carbamatos		0.1

FUENTE: Decreto 1594 de 1984

ANEXO B.

Normas Técnicas

Una norma es un documento que ha sido desarrollado y establecido dentro de los principios de consenso de una organización, y que cumple los requisitos de los procedimientos y regulaciones de la respectiva organización. Las normas elaboradas por consenso se elaboran con la participación de todas las partes que tienen intereses en el desarrollo o uso de las normas.

Para el desarrollo de pruebas de laboratorio existen normas estandarizadas como las ASTM (American Society for Testing and Materials) o las API (American Petroleum Institute) para describir propiedades de crudos o de sus derivados y los Standard Methods para el agua, con el fin de integrar a nivel mundial un criterio generalizado; éstas normas servirán de referencia para el estudio de las pruebas que se implementarán en el laboratorio y en el acondicionamiento adecuado de estas, pues estas son las más reconocidas internacionalmente para el análisis de combustibles, lubricantes y aguas.

ASTM

Durante más de un siglo, las industrias alrededor del mundo se han dirigido a ASTM International para el desarrollo de normas voluntarias por consenso. Conocidas por su alta calidad técnica y su pertinencia en el mercado, estas normas son una parte importante de la infraestructura de información que orienta el diseño, la fabricación y el comercio en la economía global

Una norma ASTM cuenta con los siguientes ítems:

- Aparatos: define los instrumentos, aparatos o equipos con sus dimensiones, materiales de construcción y las especificaciones técnicas de cada uno. igualmente, permite evaluar el montaje final para la realización del ensayo.
- Reactivos y materiales: especifica el reactivo y recomienda el grado de reactivo que debe utilizarse en el ensayo, ya sea para la limpieza del equipo o para su empleo directo en la prueba, así como cualquier patrón o material de referencia.
- Preparación de los aparatos: se definen los cuidados y el tratamiento que debe darse a los equipos para unos adecuados montaje y funcionamiento durante la realización del ensayo. también describe la forma en que debe hacerse la limpieza y adecuación antes o después del ensayo.
- Calibración y estandarización: se define el procedimiento para la calibración del equipo al igual que establece el lapso de tiempo en que debe repetirse para asegurarse exactitud en los resultados de la prueba. de igual modo, describe el procedimiento para la estandarización del ensayo.
- Procedimiento: presenta, punto a punto, las actividades consecutivas que deben seguirse para la ejecución del ensayo y la manera de cómo registrar los valores de las variables medidas durante este.
- Cálculos: presenta las ecuaciones necesarias y el método detallado de realizar los cálculos y manejo que debe dárseles a los parámetros o variables medidos para su reporte.
- Reporte de resultados: contiene un modelo de presentación de los resultados finales y la forma en que deben entregársele al cliente.
- Precisión y sesgo: especifica los valores de repetitividad y reproducibilidad que debe cumplir el laboratorio mediante la realización de un determinado número de ensayos.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER.

Los procedimientos descritos en estos estándares están destinados al examen de aguas de calidades comprendidas dentro de amplios márgenes, entre los que se incluyen aguas adecuadas para suministros domésticos e industriales, aguas de superficie, aguas subterráneas, aguas de refrigeración o circulación, aguas de calderas, aguas de alimentación de calderas, aguas residuales urbanas o industriales tratadas o no químicamente, y aguas saladas.

Standard Methods es una publicación conjunta de la American Public Health Association (APHA), la American Water Works Association (AWWA), y la Water Environment Federation (WEF).

Estas técnicas han sido desarrolladas por un número de investigadores de calidad del agua que han sido miembros del Comité de Métodos Estándar (SMC). Este comité, compuesto por más de 500 personas, se encarga de la revisión y aprobación de los métodos que deben incluirse en Standard Methods.

La mayoría de los métodos tratados han sido refrendados por organismos de control. De hecho, las modificaciones de procedimientos realizados sin aprobación formal pueden resultar inaceptables para un organismo de este tipo.

Un método estándar incluye los siguientes ítems:

- **Discusión general:** donde se definen los conceptos y principios relacionados con la prueba y las interferencias que pueden afectar los resultados
- **Instrumental:** define los instrumentos, aparatos o equipos utilizados en la prueba
- **Reactivos:** especifica el reactivo y recomienda el grado de reactivo que debe utilizarse en el ensayo.
- **Procedimiento:** presenta, punto a punto, las actividades consecutivas que deben seguirse para la ejecución del ensayo y la manera de cómo registrar los valores de las variables medidas durante este.
- **Cálculos:** presenta las ecuaciones necesarias y el método detallado de realizar los cálculos y manejo que debe dárseles a los parámetros o variables medidos para su reporte.
- **Precisión y sesgo:** especifica la desviación relativa estándar y un error relativo del método de prueba.

ANEXO C.

Cotizaciones de Equipos, instrumentos e insumos



REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA COLOMBIA DE:

COLE PARMER - OAKTON - MASTERFFLEX - T.A. INSTRUMENTS - HUNTERLAB - THERMO FISHER - ATLAS MATERIAL TESTING
- SCHMIDT + HAENSCH - HORIBA - SDL ATLAS TEXTILE TESTING SOLUTIONS - DIONEX - TEXTECHNO - LENZING
INSTRUMENTS - DAVIS INSTRUMENTS - LA.B. EQUIPMENT, Inc.

4	1	Cilindro de presión OneOpening	CP 59877-21	\$ 2.494.100,00	\$ 2.494.100,00
5	1	Cilindro de presión TwoOpening	CP 59877-22	\$ 5.323.650,00	\$ 5.323.650,00
6	1	Purgador valvula cilindro de presión twoopening	CP 59877-23	\$ 621.600,00	\$ 621.600,00
7	1	Manometro de presión Ashcroft® 0-100 psi Rango 0-100 psi Precisión ±0.1% full scale Liquido de funcionamiento SAE 20 weight oil Marca Heise Modelo 1327CM	CP 68840-52	\$ 14.667.550,00	\$ 14.667.550,00
8	1	Baño presión de vapor 4-unit, 220-240V 50/60Hz Método ASIM/ conforme a la descripción ASIM D323, D1267 Descripción de capacidad: 1 hasta 4 aparatos de presión de vapor Requerimiento eléctrico 220-240V, 50/60Hz Dimensiones 15"L x 15" Wx 36" H	CP 59877-20	\$ 17.795.200,00	\$ 17.795.200,00
9	1	Pipeta graduada clase A .serializadas / certificadas comparable a NIST Especificaciones: - Capacidad: 2.0 mL - Exactitud: ±0.01 - Cantidad por paquete: 6	CP 01707-02	\$ 523.350,00	\$ 523.350,00
10	1	Paquete de pipetas graduadas clase A, 5mL Especificaciones o Cantidad por paquete: 6 o Capacidad: 1 mL o Exactitud: ±0.01	CP 01707-05	\$ 524.100,00	\$ 524.100,00
11	1	Crisoles en Platino. (Pt 95 % y Au 5 %) 20ml Especificaciones: - Material: Platino - Dimensiones: Top ID 33 (mm) x Hgt 35 (mm)	CP 17830-35	\$ 9.844.500,00	\$ 9.844.500,00
12	1	Platino Cruc Cover, 20ml, 1/ea	CP 17831-35	\$ 3.070.700,00	\$ 3.070.700,00
13	1	Tamiz No. 60 en Acero Inoxidable En acero inoxidable, diametro de 8" y altura total Tamiz malla 60 (0,25mm) No. 60 (US standard) Altura completa (2") de profundidad Cuerpo e Hilc en Acero inoxidable	CP 59984-13	\$ 216.114,00	\$ 216.114,00

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA COLOMBIA DE:

 COLE PARMER - OAKTON - MASTERFLEX - T.A. INSTRUMENTS - HUNTERLAB - THERMO FISHER - ATLAS MATERIAL TESTING
 - SCHMIDT + HAENSCH - HORIBA - SDL ATLAS TEXTILE TESTING SOLUTIONS - DIONEX - TEXTECHNO - LENZING
 INSTRUMENTS - DAVIS INSTRUMENTS - L.A.B. EQUIPMENT, Inc.

14	1	Kit medidor de pH y conductividad Oakton 300 Deluxe waterproof Sensores separados de pH y de conductividad/TDS que permite mayor flexibilidad. Presenta reconocimiento automático de buffer, auto-apagado, HOLD y membrana resistente a salpicaduras. Pantalla dual que muestra el pH y la conductividad o TDS y temperatura. Memoria que guarda los puntos de calibración previos. Incluye: soluciones de calibración de pH y conductividad, solución rinse, botella de muestra y maletín. Especificaciones: Rango de temperatura: 0 a 100 °C Rango de pH: 0.00 a 14.00 Rango de conductividad: 0 a 19.99 mS Resolución de temperatura: 0.1° C Resolución de pH: 0.01 Resolución de conductividad: 0.01, 0.1, 1.0 uS: 0.01 mS Exactitud de temperatura: ±0.5° C Exactitud de pH: ±0.01 Exactitud de conductividad: ±1% escala completa ó ±1 dígito Compensación de temperatura: Automática Energía: cuatro baterías AAA (incluida) Dimensiones: 3-1/2"W x 7-3/8"H x 1-3/4"D	OAK 35631-60	\$ 2.002.400,00	\$ 2.002.400,00
15	1	Agitador Magnético de 5L Cole Parmer, 115 VAC; 60 Hz. Plato en PVDF para alta resistencia química. Control de velocidad continuo. Un agujero de 13mm de diámetro en la parte trasera permite montar un brazo (no incluido) para utilizar una sonda de temperatura o cualquier otro accesorio. Especificaciones: - Dimensiones del plato: 10,1 cm de diámetro (4"). - Material del plato: PVDF - Rango de velocidad: 100 a 2200 RPM. - Máxima capacidad de agitación: 5 L - Dimensiones: 14 cm ancho X 8,2 cm alto X 12,7 cm profundidad - Alimentación eléctrica: 115 VAC; 60 Hz; 0,6 Amp; 7 Watts. Conexión tipo europea - Condiciones de trabajo: 0 a 50C Incluye: Cable de 6-1/2 pies con el enchufe correspondiente	CP 84000-00	\$ 998.100,00	\$ 998.100,00
16	1	Embudos de separación ACE GLASS 1000 mL Material: Vidrio Capacidad 1000 mL tamaño de bujía llave 4 cantidad: 1/cs Número Stopper 24/40	CP 34731-08	\$ 800.850,00	\$ 800.850,00
17	1	Platos evaporación porcelana Capacidad mL :50 mL Top OD 80 mm Dimensiones 20 mm H Material: Porcelana	CP 17814-02	\$ 216.900,00	\$ 216.900,00

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA COLOMBIA DE:

COLE PARMER - OAKTON - MASTERFFLEX - T.A. INSTRUMENTS - HUNTERLAB - THERMO FISHER - ATLAS MATERIAL TESTING
 - SCHMIDT + HAENSCH - HORIBA - SDL ATLAS TEXTILE TESTING SOLUTIONS - DIONEX - TEXTECHNO - LENZING
 INSTRUMENTS - DAVIS INSTRUMENTS - LA.B. EQUIPMENT, Inc.

		Cantidad: 6 por paquete					
18	1	Muffla compacta Thermo Scientific Thermolyne. Especificaciones: Rango: 100° C a 1100 ° C Exactitud del control: ± 2.0° C Alcanza 1.100° C en 50 minutos. Dimensiones: Cámara: Ancho 4 "x altura 3-3/4 " x profund. 5 " Totales: Ancho 9 " x altura 14 " x profund. 13 " Requerimiento eléctrico: 120 VAC, 50/60 Hz Capacidad: 75 pulg cúb. Precisión del control de la temperatura: ±2.0°C Uniformidad de la temperatura: ±7.8°C Estabilidad de la temperatura: ±2.0°C at 1000°C Tamaño de la cámara: 4" W x 3.8" H x 5" D Tamaño exterior: 9" W x 14" H x 13" D Vatios: 1060 Corriente: 120 VAC; 50/60 Hz Rango de temperatura: 100 a 1100°C	CP 33900-00	\$	3.674.800,00	\$	3.674.800,00
19	1	Desecador Compacto Dimensiones (L x W x H) 16" x 4.5" x 6"	CP 08902-04	\$	615.550,00	\$	615.550,00
20	1	Soporte de filtro con embudo Nalgene ® Polisulfona Filter Holder,	CP 06730-55	\$	390.800,00	\$	390.800,00
21	1	Filtros de fibra de vidrio - caja de 100 Tamaño de poro 1,6 micras De diámetro 47 mm Aplicaciones de propósito general ampliamente utilizado en el análisis de la contaminación De espesor 0,22 mm El flujo de agua 23 segundos 100/caja Cantidad	CP 06646-02	\$	90.350,00	\$	90.350,00
22	1	Ensamble de Filtración Labglass™, 47mm diámetro, capacidad 300 mL. Diseñado para filtraciones microbiológicas, HPLC y partículas.	CP 34509-00	\$	523.250,00	\$	523.250,00
23	1	Beaker de poliestireno graduado de 150 ml	CP 06005-70	\$	149.450,00	\$	149.450,00
24	1	Beaker de poliestireno, 10 mL, (paquete de 1000 unidades) Capacidad: 10 ml. Graduaciones: ml Material: poliestireno	CP 06005-55	\$	272.200,00	\$	272.200,00

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA COLOMBIA DE:

COLE PARMER - OAKTON - MASTERFFLEX - T.A. INSTRUMENTS - HUNTERLAB - THERMO FISHER - ATLAS MATERIAL TESTING
- SCHMIDT + HAENSCH - HORIBA - SDL ATLAS TEXTILE TESTING SOLUTIONS - DIONEX - TEXTECHNO - LENZING
INSTRUMENTS - DAVIS INSTRUMENTS - L.A.B. EQUIPMENT, Inc.

SUBTOTAL	\$ 71.474.714,00
I.V.A. Actualmente el 16 %	\$ 11.435.954,00
TOTAL	\$ 82.910.668,24

Solo se aceptarán ordenes de compra por encima de US\$ 100.00 o \$200.000 pesos.

CONDICIONES PARA ENTREGA EN PLAZA

IVA:	16% en el momento de facturar o el vigente.
Plazo de Entrega:	60 días
Validez de la Oferta:	30 días fecha de cotización.
Condición de Pago:	100% 30 días fecha factura
Garantía:	Un año para partes y piezas por defectos de fabricación. No cubre consumibles. NOTA: La garantía es de 12 meses a partir de la entrega a satisfacción.
Lugar de entrega:	Bucaramanga, Santander

LA GARANTIA SOLO SERÁ EFECTIVA PARA LOS EQUIPOS QUE EN COLOMBIA SEAN ADQUIRIDOS A TRAVÉS DE LANZETTA RENGIFO Y CIA LTDA.



Casa Científica

FUNDADA EN 1981
REACTIVOS QUIMICOS
EQUIPO Y MATERIAL DE VIDRIO PARA LABORATORIO

Carrera 27A No. 49A - 41
PBX 312 63 10 - 570 7717
Fax. 312 63 04 - A.A. 52680 - Bogotá, D.C.
E-mail: casacam@casacientifica.com
http:www.casacientifica.com



SEÑORES
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ATN. SRA. LILIANA PARADA
TEL. (7) 6344000
BUCARAMANGA

BOGOTÁ D. C.
FEBRERO 10 DE 2010.
COTIZACION No. CC10.0056.
E-mail : liliana.parada@correo.uis.edu.co

ITEM	CANT	DESCRIPCION	V / UNIT	V/TOTAL
1	1	MONTAJE PARA DETERMINACION DE SULFUROS PRUEBA ASTM D 1552	\$ 71.186.000	\$ 71.186.000

Marca: Petroitest
Ref: 13-1161



Compuesto por horno de tubos electrico (tipo resistencia) con 4 varas de calentamiento, tubos ceramicos, termocupla, sistema de control automatico digital, con pantalla que muestra los valores actuales

Sistema de regulacion y lavado de gases, compuesto por: valvula de control ref 13-0061, 3 botellas para lavado de gases ref 16-0658, un rota-medidor de flujo calibrado ref 16-0775
Accesorios adicionales en la ficha tecnica adjunta.

2	1	MONTAJE PARA DETERMINACION CALOR DE COMBUSTION POR CALORIMETRO	\$ 187.893.000	\$ 187.893.000
---	---	---	----------------	----------------

Marca: Petroitest
Ref: 13-1880



Este método de ensayo cubre la determinación del calor de combustión de combustibles de hidrocarburos líquidos cuya volatilidad va de la de destilados ligeros a la de los combustibles residuales.

Compuesto por celda de medición con unidad de control y evaluación, recipiente de descomposición adicional, y accesorios para calibración y puesta en marcha.
Accesorios adicionales en la ficha tecnica adjunta, se recomienda el cooler digital ref 13-1883

SEÑORES
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ATN. SRA. LILIANA PARADA
TEL. (7) 6344000
BUCARAMANGA

BOGOTÁ D. C.
FEBRERO 10 DE 2010.
COTIZACION No. CC10.0056.
E-mail : liliana.parada@correo.uis.edu.co

ITEM	CANT	DESCRIPCION	V / UNIT	V/TOTAL
3	1	<p>ANALIZADOR DE PRESION DE VAPOR PETROVAP II Marca: Petrotest Ref: 13-2620</p>  <p>La presión de vapor es una medida de la volatilidad y se define como la presión a la cual un líquido y sus vapores se encuentran en equilibrio a una temperatura determinada. Los métodos usados por el equipo abarcan el uso de instrumentos automatizados para determinar la presión de vapor total ejercida en el vacío por aire que contiene derivados del petróleo (como gasolina, disolventes, aceites ligeros de crudo y otros productos similares), mediante el uso de muestras de 1 a 10 ml</p> <p>EL uso de una cámara de volumen fijo y una sola temperatura de operación ofrece grandes ventajas en cuanto a mantenimiento. Una pantalla digital guía al operario a lo largo de la prueba y muestra los resultados y el estatus final del test. El otro método de operación suministrado, permite que la muestra se encuentre saturada de aire a temperatura ambiente</p> <p>Accesorios adicionales en la ficha técnica adjunta, se recomienda la bomba y managa de vacío</p>	\$ 36.055.000	\$ 36.055.000
4	1	<p>JERINGA DE 5 ML CON AGUJA PARA PETROVAP II Marca: Petrotest Ref: 13-2611</p>	\$ 987.000	\$ 987.000
5	1	<p>PAQUETE DE SEPTUM POR 250 UNIDADES Marca: Petrotest Ref: 13-2617</p>	\$ 1.968.000	\$ 1.968.000



Casa Científica

FUNDADA EN 1981
REACTIVOS QUIMICOS
EQUIPO Y MATERIAL DE VIDRIO PARA LABORATORIO

Carrera 27A No. 49A - 41
PBX 312 63 10 - 570 7717
Fax. 312 63 04 - A.A. 52680 - Bogotá, D.C.
E-mail: casacam@casacientifica.com
http:www.casacientifica.com



SEÑORES
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ATN. SRA. LILIANA PARADA
TEL. (7) 6344000
BUCARAMANGA

BOGOTÁ D. C.
FEBRERO 10 DE 2010.
COTIZACION No. CC10.0056.
E-mail : liliana.parada@correo.uis.edu.co

ITEM	CANT	DESCRIPCION	V / UNIT	V/TOTAL
------	------	-------------	----------	---------

6	1	MONTAJE PARA DETERMINACION DE PRESION DE VAPOR POR METODO REID		
---	---	---	--	--

Marca: Petrotest



Los metodos empleados en este montaje contienen los procedimientos para la determinación de la presión de vapor de la gasolina, el petróleo crudo volátil, y otros productos derivados volátiles del petróleo.

Se utiliza para determinar la presión de vapor a 37,8°C (100°F) de productos derivados del petróleo y de aceites con punto inicial de ebullición por encima de 0°C (32°F).

El montaje esta compuesto por:

- * Sistema Modular
- * Baños con 3 o 6 Puestos
- * Manómetros Digitales o Analógicos
- * Salidas de líquidos con 1 ó 2 aberturas

RECIPIENTE REID PARA PRESION DE VAPOR

Marca: Petrotest
Ref: 13-0201

Camara liquida Hechoa de acero inoxidable, camara de aire con acople para manómetro de 1/2"
Para presiones menores a 1.8 bar

			\$ 2.457.000	\$ 2.457.000
--	--	--	--------------	--------------

BAÑO TEMORSTATADO DE 3 PUESTOS DE FORMA REDONDA

Marca: Petrotest
Ref: 13-0215
Hecho en acero inoxidable con termómetro y termostato digital ASTM 18C



			\$ 23.078.000	\$ 23.078.000
--	--	--	---------------	---------------

ACOPLE DE BAÑO PARA DRENAJE

Marca: Petrotest
Ref: 16-0720

			\$ 239.000	\$ 239.000
--	--	--	------------	------------



Casa Científica

FUNDADA EN 1981
REACTIVOS QUIMICOS
EQUIPO Y MATERIAL DE VIDRIO PARA LABORATORIO

Carrera 27A No. 49A - 41
PBX 312 63 10 - 570 7717
Fax. 312 63 04 - A.A. 52680 - Bogotá, D.C.
E-mail: casacam@casacientifica.com
http:www.casacientifica.com



SEÑORES
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ATN. SRA. LILIANA PARADA
TEL. (7) 6344000
BUCARAMANGA

BOGOTÁ D. C.
FEBRERO 10 DE 2010.
COTIZACION No. CC10.0056.
E-mail : liliana.parada@correo.uis.edu.co

ITEM	CANT	DESCRIPCION	V / UNIT	V/TOTAL	
		<p>MANOMETRO DIGITAL Marca: Petrotest Ref: 13-2250</p> <p>Manómetro con pantalla LCD de 4 ½ dígitos, los materiales hechos de acero inoxidable, Juntas FPM, conexión de presión en la parte inferior (¼ "rosca macho, la apertura de Ø 6 mm). Para la determinación automática de la presión.</p>		\$ 5.821.000	\$ 5.821.000
7	1	<p>COMPARADOR DE ACEITES DE PETROLEO Marca: Petrotest Ref: 16-0210</p> <p>Compuesto por un gabinete de plástico de material retardante de fuego, con tres campos de comparación, dos controles y torretas para filtro de color, estante extraíble para los contenedores de la muestra (para facilitar la limpieza), iluminación halógena incorporada, corregida para la luz CIE tipo C.</p> <p>La comparación de colores se hace de forma más conveniente y precisa, al separar el color del aceite a través de los filtros ubicados en ambos lados del campo visual y a través de los dos controles frontales. Se suministra con: 1 disco de colores con 8 colores (0,5 a 7,5) 1 disco de colores con 8 colores (1,0 a 8,0) 3 contenedores de muestras para las pruebas de referencia Fuente de alimentación: 110-240 V, 50/60 Hz</p> <p>Se sugiere adquirir el paquete de filtros de referencia con colores de acuerdo a la ASTM de 1.0, - 3,5 y 5,0 (±1)</p>		14.333.000	\$ 14.333.000



Casa Científica

FUNDADA EN 1981
REACTIVOS QUIMICOS
EQUIPO Y MATERIAL DE VIDRIO PARA LABORATORIO

Carrera 27A No. 49A - 41
PBX 312 63 10 - 570 7717
Fax. 312 63 04 - A.A. 52680 - Bogotá, D.C.
E-mail: casacam@casacientifica.com
<http://www.casacientifica.com>



SEÑORES
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ATN. SRA. LILIANA PARADA
TEL. (7) 6344000
BUCARAMANGA

BOGOTÁ D. C.
FEBRERO 10 DE 2010
COTIZACION No. CC10.0056
E-mail : liliana.parada@correo.uis.edu.co

ITEM	CANT	DESCRIPCION	V / UNIT	V/TOTAL
------	------	-------------	----------	---------

MAS IVA 16%

TIEMPO DE ENTREGA:

60 A 90 DIAS DESPUES DE RECIBIR ORDEN DE COMPRA.

FORMA DE PAGO:

30 DIAS

VALIDEZ:

30 DIAS FECHA COTIZACION

GARANTIA:

UN AÑO POR DEFECTOS DE FABRICACION MAS NO POR MAL MANEJO.

ATENTAMENTE,

I. Q. Juan Camilo Diaz A.

Asesor Comercial

ventas@casacientifica.com

Tel. 3126310 Ext. 11



Blamis Dotaciones Laboratorio Ltda.



Comercialización y
Distribución de Equipos,
Reactivos y Suministros

FV03
VERSION 1.0.



Cotizacion # 23501

○ Fecha:	Febrero 2 de 2010	○ Validez:	30 Días fecha cotización
○ Empresa:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	○ Forma Pago:	30 Días
○ Atención:	Sra. Liliana marcela Parada	○ Asesor:	Sandra Murillo
○ División:	Laboratorio	○ Entrega:	Tres (3) Días Habiles
○ Telefax:	3005667374	○ Solicitud:	liliana.parada@correo.uis.edu.co

Div. Equipos de Laboratorio

Item	Producto	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	Iva Vigente
1	Equipo: Incubadora para DBO Marca: WTW Instruments Modelo: Armario termostatzado 2 sistema de medición OxiTop® TS 606/2-i Especificaciones técnicas: Para incubar las muestras a la temperatura constante deseada durante el período de reacción es necesario contar con un armario termostatzado. WTW ofrece armarios termostatzados de diferentes tamaños con una temperatura ajustable variable de 10 C –40 C para una alimentación eléctrica de 230 V/ 50 Hz. La precisión de la temperatura es 1 C respecto al valor ajustado. Puesto que las muestras deben agitarse para el Mantenimiento de esta temperatura constante, los armarios termostatzados disponen de tomas de corriente internas para alimentar los agitadores. Según el tamaño se ofrecen entre 2 y 4 estantes. De esta forma es posible montar hasta 48 muestras de DBO estándar o 4 plataformas de agitación IS 12 o IS 6-Var. Armario con puerta metálica, voltaje de 230 Vac (requiere de dos (2) transformadores de voltaje) Estantes.... 2 No. de muestras.: 2 x 12 DBO Puerta de vidrio: opcional Rango de control de temperatura: +10 C ... +40 C 1 K; intervalo de ajuste: 1C Temp. Amb. Operación: +10 C +32 C Contenido bruto :180 L Dimensiones Externas :850 x 602 x 600 Altura x A x L en mm) Internas: 734 x 513 x 433 Peso: 37 kg Cat: 208 380C	1	10.787.000	10.787.000	1.725.920
1,1	Transformador interno 220 V a 110 V Potencia 100 W. Frecuencia 50Hz			180.000	28.800



Blamis Dotaciones Laboratorio
Nit: 800. 154. 351 - 3

Sandra Murillo
Dir. Ventas BPO

Sub- Total:	10.967.000	
Iva 16%:		1.754.720
Total:	12.721.720	



Blamis Dotaciones Laboratorio Ltda.

FV03
VERSION 1.0.



Comercialización y
Distribución de Equipos,
Reactivos y Suministros
para Laboratorio



Cotizacion # 23501

○ <i>Fecha:</i>	Febrero 2 de 2010	○ <i>Validez:</i>	30 Días fecha cotización
○ <i>Empresa:</i>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	○ <i>Forma Pago:</i>	30 Días
○ <i>Atención:</i>	Sra. Liliana marcela Parada	○ <i>Asesor:</i>	Sandra Murillo
○ <i>División:</i>	Laboratorio	○ <i>Entrega:</i>	Tres (3) Días Habiles
○ <i>Telefax:</i>	3005667374	○ <i>Solicitud:</i>	liliana.parada@correo.uis.edu.c

Div. Equipos de Laboratorio

Item	Producto	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	Iva Vigente
1	Equipo: Oxitop DBO	1	13.212.500	13.212.500	2.114.000

- Aplicación: DBO de rutina.
- Rango de medición de DBO: 0 –4.000 mg/L.
- Memoria de valores de medición: 5 días.
- Volumen de muestra: Valores predeterminados de volumen.
- Alimentación: 115V; 50/60Hz
- Cabezal OxiTop®
- Principio de medición: manométrico mediante sensor de presión.
- Magnitud: BSBn.
- Rango de medición: 0 –40 dígitos (unidades de visualización)
- Precisión de pantalla: 1 dígito.
- Rango de presiones de empleo: 500–1100 hPa.
- Memoria de valores de medición: Para DBO 1 por día.
- Temperatura de operación: +5C a +50C.
- Dimensiones: Altura 69mm; Diámetro 70mm.
- Ref. 208214



Para autocomprobación con 6 unidades de medición. Incluye accesorios

Incluye

- Recipiente con conexión de cabezal medidor: Frasco marrón 510mL; sello de goma.
- Número: 6 o 12 botellas (depende del paquete)
- Cabezales medidores: OxiTop®
- Plataforma de agitación: IS 6 o IS 12 (depende el paquete)
- NaOH: Sí -Inhibidor de Nitrificación: Sí
- Matraces aforados de expansión: 164 o 432 mL (depende del paquete)
- Barras agitadoras: 6 o 12 (depende del paquete)
- Removedor de Barras magnéticas: Sí

Clase protección 3 to IEC 1010 Tipo protección IP 54 según DIN 40050 EMV EN 61326 clase B, FCC clase A Clase climática 2, VDI/VDE 3540 Temperatura almacenaje: -25 C ..+65 C



Garantías Ofrecidas:

Doce Meses por defectos de fabricación unicamente.

Blamis Dotaciones Laboratorio

Nit: 800. 154. 351 - 3

*Sandra Murillo
Dir. Ventas BPO*

Sub- Total:

13.212.500

Iva 16%:

2.114.000

Total:

15.326.500



QUIMIREL
QUIMICOS Y REACTIVOS LTDA.
www.quimirel.com.co

Nit. 860.065.280-5
No. RADICACION IVA: 03-8082-42
REGBIMEN COMUN

Código o Nit: 890201213-4
Señores: UNIV.INDUSTRIAL SANTANDER
Atención a: LILIANA PARADA
Dirección: Gualiguara
Teléfono: 346733
Ciudad: RIEDECUESTA

2193

Fecha: 25-ene-10

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	MARCA	ENTREGA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	PRECIO TOTAL SIN IVA	VALOR IVA	PRECIO TOTAL CON IVA
1	M2440-05	Acetona ACS p/analisis x 1 Litro Mallinckrodt	Mallinckrodt	Inmediata	1**	41.600	41.600	6.656	48.256
2	MV569-10	Alcohol Etílico Absoluto AR p/anal.x4 Lt Mallinckr	Mallinckrodt	Inmediata	1**	100.000	100.000	16.000	116.000
3	M3016-06	Alcohol Metílico AR-ACS p/anal x 1 Litro Mallinckr	Mallinckrodt	Inmediata	1**	30.000	30.000	4.800	34.800
4	MH613-06	Acido Clorhídrico 36.5-38% AR-ACS p/anal x Lt Mallin	Mallinckrodt	Inmediata	1**	34.400	34.400	5.504	39.904
5	472563	Potasio Yodato RPE-ACS-ISO x 50 Grs	Carlo Erba	Inmediata	1	89.400	89.400	14.304	103.704
6	M2676-45	Acido Sulfúrico 95-98% AR-ACS p/a 4 Lt env.plastic	Mallinckrodt	Inmediata	1**	140.000	140.000	22.400	162.400
7	491103	Vanadio Pentóxido RPE (Anhídrido Vanádico) 50 gramos	Carlo Erba	90 DIAS	1	476.000	476.000	76.160	552.160
8	412072	Hidrogeno peróxido 30% m/v RPE-ACS-ISO x Litro	Carlo Erba	Inmediata	1	114.000	114.000	18.240	132.240
9	482957	Sodio Sulfato RPE (10 Hidrato) x kilo	Carlo Erba	Inmediata	1	160.800	160.800	25.728	186.528
10	480741	Sodio Hidróxido N/1 Normex x ampolla	Carlo Erba	Inmediata	1	60.000	60.000	9.600	69.600
11	463608	Murexida RPE (Amonio Purpurado) x 5 Gr.C.I. 56085	Carlo Erba	Inmediata	1	141.000	141.000	22.560	163.560
12	464221	Negro de Eriocromo T. RPE x 10 Gr. C.I. 14645	Carlo Erba	Inmediata	1	108.000	108.000	17.280	125.280
13	406025	Acido Nítrico 65% RPE-ISO x 2.5 Litros	Carlo Erba	Inmediata	1	136.000	136.000	22.080	160.080
14	406022	Acido Nítrico 65% RPE-ISO x Litro	Carlo Erba	Inmediata	1	71.400	71.400	11.424	82.824

Vigencia de la Cotización: TREINTA DIAS

TOTAL	1.704.600	272.736	1.977.336
--------------	------------------	----------------	------------------

Forma de Pago: 30 Días

MONTO MINIMO PARA DESPACHO: 300.000 + IVA

NOTA: La entrega Inmediata corresponde a dos (2) días hábiles, salvo condiciones especiales de entrega

PRECIO Y ENTREGA HASTA AGOTAR EXISTENCIAS

QUIMICOS Y REACTIVOS LTDA.
"QUIMIREL"
Yelitza R.
NIT. 860.065.280-5

YELITZA RIVERA
Asesora Comercial



QUIMICOS F.G. LTDA NIT. 800.251.144-0
Bogotá, 26 de Enero de 2010

Señores:
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ATT. DRA LILIANA PARADA

BOGOTA	CODIGO: XXXX	COTIZACION No. :	14634-D	PÁGINA: 1 de 2					
REFERENCIA	DESCRIPCION DEL PRODUCTO				CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	IVA	ITEM
PO04000100	Potasio Yodato Polvo R.A. (ACS) ISO TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	100 GRS	SCHARLAU		1	200.000,00	200.000,00	16	1
S004251000	Sodio Hidroxido, en lentejas, grado reactivo ACS, ISO TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	1 K	SCHARLAU		1	50.000,00	50.000,00	16	2
HI01361000	Agua Oxigenada 30% grado ACS TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	1 L	SCHARLAU		1	150.000,00	150.000,00	16	3
PO02140500	Potasio Cromato, para análisis, ACS TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	500 GRS	SCHARLAU		1	190.000,00	190.000,00	16	4
PL00500050	Plata Nitrato Grado Reactivo ACS, ISO TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	50 GRS	SCHARLAU		1	600.000,00	600.000,00	16	5
S002271000	Sodio Cloruro para analisis ACS ISO TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	1 K	SCHARLAU		1	35.000,00	35.000,00	16	6
S004431000	Sodio Hidroxido 0.1 N Solucion Volumetrica TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	1 L	SCHARLAU		1	42.000,00	42.000,00	16	7
8024-061	Sodio Sulfato Anhidro AR TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	1 K	MALLINCKRODT		1	77.000,00	77.000,00	16	8
PO02581000	Potasio Fosfato Dibasico Anhidro, grado reactivo - ACS TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	1 K	SCHARLAU		1	150.000,00	150.000,00	16	9
PO02601000	Potasio Fosfato Monobasico Grado Reactivo ACS, ISO TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	1 K	SCHARLAU		1	90.000,00	90.000,00	16	10
3364-061	Amonio Cloruro Granular AR (ACS) TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	1 K	MALLINCKRODT		1	150.000,00	150.000,00	16	11
31125	Bario Cloruro TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	1 K	RIEDEL DE HAEN		1	170.000,00	170.000,00	16	12
8066-040	Magnesio Sulfato 7 Hidrato Cristal AR (ACS) TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	500 GRS	MALLINCKRODT		1	120.000,00	120.000,00	16	13
CA01920500	Calcio Cloruro Anhidro, granulado, purísimo TIEMPO DE ENTREGA: IMPORTACION 90 DIAS	500 GRS	SCHARLAU		1	150.000,00	150.000,00	16	14
HI03360500	Hierro III Cloruro 6-Hidrato, Extra Puro TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	500 GRS	SCHARLAU		1	180.000,00	180.000,00	16	15
8064-060	Sodio Sulfito Anhidro AR TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	2.5 K	MALLINCKRODT		1	210.000,00	210.000,00	16	16
5065-530	Acido L (+) Glutamico OR TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	500 GRS	MALLINCKRODT		1	425.000,00	425.000,00	16	17
AC09701000	EDTA disodio sal solucion 0.1 M TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	1 L	SCHARLAU		1	50.000,00	50.000,00	16	18
RO01550010	Rojo de metilo, C.I. 13020, indicador TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	10 G	SCHARLAU		1	140.000,00	140.000,00	16	19
AC16012500	Acido Nitrico, min 65%, grado Reactivo, ISO Ph Eur TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	2.5 L	SCHARLAU		1	195.000,00	195.000,00	16	20
NE00450025	Negro de Eriocromo T Cl 14645 TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO VENTA PREVIA	25 G	SCHARLAU		1	160.000,00	160.000,00	16	21

A LOS ANTERIORES PRODUCTOS SE LES DEBE AGREGAR EL IMPONENTAS
LOS PRODUCTOS CON (EX) DESPUES DEL VALOR TOTAL ESTAN EXENTOS DE IVA

SUBTOTAL 3.534.000,00
IVA 565.440,00
TOTAL 4.099.440,00