UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL COMBUSTIBLE IFO 380 APLICANDO MÉTODOS DE ENSAYO QUE CUMPLAN CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PETROPERÚ”

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO

ELABORADO POR:

RONAL ESPINOZA BUSTINZA

ID 009-003-4516-4367

ASESOR

Dr. Lic.JORGE LUIS BREÑA ORÉ

ID 000-0001-6450-7052

LIMA – PERÚ

2024

Citar/How to cite	Espinoza Bustinza [1]
Referencia/Reference Estilo/ Stile: IEEE	[1] R. Espinoza Bustinza, *"Determinación de las propiedades fisicoquímicas del combustible IFO 380 aplicando métodos de ensayo que cumplan con las especificaciones técnicas de Petroperú"* [Tesis de pregrado]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024.

Citar/How to cite	(Espinoza 2024)
Referencia/Reference Estilo/ Stile: APA (7ma ed.)	Espinoza, R. (2024). *Determinación de las propiedades fisicoquímicas del combustible IFO 380 aplicando métodos de ensayo que cumplan con las especificaciones técnicas de Petroperú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de ingeniería]. Repositorio Institucional Cybertesis UNI.

Dedicatoria

A mis 35 años aprendí que los logros obtenidos siempre fueron por el esfuerzo, dedicación y la pasión que le dedico a mi profesión y el gran apoyo emocional y motor de mis decisiones que año a año mis sobrinas me inyectaron Añaña, Baby bog, Pitimause, Chocole y Ashlin.

Resumen

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como finalidad dar a conocer mi experiencia en el rubro de análisis de ensayo de laboratorio y aseguramientos de los resultados. Dejando como precedentes procedimientos, metodologías que ayuden a personas, entidades privadas y estatales a determinar las propiedades fisicoquímicas para las muestras de hidrocarburos IFO 380 VLSFO, aplicando métodos de ensayo ASTM e IP. Apoyándonos en las especificaciones técnicas de Petroperú y la normativa internacional ISO 8217 para combustibles marinos. Para ello se establece procedimientos de ensayo y procesos que nos ayuden a determinar estas propiedades, con resultados altamente confiables aplicando la Norma técnica peruana ISO/IEC 17025 – 2017. Las secuencias de los procesos de ensayo se establece según el grado de alteración de la muestra que repercuta en el resultado final, grado de contaminación, grado de complejidad del ensayo y al finalizar dichos procedimientos de ensayo se establece la recopilación de los resultados evaluando cada uno de ellos, mediante la veracidad, repetibilidad, control de los equipos de mantenimiento y calibración, buenas prácticas de laboratorio y las correcta ejecución del método de ensayo ASTM e IP para una propiedad especifica.

abstract

The purpose of this professional sufficiency work is to present my experience in the field of laboratory test analysis and assurance of results. Leaving as precedents procedures, methodologies that help people, private and state entities to determine the physicochemical properties for IFO 380 VLSFO hydrocarbon samples, applying ASTM and IP test methods. Based on Petroperu's technical specifications and the international standard ISO 8217 for marine fuels. For this purpose, procedures and processes are established to help us determine these properties, with highly reliable results applying the Peruvian technical standard ISO/IEC 17025 - 2017. The sequences of the test processes are established according to the degree of alteration of the sample that affects the final result, degree of contamination, degree of complexity of the test and at the end of these test procedures, the compilation of the results is established, evaluating each one of them, through the veracity, repeatability, control of maintenance and calibration equipment, good laboratory practices and the correct execution of the ASTM and IP test method for a specific property.

ÍNDICE

1 CAPITULO I: DATOS GENERALES DE LA EMPRESA 1

1.1 NOMBRE DE LA EMPRESA 1

1.2 SECTOR INDUSTRIAL AL QUE PERTENECE 1

1.3 LÍNEAS DE SERVICIOS 1

1.3.1 Aseguramiento de calidad *1*

1.3.2 Pruebas de ensayos *2*

1.3.3 Inspección *3*

1.3.4 Certificación *3*

1.4 CULTURA ORGANIZACIONAL 4

1.4.1 Visión…. *4*

1.4.2 Misión…. *4*

1.4.3 Valores…. *4*

1.4.4 Políticas… *5*

1.4.5 Principios para el logro de la Calidad *5*

1.5 ORGANIGRAMA FUNCIONAL DE LA EMPRESA: 7

1.5.1 Área de Microbiología y ensayos fisicoquímicos: *7*

1.5.2 Área de Sustainability: *7*

1.5.3 Área de Hidrocarburos (Caleb Brett) *: *7*

1.6 NORMATIVA EMPRESARIAL. 9

1.6.1 Base normativa *9*

1.7 SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL 10

1.7.1 Responsabilidades de la empresa *11*

1.7.2 Obligaciones de los trabajadores *13*

1.8 GESTIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 14

2 CAPITULO II: CARGO Y FUNCIONES DESARROLLADO COMO BACHILLER..... 16

2.1 CARGO DENTRO DE LA ORGANIZACIÓN..... 16

2.2 RESPONSABILIDAD DEL CARGO ANALISTA DE LABORATORIO 18

2.3 PERSONAL A SU CARGO Y SUS RESPONSABILIDADES..... 20

2.4 FUNCIÓN EJECUTIVA Y/O ADMINISTRATIVA DETALLAR LAS LABORES Y TAREAS DESARROLLADAS EN LA EMPRESA 22

3 APITULO III: ACTIVIDADES DESARROLLADAS 23

3.1 CONOCIMIENTOS TÉCNICOS DE LA ESPECIALIDAD..... 23

3.1.1 Laboratorio química I y laboratorio de química II 23

3.1.2 Laboratorio de análisis cualitativo y cuantitativo..... 23

3.1.3 Fisicoquímica I y II..... 24

3.1.4 Química orgánica I y II 24

3.1.5 Planeamiento y control de la producción 24

3.1.6 Sistema de gestión de la calidad en laboratorio ISO/IEC 17025 – 2017..... 25

3.1.7 Métodos autorizados American Society for Testing and Materials o por sus siglas en ingles ASTM, en la empresa Intertek Testing Services Perú S.A. .. 27

3.2 INFORMES O REPORTES PRESENTADOS COMO RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS 27

4 CAPITULO IV: CRONOGRAMA DE REALIZACION DE LAS ACTIVIDADES ... 30

5 CAPITULO V: FORMACIONES TECNICAS PROFESIONALES..... 32

5.1 PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA EN CADA ACTIVIDAD..... 32

5.2 ANTECEDENTES REFERENCIALES Y OBJETIVOS DE CADA ACTIVIDAD..... 34

5.2.1 Antecedente nacional..... 34

5.2.2 Antecedentes internacionales..... 35

5.3 MARCO TEÓRICO DE LOS CONOCIMIENTOS TÉCNICOS REQUERIDOS 37

5.3.1 Características y composición del fueloil de bajo azufre VLSFO por sus siglas en ingles 37

5.3.2 Ensayo para determinar las características volátiles de los combustibles Fueloil de bajo azufre VLSFO…..... 41

5.3.3 Ensayo para determinar las características de fluidez de los combustibles Fuel oíl de bajo azufre VLSFO 45

5.3.4 Ensayo para determinar las características de composición de los combustibles Fueloil de bajo azufre VLSFO 49

5.3.5 Ensayo para determinar características de combustión de los combustibles Fueloil de bajo azufre VLSFO 54

5.3.6 Ensayo para determinar componentes contaminantes de combustión de los combustibles Fueloil de bajo azufre VLSFO 55

5.4 OBJETIVOS DE USO DE LAS TÉCNICAS PROPUESTAS 63

5.5 CÁLCULO Y DETERMINACIONES UTILIZADAS EN LAS APLICACIONES 63

5.5.1 Cálculo para la determinación de la densidad ASTM D4052 64

5.5.2 Cálculo para la determinación del punto de inflamación ASTM D93 66

5.5.3 Cálculo para la determinación la viscosidad cinemática ASTM D445 68

5.5.4 Cálculo para determinar el punto de escurrimiento ASTM D97 69

5.5.5 Cálculo para determinar el contenido de azufre ASTM D4294 70

5.5.6 Cálculo para determinar el residuo de carbón ASTM D189 72

5.5.7 Cálculo para la determinación del número de acidez ASTM D664 74

5.5.8 Cálculo para la determinación del índice de aromaticidad de carbono, cálculo CCA…. 75

5.5.9 Cálculo para la determinación del contenido de agua ASTM D95 77

5.5.10 Cálculo para la determinación del contenido de sedimentos totales ASTM D4870. 78

5.5.11 Cálculo para la determinación de cenizas ASTM D482 80

5.5.12 Cálculo para la determinación metales IP 501 82

5.6 RESULTADOS Y APORTES TÉCNICAS DE CADA ACTIVIDAD 86

5.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS 87

5.8 EVALUACIONES DE DECISIONES TOMADAS 88

5.9 INFORMES O REPORTES PRESENTADOS COMO RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS 89

6 CAPITULO VI: ACTIVIDADES COMPLEMETARIAS 91

6.1 VISITAS TÉCNICAS DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS EN PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES DIÉSEL 91

7 CAPITULO VII: CONTRIBUCIONES AL DESARROLLO DE LA EMPRESA 92

7.1 IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODO DE ENSAYO ASTM D3341 Y ACREDITACIÓN ANTE INACAL EN EL AÑO 2022. 92

8 CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES 93

8.1 CONCLUSIONES: 93

8.2 RECOMENDACIONES 93

9 CAPITULO IX: BIBLIOGRAFIA 94

10 CAPITULO X: ANEXOS 98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Políticas internas Intertek Testing Servicies Perú S.A. 6

Tabla 2 Políticas internas Intertek Testing Services Perú S.A 19

Tabla 3 Funciones ejecutivas desarrolladas en el trabajo. 22

Tabla 4 Cronograma de realización de las actividades profesionales como bachiller 31

Tabla 5 Valores referenciales de la gravedad °API y densidad del crudo 42

Tabla 6 Especificaciones técnicas de densidad 43

Tabla 7 Especificaciones técnicas de densidad 44

Tabla 8 Denominación del capilar y los rangos de trabajo 46

Tabla 9 Especificaciones técnicas de viscosidad cinemática 47

Tabla 10 Especificaciones técnicas del punto de escurrimiento 48

Tabla 11 Especificaciones técnicas del contenido de azufre 50

Tabla 12 Especificaciones técnicas del contenido de carbón 52

Tabla 13 Especificaciones técnicas del contenido de número de acidez 53

Tabla 14 Especificaciones técnicas del contenido de agua 56

Tabla 15 Especificaciones técnicas del contenido de sedimentos 58

Tabla 16 Especificaciones técnicas del contenido cenizas 60

Tabla 17 Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D4052 66

Tabla 18 Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D93 67

Tabla 19 Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D445 69

Tabla 20 Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D97 70

Tabla 21 Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D4294 72

Tabla 22 Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D189 73

Tabla 23 Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D664 75

Tabla 24 Resultados obtenidos de densidad y viscosidad 76

Tabla 25 Resultados obtenidos en el cálculo de CCAI 77

Tabla 26 Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D95 78

Tabla 27 Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D4870 80

Tabla 28 Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D482 82

Tabla 29 Recopilacion de resultados obtenidos en el ensayo realizado para el método IP 501 86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la corporación 8

Figura 2 Actas de notas y módulos del curso “sistema de gestión de la calidad en laboratorio ISO/IEC 17025:2017 26

Figura 3 Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2023-LIMA-000045 con fecha de reporte 08– febrero – 2023 28

Figura 4 Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2022-LIMA-000395 con fecha de reporte 06 – setiembre – 2022 29

Figura 5 Especificaciones técnicas fuel oíl de bajo azufre IFO 380 (VLSFO) 33

Figura 6 Composición de las especies moleculares de los combustibles marinos 40

Figura 7 Densímetro automático ASTM D4502 42

Figura 8 Equipo de punto de inflamación automático ASTM D93 copa cerrada 44

Figura 9 Viscosímetro capilar manual y baño termostático ASTM D445 46

Figura 10 Sistema del equipo manual de punto de escurrimiento ASTM D97 48

Figura 11 Equipo para la determinación de concentración de azufre ASTM D4294 50

Figura 12 Equipo de carbono Conradson ASTM D189 51

Figura 13 Equipo para la determinación de número de acidez ASTM D664 53

Figura 14 Ecuación para determinar índice de aromaticidad de carbón calculo CCAI ... 54

Figura 15 Sistema de destilación del método ASTM D95 56

Figura 16 Equipo manual de filtración para la determinación de sedimentos totales ASTM D 4870 58

Figura 17 Masa del espécimen de prueba versus ceniza ASTM D482 59

Figura 18 Equipos para la determinación de contenido de cenizas ASTM D482 Fuente: figura 60

Figura 19 Equipo ICP óptico para la determinación de metales IP 501 62

Figura 20 Límites de detección del método IP 501 63

Figura 21 Reporte de resultados de metales por ICP método IP 501 para la muestra 2023 – Lima - 000045 84

Figura 22 Reporte de resultados de metales por ICP método IP 501 para la muestra 2023 – Lima - 000395 85

Figura 23 Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2023-LIMA-000045 con fecha de reporte 08– febrero – 2023 89

Figura 24 Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2022-LIMA-000395-004 con fecha de reporte 06 – setiembre – 2022 90

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo A Reporte de calibración del equipo ICP optima 8300 puntos de calibración 0, 5, 10, 25 en mg/L coeficiente de correlación R= 0.999 98

Anexo B Reporte del equipo ICP optima 8300 para la muestra 2023 – Lima – 000045, en mg /L 98

Anexo C Reporte de calibración del equipo ICP optima 8300 puntos de calibración 0, 5, 10, 25 en mg/L coeficiente de correlación R= 0.999 99

Anexo D Reporte del equipo ICP optima 8300 para la muestra 2023 – Lima – 000395, en mg /L 99

Anexo E Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2023-LIMA-000045 con fecha de reporte 09 – febrero – 2023..... 100

Anexo F Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2022-LIMA-000395-004 con fecha de reporte 07 – setiembre – 2022..... 101

Anexo G Certificado de la inducción HSSE de contratitas en terminales del Perú 102

Anexo H Informe emitido por el equipo densimetro automatico de mesa DMA para el metodo ASTM D4052 muestra analizada 2023 – Lima - 000045 103

Anexo I Informe emitido por el equipo densimetro automatico de mesa DMA para el método ASTM D4052 muestra analizada 2023 – Lima - 000395..... 104

Anexo J Informe emitido por el equipo de Flash Point automatico de mesa para el método ASTM D93 – procedimiento B muestra analizada 2023 – Lima - 000045..... 105

Anexo K Informe emitido por el equipo de Flash Point automatico de mesa para el método ASTM D93 – procedimiento B muestra analizada 2023 – Lima - 000395..... 106

CAPÍTULO I: DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 Nombre de la empresa

Intertek Testing Services Perú S.A.

RUC: 20106498386

1.2 Sector industrial al que pertenece

Intertek es un proveedor líder en servicios para empresas privadas y estatales. Ofrecen, auditorías, análisis de ensayo, inspecciones, certificaciones de productos y/o servicios solicitados por empresas privadas y nacionales. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Para ello, cuenta con tecnologías innovadoras, con personal altamente calificado, y garantiza que los productos adquiridos y los sistemas en los que se fabrican cumplen los requisitos de calidad establecidos. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

1.3 Líneas de servicios

Intertek tiene como línea de servicio el aseguramiento de la calidad mediante pruebas de ensayo, inspecciones y certificaciones, para ello cuenta con certificaciones ISO 9001:2015, Norma y Estándares BASC, métodos acreditados bajo la Norma ISO/IEC 17025:2017, Norma NTP ISO/IEC 17020:2012 y NTP ISO/IEC 17065:2013 (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

1.3.1 Aseguramiento de calidad

El Aseguramiento de calidad va más allá de los servicios que Intertek ofrece. Las soluciones que Intertek brinda, es la confianza y la tranquilidad a sus clientes, por tanto, sus procedimientos, sistemas de gestión y personal, están funcionando correctamente

para brindarle a sus clientes una ventaja competitiva en el mercado. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023).

Nuestros exhaustivos servicios de auditoría, cadena de suministro y evaluación comparativa del rendimiento, brindan una información general de los aspectos de sus operaciones, lo que le permite tomar decisiones informadas. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Y nuestros profesionales de todo el mundo transmiten sus conocimientos a los consumidores para evaluar el rendimiento general, la calidad y la productividad del laboratorio, detectar y mitigar peligros, optimizar los procesos de fabricación y las cadenas de suministro, y mucho más. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

1.3.2 Pruebas de ensayos

Desde pruebas de laboratorio que cumplan con los métodos acreditados y más allá, ayudamos a nuestros clientes a incremente el valor y la comercialización de sus productos; con los servicios de pruebas y certificación que ofrece Intertek. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Proporcionamos la información que necesita para agilizar su proceso de fabricación y lanzar su producto al mercado de forma eficiente y asequible con nuestros servicios internos de pruebas de laboratorio y de campo. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Los servicios de ensayo y certificación de Intertek cubren las necesidades de calidad, rendimiento, conformidad, seguridad, evaluación, validación, análisis y otras necesidades de productos, componentes, materias primas, emplazamientos e instalaciones. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

1.3.3 Inspección

Los servicios de inspección que Intertek ofrece a sus clientes es proporcionar reportes confiables para sus productos, proyectos y procesos. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

La inspección de terceros independientes ayuda a los clientes de todo el mundo a resguardar sus intereses financieros, en toda la cadena de suministro, desde las materias primas y los productos terminados hasta las instalaciones y los activos de la planta. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Brindamos servicios de inspección a fabricantes, comerciantes, operadores de plantas, gobiernos y otros compradores y vendedores de materiales y productos. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023) Las inspecciones ayudan a minimizar el riesgo de productos defectuosos al garantizar que cumplen con los estándares de los clientes y las normativas gubernamentales y de la industria. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Esto sirve para proteger sus intereses comerciales, ayudar a administrar su riesgo y garantizar que los productos de calidad se fabriquen y se entreguen a su destino final según las especificaciones del cliente. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

1.3.4 Certificación

Tener una certificación demuestra credibilidad en el mercado. Por ello Intertek mantiene varias acreditaciones y reconocimientos globales para los servicios que ofrece de prueba y certificación. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

A medida que los mercados globales son más competitivos y se expanden, hay más consumidores que buscan productos seguros, confiables y cada vez más, ecológicos. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Ofrecemos programas de certificación que logran ingresar al mercado en una variedad de destinos globales, programas para un entorno más ecológico y también programas para verificar el cumplimiento de la responsabilidad social tanto para usted como para sus proveedores. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

1.4 Cultura organizacional

1.4.1 Visión

"Ser el socio más confiable para el aseguramiento de la calidad" (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023, pág. 2).

1.4.2 Misión

"Exceder las expectativas de nuestros clientes con soluciones innovadoras hechas a la medida en aseguramiento, pruebas, inspecciones y certificaciones de sus operaciones y cadena de suministro a nivel mundial 24/7" (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023, pág. 2)

1.4.3 Valores

- "Somos una familia global que valora la diversidad". (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023, pág. 2)
- "Siempre hacemos lo correcto, con precisión, constancia y pasión". (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023, pág. 2)
- "Confiamos los unos en los otros y nos divertimos ganando juntos". (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023, pág. 2)
- "Formamos nuestra propia visión de futuro". (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023, pág. 2)

- "Creamos un crecimiento sostenible para todos". (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023, pág. 2)

1.4.4 Políticas

Intertek tiene como principal objetivo el cumplimiento de las políticas integrales de gestión y políticas antisoborno, estas políticas son aplicadas en su totalidad, para así brindar al cliente un servicio de calidad y evitar cualquier conflicto de interés. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

1.4.5 Principios para el logro de la calidad

Por medio de normas nacionales, internacionales y estándares propios de calidad, nuestros expertos ofrecen trazabilidad a través de toda la cadena de suministro. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Nuestro equipo profesional brinda confiabilidad a nuestros clientes, aplicando normas de aseguramiento de los resultados, políticas integradas antisoborno. Así nuestros clientes reciben un servicio confiable, reduciendo el riesgo de filtración de la información y una calidad de los resultados a nivel mundial, las 24 horas del día. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

En la siguiente tabla N°1 se desarrollamos las políticas y que busca cada una de ellas.

Tabla 1

Políticas internas Intertek Testing Servicies Perú S.A.

Política integral de gestión	➢ Nuestros laboratorios ofrecen competencia técnica y la fiabilidad de los resultados analíticos. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023) ➢ Poseemos la acreditación de la Norma técnica peruana ISO/IEC 17025 – 2017. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023) ➢ Trabajaremos para mantener la integridad de los procesos, minimizar riesgos y promover la mejora continua e integración de los sistemas de gestión. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023) ➢ Brindar la atención necesaria a indicios o supuestos actos en contra del código de ética de alguna persona natural o jurídica con la que se realicen negocios. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)
Política antisoborno	➢ Aplicar medidas disciplinarias, según el Reglamento Interno y la legislación aplicable, al personal, sin distinción alguna, que incumpla el código de ética o la ley aplicable. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023) ➢ Implementar, mediante la gestión del riesgo, acciones y controles para prevenir, detectar y responder a posibles casos de soborno. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023) ➢ Trabajar en la mejora continua del sistema de gestión anti sobornó para prevenir cualquier caso en el desarrollo de nuestros servicios (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023) ➢ Garantizar la autoridad e independencia del responsable de la función de cumplimiento, así como fomentar el uso de los canales de comunicación para la denuncia de actos o sospechas de actos de soborno en nuestra empresa o de terceros que se vean involucrados con Intertek Testing Services Perú S.A. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Nota: Tomada de la página de la empresa Intertek (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

1.5 Organigrama funcional de la empresa:

Intertek presta servicios en tres áreas estratégicas, todos relacionados a ensayos y análisis.

1.5.1 Área de microbiología y ensayos fisicoquímicos:

Brinda servicios de análisis microbiológicos y fisicoquímicos, para muestras de harina de pescado, enlatados, aceites, alimentos, lácteos, bebidas, cereales entre otros. Aplicando métodos normados y acreditados y métodos propios.

1.5.2 Área de sustainability:

Brinda servicios de análisis de muestras de efluentes industriales, aguas residuales domésticas, aguas de consumo entre otros. Aplicando métodos acreditados y propios.

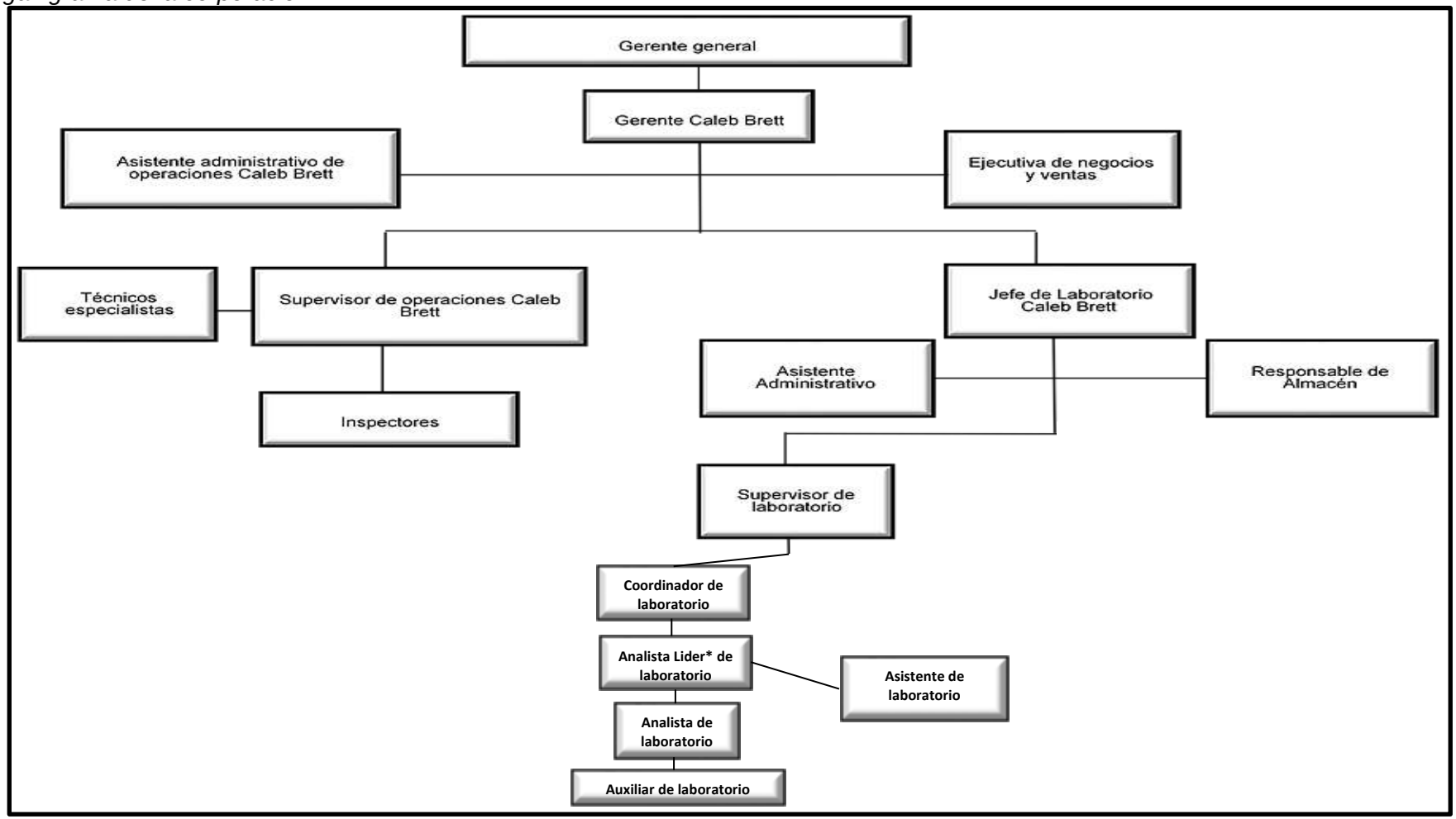
1.5.3 Área de hidrocarburos (Caleb Brett) *:

El área de hidrocarburos brinda servicios de ensayo acreditados y no acreditados para muestras de crudo y sus combustibles derivados, capacitaciones, servicio de verificación de equipos de análisis.

*****A continuación se puede observar el organigrama del área de Caleb Brett, área donde desarrollo mi experiencia profesional como analista de laboratorio.

Figura 1

Organigrama de la corporación



Nota: Tomada del organigrama de la empresa (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

1.6 Normativa empresarial

El alcance de la ley de seguridad y salud en el trabajo abarca todas las actividades y procedimientos que realiza la empresa en todos sus locales del país y debe ser respetada y cumplirse por los empleados de la empresa y de terceros (contratistas, proveedores), no siendo negociable el incumplimiento. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

El reglamento interno de salud y seguridad en el trabajo establece deberes y responsabilidades que todos los empleados, contratistas, proveedores, visitantes y otros deben cumplir en materia de seguridad y salud en el trabajo. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022)

1.6.1 Base normativa

Intertek es una empresa privada que opera desde 1985, bajo las normas legales que rigen en el Perú. Desde sus inicios Intertek fue compitiendo en el mercado peruano hasta posicionarse como una empresa líder en el mercado actual. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 2)

Esto trajo crecimiento económico y responsabilidades con las normativas legales que protegen al trabajador y Intertek en su compromiso con las normas peruanas, cumple con la norma “N°29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo” (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 2)

Que es aplicada en beneficio y bienestar del trabajador, realizando capacitaciones a los empleados mediante los comités de seguridad. En el año 2014 se puso en vigencia el “D.S. N°.006-2014-TR-Modifica el Reglamento de la ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por decreto supremo 005-2012-TR”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 2)

Intertek en su afán por cumplir con las normas peruanas y proteger a sus trabajadores está sujeta a “D.S. N°0125-2014-TR- Se aprueba el registro único de información sobre Accidentes de Trabajo Incidentes Peligrosos y Enfermedades Ocupacionales y se modifica el Artículo N°110 del reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.” (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 2)

Intertek maneja una política de prevención y preocupación por la salud de sus empleados cumpliendo con “R.M N°374-2008-TR – Listado de los agentes que generan riesgos para la salud de la mujer gestante y/o el desarrollo normal del embrión y el feto; listado de actividades, procesos, operaciones o labores, equipo o productos de alto riesgo; y los lineamientos para que las empresas puedan realizar la evaluación de sus riesgos” (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 2), también cuenta con una política de prevención de enfermedades ocupacionales cumpliendo con “R.M N°375-2008-TR- Norma básica de ergonomía y de procedimientos de evaluación de riesgos disergonómico” (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 2) y la “R.M N°312-2011- MINSA – Protocolos de exámenes médicos ocupaciones y guías de diagnóstico de los exámenes médicos obligatorios por actividad y sus modificatorias mediante R.M 004-2014 – MINSA y R.M N°571-2014 – MINSA” (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 2). También protege al trabajador de abusos laborales cumpliendo con la “Ley N°29981 – Ley que crea la SUNAFIL, modifica la Ley N°28806, Ley general de Inspección del Trabajo y Ley N°27867 ley orgánica de gobiernos regionales”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 2)

1.7 Sistema de seguridad industrial

Intertek al tener un grupo de empleados mayor a 20 trabajadores está en la obligación, por las leyes peruanas, a tener un comité de seguridad y salud en el trabajo, el cual estará conformado de manera paritaria por miembros representantes de los

trabajadores y representantes de la parte empleadora. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022)

El comité de seguridad y salud en el trabajo será elegido según lo indicado en el PC/012-S/PER - Proceso de Elección del CSST y actuará en conformidad con el procedimiento PC/009-S/PER - Reglamento del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022)

El comité está constituido por el presidente, secretario y miembros cada uno con una función específica (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022)

- "El presidente es elegido por el Comité de seguridad y salud en el trabajo y actúa como nexo entre el Comité y la gerencia de la empresa. también es responsable de convocar, presidir y dirigir las reuniones del Comité de seguridad y salud en el trabajo y promover la aplicación y ejecución de los acuerdos". (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022)
- "El secretario, encargado de las labores administrativas del comité de seguridad y salud en el trabajo" (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 4)
- "Los miembros designados del comité de seguridad y salud en el trabajo" (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022). "Presentarán iniciativas propias y/o de empleados de la empresa para su discusión en la reunión y son responsables de promover y hacer cumplir las normas y/o protocolos desarrollados por el comité de seguridad y salud en el trabajo". (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022)

1.7.1 Responsabilidades de la empresa

Intertek tiene un compromiso con sus trabajadores y cuidar el bienestar y la salud de todos los integrantes de la empresa y terceros. Es por lo que Intertek tiene como primera responsabilidad "garantizar la compensación y/o reparación de los daños sufridos por el

trabajador en casos de accidentes de trabajo o enfermedades ocupacionales” (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 6). “Estableciendo los procedimientos para su rehabilitación integral, readaptación, reinserción y/o reubicación laboral por discapacidad temporal o permanente, si fuera necesario”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 6). En caso de que ocurra un accidente laboral, la empresa actúa de la siguiente manera:

“Transferir a un trabajador, en caso de accidente de trabajo o enfermedad ocupacional, a otro puesto que implique menos riesgo para su seguridad y salud, siempre y cuando este exista, debiendo capacitarlo para ello, salvo en el caso de invalidez absoluta permanente”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 6).

Las empresas que realicen actividades dentro de las instalaciones de Intertek y tengan accidentes laborales, la empresa actuará y exigirá el cumplimiento de la siguiente manera (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 6)

“Es responsabilidad de los empleadores directos de los trabajadores que tengan contrato con la empresa, sea cual fuera su forma de contratación por la empresa o subcontratista, brindar el mismo nivel de protección en materia de salud y seguridad a los trabajadores de acuerdo con las funciones que realizan”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 6)

Intertek avanza juntamente con sus colaboradores, cualquier cambio que se realice la empresa actuara de la siguiente manera.

“Consultar con los trabajadores, antes que se ejecuten cambios en las operaciones, procesos u organización del trabajo, que puedan tener repercusiones en la seguridad y salud de estos. A falta de acuerdo entre las partes decidirá el empleador”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 6)

Por último, Intertek tiene la obligación de “Llevar los registros con toda propiedad, en los tiempos indicados y con veracidad comprobada”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 6)

1.7.2 Obligaciones de los trabajadores

Todos los trabajadores que pertenecen a Intertek están obligados a cumplir con los sistemas de seguridad y salud en el trabajo. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 7) La participación y colaboración es primordial cuando se trata de la prevención de los riesgos laborales que se puedan presentar al realizar una tarea respectiva y saber actuar ante un evento fortuito bajo los procedimientos internos establecidos. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 7)

La responsabilidad y sobre todo la participación de trabajador es muy importante para “cumplir con las normas, reglamentos e instrucciones de los manuales de seguridad y salud en el trabajo que se apliquen en el lugar de trabajo y con las instrucciones que les sean impartidas”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 7)

Todo trabajador que realiza una actividad sigue un procedimiento de capacitación para “Usar adecuadamente los instrumentos y materiales de trabajo, así como los equipos de protección personal y colectiva si fueran necesarios”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 7)

Si el trabajador desconoce de los riegos y peligros de la actividad, “no debe operar o manipular equipos, maquinarias, herramientas u otros elementos para los cuales no hayan sido autorizados o capacitados”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 7)

Si ocurriese un incidente o accidente el trabajador debe “cooperar y participar en el proceso de investigación de los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales, cuando la autoridad competente lo requiera o cuando a su parecer los datos que conoce

ayuden al esclarecimiento de las causas que los originaron”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 7)

“Velar por el cuidado integral de su salud física y mental, así como de los demás trabajadores que dependan de ellos”. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 8), esto implica que el colaborador debe “Someterse a los exámenes médicos a que estén obligados por norma expresa, así como a los procesos de rehabilitación integral. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022, pág. 8)

El colaborador debe participar en las capacitaciones destinadas a la prevención de riesgos laborales, comunicar al comité de seguridad y salud en el trabajo, de incidentes o algún accidente que pudiera ocurrir en una actividad específica, así como de las condiciones y actos subestándares que pongan en riesgo la seguridad del colaborador o la suya. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022)

Esta información ayudara a la investigación y al planteamiento de las soluciones que puedan evitar futuros eventos que atenten contra la integridad de los colaboradores y las propiedades de la empresa. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2022)

1.8 Gestión de impacto ambiental

Intertek en su afán de cumplir las normas internacionales y peruanas cuenta con la norma ISO 14001:2015 para el cumplimiento de las normas ambiental de sus operaciones. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Trabajamos arduamente para controlar y minimizar nuestros aspectos ambientales significativos, para lograr disminuir el impacto ambiental producto de nuestras actividades y así fortalecer el cuidado del ambiente, por lo cual te compartimos algunos de los logros obtenidos: (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

- Hasta agosto del 2021 se ha reducido la disposición de residuos peligrosos en un 50% (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)
- El incremento de la cantidad de residuos que se envían a procesamiento para su reciclaje, evitando que sean confinados en rellenos sanitarios (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

Además, los procesos de mejora continua han permitido establecer buenas prácticas teniendo como pasos siguientes.

- Se realiza un control del consumo de la energía eléctrica, agua y gas para evitar el uso indebido de estos recursos. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)
- Se tiene como política reutilizar el papel y maximizar eficientemente el consumo. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)
- Se tiene como política el uso adecuado del consumo de agua para los procesos que se realizan en las instalaciones reutilizando para el uso sanitario. (Intertek Testing Services Perú S.A., 2023)

CAPÍTULO II: CARGO Y FUNCIONES DESARROLLADO COMO BACHILLER

2.1 Cargo dentro de la organización

El ingreso a la empresa se dio el 4 de diciembre del 2018, iniciando la tercera etapa como profesional en el mercado laboral, como bachiller en ingeniería química. En Intertek, se dio la oportunidad de desarrollarme como “analista de laboratorio de hidrocarburos”, afrontando este nuevo reto profesional con conocimientos teórico y no técnico en el sector hidrocarburo, los conocimientos adquiridos en los anteriores trabajos aportaron mucho y facilitaron la adaptabilidad en el rubro de hidrocarburos en la empresa Intertek, área de Caleb Brett (laboratorio de hidrocarburos), esta área, se divide en dos áreas; sub-área de lubricantes y sub-área de combustibles. Como analista de laboratorio en Intertek el cargo desempeñado desde diciembre del 2018 hasta febrero del 2023, en esta etapa es donde adquiero conocimiento del rubro, aprendiendo aspectos técnicos como las especificaciones, las normativas técnicas, métodos ASTM, manejo de equipos y la diversidad de productos derivados de petróleo, como; combustibles residuales, aceites lubricantes, diésel, turbo, kerosene, nafta, gasolina, gas licuado de petróleo.

En el primer año comienzo en el sub-área de lubricantes esta área pertenece al área de Caleb Brett, aquí aprendí sobre las especificaciones técnicas de los lubricantes. Que son las denominaciones, SAE e ISO y los métodos que son necesarias para el análisis de aceites lubricantes usados, métodos como, ASTM D7279 que nos ayuda a determinar la viscosidad de un aceite lubricante nuevo o usado a temperaturas de 40°C y 100°C de manera automática, ASTM D2896 que nos ayuda a determinar el número totales de basicidad en un aceite lubricante nuevo o usado, ASTM D5185 que nos ayuda a determinar los metales contaminantes, de desgaste y los aditivos de un aceite lubricante usado, ASTM D664 nos ayuda a determinar el número total de acidez de un aceite lubricante nuevo o usado, ASTM D2412 este método nos ayuda a determinar los contaminantes generados

por la mala combustión del combustible usado, los refrigerantes, que se usan para el sistema de refrigeración de los componentes. Con los conocimientos adquiridos en la primera etapa como analista también afianzo la experiencia y conocimientos de equipos instrumentales como el manejo del equipo titulador automático titrando 905, siendo responsable de las verificaciones diarias y los problemas que se pudieran presentar, como la desconfiguración del método en el software, la mala manipulación por parte del analista en periodo de capacitación, etc. También el manejo del equipo ICP – AES que es el plasma de acoplamiento inductivo y espectrofotometría de emisión óptica, encargándome de la calibración, condiciones de uso y manejo, limpieza de las partes del equipo, como el armado y desarmado de la antorcha, el inyector, la cámara de nebulización y limpieza del lente óptico.

En el segundo año como analista de laboratorio que comenzó en el año 2020, estuvo marcada por la pandemia donde las medidas sanitarias que en su momento el presidente promulgo, hizo que las responsabilidades aumentaran, es decir, en los meses donde la restricción era muy estrictas y selectivas, nuestra área Caleb Brett, que pertenece al sector energía, tenía demanda y el área no podía detener sus servicios de análisis y certificación de los combustibles. Es así como la responsabilidad aumento quedándome a cargo del laboratorio y de 4 analistas que asistían junto conmigo en los meses de marzo hasta julio, cabe destacar que estuve bajo supervisión remota por parte del jefe de laboratorio.

Es en esta etapa donde los conocimientos profesional y técnicas en el sector combustibles, se afianzan adquiriendo más experiencia, con la toma de decisiones, conocimiento de nuevos métodos como el ASTM D4951 que nos ayuda a determinar la cantidad de aditivos de un lubricante ensayo determinado por la técnica de ICP – AES, ASTM 5708 que nos ayuda en la determinación de níquel, hierro y vanadio en los crudos y los combustibles residuales ensayo determinado por la técnica de ICP – AES, ASTM

D5184 que nos ayuda a determinar la concentración de aluminio y silicio en los combustibles residuales, ensayo determinado por la técnica de absorción atómica. El método ASTM D5863 para la determinación de sodio vanadio por absorción atómica y sobre todo la implementación del método IP 501 que nos ayuda a determinar la concentración de metales como el hierro, níquel, vanadio, aluminio silicio, sodio, fosforo y zinc, calcios determinados por la técnica de ICP – AES, este método una vez implementado reduciría los tiempos de respuesta para los ensayos de metales. Así como la participación en auditorías internas y externas, análisis de muestras ASTM Inter laboratorios.

En el tercer año ya con los conocimientos y la experiencia profesional técnica y manejo de grupo, se me da el cargo interno de analista líder, está responsabilidad de liderar el grupo de analistas, trae como responsabilidad la toma de decisiones en los reportes de los resultados, realizar seguimientos en el desarrollo correcto de los métodos de ensayo que se realizan, asistir al analista ante alguna duda sobre el procedimiento de un método de ensayo, asistir si algún material o reactivo hace falta, realizar capacitaciones coordinadas de retroalimentación y para las nuevas autorizaciones de los analistas en nuevos métodos, revisión de nuevos métodos que se puedan implementar en el laboratorio y capacitación de reforzamiento del equipo ICP – AES, a los analistas en temas de uso de software y monitoreo de limpieza de los equipo. En la figura 1 se visualiza el puesto interno en el organigrama de la empresa

2.2 Responsabilidad del cargo analista de laboratorio

La responsabilidad del cargo de analista de laboratorio se detalla en el manual de organización y función documento perteneciente a la empresa Intertek.

En la tabla 2 se detalla algunas funciones del puesto analista de laboratorio tomado del manual de organización y funciones de la empresa.

Tabla 2

Políticas internas Intertek Testing Services Perú S.A

	➢ Proteger en todo momento la confidencialidad de los documentos e información recibida tanto de nuestros clientes como la proporcionada por la empresa.
Manual de Organización y Funciones	➢ Emplear los equipos e instrumentos de laboratorio, según el uso establecido, y de acuerdo con el manual de operaciones de equipos o documentos similares procurando mantener en buen estado los equipos e instrumentos de laboratorio ➢ Apoyar en la actualización de los registros de instrumentos y equipos como los originados de la calibración y mantenimiento, así como de los programas, inventarios y control de suministros. ➢ Desarrollar los análisis de acuerdo con los métodos vigentes, cumpliendo con todo lo indicado en los métodos de ensayo. Cumplir con todos los requisitos y labores asignadas para las diferentes determinaciones analíticas. ➢ Consultar los documentos de referencia proporcionados, tales como procedimientos, ILT's, MSDS, especificaciones de calidad y seguridad de los productos, necesarios para realizar los trabajos encargados. ➢ Durante la ejecución de los ensayos, efectuar el registro correcto y oportuno, de toda la información necesaria para demostrar la trazabilidad del ensayo. ➢ Asegurar la confiabilidad de los ensayos de laboratorio y los resultados. No están permitidas las desviaciones a los métodos de ensayos, aun cuando se estime que estas no afecten los resultados de los ensayos, a no ser que estas hayan sido previamente validadas. ➢ Verificar el uso adecuado de los equipos e instrumentos del laboratorio, según el uso establecido, y de acuerdo con el manual de operación de equipos o documento similar procurando mantener en buen estado los equipos e instrumentos de laboratorio. Detectar y reportar necesidades de mantenimiento y reparación de los equipos de laboratorio. ➢ Participar en la fijación de los objetivos de calidad del área, consecuentes con los objetivos corporativos, y su cumplimiento en los plazos acordados. ➢ Practicar e implantar adecuada y oportunamente los procedimientos de los Sistemas de Gestión establecidos por Intertek Testing Services Perú S.A. y sus clientes.

Nota: tomado del manual de organización y funciones de la empresa Intertek Testing Services Perú S.A.

2.3 Personal a su cargo y sus responsabilidades

En el área de laboratorio se trabaja en tres turnos de 8 horas diarias siendo en total 7 analistas de laboratorio, la programación de los analistas es realizada por el supervisor de laboratorio, siendo 4 analistas en el primer turno, 2 analistas en el segundo turno y 1 analista en el tercer turno.

Las funciones como analista líder del laboratorio se dividen en 5 responsabilidades, cabe destacar que estas funciones y responsabilidades son adquirida por la experiencia laboral, responsabilidad profesional y disciplina. Las funciones son:

- A inicio de turno se lideraba las charlas de difusión, la responsabilidad de delegar el registro y la actualización de las condiciones ambientales de todas las áreas de trabajo en el formato FPER-006-L “Control de Condiciones Ambientales-Rev. 16”, esta tarea se ejecutaba a inicio de turno y al medio día. Los registros de las condiciones ambientales que se actualizaban eran temperatura del área de trabajo en grados centígrados y % de humedad.
- La revisión del cuaderno de relevo con formato FPER/025/L, este se actualizaba al finalizar cada turno, 3 turnos por día, era muy importante el registro correcto para el seguimiento de las hojas de trabajo y buena información para el siguiente turno y para quien realiza la revisión. Esta revisión nos ayudaba a darle seguimiento a nuestras hojas de trabajo, para saber en qué etapa del proceso quedo en el turno que finaliza, o si se dio la culminación y cierre de la hoja de trabajo, estas, hojas de trabajo eran ingresadas por el personal administrativo, con los ensayos respectivos que el cliente solicita para la muestra que ellos envían para su análisis.
- Revisión de los cuadernillos de trabajo, con formato FPER-#-LH aquí se buscaba un correcto registro de la fecha de realización de la actividad, el registro de los instrumentos utilizados, las condiciones ambientales, el resultado final y el control

de calidad que estaba programado para cada cuaderno de trabajo, como la precisión y veracidad y registro correcto en sus graficas de control respectivas.

- Reporte y cierre de las hojas de trabajo, esta etapa era la parte final de proceso de análisis y era muy importante el reporte. Antes de subir la información recopilada en los cuadernillos de trabajo a la plataforma del sampler mánager, se hacía un seguimiento de los controles de calidad que se llevaron a cabo en los procesos de análisis de ensayo, como la precisión, “que son los duplicados de ensayo”, la veracidad “que son los patrones primarios o secundarios que se usaban en los ensayos y las muestras control”. También se verificaba la fecha de la última calibración del equipo utilizado y su vigencia. Una vez realizada esas actividades y verificadas se procede al llenado de la data a la plataforma “sampler mánager”, donde se ingresaba la información del peso, volumen, concentración, temperatura, presión, resultados, y otras variables que son necesarias para cada método.
- Asistir a los analistas cuando sea requerido, resolviendo dudas, inquietudes, realizando capacitaciones de reforzamiento de los métodos que han sido autorizados, de nuevos métodos y métodos que hayan sido actualizados en la página ASTM. La revisión y actualización de formatos de cálculo se realizaban previa coordinación con el jefe inmediato y su difusión a los analistas, revisión de los manuales de los equipos. La capacitación al personal nuevo del laboratorio se llevaba a cabo según sea designado por el jefe inmediato a fin de que las actividades no se vean detenidas y generen retrasos, en todo momento se coordinaba de manera profesional y precisa, siempre buscando la mejora continua.

2.4 Función ejecutiva y/o administrativa detallar las labores y tareas desarrolladas en la empresa

Las tareas y responsabilidades adicionales al puesto que desempeñe como analista de laboratorio son funciones de gestión, planificación y de seguridad y salud en el trabajo, a continuación, en la tabla 3 se realiza una breve descripción de las funciones.

Tabla 3

Funciones ejecutivas desarrolladas en el trabajo.

FUNCIONES	DESCRIPCION
1. Gestión de la seguridad y salud en el trabajo	➢ Velar por el cumplimiento de la seguridad y salud en el trabajo verificando el uso obligatorio de los equipos de protección personal y charlas de 5 minutos.
2. Seguimiento al proceso de los ensayos realizados en el laboratorio y a la producción.	➢ Monitoreo productivo de las muestras que ingresan al laboratorio y su cierre y la programación más eficiente para inicio de turno.
3. Liderazgo	➢ Asegurar y participar en el cumplimiento de la norma ISO 17025 aseguramientos de la calidad de resultados de los ensayos. Mediante la participación en los diálogos de turno.
4. Buenas prácticas de laboratorio	➢ Gestionar y asegurar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de laboratorio.
5. Reducir los reensayos y/o errores	➢ Realizar capacitaciones mensuales de métodos nuevos y métodos que requieran actualizaciones.

CAPÍTULO III: ACTIVIDADES DESARROLLADAS

3.1 Conocimientos técnicos de la especialidad

Los conocimientos desarrollados y aprendidos en la etapa universitaria formaron el perfil profesional y aportaron al desempeño en el ámbito profesional laboral. Los cargos desempeñados como inspector de calidad y analista de laboratorio en la empresa Frutarom S.A., analista junior de laboratorio en la empresa SGS S.A. y analista líder de laboratorio de hidrocarburos en la empresa Intertek Testing Services Perú S.A., siendo en esta última, donde fortalezco los conocimientos técnicos en manejo de equipos instrumentales en el puesto de analista de laboratorio y mi experiencia en el sector hidrocarburo.

Las materias cursadas en la etapa universitaria, que formaron mi perfil profesional las destaco en los siguientes puntos:

3.1.1 Laboratorio química I y laboratorio de química II

Estos cursos influyeron mucho en la formación profesional. La etapa universitaria abrió un camino de nuevos conocimientos y conceptos que ayudaron a elegir el perfil profesional, estos conocimientos y conceptos, ayudaron a conocer los diversos materiales de laboratorio que se usan, uso y manejo de los reactivos, desenvolvimiento en un laboratorio, así como las hojas MSDS.

3.1.2 Laboratorio de análisis cualitativo y cuantitativo

Con las materias cursadas en los primeros años de la etapa universitaria los conceptos se afianzaron, esto ayudo a un mejor desenvolvimiento en los curos de laboratorio de análisis cualitativo y cuantitativo. En estos cursos fortalezco mis aptitudes, el manejo de métodos de ensayo con las marchas que se realizaba en las horas de laboratorio de análisis cualitativo y cuantitativo, conocimiento de materiales de laboratorio,

procesos y etapas de análisis, periodos y velocidad de una reacción química para un determinado ensayo. Estos conocimientos aportaron mucho específicamente en los métodos de ensayo volumétricos que desarrolle en las empresas donde me desempeñe profesionalmente.

3.1.3 Fisicoquímica I y II

Conocer los fenómenos fisicoquímicos y las propiedades físicas y químicas de la materia, aplicándolo en ensayos donde determinaba las propiedades físicas y químicas de una muestra.

3.1.4 Química orgánica I y II

En esta materia conocemos los compuestos orgánicos, constituidos normalmente por elementos de carbono, hidrogeno, azufre, oxigeno, nitrógeno y los halógenos.

Los compuestos orgánicos naturales o sintéticos se dividen en hidrocarburos saturados, como los alcanos y cicloalcanos y los hidrocarburos insaturados como los alquenos cicloalquenos y los alquinos.

3.1.5 Planeamiento y control de la producción

En esta materia aprendí conceptos de planeamiento de los procesos como, tiempo de horas hombre, tiempo de horas máquina, cuello de botella, tiempos de mantenimiento, tiempo muerto o tiempos de procesos, maximización de eficiencia y eficacia, conceptos que aportaron y ayudaron a desempeñar de manera satisfactoria el puesto interno de analista líder de laboratorio. Planificando los procesos de ensayos que se delegaba a los analistas de laboratorio, obteniendo un mejor tiempo de respuesta eficiente y eficaz.

Los cursos de capacitación otorgados, para afianzar el perfil profesional como analista de laboratorio y posteriormente analista líder, las destaco en los siguientes puntos.

3.1.6 Sistema de gestión de la calidad en laboratorio ISO/IEC 17025 – 2017

La especialización contenía 512 horas lectivas de capacitación, abordando temas como el aseguramiento de la calidad de los resultados en los ensayos que se realizan en el laboratorio, basándonos en conocimientos de repetibilidad, veracidad, y sus respectivas graficas de control, especificaciones técnicas, capacitación de los analistas, calibración, frecuencia y vigencia de los equipo y materiales usados. En los reportes el tema de la estimación de la incertidumbre de los ensayos es muy importantes, pues hay muchos factores que intervienen en los resultados, los analistas, los equipos, los materiales utilizados, condiciones ambientales, reactivos, la propia muestra.

Figura 2

Actas de notas y módulos del curso "sistema de gestión de la calidad en laboratorio ISO/IEC 17025:2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
VICERRECTORADO ACADÉMICO
Oficina de Extensión Universitaria y Proyección Social

ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL:
"SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LABORATORIO ISO/IEC 17025:2017"

FECHA: Del 8 de Febrero al 23 de Agosto del 2020
HORAS: 512 horas lectivas
COORDINADOR: **Dr. Marcial Silva Jaimes**

ACTA DE NOTAS

Registro: 6824-135136

RONAL ESPINOZA BUSTINZA

MÓDULOS	
INTERPRETACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2017	16
GESTIÓN Y ASEGURAMIENTO METROLÓGICO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS	20
ESTADÍSTICA APLICADA EN EL MARCO DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2017	15
VALIDACIÓN DE MÉTODOS FISICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN EL MARCO DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2017	18
ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN ENSAYOS FISICOQUÍMICOS-MICROBIOLÓGICOS EN EL MARCO DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2017	16
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE MÉTODOS DE ENSAYO FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN EL MARCO DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2017	17
ESTIMACION DE LA INCERTIDUMBRE DE MUESTREO	18
GESTIÓN DE RIESGOS ISO/IEC 17025:2017	18
FORMACIÓN DE AUDITORES INTERNOS ISO/IEC 17025 Y GESTION DE NO CONFORMIDADES Y ACCIONES CORRECTIVAS EN 17025:2017	19
TRABAJO INTEGRADOR	16
PROMEDIO FINAL	**17**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA Of. de Extensión Universitaria y Proyección Social LA MOLINA
MG. SC. SEGUNDO GAMARRA CARRILLO
JEFE, OAEPS

DR. MARCIAL SILVA JAIMES
COORDINADOR GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA CAPACITACION Of. de Ext. Univ. y Proy. Social

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Lima – Perú Telf: 3495617 / 614 7800 anexo 119
capacitacion@lamolina.edu.pe www.lamolina.edu.pe/proyeccion

Nota: Documento otorgado por la universidad nacional agraria la molina (oficina de extensión universitaria y proyección social.

3.1.7 Métodos autorizados American Society for Testing and Materials o por sus siglas en ingles ASTM, en la empresa Intertek Testing Services Perú S.A.

En el primer año como analista de laboratorio, aprendí métodos ASTM relacionados a los ensayos de diagnóstico de aceites lubricantes usados, ASTM D7279 para ensayos con viscosímetro automático para aceites usados y nuevos, ASTM D2896 para ensayos de número básico total procedimiento potenciométrico, ASTM D664 para ensayo de número ácido total procedimiento potenciométrico y colorimétrico por el método ASTM D974 y el ASTM D5185 para la determinación de elementos de desgaste, contaminante y aditivos que agregados al aceite lubricante. Dando soporte al coordinador del área de lubricantes.

En mi segundo año como analista de laboratorio pas0 al área de combustibles, aprendiendo métodos de ensayo para combustibles residuales, PI500, P N°6 y combustibles marinos, fuel oíl de bajo azufre, los métodos más comunes utilizados para estos productos, son ASTM D445 para determinar la viscosidad cinemática, ASTM D93 para la determinación del punto de inflamación por el procedimiento B, ASTM D97 para la determinación del punto de escurrimiento, ASTM D4052 para la determinación de los grados API y la densidad del producto, ASTM D4294 para la determinación del contenido de azufre, ASTM D664 para la determinación de los números ácidos totales, ASTM D482 para la determinación del contenido de ceniza, ASTM D189 para la determinación de contenido de carbón; ASTM D95, para la determinación de contenido de agua como contaminante, ASTM D4870 para la determinación de sedimentos totales y IP501 para la determinación de metales contaminantes.

3.2 Informes o reportes presentados como resultados de las actividades realizadas

En las siguientes figuras 3 y 4 se muestra el resumen de los resultados, recopilados,

verificados y validados que se entregaba al jefe inmediato al culminar la hoja de trabajo, para su emisión de informe como se muestra en la figura 29 y 30

Figura 3

Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2023-LIMA-000045 con fecha de reporte 08– febrero – 2023

intertek

N° Lab:	2023-Lima-000045
Fecha:	08/02/2023
Analista:	Ronal Espinoza

RESULTADOS VERIFICADOS EN LABORATORIO

CLIENTE: [redacted]	IFOC 380 (VLSFO)		RESULTADOS
ENSAYO	MÉTODO	UNIDADES	SEGUN MÉTODO
GRAVEDAD API @ 60ºF	ASTM D4052	ºAPI	17,5
DENSIDAD A 15°C	ASTM D4052	kg/m3	949,3
AZUFRE	ASTM D4294	% masa	0,485
FLASH	ASTM D93 (B)	°C	86,5
VISCOSIDAD	ASTM D445	cSt	346,4
SEDIMENTOS TOTALES	ASTM D4870	% masa	<0,01
ACIDEZ	ASTM D664	mg KOH/g	0,40
CARBON	ASTM D189	% masa	6,09
ESCURRIMIENTO	ASTM D97	°C	18
AGUA POR DESTILACION	ASTM D95	% Vol	0,00
CENIZA	ASTM D482	% masa	0,027
CCAI	CALCULO	NA	811
ALUMINIO	IP 501	mg/kg	23
SILICIO	IP 501	mg/kg	16
SODIO	IP 501	mg/kg	47
VANADIO	IP 501	mg/kg	18
CALCIO	IP 501	mg/kg	7
ZINC	IP 501	mg/kg	4
FOSFORO	IP 501	mg/kg	1

Ronal Espinoza Bustinz

Rev. 01 /ene. 22 FPER/ 0145/ LH

Nota: formato de recopilación de la información, formato perteneciente a la empresa Intertek Testing Services Perú S.A.

Figura 4

Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2022-LIMA-000395 con fecha de reporte 06 – setiembre – 2022

intertek

N° Lab:	2022-Lima-000395
Fecha:	06/09/2022
Analista:	Ronal Espinoza

RESULTADOS VERIFICADOS EN LABORATORIO

CLIENTE: [redacted]	IFOC 380 (VLSFO)		RESULTADOS
ENSAYO	MÉTODO	UNIDADES	SEGUN MÉTODO
GRAVEDAD API @ 60ºF	ASTM D4052	ºAPI	16,3
DENSIDAD A 15°C	ASTM D4052	kg/m3	957,1
AZUFRE	ASTM D4294	% masa	0,480
FLASH	ASTM D93 (B)	°C	95,5
VISCOSIDAD	ASTM D445	cSt	362,5
SEDIMENTOS TOTALES	ASTM D4870	% masa	0,01
ACIDEZ	ASTM D664	mg KOH/g	0,12
CARBON	ASTM D189	% masa	6,85
ESCURRIMIENTO	ASTM D97	°C	18
AGUA POR DESTILACION	ASTM D95	% Vol	0,0
CENIZA	ASTM D482	% masa	0,022
CCAI	CALCULO	NA	819
ALUMINIO	IP 501	mg/kg	14
SILICIO	IP 501	mg/kg	12
SODIO	IP 501	mg/kg	35
VANADIO	IP 501	mg/kg	15
CALCIO	IP 501	mg/kg	8
ZINC	IP 501	mg/kg	1
FOSFORO	IP 501	mg/kg	1

Ronal Espinoza Bustinzo.

Rev. 01 ene. 22

FPER/ 0145/ LH

Nota: Formato de recopilación de la información, formato perteneciente a la empresa Intertek Testing Services Perú S.A.

CAPÍTULO IV: CRONOGRAMA DE REALIZACION DE LAS ACTIVIDADES

La experiencia profesional como bachiller en ingeniería química parte desde febrero del 2016 hasta la fecha.

En mi primer año como profesional bachiller en ingeniería química. Desarrollando el perfil profesional en la empresa Frutarom Perú S.A. aprendiendo análisis de laboratorio de productos terminados y materia prima, manejando equipos como el UV-visible para análisis de nitritos y Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIR) para la caracterización de muestras puras y técnicas de muestreo e inspección basados en la norma técnica peruana NTP – ISO 2859 – 1 2008.

En la segunda etapa como profesional bachiller en ingeniería química en la empresa SGS del Perú S.A. entro al sector servicios de aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo de laboratorio, normas ISO/IEC 17025, aprendiendo métodos AOAC para la determinación de nitrógeno por el método Kjeldahl para alimentos, bebidas, carne, conservas, cereales, aguas residuales y suelos.

En la tercera etapa como profesional bachiller en ingeniería química en la empresa Intertek sigo en el sector servicios de aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo de laboratorio bajo la norma ISO/IEC 17025, en sector hidrocarburos y productos derivados del crudo. Aprendiendo normas técnicas de ensayo ASTM, especificaciones técnicas de los combustibles.

En la siguiente tabla 4 se muestra un resumen en un diagrama PERT dando a conocer el puesto ocupado y los años que estuve en laborando en cada empresa.

Tabla 4

Cronograma de realización de las actividades profesionales como bachiller

DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA LABORAL COMO BACHILLER		
Frutarom S.A.	**Inspector de calidad y analista de laboratorio de materia prima y producto terminado**	
	INICIO	**FIN**
	Feb-2016	Ene-2018
SGS del Perú S.A	**Analista Junior de laboratorio de productos orgánicos**	
	INICIO	**FIN**
	Feb-2018	Dic-2018
Intertek Testing Services Perú S.A	**Analista de laboratorio de Hidrocarburos**	
	INICIO	**FIN**
	Dic-2018	Feb-2023

Nota: Resumen en diagrama PERT, de la experiencia profesional como bachiller

CAPÍTULO V: FORMACIONES TÉCNICAS PROFESIONALES

5.1 Planteamiento de la realidad problemática en cada actividad

En el proceso de refinación del crudo para producir productos como, la gasolina, nafta, turbo, gasóleo, diesel, entre otros. Se tienen como remanentes productos altamente viscosos llamados comúnmente residuales fueloil, este producto residual pasa por un proceso de craqueo para reducir su alta viscosidad, teniendo como productos IFO 380 y IFO 180, etc. También se pueden obtener fueles intermedios de menor viscosidad. Dentro de los fueloiles podemos clasificar en 2 tipos por su contenido de azufre.

- Fueloil con alto contenido de azufre HSFO, (por sus siglas en inglés), este producto tiene un contenido de azufre no mayor a 3.5% en masa y una viscosidad de 380 y 420 cSt a 50°C.
- Fueloil con bajo contenido de azufre VLSFO, (por sus siglas en inglés) este producto tiene un contenido de azufre máximo de 0.5% en masa y una viscosidad IFO 380, IFO 180, entre otros, según categoría F del combustible marino residual según norma ISO 8217.

Los combustibles fósiles, mayormente utilizados por la flota mundial, suelen contener moléculas de hidrocarburos extensas que tienden a enlazarse de forma natural al azufre, estos combustibles al combustionar generan Sox. Las principales características de los fuelóleos, que sirven para clasificarlos, son la viscosidad y el contenido de azufre.

Los productos de clasificación F según la norma ISO 8217, cumplen con la preocupación de la Organización Marítima Internacional IMO por sus siglas en inglés, este organismo regula y monitorea la industria marítima y todas sus actividades para garantizar la seguridad de cualquier actividad, así como la protección del medio ambiente. (Repsol, 2023)

En la siguiente figura 5, presentamos las especificaciones técnicas de Petroperú para el combustible fueloil de bajo azufre o IFO 380 (VLSFO) esta especificación guarda concordancia con la normativa ISO 8217 para combustibles residuales marinos

Figura 5

Especificaciones técnicas fuel oíl de bajo azufre IFO 380 (VLSFO)

Petroperú

Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO **COMBUSTIBLE USO MARINO**	*Fecha efectiva:* 01.01.2020
TIPO DE PRODUCTO **COMBUSTIBLE RESIDUAL INTERMEDIO**	*Reemplaza edición de:* Enero 2019
NOMBRE DE PRODUCTO **MARINE FUEL - 380 (MF-380 o IFO-380)**	

ENSAYOS	ESPECIFICACIONES		MÉTODO	
	MÍN.	MÁX.	ASTM	Otro
VOLATILIDAD				
Densidad a 15°C, Kg/m^3		991.0	D-1298, D-287, D-4052	ISO-3675, ISO-12185
Punto de inflamación, °C	60		D-93	ISO-2719
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 50°C, cSt		380.0	D-445	ISO-3104
Punto de escurrimiento, °C		30	D-97	ISO-3016
COMPOSICIÓN				
Azufre total, % masa		0.5	D-4294	ISO-8754, ISO-14596
Residuo de carbón, % masa		18	D-189, D-4530	ISO-10370
Sulfuro de hidrógeno, mg/kg		2.00	D-7621	IP-570
Número de Acidez, mg KOH/g		2.5	D-664	
COMBUSTIÓN				
Índice de la aromaticidad de carbono, calculado - CCAI		870		ISO 8217 Sección 6.2
CONTAMINANTES				
Agua, % V		0.50	D-95	ISO-3733
Sedimentos totales, % masa		0.10	D-4870	ISO-10307-2
Cenizas, % masa		0.10	D-482	ISO-6245
Sodio, mg/Kg		100	D-5185	IP-501, IP-470
Aluminio + silicio, mg/Kg		60	D-5184	IP-501,IP-470,ISO-10478
Vanadio, mg/Kg		300	D-5708	IP-501,IP-470,ISO-14597
Calcio, mg/Kg		30	D-5185	IP-501, IP-470
Zinc, mg/Kg o		15	D-5185	IP-501, IP-470
Fósforo, mg/Kg		15	D-5185	IP-501, IP-500

OBSERVACIONES:

Las especificaciones guardan concordancia con el estándar ISO 8217 para combustibles residuales marinos.

Nota: fuente https://www.petroperu.com.pe/productos/combustibles/combustibles-marinos/

5.2 Antecedentes referenciales y objetivos de cada actividad

5.2.1 Antecedente nacional

En la investigación de Baluis & Vargas (2020) en la tesis titulada “Conocimiento del nuevo combustible debajo contenido de azufre respecto a la normativa “OMI Azufre 2020” en egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM, 2019” (Baluis Fernandez & Vargas Regalado, 2020, pág. 1). Para optar el título profesional de oficial de marina, se planteó como objetivo “Evaluar el nivel de conocimiento con respecto a las propiedades del nuevo combustible de bajo contenido de azufre que exige la normativa “OMI AZUFRE 2020” en egresados de la especialidad de máquinas de la ENAMM” (Baluis Fernandez & Vargas Regalado, 2020, pág. 24).

“Los métodos utilizados son métodos estadísticos analíticos, deductivos e hipotéticos, diseños no experimentales, niveles descriptivos y métodos transversales. La población está compuesta por egresados del programa de mecánica de la ENAMM del año 2009 al 2019 con muestreo no probabilístico. 38 candidatos. Las variables del estudio de medición del instrumento utilizado, donde la prueba piloto arrojó un alfa de Cronbach de 0,88, indican una gran confiabilidad. Resultados estadísticos descriptivos de la variable, nivel de conocimiento para nuevos combustibles bajos en azufre. Esto muestra que, de los servidores públicos evaluados, el 76% se encuentran en el nivel medio, el 16% en el nivel bajo y el 8% en el nivel alto. Es importante mencionar que los valores dimensionales son aproximadamente iguales.

El análisis estadístico descriptivo de las variables estudiadas mostró que, de un total de 25 puntos, la puntuación media fue de 13,1, la desviación estándar de 3,9 y la varianza de 15,3, lo que indica que los oficiales evaluados se encontraban en un nivel moderado. A un nivel superior de igual forma, el análisis de otros valores o tendencias en la variable dimensión de estudio es similar a la tendencia general y el nivel medio es

superior. Por lo tanto, se aceptaron todas las hipótesis planteadas por los investigadores, llegando a la conclusión de que: Los egresados de mecánica de la ENAMM tienen un alto nivel de conocimiento sobre los nuevos combustibles bajos en azufre relacionados con la normativa “OMI AZUFRE2020” (Baluis Fernandez & Vargas Regalado, 2020, pág. 13).

Como conclusión se planteó “El análisis estadístico descriptivo de las variables estudiadas mostró que, de un total de 25 puntos, la puntuación media fue de 13,1, la desviación estándar de 3,9 y la varianza de 15,3, lo que indica que los oficiales evaluados se encontraban en un nivel moderado” (Baluis Fernandez & Vargas Regalado, 2020, pág. 150).

5.2.2 Antecedentes internacionales

En las investigaciones de Cordero (2021), en la tesis titulada “Aplicación del límite de 0.5% de azufre en los combustibles” (Cordero, 2021,p.1). Para obtener el grado académico de magister en Ingeniería marina, se planteó como objetivo “Dar a conocer los resultados obtenidos y recopilados que servirán como referencia para conocer cómo se comportan los sistemas de combustible y motores ante los nuevos combustibles de 0.5% de contenido de azufre.” (Cordero, 2021,p.22). “Como parte de este proyecto, se publicarán los procedimientos para cambiar a combustibles con menos contenido de azufre. Este combustible de bajo contenido en azufre inferior o igual al 0,5% en masa, deberá utilizarse a partir del 1 de enero de 2020 tras haber tenido un contenido en azufre del 3,5% hasta esa fecha. Desde una nueva perspectiva de abastecimiento de combustible, estos cambios son un serio desafío, lo que conduce a un rendimiento de combustible subóptimo en muchos casos. Muchos barcos han optado por usar diésel oil directamente. Se discutirá la normativa vigente junto con los parámetros más importantes a considerar cuando se trabaja con combustible. Finalmente, se presentará un ejemplo del procedimiento de recarga del buque LNG Rioja Knutsen y los resultados del nuevo combustible de bajo en

azufre”. (Cordero, 2021,p.4). Se tuvo como primera conclusión un éxito en la disminución de los SOx a nivel mundial, como segunda conclusión se tuvo resultados favorables y se despejo las dudas sobre la disponibilidad de suministro de fuel con bajo contenido de azufre, ya que las empresas suministradoras de bunker han demostrado ser capaces de adaptarse a la demanda”. (Cordero,2021, p.47.)

En la tesis titulada “Implementación del método de ensayo para la determinación de densidad y API para combustibles derivados del petróleo mediante el uso del densímetro digital en el laboratorio del Terminal El Beaterio bajo la norma ISO/IEC”. (Núñez, 2019, p. 1), para obtener el grado de ingeniero químico. Se planteo como objetivo “Validar el procedimiento del método ASTN 4052, mediante técnicas estadísticas, para métodos analíticos específicos, que nos apoyaran a demostrar el cumplimiento de los parámetros de validación, la integridad y la reproducibilidad de los resultados de las pruebas realizadas, en función de la información documentada, si se cumple el objetivo de validación, el método es confiable y produce los resultados esperados dentro de los límites especificados”. (Núñez, 2019, p. 10)

Desarrollando la parte experimental en “El Laboratorio de Control de Calidad del Terminal Beaterio de la EP PETROECUADOR tiene como objetivos validar e implementar el método de prueba para determinar la densidad de los combustibles derivados del petróleo a 15 °C y API a 60 °F utilizando el método de prueba del densitómetro digital basado en la norma ASTM D 4052”. (Núñez, 2019, p. xiii)

“Se utilizan las directrices de la norma ISO 17025 para demostrar que los datos obtenidos por este método a validar son fiables y están dentro de los límites específicos, también se establecerán requisitos para la validación del método y el cálculo de su incertidumbre. La base para la validación del método de prueba se extrajo de la norma ISO 5725, y de las evaluaciones estadísticas de Eurachem. Se aplicó un diseño experimental

que cumple con los parámetros de validación seleccionados utilizando estándares secundarios certificados en un rango de trabajo de 0,71779 g/mL a 0,86787 g/mL de densidad a 15 °C y de 31,52 °API a 65,57 °API API a 60 °F. Se realizaron análisis estadísticos ANOVA y estimaciones de incertidumbre sobre los datos obtenidos con un nivel de confianza del 95%. (Núñez, 2019, p. xiii)

Sobre la base de los resultados obtenidos, se llegó a la conclusión que se ha verificado el cumplimiento de los objetivos de la validación y que las características de desempeño del método validado son relevantes para las necesidades del cliente y cumplen con los requisitos y estándares establecidos por la regulación SAE demostrando así la competencia técnica del personal de laboratorio". (Núñez, 2019, p. xiii)

Como conclusión se planteó, "se puede afirmar que los resultados son confiables y la competencia técnica del personal de laboratorio es fiable para emitir resultados de ensayo aplicando los aseguramientos de calidad de repetibilidad y reproducibilidad de la norma ASTM D4052, para muestras de lubricantes medidos a 15°C". (Núñez, 2019, p. 61)

5.3 Marco teórico de los conocimientos técnicos requeridos

En esta parte abordaremos las características y composición de los combustibles marino IFO 380 (VLSFO) de bajo azufre y de los ensayos más comunes para la determinación de sus propiedades fisicoquímicas, aplicando métodos de ensayo que cumplen con las especificaciones técnicas de Petroperú.

5.3.1 Características y composición del fueloil de bajo azufre VLSFO por sus siglas en ingles

El fueloil de bajo azufre "es una gama de tipos de combustible destilados y residuales. Provienen de crudos dulces, fracciones desulfuradas, fracciones craqueadas,

fracciones pesadas y ligeras hidratadas y combustibles residuales mezclados, con destilado para cumplir con el límite de azufre, etc.” (Man Energy Solutions, 2023)

Las características de los combustibles marino fuel oíl de bajo azufre “varían dentro de la familia VLSFO 0.5%S, son la viscosidad, la densidad, punto de fluidez y el contenido de partículas finas de aluminio (Al) y silicio (Si)”. (Man Energy Solutions, 2023). Estas características y propiedades fisicoquímicas darán al combustible marino VLSFO la calidad y las diferentes maneras que se deben emplear a diferentes temperaturas en el sistema de combustión.

“Los combustibles marinos contienen una variedad de diversas especies moleculares, algunas de estas especies moleculares son parafinas, naftenos, aromáticos y asfáltenos. Las especies moleculares dan al combustible sus características” (Man Energy Solutions, 2023).

“Algunos combustibles serán parafínicos, lo que significa largas cadenas de hidrocarburos saturados (alcanos) teniendo como fórmula general CnH2n+2 estos combustibles con estas características tienen excelentes propiedades de combustión debido a la proporción favorable de carbono a hidrogeno, pero pueden tener puntos de fluidez altos.” (Man Energy Solutions, 2023).

En la figura 6 se puede observar la composición de las parafinas siendo (a + b) parafinas. “Los hidrocarburos saturados también puede estar presentes en estructuras de anillo, por ejemplo, cicloalcanos o naftenos en la figura 6(c). La fórmula general de los compuestos de un solo anillo es CnH2n” (Man Energy Solutions, 2023).

“Los compuestos aromáticos figura 6(d) también son estructuras de anillo, pero contienen enlaces dobles y por lo tanto menos hidrogeno teniendo como fórmula general CnHn. Los combustibles aromáticos tendrán más estructuras de anillos y

presumiblemente, tendrán una relación carbono-hidrogeno más alta que los combustibles parafínicos.” (Man Energy Solutions, 2023) Es decir, tendrán excelentes propiedades de combustión.

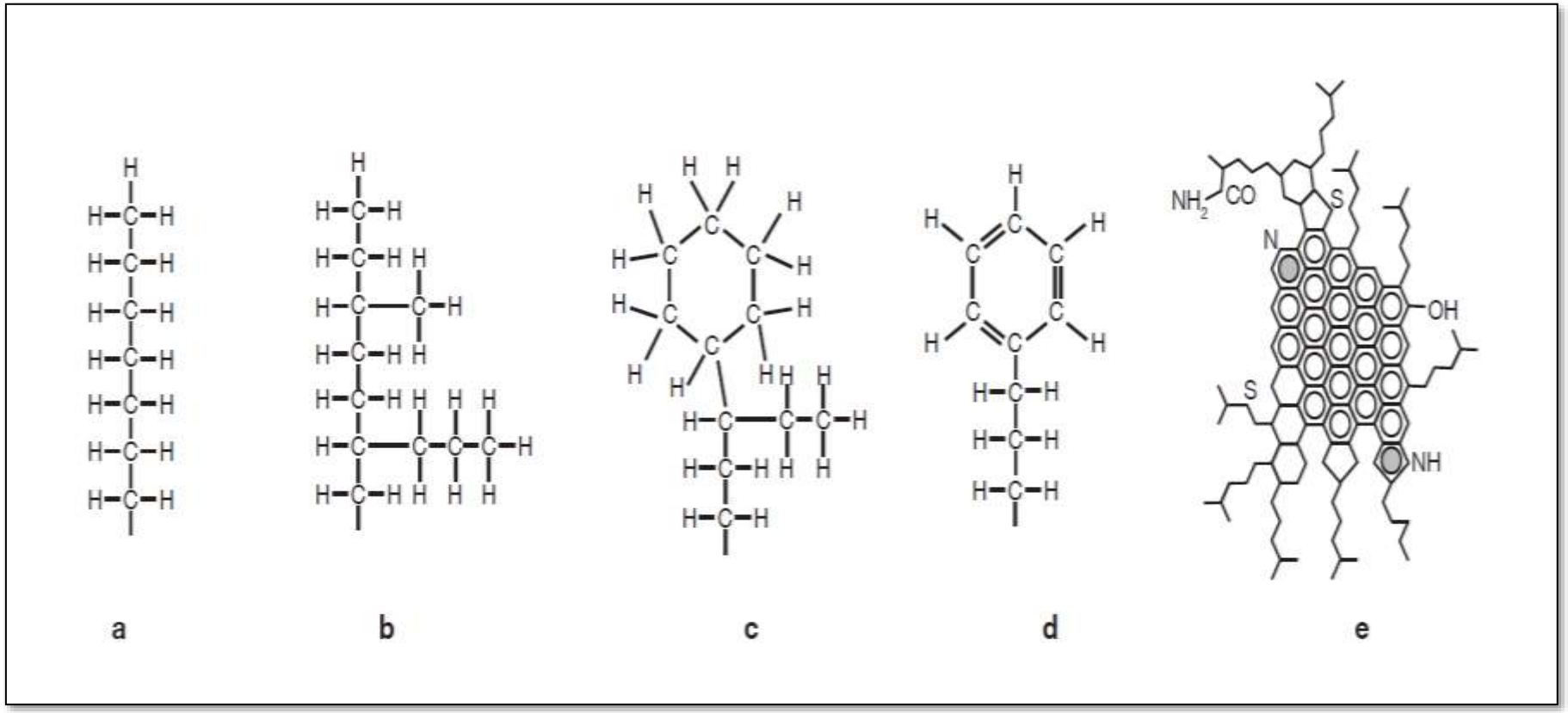
“Los asfáltenos, figura 6(e) son moléculas grandes que contienen principalmente carbono e hidrogeno, pero también azufre, nitrógeno, y algo de oxígeno y cantidades menores de vanadio y níquel y otros elementos. Se componen principalmente de estructuras de anillos aromáticos, pero también pueden contener naftenos y cadenas hidrocarbonada que sobresalen como brazos.” (Man Energy Solutions, 2023)

“Es muy importante la proporción de estas especies moleculares en los combustibles marinos, pues la mezcla de combustibles con alta presencia de parafinas, con combustibles aromáticos o combustibles con alto contenido de asfáltenos, esta mezcla corre el riego de la precipitación de los asfáltenos en forma de lodos.” (Man Energy Solutions, 2023)

“Sin embargo los combustibles aromáticos son potencialmente menos riesgosos de la precipitación de los asfáltenos en forma de lodo.” (Man Energy Solutions, 2023)

Figura 6

Composición de las especies moleculares de los combustibles marinos



Nota: Parafinas (a + b), naftenos (c), aromáticos (d) y asfáltenos (e). Figura tomada de (Man Energy Solutions, 2023)

5.3.2 Ensayo para determinar las características volátiles de los combustibles Fueloil de bajo azufre VLSFO

i. Densidad:

Es la relación que existe entre el peso del producto y su volumen. Es de gran importancia conocer la densidad del combustible pues de esta depende el funcionamiento y la eficiencia de las bombas de inyección y tanqueo de los motores, por lo general es medida a 15º C, aunque también se mide a la temperatura normal de los tanques de almacenamiento. (Mauricio & Elkin, 2004)

La densidad o gravedad API no es un factor determinante en la calidad del combustible, sin embargo, correlacionada con otras propiedades puede ser usada para dar una composición aproximada de este y su calor de combustión. (Mauricio & Elkin, 2004)

El método que se usará para la determinación de la densidad y la gravedad °API. Es el “método de prueba estándar para la determinar la densidad, la densidad relativa o la gravedad API del petróleo crudo y los productos líquidos derivados del petróleo mediante el Método de densímetro.” (ASTM International, 2022), designación ASTM D4052.

El equipo que se usa en las instalaciones de Intertek cumple con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. Para la determinación de la densidad y la gravedad °API es el densímetro de mesa automático DMA de marca ANTON PAAR, se muestra en la figura 7, el equipo cuenta con una pantalla digital para facilitar las operaciones y registro de los ensayos en formato PDF.

Figura 7

Densímetro automático ASTM D4502

Nota: Fuente https://www.anton-paar.com/pe-es/productos/detalles/densimetro-digital-dma/

En la siguiente tabla 5 se muestra valores característicos de densidad y gravedad °API referenciales para diferente calidad de crudo.

Tabla 5

Valores referenciales de la gravedad °API y densidad del crudo

Crudo	Gravedad °API a 60°F	densidad (g/cm3) a 15°C
LIGERO	30 – 40	0.87 – 0.83
MEDIANO	22 – 29.9	0.92 – 0.87
PESADO	10 – 21.9	1.00 – 092
EXTRA PRESADO	Menor a 10	Mayor a 1.00

Nota: valores referenciales tomadas de la página web https://www.venelogia.com/archivos/9589/

En la siguiente tabla 6 se muestra las especificaciones técnicas típicas de densidad para los siguientes productos derivados de petróleo que se muestran en la tabla 6, representa a productos derivados de petróleo.

Tabla 6

Especificaciones técnicas de densidad

Producto	Temperatura	Densidad (Kg/m3) máxima
DIESEL B5-S50	**15°C**	845.0
DIESEL MARINON°2	**15°C**	890.0
IFO 380 (VLSFO)	**15°C**	991.0

Nota: Valores referenciales tomada de la página web de Petroperú https://www.petroperu.com.pe/

ii. Punto de inflamación:

Conocido también como punto de destello de un combustible, es la temperatura en la cual el vapor emitido encenderá una llama externa, se aplica bajo condiciones de pruebas específicas. (Mauricio & Elkin, 2004)

Un punto de destello se define para reducir al mínimo riesgo de fuego durante el almacenaje y la utilización normal. (Mauricio & Elkin, 2004)

El método de ensayo que se usa para la determinación del punto de inflamación. Es el “método de prueba estándar para la determinación del punto de inflamación por medio de analizador Pensky-Martens de vaso cerrado” (ASTM International, 2020), designación ASTM D93.

El equipo que se usa en las instalaciones de Intertek cumple con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. Para la determinación del punto de inflamación PMA de marca ANTON PAAR, se muestra en la figura 8, el equipo de punto de inflamación de copa cerrada automático cuenta con una pantalla digital para facilitar las operaciones y registro de los ensayos en formato PDF.

Figura 8

Equipo de punto de inflamación automático ASTM D93 copa cerrada

Nota: Fuente https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/pma/

En la siguiente tabla 7 se muestra las especificaciones técnicas típicas de punto de inflamación para los siguientes productos derivados de petróleo.

Tabla 7

Especificaciones técnicas de densidad

Producto	Punto de inflamación Mínima	Unidades
DIESEL MARINO N°2	60	°C
IFO 380 (VLSFO)	60	°C
DIESEL B5 -S50	52	°C

Nota: Valores referenciales tomada de la página web de Petroperú https://www.petroperu.com.pe/

5.3.3 Ensayo para determinar las características de fluidez de los combustibles Fuel oíl de bajo azufre VLSFO

iii. Viscosidad:

Para la operación práctica, la viscosidad es la característica más importante del combustible. (Mauricio & Elkin, 2004) Se utiliza para la clasificación de combustibles residuales, pues en el mercado marino son conocidos comúnmente por la viscosidad. (Mauricio & Elkin, 2004). Es necesaria para la valoración de las temperaturas requeridas para el almacenaje, el bombeo y la inyección, además también se usa para la determinación de la calefacción requerida por el combustible para los propósitos de transferencia. (Mauricio & Elkin, 2004) En los combustibles esta propiedad se puede variar mediante el aumento de la temperatura, es decir que en algunos casos se puede precalentar el combustible para obtener la viscosidad necesaria para un óptimo desempeño del motor. (Mauricio & Elkin, 2004).

El método que se usa para determinar la viscosidad. Es el “método de prueba estándar para la determinación de la viscosidad cinemática de líquidos transparentes y opacos (y cálculo de la viscosidad dinámica)” (ASTM International, 2021), designación ASTM D445.

Los equipos y materiales que se usan en las instalaciones de Intertek cumplen con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. Para la determinación de la viscosidad cinemática, son el baño de inmersión, termómetro digitales o de mercurio, capilares de medición de doble bulbo con movimiento inverso, cronómetros, cuaderno de registro, en la figura 9 se muestra el baño y el capilar que se cuenta para determinar la viscosidad cinemática para los productos IFO (VLSFO) el registro se realiza en el cuaderno del método ASTM D445, donde se registra tipo de capilar

usado, temperatura de operación del ensayo y tiempo que demora el recorrido del producto en cada bulbo.

Figura 9

Viscosímetro capilar manual y baño termostático ASTM D445

Nota: Fuente https://www.directindustry.es/prod/cannon-instrument-company/product-106453-2074853.html

En la siguiente tabla 8 se muestra la denominación de los capilares que se usan para determinadas viscosidades.

Tabla 8

Denominación del capilar y los rangos de trabajo

Denominación	Rangos
Cannon-Fenske opaco tamaño 300	50 – 200 cSt
Cannon-Fenske opaco tamaño 350	100 – 500 cSt
Cannon-Fenske opaco tamaño 400	240 – 1.200 cSt
Cannon-Fenske opaco tamaño 450	500 – 2.500 cSt
Cannon-Fenske opaco tamaño 500	1.600 – 8.000 cSt
Cannon-Fenske opaco tamaño 600	4.000 – 20.000 cSt
Cannon-Fenske opaco tamaño 400	240 – 1.200 cSt

Nota: Valores referenciales tomada de la página web Cotecno https://www.cotecno.cl/viscosimetro-capilar-cannon-fenske-opaco/

En la siguiente tabla 9 se muestra las especificaciones técnicas típicas de viscosidad cinemática para los siguientes productos derivados de petróleo

Tabla 9

Especificaciones técnicas de viscosidad cinemática

Producto	Temperatura °C	mínima	máxima	Unidades
DIESEL MARINO N°2	40	2.000	6.000	cSt
DIESEL B5 -S50	40	1.900	4.100	cSt
IFO 380 (VLSFO)	50	-	380.0	cSt

Nota: Valores referenciales tomada de la página web de Petroperú https://www.petroperu.com.pe/

iv. Punto de escurrimiento:

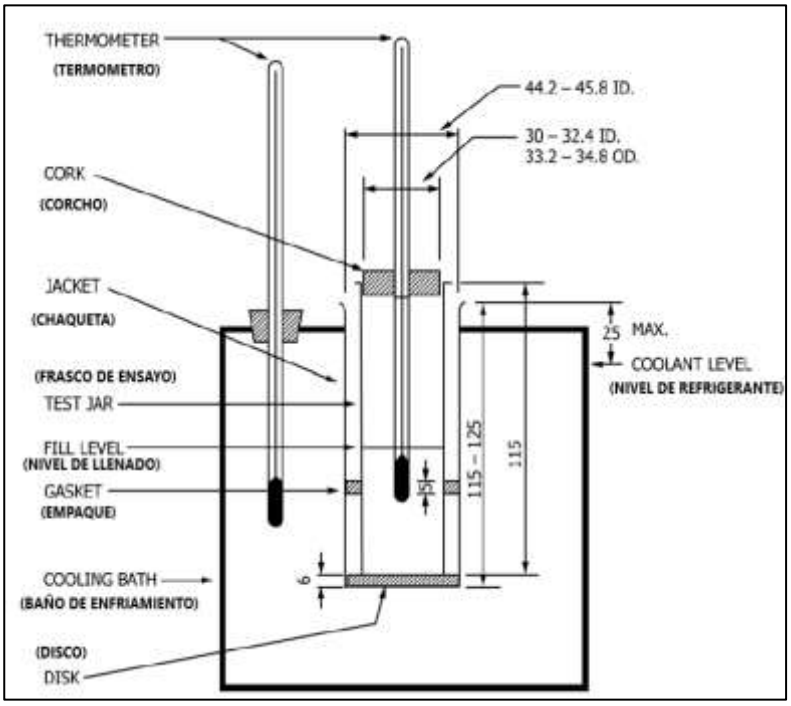
Es la temperatura más baja en la cual un combustible marino se puede manejar sin obtener cantidades excesivas de cristales de la cera que impedirían su flujo. (Mauricio & Elkin, 2004) Si un combustible está debajo del punto de fluidez, la cera comenzará a separarse y bloqueará los filtros, además se acumulará en el fondo del tanque y en las bobinas de calefacción. (Mauricio & Elkin, 2004)

El método que se usará para la determinación del punto de escurrimiento. Es el “método de prueba estándar para el punto de fluidez de los productos derivados del petróleo” (ASTM International, 2022), designación ASTM D97.

Los equipos y materiales que se usan en las instalaciones de Intertek cumplen con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. Para la determinación del punto de escurrimiento, son el baño de inmersión, termómetros digitales o de mercurio, recipiente cilíndrico, cuaderno de registro del método ASTM D97 en la figura 10 se muestra el sistema del baño de inmersión y la posición donde se debe ubicar la jarra de prueba o recipiente cilíndrico con el espécimen para determinar el punto de escurrimiento.

Figura 10

Sistema del equipo manual de punto de escurrimiento ASTM D97



Nota: Dimensiones en milímetros, fuente: Método de ensayo ASTM D97 e (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013)

En la siguiente tabla 10, se muestra las especificaciones técnicas típicas de punto de escurrimiento para los siguientes productos derivado de petróleo.

Tabla 10

Especificaciones técnicas del punto de escurrimiento

Productos	Punto de escurrimiento, máxima	Unidades
DIESEL MARINO N°2	-6	°C
DIESEL B5 – S50	+4	°C
IFO 380 (VLSFO)	+30	°C

Nota: Valores referenciales tomada de la página web de Petroperú https://www.petroperu.com.pe/

5.3.4 Ensayo para determinar las características de composición de los combustibles Fueloil de bajo azufre VLSFO

v. Azufre

Los petróleos crudos tienen un nivel natural de azufre y ésta es la característica primaria que determina el nivel de azufre en cualquier mezcla particular del fueloil. (Mauricio & Elkin, 2004) Los petróleos crudos con un nivel bajo de azufre se conocen como "petróleos brutos dulces" mientras que ésos con un nivel más alto se refieren como "petróleos brutos amargos". (Mauricio & Elkin, 2004)

Durante la combustión del fueloil en un motor diésel, la presencia de azufre en el combustible puede dar a lugar a desgaste corrosivo en el cilindro, reducción de los aditivos de aceite lubricante. (Mauricio & Elkin, 2004) La neutralización de estos ácidos se puede reducir al mínimo utilizando un lubricante conveniente para este tipo casos.

El método que se usara para la determinación de contenido de azufre. Es el “método de prueba estándar para la determinación de azufre en petróleo y productos derivados del petróleo mediante espectrofluorimetría de rayos X por dispersión de energía” (ASTM International, 2021), designación ASTM D4294.

Los equipos y materiales que se usan en las instalaciones de Intertek cumplen con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. Para la determinación de contenido de azufre, son el equipo de rayos X de la marca HORIBA, celdas y ventanas de muestra, membrana contenedora de muestra, estándares de calibración, en la figura 11 se muestra el equipo analizador de rayos X de marca HORIBA para el análisis de contenido de azufre en %masa para crudos y productos derivado del petróleo.

Figura 11

Equipo para la determinación de concentración de azufre ASTM D4294

Fuente:https://www.grupoalava.com/ingenieros/productos/fotonica-y-espectroscopia/analisis-elemental/analizadores-de-azufre/

En la siguiente tabla 11, se muestra las especificaciones técnicas típicas del contenido de azufre en %masa para los siguientes productos derivados de petróleo.

Tabla 11

Especificaciones técnicas del contenido de azufre

Productos	Contenido de azufre, máximo	Unidades
DIESEL MARINO N°2	0.500	%masa
DIESEL B5 – S50	50	mg/Kg
PETROLEO INDUSTRILA N°500	3.50	%masa
IFO 380 (VLSFO)	0.500	%masa

Nota: valores referenciales tomada de la página web de Petroperú https://www.petroperu.com.pe/

vi. Residuo de carbón:

El residuo del carbón de un combustible es la tendencia a formar depósitos de carbón bajo condiciones de alta temperatura en una atmósfera inerte, y se puede expresar comúnmente como el residuo micro del carbón (MCR). (Mauricio & Elkin, 2004) Los combustibles con un alto valor del residuo del carbón pueden causar problemas en motores

de mayor edad cuando están funcionando bajo altas condiciones de carga. (Mauricio & Elkin, 2004)

El método que se usará para la determinación del contenido de residuo al carbón. Es el “método de prueba estándar de Conradson para la determinación de residuos de carbono en productos derivados del petróleo” (ASTM International, 2019), designación ASTM D189.

Los equipos y materiales que se usan en las instalaciones de Intertek cumplen con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. Para la determinación residuo de carbón son, soporte trípode, chimenea de acro, crisol metálico con tapa metálica, crisol cerámico, lampara con válvula de gas, bloque de aislante de calor, en la figura 12 se muestra los accesorios y el sistema de trabajo para determinar el contenido de residuo al carbón.

Figura 12

Equipo de carbono Conradson ASTM D189

Nota: Fuente https://spanish.alibaba.com/product-detail/Carbon-Residue-of-Petroleum-Products-by-1600289974553.html

En la siguiente tabla 12, se muestra las especificaciones técnicas típicas del contenido de residuo al carbón en %masa para los siguientes productos derivados de petróleo.

Tabla 12

Especificaciones técnicas del contenido de carbón

Productos	Contenido de carbón, máximo	Unidades
DIESEL MARINO N°2	0.300	%masa
DIESEL B5 – S50	0.350	%masa
IFO 380 (VLSFO)	18.0	%masa

Nota: Valores referenciales tomada de la página web de Petroperú https://www.petroperu.com.pe/

vii. Número de Acidez (TAN)

El método tradicional para medir el contenido de ácido nafténico del petróleo crudo es la titulación (neutralización) con hidróxido de potasio (KOH), conocido como número de acidez total o TAN. El número de acidez total expresa los miligramos de KOH necesarios para neutralizar el ácido en una muestra de hidrocarburo. (Troncoso, 2009)

La valoración no específica, por lo tanto, el KOH puede valorar los ácidos nafténicos, así como otros ácidos inorgánicos y orgánicos que se encuentran en el petróleo crudo. (Troncoso, 2009) usando solvente de titulación tolueno, propano y agua como indica el método ASTM D664.

El método de ensayo que se usará para la determinación del contenido de numero de ácidos. Es el “método de ensayo estándar para la determinación de número de ácido totales de productos derivados del petróleo por titulación potenciométrica” (ASTM International, 2019), designación ASTM D664.

El equipo de titulación automática la marca metrohm modelo titrando que se usan en las instalaciones de Intertek cumplen con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. En la figura 13, se muestra el equipo completo para la determinacion del contenido de número de acidez para productos derivados de petroleo. El equipo contiene una bureta automatica, electrodo de medicion, solvente

titulante y solvente de titulacion o solvente de dilucion de la muestra problema adicionamente una balanza, computadora donde se instala el sofware del equipo.

Figura 13

Equipo para la determinación de número de acidez ASTM D664

Nota: Fuente https://www.mtbrandao.com/pt/produto/915-kf-ti-touch/

En la siguiente tabla 13, se muestra las especificaciones técnicas típicas del contenido de número de acidez en mgKOH/g para los siguientes productos derivados de petróleo.

Tabla 13

Especificaciones técnicas del contenido de número de acidez

Productos	Contenido de número de acidez, máximo	Unidades
DIESEL MARINO N°2	0.50	mgKOH/g
IFO 380 (VLSFO)	2.50	mgKOH/g

Nota: Valores referenciales tomada de la página web de Petroperú https://www.petroperu.com.pe/

5.3.5 Ensayo para determinar características de combustión de los combustibles Fueloil de bajo azufre VLSFO

viii. Índice de aromaticidad de carbono, cálculo CCAI

"El índice de aromaticidad de carbón calculado CCAI, es un índice de la calidad de ignición del combustible residual". (Camin cargo control, 2022, pág. 15)

"Normalmente dará un valor entre 800 y 880. Cuanto menor sea el valor mejor será la calidad de ignición. Los combustibles con un CCAI mayores a 880 a menudo son problemáticos. Es un cálculo basado en la densidad y viscosidad". (Camin cargo control, 2022, pág. 15)

En la siguiente figura 14 se muestra la ecuación del cálculo para determinar el índice de aromaticidad de carbón calculo CCAI.

Figura 14

Ecuación para determinar índice de aromaticidad de carbón calculo CCAI

$$CCAI = \rho - 81 - 141 \lg [\lg (\nu + 0{,}85)] - 483 \lg [(T + 273) / 323]$$

Donde:

T es la temperatura, en grados Celsius, a la cual se ha determinado la viscosidad cinemática;

ν es la viscosidad cinemática, en milímetros cuadrados por segundo;

ρ es la densidad a 15 °C, en kilogramos por metro cúbico.

NOTAS:

a. En varios países se continúa trabajando para identificar técnicas alternativas para determinar el comportamiento global de los combustibles residuales.

b. Las siglas lg representan logaritmos en base 10.

Nota: Fuente tomada de la norma técnica peruana NTP 321.140 (2003) (Comite técnico de normalización de petroleo, derivados y combustibles líquidos , 2003, pág. 20)

5.3.6 Ensayo para determinar componentes contaminantes de combustión de los combustibles Fueloil de bajo azufre VLSFO

ix. Agua:

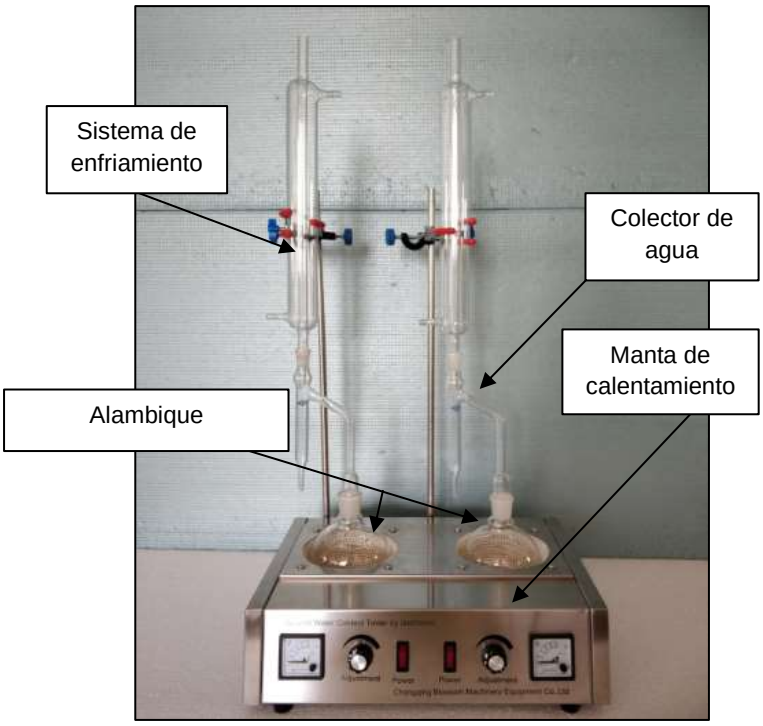
Es el mayor contaminante del combustible porque dificulta la combustión y puede implicar procesos de mantenimiento adicionales, por esta razón los niveles que se tengan de esta no deben exceder el 1% del volumen. (Mauricio & Elkin, 2004) ingreso de agua al combustible puede provenir de varias fuentes, como son la entrada y la salida del tanque, además la generación de vapores producidos en los procesos de calefacción, como también las partículas que se filtran en los desplazamientos cuando hay cambios de presión. (Mauricio & Elkin, 2004)

El método que se usa para determinar el contenido de agua. Es el “método de prueba estándar para la determinación del contenido de agua de productos derivados del petróleo y materiales bituminosos por destilación” (ASTM International, 2018), designación ASTM D95

El equipo que se usa en las instalaciones de Intertek cumple con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. En la figura 15, se muestra el equipo completo y con el sistema ya montado para la determinacion del contenido % de agua en productos derivados de petroleo. El equipo contiene sistema de enfriamiento, calentador electrico, colector de agua o trampa de agua, matraz o balon de destilacion, otros materiales como probeta y perlas de vidrio

Figura 15

Sistema de destilación del método ASTM D95



Nota: Fuente https://es.made-in-china.com/co_bcsmachinery/product_ASTM-D95-Dean-Stark-Crude-Oil-Petroleum-Water-Content-Tester-by-Distillation_uoionosryg.html

En la siguiente tabla 14, se muestra las especificaciones técnicas típicas del contenido de agua en % de volumen para el siguiente producto derivado de petróleo.

Tabla 14

Especificaciones técnicas del contenido de agua

Producto	Contenido de agua, máximo	Unidades
IFO 380 (VLSFO)	**0.5**	**%v**

Nota: Valores referenciales tomada de la página web de Petroperú https://www.petroperu.com.pe/

x. Sedimentos Totales

Durante el almacenamiento de productos, los compuestos insaturados se pueden llegar a oxidar en presencia de aire, con lo cual pueden llegar a formar sedimentos. (Gómez & Ancheyta, 2003), estos sedimentos formados reducen la calidad del combustible, pueden ser interferentes para la determinación de otros ensayos, afectando los equipos donde son usados.

El método ASTM D 4870 cubre la determinación de los sedimentos totales en destilados que contengan arriba de 0.4 % peso y en residuales que posean más de 0.5 % peso, cuya viscosidad a 100 °C sea de 55 cSt máximo. (Gómez & Ancheyta, 2003) Este método se emplea también para la evaluación de la cantidad total de sedimentos después de que los combustibles se han sometido a condiciones de envejecimiento acelerado. (Gómez & Ancheyta, 2003)

El método que se usa para determinar del contenido de sedimentos totales. Es el "método de prueba estándar para la determinación de sedimentos totales en combustibles residuales" (ASTM International, 2022), designación ASTM D4870

El equipo que se usa en las instalaciones de Intertek cumple con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. En la figura 16, se muestra el equipo de filtracion para la determinacion de los sedimentos totales en productos derivados de petroleo para el procedimeito A (termico) y procedimeinto B (químico). El sistema cuenta con bomba de vacio y generador de vapor para mantener el sistema de filtacion a una temperatura de 100°C, sistema de filtración

Figura 16

Equipo manual de filtración para la determinación de sedimentos totales ASTM D 4870

Nota: Fuente https://ayalytical.com/wp-content/uploads/2015/07/total-sediment-tester-D4870.pdf

En la siguiente tabla 15, se muestra las especificaciones técnicas típicas del contenido de sedimentos totales en % masa para el siguiente producto derivado de petróleo.

Tabla 15

Especificaciones técnicas del contenido de sedimentos

Productos	Contenido de sedimentos, máximo	Unidades
IFO 380 (VLSFO)	0.50	%masa

Nota: Valores referenciales tomada de la página web de Petroperú https://www.petroperu.com.pe/

xi. Cenizas

Los componentes de la ceniza del petróleo crudo se concentran en el combustible residual y esta concentración depende de los procesos en la respectiva refinería, es por lo que se dice que la ceniza resulta de la composición elemental de todos los desechos del crudo. (Mauricio & Elkin, 2004)

El método que se usará para la determinación del contenido de cenizas. Es el “método de prueba estándar para la determinar la cantidad de ceniza en productos derivados del petróleo (ASTM International, 2019), designación ASTM D482.

Los equipos y materiales que se usan en las instalaciones de Intertek cumplen con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. Para la determinación del contenido de ceniza se requiere materiales como, crisol cerámico, lampara con válvula de gas o mechero, soporte trípode, balanza, mufla o horno, recipiente contenedor de crisoles.

En la figura 17 se muestra una tabla de pesos que el método ASTM D482 recomienda, para una cantidad de ceniza esperada.

Figura 17

Masa del espécimen de prueba versus ceniza ASTM D482

Ceniza prevista, % en masa	Espécimen de prueba, masa, g	Masa de la ceniza, mg
0,18	11	20
0,10	20	20
0,05	40	20
0,04	50	20
0,02	100	20
0,01	100	10
0,001	100	1

Nota: Fuente método (Standard Test Method for Ash from Petroleum Products, 2019, pág. 3)

En la figura 18, se muestra los equipo y materiales que se utilizan para la determinacion de las cenizas de productos derivados de petroleo.

Figura 18

Equipos para la determinación de contenido de cenizas ASTM D482 Fuente: figura

Nota: balanza (A), desecador (B), mufla o horno (C) y crisol (D) fuente tomada de camin cargo control e-book n°4 *(Camin cargo control, 2022, pág. 14)*

En la siguiente tabla 16, se muestra las especificaciones técnicas típicas del contenido de cenizas en % masa para los siguientes productos derivado de petróleo.

Tabla 16

Especificaciones técnicas del contenido cenizas

Productos	Contenido de cenizas, máximo	Unidades
DIESEL B5 S50	0.010	%masa
DIESEL MARINO N°2	0.010	%masa
IFO 380 (VLSFO)	0.10	%masa

Nota: Valores referenciales tomada de la página web de Petroperú https://www.petroperu.com.pe/

xii. Metales contaminantes

La presencia de contaminantes como Silicio, aluminio, sodio, vanadio, calcio, zinc y fosforo en mg/Kg, en finas partículas, para los equipos que usan estos combustibles, estas partículas pueden ocasionar daños a los motores de combustión de las embarcaciones. “La principal fuente de material particulado potencialmente abrasivo en los combustibles bunker son lo finos de catalizador. El parámetro de control seleccionado,

aluminio más silicio con valores limites en los combustibles residuales.” (Comite técnico de normalización de petroleo, derivados y combustibles líquidos , 2003, pág. 23)

Los valores de aluminio más silicio son variables dependiendo de las refinerías que producen estos combustibles residuales. Siendo los valores de aluminio más silicio de 60mg/Kg como máximo valor tomado de la norma ISO 8217 – 2017.

El método para la determinación del contenido de aluminio más silicio, es el método ASTM D5184 “Standard Test Methods for Determination of Aluminum and Silicon in Fuel Oils by Ashing, Fusion, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, and Atomic Absorption Spectrometry” (ASTM International, 2017)

En la combustión de los productos residual que poseen alto contenido de vanadio (Va), sodio (Na) y azufre (S). Estos elementos que están como componentes inertes en los combustibles residuales al estar a temperaturas altas en la combustión se descomponen produciendo vapores de pentóxido de vanadio V_2O_5 y sulfatos de metales alcalinos (Na_2SO_4), los cuales reaccionan formando vanadatos de sodio y compuestos de vanadio y sodio que favorecen a la formación de las sales corrosivas, que son altamente corrosivo atacando las partes de los motores de combustión. (Vega Alvarez, 2013, pág. 16).

El método para la determinación del contenido de vanadio y sodio es el método ASTM D5863 “Standard Test Methods for Determination of Nickel, Vanadium, Iron, and Sodium in Crude Oils and Residual Fuels by Flame Atomic Absorption Spectrometry” (ASTM International, 2016)

Para la determinación de elementos de calcio, fosforo y zinc se usará el método de ensayo ASTM D5185 “Standard Test Method for Multielement Determination of Used and Unused Lubricating Oils and Base Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES)” (ASTM International, 2018) Anteriormente se usaba los métodos

de ensayo citados líneas arriba, como el método ASTM D5184, para la determinación de aluminio y silicio por absorción atómica, el método ASTM D5863 para la determinación de vanadio y sodio, por absorción atómica, y para la determinación de calcio, fosforo y zinc por el método ASTM D5185, por ICP

Actualmente en el laboratorio se llegó a implementar el método IP501 “Determination of aluminium, silicon, vanadium, nickel, iron, sodium, calcium, zinc and phosphorus in residual fuel oil by ashing, fusion and inductively coupled plasma emisión spectrometry”(Energy Institute, 2019).

Está implementación ayudo a reducir el tiempo de análisis y obtener una mejor repetibilidad, reducción de uso de reactivos y consumibles.

El equipo que se usa en las instalaciones de Intertek para la determinación de metales es el ICP óptico de la marca PerkinElmer, este equipo cumple con las exigencias de la norma ISO 17025 – 2017 para el aseguramiento de los resultados. En la figura 19, se muestra el equipo ICP optico.

Figura 19

Equipo ICP óptico para la determinación de metales IP 501

Nota: Fuente https://resources.perkinelmer.com/lab-solutions/resources/docs/tch_optima-8300-optical-sys-scd_006270c_01.pdf

En la siguiente figura 20 se muestra el rango de los elementos como aluminio, silicio, sodio, vanadio, níquel, hierro, calcio, zinc y fosforo y su rango de aplicación del método por elemento.

Figura 20

Límites de detección del método IP 501

Element	Range mg/kg
Aluminium	5 to 150
Silicon	10 to 250
Sodium	1 to 100
Vanadium	1 to 400
Nickel	1 to 100
Iron	2 to 60
Calcium	3 to 100
Zinc	1 to 70
Phosphorus	1 to 60

Nota: Fuente tomada del método IP 501 (Energy Institute, 2019, pág. 1)

5.4 Objetivos de uso de las técnicas propuestas

- Determinar las propiedades fisicoquímicas de los combustibles IFO 380 (VLSFO), mediante métodos normados ASTM e IP que cumplen con las especificaciones ISO 8217 y las especificaciones técnicas de Petroperú.
- Certificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de la norma ISO 8217 y las especificaciones técnicas de Petroperú para combustibles marinos mediante métodos normados, acreditados y no acreditados cumpliendo con el aseguramiento de la validez de los resultados de la norma ISO 17025 – 2017

5.5 Cálculo y determinaciones utilizadas en las aplicaciones

Todo cálculo se desarrolla bajo las ecuaciones de las normas de ensayo ASTM e IP que cumplen con la ficha técnica de Petroperú para la determinación de las propiedades fisicoquímicas y límites de calidad del combustible, también apoyándonos en las normas ISO 17025 de aseguramiento de la validez de los resultados y las especificaciones

internacionales de calidad de los combustibles IFO (VLSFO) en la norma ISO 8217. Para determinar un buen resultado. Intertek se enfoca en la capacitación constante de sus analistas como capacitaciones mensuales de nuevos métodos y retroalimentación, auditorías internas y externas, seguimientos a las condiciones ambientales de trabajo, buenas prácticas de laboratorio, verificación calibración y mantenimiento de los equipos e instrumentos de ensayo a utilizar, graficas de control de materiales de referencia primario y secundarios.

5.5.1 Cálculo para la determinación de la densidad ASTM D4052

El procedimiento establecido por el fabricante que cumple con las exigencias del método de ensayo para el uso del densímetro automático que se muestra en la figura 7, recomienda.

Antes de su uso, realizar la limpieza del tubo en U y dos verificaciones, verificación de agua y aire, en ese orden, seguidamente se comienza el acondicionamiento del equipo a una cierta temperatura para determinar la densidad o la gravedad °API de la muestra problema

- Procedimiento

  Se ingresa un volumen de aproximadamente de 1 a 2 ml de muestra líquida en un tubo en U oscilante, la inyección puede ser manual y automatizada, una vez terminada la inyección de la muestra se comienza el ensayo (ASTM International, 2022), verificar la vigencia de calibración del equipo, verificación de agua y aire rutinarias, estas inspecciones son muy importantes para el cálculo de la determinación de la densidad, la densidad relativa o la gravedad API de la muestra. (ASTM International, 2022)

Para la determinación de la gravedad API, densidad y densidad relativa se toma las siguientes consideraciones del método ASTM D4052 que se encuentra en el apartado 3.2.2 de la página 2 y X2.1. de la página 12

Ecuación mostrada en el apartado 3.2.2 de la página 2 para la determinación de los grados °API (60/60°F)

$$°API = \left(\frac{141.5}{densidad\ relativa}\right) - 131.5 \qquad (1)$$

Ecuaciones mostradas en el apartado X2.1 página 12 del método ASTM D4052

$$Densidad\ (Kg/m3)\ =\ dw\ +\ K1 * (T2s\ -\ T2w) \qquad (2)$$

$$Densidad\ relativa\ (\frac{densidad}{densidad\ del\ agua})\ =\ 1 +\ K2 * (T2s\ -\ T2w) \qquad (3)$$

Donde:

Tw: Período observado de oscilación para la celda que contiene agua, (se obtiene de la verificación). (ASTM International, 2022)

Ts: Período observado de oscilación para la celda que contiene aire, (se obtiene de la verificación). (ASTM International, 2022)

dw: Densidad del agua a la temperatura de la prueba, (se obtiene de tablas). (ASTM International, 2022)

$K1$: Constante del instrumento para densidad. (ASTM International, 2022)

$K2$: Constante del instrumento para densidad relativa. (ASTM International, 2022)

Los resultados obtenidos en el ensayo para la determinación de la densidad, gravedad °API se muestran en la siguiente tabla 17 previamente corregidas y expresadas según el apartado 14 del método ASTM D4052.

Tabla 17

Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D4052

Identificación de la muestra	Densidad a 15°C Kg/m3	Resultado °API
2023- Lima -000045	949.3	17.5
2022- Lima -000395	957.1	16.3

El informe que emite el equipo automático densímetro DMA para la determinación de la densidad corregidos y expresados a 15°C y gravedad °API corregidos y expresados a 60/ 60°F se puede visualizar en el anexo H para la muestra 2023- Lima -000045 y en el anexo I para la muestra 2022- Lima -000395.

5.5.2 Cálculo para la determinación del punto de inflamación ASTM D93

El procedimiento que establece el fabricante para el uso el equipo automático para la determinación del punto de inflamación, copa cerrada que se muestra en la figura 8, recomienda primero realizar la limpieza de la copa portadora del producto a analizar, limpieza del sensor de temperatura, verificación de las revoluciones de giro por minuto de agitación para el procedimiento aplicado.

- Procedimiento

  Un vaso de prueba de bronce de las dimensiones especificadas se llena hasta la marca interior con el espécimen y se cierra con una tapa de las dimensiones especificadas, se calienta, y el espécimen se agita a las tasas especificadas, según el procedimiento B. (ASTM International, 2020)

Para el cálculo del punto de inflamación se presenta la siguiente ecuación, esta ecuación, se puede visualizar en el apartado 14 pagina 9, del método ASTM D93:

Ecuaciones mostradas en el apartado 14.1 del método ASTM D93

$$Punto\ de\ inflamación\ corregido\ =\ C\ +\ 0.25 * (101.3 - K) \qquad (4)$$

$$Punto\ de\ inflamación\ corregido\ =\ F\ +\ 0.06 * (760 - P) \qquad (5)$$

$$Punto\ de\ inflamación\ corregido\ =\ C\ +\ 0.033 * (760 - P) \qquad (6)$$

Ecuación (4), (5) y (6) tomada del método ASTM D93

donde:

C : punto de inflamación observado, °C, (ASTM International, 2020)

F : punto de inflamación observado, °F, (ASTM International, 2020)

P : presión barométrica ambiental, mm Hg, (ASTM International, 2020)

K : presión barométrica ambiental, kPa, (ASTM International, 2020)

Los resultados obtenidos en el ensayo para la determinación del punto de inflamación se muestran en el siguiente cuadro previamente corregidas y expresadas según el apartado 14.2 del método ASTM D93

Tabla 18

Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D93

Identificación de la muestra	Procedimiento	Resultado °C
2023- Lima -000045	B	86.5
2022- Lima -000395	B	95.5

Nota: En el informe se reportará al 0.5 °C más cercano, como indica en el apartado 14.2 del método de ensayo ASTM D93

El informe que emite el equipo automático PMA para la determinación del punto de inflamación se puede visualizar en el anexo J para la muestra 2023- Lima -000045 y en el anexo K para la muestra 2022- Lima -000395.

5.5.3 Cálculo para la determinación la viscosidad cinemática ASTM D445

El procedimiento establecido por el método ASTM D445 en el apartado 10 de la página 9 para determinar la viscosidad cinemática consiste en seleccionar el capilar calibrado, limpio y seco a utilizar, previamente tener el baño acondicionando a la temperatura de prueba 50°C, sumergir el capilar con la muestra en el baño, esperar un tiempo prudente para que la muestra alcance la temperatura del baño y comenzar a realizar la lectura de los tiempos.

- Procedimiento

  Para determinar la viscosidad se usa el procedimiento para líquidos opacos que se muestra en el apartado 12 del método ASTM D445, iniciando el calentamiento de la muestra para tener la fluidez y tomar una muestra representativa, llevar esta muestra representativa a un estufa a 100°C por un intervalo de tiempo prudente, previamente tener el baño a la temperatura de prueba de 50°C, llenar el capilar limpio y seco con la muestra retirada de la estufa y llevar a inmersión en el baño, esperar que la muestra llegue a la temperatura del baño y comenzar con la lectura. (ASTM International, 2021)

Para el cálculo de la viscosidad cinemática se presenta la ecuación siguiente, esta ecuación se puede visualizar en el apartado 14 del método ASTM D445:

$$v1{,}2 = C1{,}2 * t1{,}2 \qquad (7)$$

Ecuación (7) tomada del método ASTM D445

donde:

$v1,2$: viscosidad cinemática de los bulbos 1 y 2 en mm^2/s o cSt

$C1,2$: Constantes de los bulbos de calibración 1 y 2 en mm^2/s^2

$t1,2$: tiempos obtenidos en los ensayos de los bulbos 1 y 2 en segundos (s)

Los resultados obtenidos en el ensayo para la determinación de la viscosidad cinemática se muestran en la siguiente tabla 19 para las muestras respectivas.

Tabla 19

Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D445

Identificación de la muestra	**tiempos obtenidos** (s)		**Viscosidades (**mm^2/s)		**Promedio (**mm^2/s)
	Tiempo 1	**Tiempo 2**	**Bulbo 1**	**Bulbo 2**	
2023- Lima -000045	*	*	345.86	346.94	346.4
2022- Lima -000395	*	*	361.92	363.08	362.5

Nota: En el informe de ensayo se reportará el promedio de los dos bulbos. Con 4 cifras significativas y la temperatura del ensayo como indica en el apartado 15 del método ASTM D445

*valores no proporcionados por la empresa, por temas de confidencialidad.

5.5.4 Cálculo para determinar el punto de escurrimiento ASTM D97

Para la determinación del punto de escurrimiento de manera manual se toma las siguientes consideraciones del método ASTM D97 que se encuentra en el apartado 9, que nos dice que agreguemos 3°C a la temperatura observada cuando damos por finalizado el ensayo y se observe que la muestra no se mueve al inclinarlo de manera horizontal.

- Procedimiento

  El procedimiento establecido por el método ASTM D97 para la determinación el punto de escurrimiento se puede ver en el apartado 8, página 4 del método, cuando sea necesario calentar la muestra para tener una fluidez y tomar una muestra

representativa, “Vierta la muestra en el frasco de prueba hasta la marca de nivel.” (ASTM D97, 2022, pág. 4) previamente se acondiciona el baño de enfriamiento a las temperaturas de prueba llevar el frasco que contiene la muestra al baño de enfriamiento y registrar la temperatura cada 3°C inclinando el frasco de manera horizontal por 5 segundos, seguir esa rutina de lectura de temperatura hasta que se logre que la muestra no tenga ningún movimiento al inclinar el frasco de manera horizontal, registrar la temperatura observada. (ASTM International, 2022)

En valor obtenido y registrado al finalizar el ensayo de punto de escurrimiento se debe agregar +3°C al valor observado y reportar.

Tabla 20

Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D97

Identificación de la muestra	Temperatura observada (°C)	Temperatura corregida (°C) Punto de escurrimiento
2023- Lima -000045	15	+18
2022- Lima -000395	15	+18

5.5.5 Cálculo para determinar el contenido de azufre ASTM D4294

Para la determinación del contenido de azufre en % en masa seguiremos el procedimiento del método como se describe en el apartado 12 del ASTM D4294. El desarrollo del ensayo para la muestra IFO (VLSFO) se realizó con una curva de calibración de rango 0.100%masa al 0.750%masa con 4 puntos obteniendo 4 valores de *K,* que es la relación entre los rayos X fluorescentes del azufre (NS) y los rayos X dispersos (NB), la curva de calibración se realiza con la concentración en %masa en el eje vertical y *K* en el eje horizontal obteniendo una regresión de R= 0.9999.

Para la calibración se usó materiales de referencia de concentraciones definidas que venden en el mercado, también se tuvo en cuenta las condiciones ambientales del

área donde se encuentra el equipo y donde se realiza todo el procedimiento de lectura de los materiales de referencia para la calibración. La verificación de la curva de calibración se realizó con un material de referencia de otro lote con una concentración dentro de la curva de calibración o una muestra de control.

- Procedimiento

  El procedimiento establecido por el método ASTM D4294 se encuentra en el apartado 12 de la página 8 del método “Se mide una muestra de control de calidad antes de analizar muestras desconocidas, para verificar que el método de prueba esté en control. Una vez que la verificación cumpla se prosigue con la muestra problema. “ (ASTM International, 2021) Llene el vaso con la muestra a medir hasta aproximadamente el 75 % de su capacidad. Antes de llenar la celda, puede que sea necesario calentar las muestras viscosas para que resulte fácil verterlas en la celda. Asegúrese de que no haya burbujas de aire presentes entre la ventana del vaso y la muestra líquida. (ASTM International, 2021)

A continuación, se presenta la ecuación obtenida en la calibración de rango de concentración 0.100%masa - 0.750%masa.

$$C = 2.76710 * K - 0.23100 \qquad (8)$$

*Ecuación (8) tomada del informe de calibración realizada en las instalaciones de Intertek Testing Services Perú S.A.

Donde:

C: Concentración de azufre en % en masa

K: El valor *K* es la relación entre los rayos X fluorescentes del azufre (NS) y los rayos X dispersos (NB)

La concentración de azufre de las muestras en %masa se calcula automáticamente a partir de la curva de calibración. Los resultados obtenidos en el ensayo para la determinación del contenido de azufre en %masa se muestran en la siguiente tabla 21 para las muestras respectivas.

Tabla 21

Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D4294

Identificación de la muestra	Valor promedio de *K*	Concentración de azufre %masa
2023- Lima -000045	0.25875	0.485
2022- Lima -000395	0.25695	0.480

Nota: En el informe de ensayo se reportará con 3 cifras significativas como indica en el apartado 14 del método ASTM D4294 e informando el método utilizado.

5.5.6 Cálculo para determinar el residuo de carbón ASTM D189

Para la determinación del contenido de residuo de carbón, usaremos la ecuación del método que se muestra en el apartado 11 de la página 5 del método para el cálculo de residuo de carbón.

- Procedimiento

El procedimiento establecido por el método ASTM D189 se encuentra en el apartado 8 de la página 4 del método. “se calienta la muestra a 50°C ± 10 °C durante 0,5 h, inmediatamente después de calentar y agitar, filtre la parte a probar a través de una rejilla de malla 100, luego pesar en un crisol que contenga esferas de vidrio de aproximadamente 2.5 mm de diámetro redondeando a 5 mg una muestra de 10 g de muestra a probarse, llevar el crisol con la muestra al sistema que se muestra en la figura 12 y quemar con llama viva siguiendo la secuencia del que indica en el apartado 8.3 y 8.4 de la página 4 del método ASTM D189, retirar

el crisol del sistema una vez finalizado la carbonización de la muestra y llevar el crisol a un desecador hasta enfriar y pesar, registrar el peso final, para el cálculo

A continuación, se presenta la ecuación que se encuentra en el apartado 11 del método ASTM D189 que utilizaremos para determinar el contenido de residuo de carbón.

$$Rc = (A * 100) / W \qquad (9)$$

*Ecuación (9) tomada del método ASTM D189

Donde:

Rc: residuo de carbón en % en peso

A: peso de residuo de carbón en, g

W: peso de la muestra en, g

Los resultados obtenidos en el ensayo para la determinación del contenido residuo de carbón %masa se muestran en la siguiente tabla 22 para las muestras respectivas.

Tabla 22

Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D189

Identificación de la muestra	Peso de muestras (g)	Contenido residuo de carbón %
2023- Lima -000045	5.215	6.09
2022- Lima -000395	4.875	6.85

Nota: En el informe de ensayo se reportará en % de residuo de carbón como indica en el apartado 12 del método ASTM D189.

5.5.7 Cálculo para la determinación del número de acidez ASTM D664

Para determinar el número de acidez, usaremos la ecuación del método que se muestra en el apartado 13 de la página 9 del método, para el cálculo del número de acidez, previamente se debe verificar la estabilidad del electrodo en los ph 4 y ph 7 registrar la diferencia debe ser mayor a 162 mV, como se indica en el apartado 8 de la página 5 del método.

- Procedimiento

  El procedimiento establecido por el método ASTM D664 se encuentra en el apartado 12 de la página 6 del método. Se calienta la muestra si es necesario y luego “en un vaso de precipitado de 125 ml o un recipiente de titulación adecuado, introduzca una cantidad de muestra representativa, como se recomienda en la Tabla 1 (b) y agregue 60 ml de solvente de titulación.” (ASTM D664 International, 2019, pág. 6) “Coloque el vaso de precipitado o el recipiente de titulación sobre el soporte de titulación y ajuste en su posición, de modo que los electrodos queden sumergidos aproximadamente hasta la mitad, inicie el agitador, y agite durante toda la determinación a un ritmo suficiente para producir una agitación vigorosa, sin salpicaduras y sin incorporar aire en la solución.” (ASTM D664 International, 2019, pág. 6).

A continuación, se presenta la ecuación que se encuentra en el apartado 13 del método ASTM D664 que utilizaremos para determinar del contenido número de acidez.

$$NA = ((A - B) * M * 56.1)/W \qquad (10)$$

Ecuación (10) tomada del método ASTM D664

Donde:

NA: número de acidez en mgKOH/g

A: volumen gastado de solución titulante KOH para determinar el punto final de la muestra en mL

B: volumen gastado de solución titulante KOH para determinar el blanco en mL

M: concentración molar de la solución titulante de KOH alcohólico en mol/L

W: masa de la muestra en, g

Los resultados obtenidos en el ensayo para la determinación del número de acidez en mgKOH/g se muestran en la siguiente tabla 23 para las muestras respectivas.

Tabla 23

Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D664

Identificación de la muestra	Peso de muestras (g)	Número de acidez en mgKOH/g
2023- Lima -000045	10.1564	0.40
2022- Lima -000395	10.5268	0.12

Nota: En el informe de ensayo se reportará en valor obtenido indicando el método, el tipo de punto final utilizado y el procedimiento, como indica en el apartado 15 del método ASTM D664.

5.5.8 Cálculo para la determinación del índice de aromaticidad de carbono, cálculo CCAI

Para determinar el índice de aromaticidad de carbono, usaremos la ecuación de la norma técnica peruana NTP 321.140 (2003) (Comite técnico de normalización de petroleo, derivados y combustibles líquidos , 2003, pág. 20), previamente a realizar el cálculo de los CCAI, debemos tener los valores de viscosidad cinemática y la densidad

A continuación, se presenta la ecuación que se encuentra en la NTP 321.140 (2003):

$$CCAI = \rho - 81 - 141 * log\,[log\,(v + 0.85)] - 483 * log\,[(T + 273) / 323] \qquad (11)$$

Ecuación (11) tomada de la norma técnica peruana NTP 321.140 (2003)

Donde:

$CCAI$: índice de aromaticidad de carbono cálculo

T: Temperatura, °C, a la cual se ha determinado la viscosidad

v: viscosidad cinemática, mm^2/s determinada a la temperatura T °C

ρ: densidad determinada a 15°C en kg/m^3

log: logaritmo en base 10

A continuación, En la tabla 24 se presenta los resultados obtenidos en los ensayos previos, de densidad por el ASTM D4052 y viscosidad cinemática ASTMD445.

Tabla 24

Resultados obtenidos de densidad y viscosidad

Identificación de la muestra	Densidad a 15°C, kg/m^3	Viscosidad a 50°C mm^2/s
2023- Lima -000045	949.3	346.4
2022- Lima -000395	957.1	362.5

A continuación, con las variables obtenidas procedemos a reemplazar en la ecuación (11) para realizar el cálculo de los CCAI. En la siguiente tabla 25 se muestran los resultados obtenidos para las muestras respectivas

Tabla 25

Resultados obtenidos en el cálculo de CCAI

Identificación de la muestra	Índice de aromaticidad de carbono calculado, CCAI
2023- Lima -000045	811
2022- Lima -000395	819

5.5.9 Cálculo para la determinación del contenido de agua ASTM D95

Para la determinación del contenido de porcentaje de agua por el método ASTM D95, usaremos la ecuación del método que se muestra en el apartado 11 de la página 8 del método, previamente se debe tener todos los materiales limpios y secos para evitar contaminación y realizar la verificación del colector de agua y realizar un blanco del solvente que se usara y restaremos en el cálculo final mostrado en la ecuación (12).

- Procedimiento

El procedimiento establecido por el método ASTM D95 se encuentra en el apartado 10 de la página 7 del método. Si es necesario se debe calentar la muestra agitar y "medir una cantidad representativa de la muestra con una exactitud de ± 1% y transfiérala al alambique. Medir la cantidad de la muestra en un cilindro graduado de un tamaño adecuado, luego enjuague el material adherido al cilindro con una porción de 50 ml y dos de 25 ml del líquido solvente-portador, seguidamente escurra el cilindro minuciosamente después de transferir la muestra y después de cada enjuague." (ASTM D95 International, 2018, pág. 7), luego montar el sistema como se muestra en la figura 15 e iniciar el ensayo una vez que se observa que el volumen de agua colectada no cambia dar por finalizado el ensayo y registrar el volumen de agua que se observa en el colector. (ASTM International, 2018)

A continuación, se presenta la fórmula de calculó que se encuentra en el método ASTM D95, apartado 11 página 8

$$\%de\ agua\ =\ (Vc - Vb)\ *\ 100\ /\ Vm \qquad (12)$$

Ecuación (12) tomada del método ASTM D95, apartado 11 página 8

Donde:

Vc: volumen de agua en el colector, en mL.

Vb: volumen de agua del blanco en el colector del solvente que se usa, en mL

Vm: volumen de la muestra usada en mL.

En la siguiente tabla 26 se muestra los resultados obtenidos para un tamaño de muestra de 100mL y un volumen de solvente usado de 100mL como se indica en el método ASTM D95.

Tabla 26

Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D95

Identificación de la muestra	Contenido de agua %V/V
2023- Lima -000045	0.00
2022- Lima -000395	0.0

Nota: En el informe de ensayo se reportará de acuerdo con el tipo de colector utilizado como indica en el apartado 12 del método ASTM D95.

5.5.10 Cálculo para la determinación del contenido de sedimentos totales ASTM D4870

Para la determinación del contenido de sedimentos por el método ASTM D4870, usaremos la ecuación del método que se muestra en el apartado 10 del método página 5, para el cálculo del porcentaje de sedimentos, para inicial el ensayo debemos tener todos los equipos y materiales listos, limpios y secos. Aplicaremos el procedimiento A, del método que consiste en dejar en un baño a 100°C por 24hr una porción de la muestra, para su

proceso de envejecimiento una vez se termine el tiempo de envejecimiento se procede a filtrar la muestra a una temperatura de 100°C, por duplicado usando el sistema que se muestra en la figura 16.

- Procedimiento

  El procedimiento establecido por el método ASTM D4870 se encuentra en el apartado 9 de la página 7 del método. Se retira la muestra que se encuentra en el baño a 100°C por 24hr y se agita con ayuda de una varilla, para remover los sedimentos formados, se pesa 10 ± 0,5 g de la muestra, seguidamente se pesan los filtros tratados a 110°C (ASTM International, 2022) y se registra los pesos iniciales, inmediatamente los filtros se ubican en el sistema de filtración que se muestra en la figura 16, previamente calentado a 100°C para el proceso de filtración. Se filtra la muestra pesada, al finalizar la filtración lavar los filtros con una mezcla de tolueno y heptano, retirar los filtros lavados, secar y pesar para realizar los cálculos respectivos. (ASTM International, 2022)

A continuación, se presenta la fórmula para el calculó de sedimentos totales que se encuentra en el apartado 10 de la página 5 del método ASTM D4870

$$S = [(M5 - M4) - (M3 - M2)] / 10 * M1 \qquad (13)$$

Ecuación (13) tomada del método ASTM 4870, apartado 10 página 5

Donde:

S: porcentaje de sedimentos totales, en %masa/masa (ASTM International, 2022)

$M1$: masa de la muestra filtrada, en g (ASTM International, 2022)

$M2$: masa del medio filtrante inferior antes de la filtración, mg (ASTM International, 2022)

$M3$: masa del medio filtrante inferior después de la filtración, mg (ASTM International, 2022)

$M4$: masa del medio filtrante superior antes de la filtración, mg, (ASTM International, 2022)

$M5$: masa del medio filtrante superior después de la filtración, mg (ASTM International, 2022)

A continuación, en la siguiente tabla 27 se muestra los resultados obtenidos de peso de los filtros antes y después de la filtración, muestra filtrada. Procedimiento realizado "A" del método ASTM D4870.

Tabla 27

Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D4870

Identificación de la muestra	Posición	Peso de filtros (mg)		Muestra (g)	Resultado %m/m
		Antes	Después	Filtrada	
2023- Lima-000045	Superior	99.1	100.3	10.3025	<0.01
	Inferior	98.7	99.4		
	Superior	98.9	99.8	10.4253	
	Inferior	98.4	98.9		
2022- Lima-000395	Superior	98.5	100.1	10.1225	0.01
	Inferior	98.8	99.3		
	Superior	96.6	100.9	10.4906	
	Inferior	98.6	99.1		

Nota: En el informe de ensayo se reportará el % de sedimentos totales con una precisión de 0.01% si el resultado es menor a 0.01%, reportar como <0.01%.

5.5.11 Cálculo para la determinación de cenizas ASTM D482

Para la determinación del contenido de cenizas por el método ASTM D482, usaremos la ecuación del método que se muestra en el apartado 9, página 4 del método, para el cálculo del porcentaje de cenizas. Consiste en quemar una porción de muestra

hasta tener un residuo carbonoso y seguidamente llevar a un horno a 775 °C para obtener las cenizas, enfriar y pesar.

- Procedimiento

El procedimiento establecido por el método ASTM D482 se encuentra en el apartado 8 de la página 3 del método. Debemos calentar el crisol, enfriarlo y pesar y registrar el peso inicial, seguidamente tomamos una porción de muestra representativa, el peso se escogerá según la figura 17, según los valores de ceniza esperado, una vez pesada la muestra llevar al proceso de carbonización quemándolo cuidadosamente con una fuente de fuego, una vez que la muestra no se encienda al acercarle la fuente de fuego, se dará por finalizado dicho proceso de carbonización dejar que enfrié y llevar al horno a 775°C para el proceso de obtención de las cenizas, finalizada este proceso llevar a enfriar en un recipiente desecante y finalmente pesar, registrar el peso y proceder con el cálculo.

A continuación, se presenta la fórmula para el calculó de cenizas que se encuentra en el apartado 9 de la página 4 del método ASTM d482

$$Ceniza, \%en\ masa = (m / W) * 100 \qquad (14)$$

Ecuación (14) tomada del método ASTM 482, apartado 9 página 4

Dónde:

m: peso de la ceniza, en g

W: masa de la muestra, en g

A continuación, en la siguiente tabla 28 se muestra los resultados obtenidos en el ensayo para la determinación del contenido de cenizas en %masa y los datos necesarios para el ensayo de las muestras respectivas.

Tabla 28

Resultados obtenidos en el ensayo realizado para el ASTM D482

Identificación de la muestra	Peso de muestras (g)	Contenido de cenizas %masa
2023- Lima -000045	50.0012	0.027
2022- Lima -000395	50.0075	0.022

Nota: En el informe de ensayo se reportará en % de cenizas como indica en el apartado 10 del método ASTM D482 indicando el peso utilizado.

5.5.12 Cálculo para la determinación metales IP 501

Para determinar el contenido de metales por el método IP 501, usaremos la ecuación del método que se muestra en el apartado 8, página 6, para el cálculo de la concentración de los metales en mg /Kg. Consiste en pesar una porción de muestra en un crisol de platino y quemar la muestra hasta obtener un residuo carbonoso inmediatamente llevar a un horno a 525°C hasta obtener la ceniza que será mezclada con el fundente a 925°C luego retirar del horno y enfriar, para luego disolver la sal formada con una solución de ácido tartárico y ácido clorhídrico, finalmente llevar a un matraz aforado y proceder con la lectura en equipo ICP.

- Procedimiento

El procedimiento establecido por el método IP 501, en el apartado 7 de la página 4 del método. Para tener una porción representativa se debe agitar vigorosamente y homogenizar y pesar la muestra entre 20 – 50 gr, luego quemar la muestra hasta obtener residuo carbonoso, luego llevar a un horno a 525°C hasta obtener solo ceniza, enfriar el crisol y la ceniza en un recipiente cerrado y mezclar con 0.4 gr del fundente seguidamente llevar al horno a 925°C por 15 min hasta obtener un mezcla acaramelada retirar el crisol del horno y enfriar, añadir 50 mL de solución de ácido tartárico y ácido clorhídrico hasta disolver la mezcla acaramelada llevar la mezcla

disuelta a un matraz aforado de 100mL y guardar, también se debe preparar un blanco de proceso en otro crisol de platino sin muestra.

Para la preparación de los puntos de calibración se debe disolver 0.4 gr de fundente con 50mL de la solución de ácido tartárico y clorhídrico. Partiendo de una solución madre de 1000 g/L y tomar porciones para obtener los puntos de calibración de 5, 10, 25 g/L y enrazar hasta 100mL, el blanco se prepara sin adicionar la solución madre.

La fórmula para el calculó de contenido de metales determinado por el método IP 501 en mg /Kg, apartado 8 página 4

$$E = (V * c * f / m) \qquad (15)$$

Ecuación (15) tomada del método IP 501, apartado 8 página 6

Dónde:

c: es la concentración en mg /L, obtenido de la curva de calibración

f: factor de la dilución, relación de volumen de aforo de la porción a analizar.

m: masa de la muestra, en g

V: volumen de preparación de la muestra, en mL

A continuación, en la figura 21 se muestra el formato interno de cálculo que se desarrolló para facilitar los cálculos del ensayo de metales y tener un registro documentado como exige la norma ISO 17025 – 2017. El informe de calibración que el equipo ICP optima 8300 emite, para los puntos de calibración 0, 5, 10, 25 en mg/L con una regresión R = 0.999. se puede visualizar en el anexo A para la muestra 2023 - Lima – 000045

Figura 21

Reporte de resultados de metales por ICP método IP 501 para la muestra 2023 – Lima - 000045

intertek

DETERMINACIÓN DE METALES POR ICP - IP 501

CÁLCULO ARITMÉTICO

N° Lab	**2023- Lima-000045**
Fecha	**8/02/2023**
Analista:	**Ronal Espinoza**

	C	V	F	W	RESULTADO
Aluminio (Al)	7.037	100	1	30.5945	23
Silico (Si)	4.896	100	1	30.5945	16
sodio (Na)	14.380	100	1	30.5945	47
vanadio (V)	5.508	100	1	30.5945	18
Calcio (Ca)	2.143	100	1	30.5945	7
Zinc (Zn)	1.224	100	1	30.5945	4
Fosforo (P)	0.307	100	1	30.5945	1

C: CONCENTRACIÓN DEL ANALITO EN LA SOLUCIÓN DE LA MUESTRA (CORREGIDO POR LA CONCENTRACIÓN DETERMINADA EN EL BLANCO) , **µ g/ml**

V : VOLUMEN DE LA SOLUCIÓN DE LA MUESTRA , **mL**

F : FACTOR DE DILUCIÓN , **v/v o masa/masa**

W : PESO DE LA MUESTRA , **g**

Resultado al entero en unidades en mg/kg

A continuación, en la figura 22 se muestra el formato interno de cálculo que se desarrolló para facilitar los cálculos del ensayo de metales y tener un registro documentado como exige la norma ISO 17025 – 2017. El informe de calibración que el equipo ICP optima 8300 emite, para los puntos de calibración 0, 5, 10, 25 en mg/L con una regresión R = 0.999. se puede visualizar en el anexo C para la muestra 2022 – Lima – 000395

Figura 22

Reporte de resultados de metales por ICP método IP 501 para la muestra 2023 – Lima - 000395

intertek

DETERMINACIÓN DE METALES POR ICP - IP 501

CÁLCULO ARITMÉTICO

N° Lab	**2023- Lima-000395**
Fecha	**6/09/2022**
Analista:	**Ronal Espinoza**

	C	V	F	W	RESULTADO
Aluminio (Al)	4.283	100	1	30.3580	14
Silico (Si)	3.671	100	1	30.3580	12
sodio (Na)	10.640	100	1	30.3580	35
vanadio (V)	4.589	100	1	30.3580	15
Calcio (Ca)	2.448	100	1	30.3580	8
Zinc (Zn)	0.296	100	1	30.3580	1
Fosforo (P)	0.306	100	1	30.3580	1

C: CONCENTRACIÓN DEL ANALITO EN LA SOLUCIÓN DE LA MUESTRA (CORREGIDO POR LA CONCENTRACIÓN DETERMINADA EN EL BLANCO) , **µ g/ml**

V : VOLUMEN DE LA SOLUCIÓN DE LA MUESTRA , **mL**

F : FACTOR DE DILUCIÓN , **v/v o masa/masa**

W : PESO DE LA MUESTRA , **g**

Resultado al entero en unidades en mg/kg

En la siguiente tabla 29 se presenta la recopilación de los resultados finales aplicando la ecuación 9 para la determinación de los metales mostrados en la figura 21 y 22

Tabla 29

Recopilacion de resultados obtenidos en el ensayo realizado para el método IP 501

Identificación de la muestra	Elemento	Símbolo	Concentración (mg/Kg)
2023- Lima-00045	Aluminio	Al	23
	Silicio	Si	16
	Sodio	Na	47
	Vanadio	V	18
	Calcio	Ca	7
	Zinc	Zn	4
	Fosforo	P	1
2022- Lima-00395	Aluminio	Al	14
	Silicio	Si	12
	Sodio	Na	35
	Vanadio	V	15
	Calcio	Ca	8
	Zinc	Zn	1
	Fosforo	P	1

5.6 Resultados y aportes técnicas de cada actividad

La conformidad de los resultados se da al jefe inmediato, previamente se realiza la revisión de los resultados de la muestra analizada siendo el producto IFO 380 (VLSFO), se verifica si se realizó los controles de calidad, de precisión y veracidad, así como el registro de los controles, las gráficas de control de duplicados y muestras control. La conformidad de los resultados deberá cumplir con los limites especificados por la ficha técnica de especificaciones de Petroperú y por la norma ISO 8217, por el contrario, si el resultado se considera dudoso, se realizará un reensayo por otro analista que conoce el método, observando la realización del ensayo dando conformidad que se cumplió con el procedimiento del método, seguidamente se contrasta los resultados obtenidos y se evalúa para la conformidad.

Al tener un grupo de analista todos con capacidades técnicas, se realiza la distribución de los ensayos respectivos para cada analista. Anteriormente esta distribución se realizaba de manera aleatoria, es decir, sin ningún orden de realización de los ensayos generándose así retrasos, reensayos innecesarios, generación de residuos, uso de materiales y reactivos. La nueva programación de las actividades redujo el tiempo de realización de los ensayos aprovechando los tiempos muertos y comenzando por los ensayos más críticos para las muestras a analizar para el producto IFO 380 (VLSFO)

El primer analista tiene como prioridad el inicio de los primeros ensayos, empezando por el ensayo de punto de inflamación o flash point, seguidamente por la determinación de la viscosidad cinemática en paralelo la determinación de azufre, y por último la determinación de la densidad o grados API. El segundo analista tenía como prioridad el inicio del ensayo de cenizas y metales en paralelo, seguidamente el ensayo de punto de escurrimiento y determinación del número de acidez y al finalizar residuo de carbón. El tercer analista cuenta con las prioridades de determinación de contenido de agua en paralelo con el ensayo de sedimentos totales.

5.7 Análisis de resultados

Previo a la recopilación de los resultados se realiza la verificación, aplicando los aseguramientos de la calidad para los ensayos realizados, estos son la repetibilidad y veracidad una vez se verifique y quede conforme, se inicia la recopilación de los resultados recopilando en el formato de resumen de los ensayos con código de formato. FPER/ 0145/ LH. Se muestra en la figura 25 y 26

Los resultados obtenidos cumplen con las especificaciones técnicas de Petroperú, que están alineadas con la norma ISO 8217.

Los resultados obtenidos tienen un filtro de conformidad utilizando las especificaciones de la norma ISO 17025 – 2017 aplicando el aseguramiento de la calidad de veracidad, repetibilidad y reproducibilidad, evaluación de los equipos vigentes calibración y mantenimiento, condiciones operativas, procedimiento, etc.

5.8 Evaluaciones de decisiones tomadas

La validación de los resultados se realiza aplicando los aseguramientos de la calidad, mediante registros, controles y trazabilidad de la información.

- Repetibilidad: Con este control evaluamos la precisión del analista al realizar los duplicados, para el aseguramiento de la calidad, evaluando la variación o precisión que tiene el analista cuando realiza el ensayo de una muestra como mínimo dos veces.
- Veracidad: Con este control de aseguramiento de la calidad podemos determinar qué tanta diferencia existe frente de resultados promedio del valor verdadero de las nuestras muestras control, materiales de referencia utilizadas antes de realizar los ensayos de la muestra.
- Revisión de la vigencia de calibración y mantenimiento de los equipos e instrumentos que se usaron en los análisis, condiciones ambientales, procedimientos.
- Estos controles de aseguramiento de la calidad de los resultados de la norma ISO 17025 – 2017, nos ayudan a confiar en los resultados obtenidos y satisfacer las necesidades de los clientes emitiendo los certificados de resultados avalados por INACAL, ver figuras 26 y 27 anexo.

5.9 Informes o reportes presentados como resultados de las actividades realizadas

Figura 23

Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2023-LIMA-000045 con fecha de reporte 08– febrero – 2023

intertek

N° Lab:	2023-Lima-000045
Fecha:	08/02/2023
Analista:	Ronal Espinoza

RESULTADOS VERIFICADOS EN LABORATORIO

CLIENTE: [redacted]	IFOC 380 (VLSFO)		RESULTADOS
ENSAYO	MÉTODO	UNIDADES	SEGUN MÉTODO
GRAVEDAD API @ 60ºF	ASTM D4052	ºAPI	17,5
DENSIDAD A 15°C	ASTM D4052	kg/m3	949,3
AZUFRE	ASTM D4294	% masa	0,485
FLASH	ASTM D93 (B)	°C	86,5
VISCOSIDAD	ASTM D445	cSt	346,4
SEDIMENTOS TOTALES	ASTM D4870	% masa	<0,01
ACIDEZ	ASTM D664	mg KOH/g	0,40
CARBON	ASTM D189	% masa	6,09
ESCURRIMIENTO	ASTM D97	°C	18
AGUA POR DESTILACION	ASTM D95	% Vol	0,00
CENIZA	ASTM D482	% masa	0,027
CCAI	CALCULO	NA	811
ALUMINIO	IP 501	mg/kg	23
SILICIO	IP 501	mg/kg	16
SODIO	IP 501	mg/kg	47
VANADIO	IP 501	mg/kg	18
CALCIO	IP 501	mg/kg	7
ZINC	IP 501	mg/kg	4
FOSFORO	IP 501	mg/kg	1

Ronal Espinoza Bustinzo.

Rev. 01 /ene. 22 FPER/ 0145/ LH

Nota: Formato de recopilación de resultados FPER/ 0145/ LH, documento perteneciente a la empresa Intertek Testing Services Perú S.A.

Figura 24

Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2022-LIMA-000395-004 con fecha de reporte 06 – setiembre – 2022

intertek

N° Lab:	2022-Lima-000395
Fecha:	06/09/2022
Analista:	Ronal Espinoza

RESULTADOS VERIFICADOS EN LABORATORIO

CLIENTE: [redacted]	IFOC 380 (VLSFO)		RESULTADOS
ENSAYO	**MÉTODO**	**UNIDADES**	**SEGUN MÉTODO**
GRAVEDAD API @ 60ºF	ASTM D4052	ºAPI	16,3
DENSIDAD A 15°C	ASTM D4052	kg/m3	957,1
AZUFRE	ASTM D4294	% masa	0,480
FLASH	ASTM D93 (B)	°C	95,5
VISCOSIDAD	ASTM D445	cSt	362,5
SEDIMENTOS TOTALES	ASTM D4870	% masa	0,01
ACIDEZ	ASTM D664	mg KOH/g	0,12
CARBON	ASTM D189	% masa	6,85
ESCURRIMIENTO	ASTM D97	°C	18
AGUA POR DESTILACION	ASTM D95	% Vol	0,0
CENIZA	ASTM D482	% masa	0,022
CCAI	CALCULO	NA	819
ALUMINIO	IP 501	mg/kg	14
SILICIO	IP 501	mg/kg	12
SODIO	IP 501	mg/kg	35
VANADIO	IP 501	mg/kg	15
CALCIO	IP 501	mg/kg	8
ZINC	IP 501	mg/kg	1
FOSFORO	IP 501	mg/kg	1

Ronal Espinoza Bustinzo.

Rev. 01 ene. 22 FPER/ 0145/ LH

Nota: Formato de recopilación de resultados FPER/ 0145/ LH, documento perteneciente a la empresa Intertek Testing Services Perú S.A

CAPÍTULO VI: ACTIVIDADES COMPLEMETARIAS

6.1 Visitas técnicas de verificación de equipos en plantas de almacenamiento de combustibles diésel.

La visita técnica se realiza en coordinación con los clientes, atendiendo las necesidades técnicas e inquietudes. La labor como encargado y especialista de las verificaciones de los equipos en sus instalaciones es de verificar los equipos mediante procedimientos acreditados usando métodos de ensayo ASTM y materiales de referencia certificados. La primera etapa consiste en una capacitación del especialista en temas de Salud, protección, seguridad y medio ambiente o por sus siglas en ingles HSSE, el curso consta de 4 horas de capacitación con una nota mínima de 14 para aprobar. Es un requisito necesario y obligatorio para entrar a las instalaciones de los clientes en la figura N°31 ver anexo. Se puede ver el certificado de la capacitación y la aprobación del curso de HSSE para la visita a los clientes, donde se realizará las verificaciones de los equipos. La segunda etapa consiste en. La realización de las verificaciones de los equipos, estas verificaciones se realizan en las instalaciones de los clientes (laboratorios), se procede a la revisión del método de ensayos ASTM, para cada equipo en específico. Cumpliendo con los procedimientos del método de ensayo, para los métodos ASTM D93, ASTM D445, ASTM D1500, ASTM D56, ASTM E1064.

Al finalizar las tareas se recopilaba los datos obtenidos del ensayo, se comunica la conformidad o no conformidad del equipo verificado, informando al supervisor de laboratorio la culminación de las tareas de verificación y los informes se emitirán dentro de 5 días hábiles. El informe contiene, evaluación de los resultados, las observaciones, conclusiones y recomendaciones si lo requiere. El informe de la verificación es firmado por el Analista que realiza la tarea de verificación de equipos en las visitas técnicas y el jefe o supervisor del área Caleb Brett (Intertek Testing Services Perú S.A.)

CAPÍTULO VII: CONTRIBUCIONES AL DESARROLLO DE LA EMPRESA

7.1 Implementación de método de ensayo ASTM D3341 y acreditación ante INACAL en el año 2022.

La implementación se comenzó en el mes de agosto en las instalaciones del área de Caleb Brett laboratorio de hidrocarburos. (Intertek Testing Services Perú S.A.). Se inicio escogiendo dos muestras de gasolina 100LL, una para realizar las pruebas en las instalaciones de (Intertek Testing Services Perú S.A.) y la segunda muestra se envió a otro laboratorio que contaba con el método ASTM D3341 acreditado por INACAL. Se procedió a realizar los inventarios de los reactivos, materiales y equipos que eran necesarios para el ensayo a acreditar.

Las pruebas se realizaron en el mes de setiembre comenzando con las primeras pruebas, realizando 3 ensayos por día durante un mes, los ensayos se realizaron según procedimiento del método de ensayo ASTM D3341, detallado en el punto 8 del método. Obteniendo 20 ensayos conformes y evaluados en repetibilidad y reproducibilidad, creando así un formato de trabajo, donde se rellenaba el día de prueba, concentración del titulante, temperatura de la muestra, gasto en mililitros del titulante, volumen de muestra, con esta información se procedía a realizar los cálculos detallados en el punto 9.1 del método, ecuación número 4.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

8.1 Conclusiones:

- Del análisis de los resultados obtenidos estos cumplen con las especificaciones de la ficha técnica de Petroperú que exige. Para los combustibles IFO 380 (VLSFO) a su vez cumplen con las exigencias de calidad y normas ambientales de la norma ISO 8217
- Para la determinación de las propiedades fisicoquímicas de las muestras de combustible IFO 380 (VLSFO) vistas en este informe y apoyándonos en la norma ISO 17025. Los procedimientos, aplicados cumplen con la exigencia de la ficha técnica de Petroperú y a su vez con la norma ISO 8217
- Los equipos utilizados para la determinación de la propiedad fisicoquímicas de la muestra IFO 380 (VLSFO) están en perfectas condiciones de trabajo y cumple con la exigencia de la norma ISO 17025 aseguramiento de la calidad de los resultados y equipos que están involucrados en los procedimientos.

8.2 Recomendaciones

- Las muestras que ingresan al área de laboratorio de combustibles IFO 380 (VLSFO) deben ser tratadas e iniciar con los ensayos más críticos por ejemplo punto de inflamación, densidad, viscosidad, azufre, punto de escurrimiento, sedimentos, etc. Para así evitar cualquier contaminación, alteración inicial de la muestra.
- Trabajar con las buenas prácticas de laboratorio, verificar la vigencia de calibración y mantenimiento de los equipos, estado de los materiales, vigencia de los instrumentos y vigencia de los reactivos, revisión de las condiciones ambientales, registrar la información para la trazabilidad y cumpliendo el aseguramiento de la validez de los resultados de la norma ISO 17025

CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFIA

ASTM International. (2016). Standard Test Methods for Determination of Nickel, Vanadium, Iron, and Sodium in Crude Oils and Residual Fuels by Flame Atomic Absorption Spectrometry. *American Society for Testing and Materials*, 7.

ASTM International. (2017). Standard Test Methods for Determination of Aluminum and Silicon in Fuel Oils by Ashing, Fusion, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, and Atomic Absorption Spectrometry. *American Society for Testing and Materials*, 7.

ASTM International. (2018). Standard Test Method for Multielement Determination of Used and Unused Lubricating Oils and Base Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES). *Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales*, 9.

ASTM International. (2018). Standard Test Method for Water in Petroleum Products and Bituminous Materials by Distillation. *American Society for Testing and Materials*, 6.

ASTM International. (2019). Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration. *American Society for Testing and Materials*, 11.

ASTM International. (2019). Standard Test Method for Ash from Petroleum Products. *American Society for Testing and Materials*, 4.

ASTM International. (2019). Standard Test Method for Conradson Carbon Residue of Petroleum Products. *American Society for Testing and Materials*, 7.

ASTM International. (2020). Standard Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester. *American Society for Testing and Materials*, 18.

ASTM International. (2021). Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity). *American Society for Testing and Materials*, 18.

ASTM International. (2021). Standard Test Method for Sulfur in Petroleum and Petroleum Products by Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry. *American Society for Testing and Materials*, 9.

ASTM International. (2022). Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter. *American Society for Testing and Materials*, 9.

ASTM International. (2022). Standard Test Method for Determination of Total Sediment in Residual Fuels. *American Society for Testing and Materials*, 7.

ASTM International. (2022). Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products. *American Society for Testing and Materials*, 7.

Baluis Fernandez, D. A., & Vargas Regalado, S. A. (2020). *CONOCIMIENTO DEL NUEVO COMBUSTIBLE DE BAJOCONTENIDO DE AZUFRE RESPECTO A LA NORMATIVA "OMIAZUFRE 2020" EN EGRESADOS DE LA ESPECIALIDAD DEMAQUINAS DE LA ENAMM, 2019.* Callao: Escuela nacional de marina mercante Almirante Miguel Grau.

Camin cargo control. (20 de 05 de 2022). *Control de calidad al fuel oil.* Obtenido de Camin cargo control e-book n°4: https://camincargo.com.ar/e-book-4-control-de-calidad-al-fuel-oil/

Comite técnico de normalización de petroleo, derivados y combustibles líquidos . (2003). *PETROLEO Y DERIVADOS. Combustibles residuales de uso marino. Especificaciones .* Lima : INDECOPI - CRT.

Cordero Sanchez, A. (2021). *Aplicación del limite de 0.5% de azufre en los combustibles.* Cantabria: Escuela técnica superior de náutica.

Energy Institute. (2019). Determination of aluminium, silicon, vanadium, nickel, iron, sodium, calcium, zinc and phosphorus in residual fuel oil by ashing, fusion and inductively coupled plasma emission spectrometry. *Energy Institute*, 10.

Gómez, M., & Ancheyta, J. (2003). Formación de sedimentos durante la hidrodesintegración de residuos del petróleo. *Revista de la Sociedad Química de México*, 7.

Goncalves Gil, J. A. (2016). *Desarrollo de una metodología para la determinación del número básico total TBN en lubricantes mediante espectroscopia FTIR.* caracas: Universidad Central de Venezeuela, facultad de ciencias.

Instituto Ecuatoriano de Normalización, I. (Setiembre de 2013). *normalizacion.gob.ec.* Obtenido de normalizacion.gob.ec: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1982-1.pdf

Instituto Nacional de Calidad, I. (03 de enero de 2018). *Plataforma digital única del Estado Peruano.* Obtenido de Plataforma digital única del Estado Peruano: https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas

Instituto Nacional de la Calidad, I. (2018). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.* Lima: Instituto Nacional de la Calidad.

Intertek Testing Services Perú S.A. (8 de agosto de 2022). *Intertek.* Recuperado el 12 de setiembre de 2023, de https://www.intertek.com.pe/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=34359800255

Intertek Testing Services Perú S.A. (08 de agosto de 2022). *Intertek .* Obtenido de Intertek: https://www.intertek.com.pe/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=34359800255

Intertek Testing Services Perú S.A. (2023). *Intertex*. Recuperado el 12 de setiembre de 2023, de https://www.intertek.com.pe/

Man Energy Solutions, M. (31 de Mayo de 2023). *Man Energy Solutions.* Obtenido de Man Energy Solutions: https://www.man-es.com/search-results?searchQuery=0.50%25+S+fuel+operation+2020&indexCatalogue=default-site&wordsMode=AllWords&language=en

Mauricio, S. L., & Elkin, P. P. (2004). *Diseño de un plan de marketing para el IFO en Colombia.* Cartagena: Universidad Tecnológica De Bolívar.

Ministerio de Energía y Minas. (2023). *minem.gob.* Obtenido de minem.gob: https://www.gob.pe/institucion/minem/colecciones/17643-informes-estadisticos-upstream-downstream

Núñez Flores, J. F. (2019). *Implementación del método de ensayo para la determinación de densidad y API para combustibles derivados del petróleo mediante el uso del densímetro digital en el laboratorio del Terminal El Beaterio bajo la norma ISO/IEC 17025.* QUITO: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

Oficina general de planeamiento y presupuesto . (01 de 01 de 2022). *Plataforma del estado Peruano*. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3046216/Estad%C3%ADstica%20SubSector%20Hidrocarburos%20enero%202022.pdf

Paucar.B, T., Daniel, C., & Carhuancho, E. (2020). Petroleo industrial. *Escuela de ingenieria de petroleo*, 11.

Repsol. (20 de 03 de 2023). *repsol.com*. Obtenido de https://www.repsol.com/content/dam/repsol-corporate/es/sala-de-prensa/repsol-news/38/articulos_es.pdf

Troncoso, E. (Diciembre de 2009). Procesamiento de crudos de elevada acidez nafténica en refinería Luán de Cuyo. *Petrotecnia*, 14.

Vega Alvarez, F. B. (2013). *ESTUDIO DEL DESGASTE EN LOS MOTORES DE LAS.* Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de ingeniería Mecánica.

CAPÍTULO X: ANEXOS

Anexo A

Reporte de calibración del equipo ICP optima 8300 puntos de calibración 0, 5, 10, 25 en mg/L coeficiente de correlación R= 0.999

```
==========================================================================================
Method Loaded
Method Name: IP 501 -19                          Method Last Saved: 8/02/2023 10:36:25
IEC File:                                        MSF File:
Method Description: IP 501  Acuoso

------------------------------------------------------------------------------------------
Calibration Summary
```

Analyte	Stds.	Equation	Intercept	Slope	Curvature	Corr. Coef.	Reslope
Na 589.592	3	Lin Thru 0	0.0	270000	0.00000	0.999992	
P 178.221	3	Lin Thru 0	0.0	78.70	0.00000	0.999311	
Al 394.401	3	Lin Thru 0	0.0	12200	0.00000	0.999992	
Si 251.611	3	Lin Thru 0	0.0	6936	0.00000	0.999994	
V 311.071	3	Lin Thru 0	0.0	50430	0.00000	0.999643	
Zn 202.548	3	Lin Thru 0	0.0	10930	0.00000	0.999774	
Ca 422.673	3	Lin Thru 0	0.0	254000	0.00000	0.999894	
Fe 238.204	3	Lin Thru 0	0.0	20230	0.00000	0.999917	
Ni 231.604	3	Lin Thru 0	0.0	6265	0.00000	0.999580	

Nota: Reporte del ensayo de calibración, fuente perteneciente a Intertek Testing Services Perú S.A.

Anexo B

Reporte del equipo ICP optima 8300 para la muestra 2023 – Lima – 000045, en mg /L

```
==========================================================================================
Sequence No.: 6                                  Autosampler Location:
Sample ID: 2023-Lima-000045-30,5945gr            Date Collected: 08/02/2023 10:46:37
Analyst:  Ronal Espinoza                         Data Type: Original
Initial Sample Wt:                               Initial Sample Vol:
Dilution:                                        Sample Prep Vol:
Wash Time (before sample):

------------------------------------------------------------------------------------------
Mean Data: 2023-Lima-000045-30,5945gr
```

Analyte	Mean Corrected Intensity	Calib. Conc.	Calib. Units	Std.Dev.	Sample Conc.	Sample Units	Std.Dev.	RSD
Na 589.592	5223100.7	14.38	mg/L	0.078	14.38	mg/L	0.078	0.40%
P 178.221	12.5	0.307	mg/L	0.0604	0.307	mg/L	0.0604	37.92%
Al 394.401	48034.6	7.037	mg/L	0.1565	7.037	mg/L	0.1565	3.97%
Si 251.611	21747.9	4.896	mg/L	0.1386	4.896	mg/L	0.1386	4.42%
V 311.071	272394.7	5.508	mg/L	0.2720	5.508	mg/L	0.2720	5.04%
Zn 202.548	3060.3	1.224	mg/L	0.0014	1.224	mg/L	0.0014	0.50%
Ca 422.673	742717.5	2.143	mg/L	0.1308	2.143	mg/L	0.1308	4.47%
Fe 238.204	90808.1	4.489	mg/L	0.2386	4.489	mg/L	0.2386	5.32%
Ni 231.604	28538.1	4.555	mg/L	0.2214	4.555	mg/L	0.2214	4.86%

Nota: Reporte del ensayo de la muestra, fuente perteneciente a Intertek Testing Services Perú S.A.

Anexo C

Reporte de calibración del equipo ICP optima 8300 puntos de calibración 0, 5, 10, 25 en mg/L coeficiente de correlación R= 0.999

Method Loaded
Method Name: IP 501 -19 — Method Last Saved: 6/09/2022 12:45:01
IEC File: — MSF File:
Method Description: IP 501 Acuoso

Calibration Summary

Analyte	Stds.	Equation	Intercept	Slope	Curvature	Corr. Coef.	Reslope
Na 589.592	3	Lin Thru 0	0.0	305800	0.00000	0.999870	
P 178.221	3	Lin Thru 0	0.0	58.64	0.00000	0.999600	
Al 394.401	3	Lin Thru 0	0.0	9820	0.00000	0.999993	
Si 251.611	3	Lin Thru 0	0.0	4643	0.00000	0.999882	
V 311.071	3	Lin Thru 0	0.0	32590	0.00000	0.999925	
Zn 202.548	3	Lin Thru 0	0.0	5876	0.00000	0.999979	
Ca 422.673	3	Lin Thru 0	0.0	251700	0.00000	0.999998	
Fe 238.204	3	Lin Thru 0	0.0	11350	0.00000	0.999949	
Ni 231.604	3	Lin Thru 0	0.0	3557	0.00000	0.999953	

Nota: Reporte del ensayo de calibración, fuente perteneciente a Intertek Testing Services Perú S.A.

Anexo D

Reporte del equipo ICP optima 8300 para la muestra 2023 – Lima – 000395, en mg /L

Sequence No.: 5 — Autosampler Location:
Sample ID: 2022-Lima-000395-30,3580 — Date Collected: 6/09/2022 13:04:20
Analyst: Ronal Espinoza — Data Type: Original
Initial Sample Wt: — Initial Sample Vol:
Dilution: — Sample Prep Vol:
Wash Time (before sample):

Mean Data: 2022-Lima-000395-30,3580

Analyte	Mean Corrected Intensity	Calib. Conc.	Calib. Units	Std.Dev.	Sample Conc.	Sample Units	Std.Dev.	RSD
Na 589.592	3493383.8	10.64	mg/L	0.188	10.71	mg/L	0.188	1.65%
P 178.221	5.4	0.306	mg/L	0.0425	0.306	mg/L	0.0425	46.16%
Al 394.401	28592.5	4.283	mg/L	0.0161	4.283	mg/L	0.0161	0.55%
Si 251.611	13148.8	3.671	mg/L	0.0535	3.671	mg/L	0.0535	1.89%
V 311.071	174047.1	4.589	mg/L	0.0943	4.589	mg/L	0.0943	1.77%
Zn 202.548	1240.8	0.296	mg/L	0.0011	0.296	mg/L	0.0011	0.50%
Ca 422.673	577240.6	2.448	mg/L	0.0372	2.448	mg/L	0.0372	1.62%
Fe 238.204	66901.4	5.894	mg/L	0.0898	5.894	mg/L	0.0898	1.52%
Ni 231.604	11979.9	3.368	mg/L	0.0693	3.368	mg/L	0.0693	2.06%

Nota: Reporte del ensayo de la muestra, fuente perteneciente a Intertek Testing Services Perú S.A.

Anexo E

Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2023-LIMA-000045 con fecha de reporte 09 – febrero – 2023

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE - 016

INACAL

intertek
Total Quality. Assured.

TEST REPORT Nº: 00262H/23
INTERTEK REFERENCE Nº: 2023-LIMA-000045

Client: [redacted] **Client's reference:** Email
Contact: [redacted]
Address: [redacted]

Sample Description: (a) IFO 380 VLSFO
Identification: Composite IFO 380 VLSFO; Before loading; [redacted]
Tanks: 202C/202E/202D [redacted]
Peru; Seal Number: 0073087; Date: 08-02-2023

Date of Reception in Lab: 08-February-2023
Starting Date of Analysis: 08-February-2023

Quantity: 1.00 Gallon
Presentation: Metal Container
Procedence: Provided by the Customer
Testing Place: Caleb Brett Laboratory

End Date of Analysis: 09-February-2023
Sample ID: 2023-LIMA-000045-004
ITS REF.: PER/00996-23

Method/Version	Test	Result	Unit
ASTM D445-21e2	**Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and the Calculation of Dynamic Viscosity)**		
	Kinematic Viscosity 50 °C	346.4	cSt
ASTM D4052-22	**Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter**		
	Density @ 15°C	0.9493	g/mL
	API Gravity @ 60°F	17.5	°API
ASTM D189-06(2019)	**Conradson Carbon Residue**		
	Conradson Carbon Residue	6.09	Wt %
ASTM D482:2019	**Ash from Petroleum Products**		
	Ash	0.027	Wt %
ISO_8217:2017(E)	**Specifications of Class F Marine Fuels**		
	CCAI *	811	
ASTM D95-13 (Reapproved 2018)	**Water in Petroleum Products and Bituminous Materials by Distillation**		
	Water Content	0.00	Vol %
ASTM D97-17b(2022)	**Pour Point of Petroleum Products**		
	Pour Point *	18	°C
ASTM D93-20	**Pensky-Martens Closed Cup Flash Point**		
	Procedure Used	B	
	Corrected Flash Point	86.5	°C
ASTM D4294-21	**Sulfur in Petroleum and Petroleum Products by Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry**		
	Sulfur Content	0.485	Wt %
ASTM D4870-22	**Total Sediment in Residual Fuels**		
	Accelerated Total Sediment by Hot Filtration *	<0.01	%m/m
ASTM D664-18e2	**Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration**		
	Procedure Used	A	
	Acid Number	0.40	mg KOH/g
IP_501/05	**Determination of Al, Si, V, Ni, Fe, Na, Ca, Zn, P in Fuel Oil -ICPES**		
	Aluminium *	23	mg/kg
	Silicon *	16	mg/kg
	Sodium *	47	mg/kg
	Vanadium *	18	mg/kg
	Calcium *	7	mg/kg
	Zinc *	4	mg/kg
	Phosphorus *	1	mg/kg
	Aluminium + Silicon *	39	mg/kg

(a) *As designated by the customer*

Intertek Testing Services Perú S.A.
Calle Mariscal José de la Mar N° 200
Urb. Industrial Residencial El pino, San Luis, Lima
+ 511 644 9714 - intertekperu@intertek.com
intertek.compe
Page 1 of 2

Anexo F

Reporte de la muestra IFO 380 (VLSFO) identificada con 2022-LIMA-000395-004 con fecha de reporte 07 – setiembre – 2022

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE - 016

INACAL

intertek
Total Quality Assured

TEST REPORT N°: 01872H/22
INTERTEK REFERENCE N°: 2022-LIMA-000395

Client: [redacted] **Client's reference: Email**
Contact:
Address:

Sample Description: [a] IFO 380 VLSFO
Identification: Composite IFO 380 VLSFO;antes de la carga
Tanks: 202 B, seal 0652464
202 D, seal 0652476
202 E, seal 0652468

Date of Reception in Lab: 06-September-2022
Starting Date of Analysis: 06-September-2022

Quantity: 1.00 Gallon
Presentation: Metal Container
Procedence: Supplied by Caleb Brett Operations
Testing Place: Caleb Brett Laboratorory

End Date of Analysis: 07-September-2022
Sample ID: 2022-LIMA-000395-
ITS REF.: PER/08791-22

Method/Version	Test	Result	Unit
ASTM D445- 21e1	**Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and the Calculation of Dynamic Viscosity)**		
	Kinematic Viscosity 50 °C	362.5	cSt
ASTM D1298 - 12b (Reapproved 2017)	**Density, Relative Density, or API Gravity by Hydrometer Method**		
	API Gravity @ 60°C	16.3	°API
	Density @ 15°C	957.1	kg/m³
ASTM D189-06(2019)	**Conradson Carbon Residue**		
	Conradson Carbon Residue	6.85	Wt %
ASTM D482:2019	**Ash from Petroleum Products**		
	Ash	0.022	Wt %
ISO_8217:2017(E)	**Specifications of Class F Marine Fuels**		
	CCAI *	819	
ASTM D95-13 (Reapproved 2018)	**Water in Petroleum Products and Bituminous Materials by Distillation**		
	Water Content	0.0	Vol %
ASTM D97-17b	**Pour Point of Petroleum Products**		
	Pour Point *	18	°C
ASTM D93-20	**Pensky-Martens Closed Cup Flash Point**		
	Procedure Used	B	
	Corrected Flash Point	95.5	°C
ASTM D4294-21	**Sulfur in Petroleum and Petroleum Products by Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry**		
	Sulfur Content	0.480	Wt %
ASTM D4870-18	**Total Sediment in Residual Fuels**		
	Accelerated Total Sediment by Hot Filtration *	0.01	%m/m
ASTM D664-18e2	**Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration**		
	Procedure Used	A	
	Acid Number	0.12	mg KOH/g
IP_501/05	**Determination of Al, Si, V, Ni, Fe, Na, Ca, Zn, P in Fuel Oil -ICPES**		
	Aluminium *	14	mg/kg
	Silicon *	12	mg/kg
	Sodium *	35	mg/kg
	Vanadium *	15	mg/kg
	Calcium *	8	mg/kg
	Zinc *	1	mg/kg
	Phosphorus *	1	mg/kg
	Aluminium + Silicon *	26	mg/kg

[a] *As designated by the customer*

Intertek Testing Services Perú S.A.
Calle Mariscal José de la Mar N° 200
Urb. Industrial Residencial El pino, San Luis, Lima
+ 511 644 9714 - intertekperu@intertek.com
intertek.com.pe
Page 1 of 2

Anexo G

Certificado de la inducción HSSE de contratitas en terminales del Perú

EIN
ESCUELA IBEROAMERICANA DE NEGOCIOS

ESCUELA IBEROAMERICANA DE BRIGADISTAS Y BOMBEROS

TP
TERMINALES DEL PERÚ

Escuela Iberoamericana de Negocios

Escuela Iberoamericana de Brigadistas y Bomberos

Otorga el presente certificado a:

RONAL ESPINOZA BUSTINZA

Con DNI: 45582328

Por haber culminado satisfactoriamente el:

INDUCCIÓN HSSE DE CONTRATISTA

EN [redacted]

Realizado el día 18 de mayo - Duración 4 Horas.

GUILLERMO IVÁN VEGA TORRES
INSTRUCTOR EIN
INGENIERO METALURGICO - CIP: 142582

GIANNINA MALLCO GUTIERREZ
GERENTE DE CAPACITACIONES
SFFMA OF TEXAS - MEMBER - ID 172124

EMISIÓN : 23/05/22

INRC 1143 - 0159 45582328

NOTA: 18.00

Anexo H

Informe emitido por el equipo densimetro automatico de mesa DMA para el metodo ASTM D4052 muestra analizada 2023 – Lima - 000045

Anton Paar GmbH
Anton-Paar-Strasse 20
8054 Graz
Austria

Anton Paar

Reporte de medición

DMA 4501, Número de serie: 83868306, Versión Software: 3.1.0

Información de muestra

Nombre de muestra	**2023-Lima-00045**	Estado de medición	**Válido**
Nombre de producto	**Combustibles Residuales**		
Fecha de medición	**08/02/2023 10:21**		
Fecha de reporte	**08/02/2023 15:08**		

Informacicón medida

ID	T (célula)	Gravedad API B a 60 ° F
651 (avg)(ASTM)	– °C	17.47 °API
651 (avg)(ASTM)	– °C	0.00 °API
651. 1	60.00 °C	17.47 °API
651. 2	60.00 °C	17.47 °API
651. 3	60.00 °C	17.47 °API

Densidad API B a 15 ° C	Densidad API B a 60 ° F
949.29 kg / m³	948.91 kg / m³
0.00 kg / m³	0.00 kg / m³
949.27 kg / m³	948.89 kg / m³
949.29 kg / m³	948.91 kg / m³
949.29 kg / m³	948.91 kg / m³

Page 1 of 1

Anexo I

Informe emitido por el equipo densimetro automatico de mesa DMA para el método ASTM D4052 muestra analizada 2023 – Lima - 000395

Anton Paar GmbH
Anton-Paar-Strasse 20
8054 Graz
Austria

Anton Paar

Reporte de medición

DMA 4501, Número de serie: 83868306, Versión Software: 3.1.0

Información de muestra

Nombre de muestra	**2022-Lima-000395**	Estado de medición	**Válido**
Nombre de producto	**Combustibles Residuales**		
Fecha de medición	**06/09/2022 14:59**		
Fecha de reporte	**06/09/2022 15:45**		

Informacicón medida

ID	T (célula)	Gravedad API B a 60 ° F
228 (avg)(ASTM)	– °C	16.26 °API
228 (stdev)(ASTM)	– °C	0.00 °API
228. 1	60.00 °C	16.26 °API
228. 2	60.00 °C	16.26 °API
228. 3	60.00 °C	16.26 °API

Densidad API B a 15 ° C	Densidad API B a 60 ° F	API SG B a 15 ° C
957.09 kg / m³	956.71 kg / m³	0.95803
0.00 kg / m³	0.00 kg / m³	0.00000
957.07 kg / m³	956.69 kg / m³	0.95801
957.09 kg / m³	956.71 kg / m³	0.95803
957.09 kg / m³	956.71 kg / m³	0.95803

API SG B a 15 ° C	API SG B a 60 ° F
0.95803	0.95765
0.00000	0.00000
0.95801	0.95763
0.95803	0.95765
0.95803	0.95765

Page 1 of 1

Anexo J

Informe emitido por el equipo de Flash Point automatico de mesa para el método ASTM D93 – procedimiento B muestra analizada 2023 – Lima - 000045

Sample: **2023-Lima-000045**
Method: **ASTM D93-B (°C)**

Anton Paar

Test report

Instrument	PMA 500
Serial number	60110411
Multi-detector serial number	2138219
Operator	Ronal. E
Method	ASTM D93-B (°C)
Expected flash point	87.0°C
Sample name	2023-Lima-000045
Measurement ID	876
Software version	1.2.1

Result

Measurement status	Flash point OK
Corrected & rounded flash point	**86.5 °C**
Corrected flash point	86.7 °C
Uncorrected flash point	86.0 °C
Adjusted pressure	98.5 kPa
Lowest valid flash point	83.0 °C
Highest valid flash point	93.0 °C
Igniter	Electric

Method parameters

Temperature unit	Celsius
Heating rate	1.3 °C/min
Heating rate lower limit	1.0 °C/min
Heating rate upper limit	1.6 °C/min
Safety cooling to	35.0 °C
Test cycle started at	22.0 °C below EFLP
Test interval	1.0 °C
Stirrer speed	250 rpm
Stop after flash point	Yes
Safety mode activated	No
Safety dip activated	Yes
Overflow	20.0 °C above EFLP
Mini-cup measurement	No
Flash point correction	Corrected & rounded

Test description

Start time	08/02/2023 09:55 a.m.
End time	08/02/2023 10:36 a.m.
Duration	39 :00 mm :ss

Last adjustments

Barometer adjustment	28/04/2022 11:53 a. m.
Stirrer speed adjustment	28/04/2022 10:28 a. m.
Igniter movement adjustment	28/04/2022 10:01 a. m.
Sample Pt100 adjustment	30/03/2022 8:41 a. m.

Comments

Comment	RE

Measurement ID: 876 1/2

Anexo K

Informe emitido por el equipo de Flash Point automatico de mesa para el método ASTM D93 – procedimiento B muestra analizada 2023 – Lima - 000395

Sample: **2022-Lima-000395**
Method: **ASTM D93- B(°C)**

Anton Paar

Test report

Instrument	PMA 500
Serial number	60110411
Multi-detector serial number	2138219
Operator	Ronal.E
Method	ASTM D93-B (°C)
Expected flash point	95.0 °C
Sample name	2022-Lima-000395
Measurement ID	872
Software version	1.2.1

Result

Measurement status	Flash point OK
Corrected & rounded flash point	**95.5 °C**
Corrected flash point	95.6 °C
Uncorrected flash point	95.0 °C
Adjusted pressure	98.7 kPa
Lowest valid flash point	91.0 °C
Highest valid flash point	101.0 °C
Igniter	Electric

Method parameters

Temperature unit	Celsius
Heating rate	1.3 °C/min
Heating rate lower limit	1.0 °C/min
Heating rate upper limit	1.6 °C/min
Safety cooling to	35.0 °C
Test cycle started at	22.0 °C below EFLP
Test interval	1.0 °C
Stirrer speed	250 rpm
Stop after flash point	Yes
Safety mode activated	No
Safety dip activated	Yes
Overflow	20.0 °C above EFLP
Mini-cup measurement	No
Flash point correction	Corrected & rounded

Test description

Start time	06/09/2022 03:37 p. m.
End time	06/09/2022 02:22 p. m.
Duration	44:54 mm :ss

Last adjustments

Barometer adjustment	28/04/2022 11:53 a. m.
Stirrer speed adjustment	28/04/2022 10:28 a. m.
Igniter movement adjustment	28/04/2022 10:01 a. m.
Sample Pt100 adjustment	30/03/2022 8:41 a. m.

Comments

Comment	RE

Ronal Espinoza Bustinzo.

Measurement ID: 872 1/2