

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE TRASVASE DE
LOS HIDROCARBUROS HAS – HAL BASADOS EN LA NORMA
ASTM DESIGNACIÓN: D 287 – 12b EN LA PLANTA JEBICORP
S.A.C.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

TESISTAS:

Bach. Criss Milagros Valverde Cierto.

Bach. Denisse Camara Leon

ASESOR:

Dr. Fermín Rolando Montesinos Chávez.

HUÁNUCO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi Dios, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

A nuestras madres, quienes con su apoyo, consejos, comprensión y amor no me dejaban decaer para que siguiera adelante siempre perseverante y cumpla con mis metas.

A mis abuelos por su apoyo y comprensión en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

AGRADECIMIENTO

Dra. Nérida Pastrana Díaz; por su apoyo en para los alineamientos del plan de tesis, y revisión del informe de tesis.

Dr. Fermín Montesinos Chávez, por su asesoramiento, revisión y corrección del informe de tesis.

Ing. Jorge Chávez Estrada por el apoyo brindado en las sugerencias en el desarrollo del informe de tesis.

Dr. Pedro G. Villavicencio Guardia y al Qco. Ronal Visag Salas por la corrección y sugerencia para la finalización de esta tesis.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo proponer una mejora en el proceso de trasvase de los Hidrocarburos HAS-HAL basados en la norma ASTM designación: D 287 – 12b en la planta Jebicorp S.A.C.

Metodología: en el estudio se tuvo en cuenta nivel explicativo, tipo de investigación transversal-aplicada y el diseño de la investigación es explicativo-transversal-explicativo. La población-muestra está constituida por los camiones cisterna de la empresa Jebicorp S.A.C. Como instrumento para la recolección de datos se utilizó la técnica de la observación.

Resultados: Se realizó el diagnóstico del proceso de trasvase en el área de recepción despacho de los productos HAS-HAL, mediante la técnica de la observación directa se identificó 17 actividades realizadas dentro del proceso de trasvase con los cuatro camiones cisterna en diferentes ubicaciones, lo que nos sirvió para elaborar el diagrama de flujo vertical para la aplicación de la norma ASTM D287-12b, en este diagrama, no se considero las cuatro actividades identificados en el diagnóstico del proceso de trasvase ya que son innecesarias para la aplicación de dicha norma. Empleamos la Norma ASTM designación: D287-12b, lo cual nos ayudó a cuantificar las cantidades de galones perdidos durante el transporte de la planta procesadora a la empresa Jebicorp S.A.C de los hidrocarburos HAS-HAL.

Conclusiones: Se identificó las 17 actividades en el proceso de trasvase, plasmando en un diagrama de flujo vertical. Se determinó el proceso de trasvase y la norma ASTM designación: D 287-12B en un diagrama de flujo vertical. Se planteó los procedimientos del proceso de trasvase basados en dicha norma. La cuantificación de la densidad relativa del producto HAS-HAL se estandarizo para los tres meses. Se reportó un promedio de perdida 123 galones por llegada al mes, que equivale A 0.88 % sobre la unidad de menor capacidad a 0.95 % de la capacidad mayor.

SUMMARY

The purpose of this research work is to propose an improvement in the transfer process of HAS-HAL Hydrocarbons based on the ASTM standard designation: D 287-12b at the Jebicorp S.A.C.

Methodology: the study took into account explanatory level, type of cross-applied research and the research design is explanatory-cross-explanatory. The sample population consists of the tank trucks of the company Jebicorp S.A.C. The observation technique was used as an instrument for data collection.

Results: The diagnosis of the transfer process in the reception area of the HAS-HAL products was made, through the technique of direct observation, 17 activities carried out within the transfer process were identified with the four tank trucks in different cubicles, which helped us to prepare the vertical flow diagram for the application of ASTM D287-12b, in this diagram, the four activities identified in the diagnosis of the transfer process were not considered since they are unnecessary for the application of said norm. We employ the ASTM Standard designation: D287-12b, which helped us quantify the quantities of gallons lost during the transportation of the processing plant to the company Jebicorp S.A.C of the HAS-HAL hydrocarbons.

Conclusions: The 17 activities in the transfer process were identified, reflected in a vertical flow chart. The transfer process and the ASTM designation standard were determined: D 287-12B in a vertical flow chart. The procedures of the transfer process based on this standard were raised. The quantification of the relative density of the HAS-HAL product was standardized for the three months. An average loss of 123 gallons was reported per arrival per month, equivalent to 0.88% of the unit with the lowest capacity to 0.95% of the largest capacity.

INDICE

| | |
|--|----------|
| DEDICATORIA | I |
| AGRADECIMIENTO..... | II |
| RESUMEN..... | III |
| SUMMARY..... | IV |
| CUADROS..... | IX |
| FIGURA..... | X |
| DIAGRAMA DE FLUJO..... | XI |
| GRAFICOS..... | XII |
| INTRODUCCION..... | XIII |
| I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1. Antecedentes del problema..... | 1 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 2 |
| 1.2.1. Formulación del problema general..... | 2 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 2 |
| 1.3. Objetivos..... | 2 |
| 1.3.1. Objetivo general | 2 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 2 |
| 1.4. Hipótesis..... | 3 |
| 1.5. Sistema de Variables e Indicadores..... | 3 |
| 1.5.1. Variable dependiente..... | 3 |
| 1.5.2. Variable Independiente | 3 |
| 1.5.3. Dimensiones | 3 |
| 1.5.4. Indicadores | 3 |

| | | |
|--------|---|----|
| 1.6. | Operacionalización de Variables..... | 4 |
| 1.7. | Justificación e importancia..... | 4 |
| 1.7.1. | Justificación..... | 4 |
| 1.7.2. | Importancia..... | 5 |
| 1.8. | Limitaciones..... | 5 |
| 1.9. | Viabilidad..... | 5 |
| II. | MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| 2.1. | Antecedentes..... | 6 |
| 2.1.1. | Internacional..... | 6 |
| 2.1.2. | A nivel nacional | 7 |
| 2.2. | Conceptos fundamentales..... | 8 |
| 2.2.1. | Procesos..... | 8 |
| 2.2.2. | Diagrama de flujo..... | 9 |
| 2.2.3. | Proceso de trasvase..... | 10 |
| 2.2.4. | Hidrocarburos..... | 10 |
| 2.2.5. | Temperatura | 15 |
| 2.2.6. | Densidad..... | 16 |
| 2.2.7. | Densidad relativa..... | 16 |
| 2.2.8. | Gravedad específica de los hidrocarburos líquidos. | 17 |
| 2.2.9. | ASTM International | 18 |
| 2.3. | Definiciones..... | 22 |
| 2.3.1. | Gravedad API..... | 22 |
| 2.4. | Marco Situacional..... | 29 |
| 2.4.1. | Ubicación geográfica del proceso de trasvase de HAS - HAL | 29 |
| 2.4.2. | Proceso de Recepción y almacenamiento | 30 |
| 2.5. | Conceptualización de términos..... | 32 |
| 2.5.1. | Proceso de trasvase..... | 32 |
| 2.5.2. | Muestra..... | 32 |
| 2.5.3. | HAS –HAL..... | 33 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.5.4. | Diagrama de Flujo Vertical | 33 |
| 2.5.5. | Perdidas | 33 |
| 2.5.6. | Hidrocarburos..... | 33 |
| 2.5.7. | Cantidad | 33 |
| 2.5.8. | API | 33 |
| 2.5.9. | Tabla 5A. Y 5B de la guía 1250..... | 33 |
| 2.5.10. | ^a API | 33 |
| 2.5.11. | Trasvase..... | 33 |
| 2.5.12. | ASTM..... | 33 |
| III. | MARCO METODOLÓGICO | 34 |
| 3.1. | Nivel y tipo de Investigación..... | 34 |
| 3.1.1. | Nivel..... | 34 |
| 3.1.2. | Tipo. | 34 |
| 3.2. | Diseño de Investigación..... | 34 |
| 3.3. | Población y Muestra..... | 34 |
| 3.4. | Técnicas e instrumentos de recojo de datos..... | 34 |
| IV. | RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN..... | 36 |
| 4.1. | Diagnóstico de las actividades en el proceso de trasvase..... | 36 |
| 4.2. | Determinar actividades..... | 38 |
| 4.3. | Plantear los procedimientos..... | 40 |
| 4.3.1. | Perdida de Hidrocarburos HAS-HAL | 47 |
| V. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 49 |
| VI. | CONCLUSIONES | 51 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 55 |
| VIII. | BIBLIOGRAFÍA..... | 56 |
| IX. | ANEXOS..... | 60 |
| | Anexo A. Símbolos del diagrama de flujo | 60 |
| | Anexo B. Reducción de la gravedad API en 60°F DE 70 A 79°API – 50 a 100°F – 5A | 61 |

| | |
|--|----|
| Anexo C. Reducción de la gravedad API en 60° F de 80 a 89 API – 50 a 100°F – 5B | 64 |
| Anexo D. Escala de hidrómetros disponible, Grados API | 67 |
| Anexo E. Condiciones limitantes y temperaturas de ensayo..... | 68 |
| Anexo F. Cantidad de galones completados para los tres meses | 69 |
| Anexo G. Lectura del Hidrómetro y termómetro para su conversión a 60°F..... | 70 |
| Anexo H. Factor corrección para la densidad relativa y la gravedad API. | 73 |
| Anexo I. Volumen a 60°F | 76 |
| Anexo J. Volumen perdido basado en el método del hidrómetro HAS – HAL..... | 80 |
| Anexo K. Lineamientos técnicos en materia de medición de hidrocarburos. | 84 |
| Anexo L. Instrumentos utilizados para la prueba..... | 85 |
| Anexo M. Representacion de los componentes HAS-HAL | 87 |
| Anexo N. Imágenes planta jebicorp S.A.C | 88 |
| Anexo O. Constancia de Despacho | 90 |

CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Matriz de Operacionalización..... | 4 |
| Cuadro 2. Clasificación de Hidrocarburos | 11 |
| Cuadro 3. Componentes del HAL..... | 12 |
| Cuadro 4. Compuesto del HAS | 13 |
| Cuadro 5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos. | 35 |
| Cuadro 6. Deficiencias en las actividades respecto a la capacidad de tanque cisterna..... | 40 |
| Cuadro 7. Densidad Relativa HAS- HAL..... | 40 |
| Cuadro 8. Grados API Hidrocarburos HAS – HAL..... | 44 |
| Cuadro 9. Grados API Hidrocarburos HAS – HAL | 48 |
| Cuadro 10. Densidad Relativa HAS - HAL | 51 |
| Cuadro 11. Gravedad API HAS - HAL | 52 |
| Cuadro 12. Gravedad API HAS - API HAL | 52 |

FIGURA

| | |
|--|----|
| Figura 1. Croquis de ubicación del proceso de trasvase | 30 |
| Figura 2. Proceso de trasvase..... | 32 |

DIAGRAMA DE FLUJO

Diagrama de flujo 1:Recepción y almacenamiento de los hidrocarburos HAS– HAL en el
 proceso de trasvase.37

Diagrama de flujo 2. Actividades del proceso de trasvase basados en la basados en la Normas
 ASTM D: 287-12b39

GRAFICOS

| | |
|--|----|
| Grafico 1. Densidad Relativa HAS | 41 |
| Grafico 2. Densidad Relativa HAL..... | 41 |
| Grafico 3. Densidad Relativa HAS | 42 |
| Grafico 4. Densidad Relativa HAL..... | 42 |
| Grafico 5. Densidad Relativa HAS | 43 |
| Grafico 6. Densidad Relativa HAL..... | 43 |
| Grafico 7. Grados API Hidrocarburos HAL | 44 |
| Grafico 8. Grados API Hidrocarburos HAL | 45 |
| Grafico 9. Grados API Hidrocarburos HAS | 45 |
| Grafico 10. Grados API Hidrocarburos HAL | 46 |
| Grafico 11. Grados API Hidrocarburos HAS | 46 |
| Grafico 12. Grados API Hidrocarburos HAL | 47 |

INTRODUCCIÓN

En estos últimos años la contaminación del medio ambiente es más notorio en nuestro país, ha cobrado mucha importancia en las empresas del sector de comercialización de Hidrocarburo A cíclico Saturado (HAS) e Hidrocarburos Alifáticos Livianos (HAL).

(Loayza, 2016). En su trabajo de investigación: “TRATAMIENTO QUÍMICO DEL PETRÓLEO CRUDO QUE SE TRANSPORTA A TRAVÉS DEL OLEODUCTO NORPERUANO”. Su objetivo principal es: Realizar un tratamiento químico adecuado al petróleo crudo que se transporta a través del oleoducto norperuano, para lo cual debemos: Diseñar un método eficiente para recuperar el petróleo crudo fuera de especificación que se produce en la selva norte y se almacena en el Terminal Bayóvar, para colocarlo dentro de las especificaciones comerciales internacionales. Llegando a la conclusión: Eliminar el agua libre o en emulsión es un proceso costoso, pero resulta más costoso asumir las pérdidas económicas por las demoras durante los embarques del petróleo crudo cuando no se reúne las características de calidad de acuerdo a las instrucciones de las partes comerciales. Asimismo, cuando los crudos no cumplen con las especificaciones contractuales se podría generar un reclamo por parte del comprador que implican fuertes sanciones económicas y penalidades durante un proceso de cabotaje o exportación. La planta Jebicorp S.A.C, ubicada en el distrito de Ancón-Lima, dedicada a la compra y venta de hidrocarburos HAS-HAL Actualmente atraviesa por un problema en el control de sus pérdidas en el proceso de trasvase; En tal sentido en esta investigación se propone una mejora en el proceso de trasvase basado la norma ASTM designación: D287 – 12b (Método de Hidrómetro)¹. Este método de ensayo se basa en el

¹ Este método de prueba está bajo la jurisdicción del Comité ASTM D02 sobre Productos del Petróleo y Lubricantes, y el Comité API para Medición del Petróleo, y es responsabilidad directa del Subcomité D02.02 / COMQ, la Comisión conjunta ASTM – API de Hidrocarburos para medición de transferencia de custodia (Conjunto ASTM – API).

Edición actual aprobada el 01 de Junio del 2012. Publicado en Octubre del 2012. Originalmente aprobado en 1928. Última edición anterior aprobado en 2012 como D287-12a. DOI: 10.1520/ D0287-12B.

principio de que la gravedad de un líquido varía directamente con la profundidad de inmersión de un cuerpo flotante en ella. El cuerpo flotante, que esta graduada en unidades de gravedad API en este método se llama hidrómetro API. La determinación precisa que la gravedad de los hidrocarburos es necesario para la conversión de volúmenes medidos a volúmenes a la temperatura estándar de 60°F (15.56°C); La gravedad es un factor determinante de la calidad de los hidrocarburos; el método del hidrómetro precisa cuan pesado o ligero es el petróleo y sus derivados, la cual será útil a la planta Jebicorp S.A.C

CAPÍTULO I

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes del problema

El Perú es uno de los mayores consumidores de hidrocarburos en América del Sur, su crecimiento en los últimos años se ha incrementado notablemente, por este motivo los inversionistas tanto peruanos como extranjeros tienen en la mira este rubro y sobre todo en nuestro país. (Tamayo, Salvador, Vásquez, & de la Cruz, 2017, p. 45).

En la actualidad, existe un auge importante de la inversión en las empresas distribuidoras de combustible en nuestro país; comprobándose que muchas de estas plantas tienen como principal problema las pérdidas físicas en el volumen y control de calidad de hidrocarburos.

La planta Jebicorp S.A.C ubicada en el distrito de Ancón, dedicada a la compra y venta de hidrocarburos HAS-HAL². Actualmente atraviesa por un problema de gran importancia en el proceso de trasvase de los hidrocarburos HAS-HAL.

Las pérdidas de los hidrocarburos es un problema frecuente en el proceso de trasvase; dichas pérdidas no son sustentables; consecuencia de esto la planta Jebicorp S.A.C se ve afectada en su rentabilidad, costo y tiempo.

En tal sentido en esta investigación se propone una mejora en el proceso de trasvase basado la norma ASTM designación: D287 – 12b (Método de Hidrómetro)³.

² HAS: Hidrocarburo A cíclico Saturado; HAL: Hidrocarburo Alifático Liviano.

³ Este método de prueba está bajo la jurisdicción del Comité ASTM D02 sobre Productos del Petróleo y Lubricantes, y el Comité API para Medición del Petróleo, y es responsabilidad directa del Subcomité D02.02 / COMQ, la Comisión conjunta ASTM – API de Hidrocarburos para medición de transferencia de custodia (Conjunto ASTM – API).

Edición actual aprobada el 01 de Junio del 2012. Publicado en Octubre del 2012. Originalmente aprobado en 1928. Última edición anterior aprobado en 2012 como D287-12a. DOI: 10.1520/ D0287-12B.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Formulación del problema general

- ¿Cómo se llevará a cabo la propuesta de mejora en el proceso de trasvase de los Hidrocarburos HAS-HAL Basados en la norma ASTM designación D 287 – 12b en la planta Jebicorp S.A.C.

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo Identificar las actividades en el proceso de trasvase desde el camión cisterna hacia el tanque de almacenamiento de los Hidrocarburos HAS-HAL, para la aplicación de la norma ASTM designación: D 287 – 12b?
- ¿Cómo determinar las actividades del proceso de trasvase de los Hidrocarburos HAS-HAL, para la aplicación de la norma ASTM designación: D 287 – 12b?
- ¿Cómo plantear los procedimientos del proceso de trasvase basados en norma ASTM designación: D 287 – 12b para hidrocarburos HAS-HAL?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la propuesta de mejora en el proceso de trasvase de los Hidrocarburos HAS-HAL basados en la norma ASTM designación: D 287 – 12b en la planta Jebicorp S.A.C.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las actividades en el proceso de trasvase desde el camión cisterna hacia el tanque de almacenamiento de los Hidrocarburos HAS-HAL.
- Determinar las actividades del proceso de trasvase de los Hidrocarburos HAS-HAL, para la aplicación del método del hidrómetro.
- Plantear los procedimientos del proceso de trasvase basados en la norma ASTM designación: D 287 – 12b para los hidrocarburos HAS-HAL.

1.4. Hipótesis

Propuesta de mejora en el proceso de trasvase de los hidrocarburos HAS-HAL basados en la Norma ASTM designación: D 287 – 12b.

1.5. Sistema de Variables e Indicadores

1.5.1. Variable dependiente

Proceso de trasvase.

1.5.2. Variable Independiente

Norma ASTM designación: D 287 – 12b

1.5.3. Dimensiones

- Perdida de HAS- HAL
- Calidad
- Densidad

1.5.4. Indicadores

- Galones
- API
- Densidad relativa (DR)

1.6. Operacionalización de Variables

Cuadro 1. Matriz de Operacionalización

| Variables | Dimensiones | Indicadores |
|---|----------------------|------------------------------|
| Proceso de trasvase | Pérdida de HAS - HAL | Galones |
| Norma ASTM designación: D 287 – 12b | Calidad | API |
| | Densidad | Densidad Relativa (DR) |

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

1.7. Justificación e importancia

1.7.1. Justificación

Las pérdidas de los hidrocarburos es un problema frecuente en el proceso de trasvase de la planta Jebicorp S.A.C, donde se realiza recepción, almacenamiento y despacho de hidrocarburos HAS –HAL. Dichas pérdidas son causadas debido a los factores climáticos, evaporación del líquido. Consecuencia de esto su rentabilidad se ve afectada ya que dichas pérdidas no son debidamente sustentadas, el cálculo de estas pérdidas debe poseer una metodología adecuada con el fin de tener un mayor control.

Es por ello mediante esta investigación planteamos una propuesta de mejora en el proceso de trasvase basados en la norma ASTM designación: D 287 – 12b. Este método de ensayo se basa en el principio de que la gravedad de un líquido varía directamente con la profundidad de inmersión de un cuerpo flotante en ella. El cuerpo flotante, que esta graduada en unidades de gravedad API en este método se llama hidrómetro API. La determinación precisa que la gravedad de los hidrocarburos es necesario para la conversión de volúmenes medidos a

volúmenes a la temperatura estándar de 60°F (15.56°C). Podrá llevar un control sobre la calidad de hidrocarburos HAS- HAL, ayudando a la supervisión de sus instalaciones tanto de los camiones cisternas como las de almacenamiento.

1.7.2. Importancia

El trabajo de investigación es viable porque tenemos el conocimiento y los medios para llevar a cabo dicha investigación, el aporte será de mucha utilidad para las empresas dedicadas a este rubro, servirá de guía para que no incurran en infracciones tributarias que originen reparos y multas que afecten en temas administrativos. Así también, el trabajo de investigación propone realizar un diseño en el proceso de trasvase basados en el método del hidrómetro.

1.8. Limitaciones

Para el desarrollo de la investigación se ha comprobado que el acceso al material de información es limitado en cuanto a la búsqueda de antecedente local, debido a que en nuestra ciudad no existen bibliotecas especializadas en el tema. Sin embargo, dicha limitación no es significativa para llevar a efecto la consecución del trabajo de investigación.

1.9. Viabilidad

Para llevar a cabo la investigación nos reunimos con los directivos de la planta Jebicorp S.A.C, quedando que nos brindaran todas las facilidades y la autorización para acceder a la información requerida. Vale recalcar la parte económica fue financiado al 90% por nosotras y 10% por la empresa Jebicorp S.A.C.

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacional

Ángel Rafael Vásquez Pacho, presento un trabajo de investigación titulado “APLICACIÓN DE LA NORMAS ASTM Y NORMAS API, PARA LA FISCALIZACION DE LA CALIDAD Y VOLUMEN DEL PETROLEO PRODUCIDO POR EL CAMPO GUANTA OPERADO POR PETROPRODUCCION”. Su objetivo es: Demostrar la aplicación de las normas ASTM y normas API, según su procedimiento para determinar calidad y cantidad de petróleo fiscalizado en el centro de medición de la estación Guanta. Llegando a las conclusiones: Con el adecuado manejo e interpretación de las normas API y normas ASTM, se garantizará un óptimo y permanente servicio a los usuarios, y mediante la utilización de los equipos de una manera correcta y factible para minimizar errores en la medición; Mediante el uso de las normas API, ASTM se ha determinado la cantidad exacta del volumen y calidad de petróleo crudo producido por el campo Guanta.

Edson Javier Garcia López, presento un trabajo de investigación titulado “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN LOS PROCESOS DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE MATERIALES EN LA PLANTA 2 DE SIGLA”. Tiene como objetivo: diseñar una propuesta de mejoramiento en los procesos de almacenamiento y despacho de materiales en la planta de la empresa SYGLA con el fin de aumentar la utilización de los recursos disponibles. Llegando a las conclusiones: uno de los componentes claves para asegurar la eficiencia de los procesos de almacenamiento como un proceso claro de recepción, no es tan reconocido como un factor de éxito en los procesos logísticos provocando problemas en la productividad de los procesos posteriores. El uso de un sistema de información adecuado es necesario, puesto que el soporte

tecnológico es trascendental para asegurar la confiabilidad de la información para tomar las mejores decisiones en la organización.

2.1.2. A nivel nacional

Pablo Armando Loayza Quiñones, Presento un trabajo de investigación titulado: “TRATAMIENTO QUÍMICO DEL PETRÓLEO CRUDO QUE SE TRANSPORTA A TRAVÉS DEL OLEODUCTO NORPERUANO”. Su objetivo es: El objetivo principal es realizar un tratamiento químico adecuado al petróleo crudo que se transporta a través del oleoducto norperuano, para lo cual debemos: Diseñar un método eficiente para recuperar el petróleo crudo fuera de especificación que se produce en la selva norte y se almacena en el Terminal Bayovar, para colocarlo dentro de las especificaciones comerciales internacionales. Llegando a la conclusión: Eliminar el agua libre o en emulsión es un proceso costoso, pero resulta más costoso asumir las pérdidas económicas por las demoras durante los embarques del petróleo crudo cuando no se reúne las características de calidad de acuerdo a las instrucciones de las partes comerciales. Asimismo, cuando los crudos no cumplen con las especificaciones contractuales se podría generar un reclamo por parte del comprador que implican fuertes sanciones económicas y penalidades durante un proceso de cabotaje o exportación.

Carlos Quinto Mesta Uriarte, presento un trabajo de investigación titulado: “PLANTA DE RECEPCION, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE PRODUCTOS QUIMICOS LIQUIDOS Y GRANEL”. Su objetivo es: Proporcionar la información necesaria para la toma de decisiones a fin de afrontar un derrame de producto, incendio o accidente de trabajo, de tal manera que se cause el menor impacto sobre la vida humana, los recursos naturales y la infraestructura instalada en el área del entorno a la planta durante las fases de construcción y operación, así como las causas indirectas que esta última genere. Definir las funciones y responsabilidades del personal y establecer los procedimientos a seguir durante las operaciones de respuesta a la Contingencia. Así mismo, neutralizar los efectos de la contaminación y reducir

al mínimo los daños de la locación del entorno del futuro pozo debido a las operaciones a realizar. Llegando a la conclusión: La merma o faltante de un producto almacenado puede variar dependiendo de varios factores; tipo de producto, volumen de vacío del tanque, diámetro del tanque, temperatura externa (estación), cantidad de volumen despachado durante el mes. El despacho de cisternas debe ser realizado de forma que se reduzca cada el riesgo posible de derrames, accidentes personales, evaporación de productos al medio ambiente.

Espinoza Acurio Anahí Pamela, presento un trabajo de investigación titulado: "MERMAS DE HIDROCARBUROS Y UTILIDADES DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE COMBUSTIBLE NEGRON BARDALEZ TRADING E.I.R.L DISTRITO DE SAN JERONIMO CUSCO 2016". Su objetivo es: Determinar el efecto de las mermas de los hidrocarburos en las utilidades de la empresa distribuidora de combustible "Negrón Bardalez Trading E.I.R.L" del distrito de San Jerónimo-Cusco 2016. Llegando a la conclusión: En base a la hipótesis general, se establece la relación que existe entre las mermas de hidrocarburos y las utilidades de la empresa comercializadora de combustible, indicando la afinidad directa y positiva, según la prueba P-Valor de $=0.020$, en la Empresa distribuidora de combustible Negrón Bardalez Trading E.I.R.L distrito de San Jerónimo – Cusco 2016.

2.2. Conceptos fundamentales

2.2.1. Procesos

Un proceso se entiende como un conjunto de actividades interrelacionadas y de recursos que transforman unos productos y/o una información (elemento de entrada o inputs) en otros productos y o información (elementos de salida o outputs). La finalidad de los procesos debería ser la de añadir valor a los elementos de entrada. En la práctica nos encontramos con que esta finalidad no siempre se consigue. Muchos procesos no añaden valor o lo hacen de muy poco eficiente, es decir, consumiendo más recursos de los necesarios. Los recursos

pueden ser personas, maquinas, técnicas, capital, etc., mientras que los elementos de entrada y salida, como hemos dicho, son productos o información. (Velasco, 2010, p. 147).

Como lo menciona Gil & Vallejo (2008)” El conjunto de actividades y recursos, interrelacionados, que transforman elementos de entrada en elementos de salida, aportando valor añadido para el cliente o usuario.” (p.89)

2.2.1.1 Representación de los procesos

La representación ideal de un proceso depende de cuál sea su nivel, ya que nos interesan aspectos diferentes en los dos primeros niveles que en niveles inferiores. En los primeros niveles nos interesan, esencialmente, identificar las entradas y salidas y los recursos necesarios a fin de establecer sus interrelaciones con los otros procesos. En cambio, para procesos de nivel inferior hay que descender al nivel operativo, por lo que conviene otro tipo de representación. Esta representación se hace a través de lo que se denomina diagramas de flujo. Como su nombre indica, estos diagramas muestran el flujo de la información y/o de los materiales durante el proceso: que operaciones se efectúan, qué alternativas hay que contemplar y que documentos se generan.

Los símbolos utilizados están normalizados de manera distinta en diferentes ramas de la técnica. Es muy útil incluir en los diagramas de flujo de los procesos una referencia de los responsables de cada operación, el enlace con otros procesos y la referencia a los procedimientos detallados con los que se ejecutan determinadas operaciones o fases de proceso (**Anexo A**). (Velasco, 2010, p. 87).

2.2.2. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo o diagrama de actividades es la representación gráfica del algoritmo o el proceso. Un diagrama de flujo es un diagrama que ilustra un proceso paso a paso, utilizando cajas y flechas para colocar los procesos en orden desde el comienzo al final y

mostrar claramente el flujo de control. Estos diagramas son utilizados para analizar, diseñar, documentar y administrar un proceso. (Ramirez, 2017, p. 289).

2.2.2.1 Diagrama de flujo vertical

Conocido como gráfico de análisis del proceso. Se trata de un gráfico donde existan columnas verticales y líneas horizontales. Este tipo de diagrama es útil para construir una rutina o procedimientos para ayudar en la capacitación del personal y para racionalizar el trabajo. (Guerrero, 2017, p. 346)

2.2.3. Proceso de trasvase

La definición más primaria la encontramos en la Real Academia de la Lengua, que habla del acto de pasar un líquido, en este caso agua, de un recipiente a otro, es decir, de una cuenca a otra. Aplicado al ámbito que nos compete, un trasvase consiste en llevar de forma segura el agua de una región hacia otra en la que hay escasez, sin perjudicar a la primera y garantizado el buen uso y el reparto justo de este recurso entre la región o las regiones destinatarias. (Briones L., 2008).

2.2.4. Hidrocarburos

Yufera (1999) afirma que “Son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.” (p. 142)

Los hidrocarburos son una fuente importante de generación de energía para las industrias, nuestros hogares y para el desarrollo de nuestra vida diaria. Pero no es sólo un combustible, sino que a través de procesos más avanzados se separan sus elementos y se logra su aprovechamiento a través de la industria petroquímica. (HIDROCARBUROS, INFORME QUINCENAL DE LA SNMPE, 2009).

2.2.4.1 Clasificación de Hidrocarburos

Yufera (1999) afirma que “Los hidrocarburos y sus compuestos derivados se pueden clasificar de la siguiente manera.” (p. 14)

Cuadro 2. Clasificación de Hidrocarburos

| | | | |
|---------------|------------|-------------|----------|
| Hidrocarburos | Alifáticos | Saturados | Alcanos |
| | | Insaturados | Alquenos |
| | Alquinos | | |
| Aromáticos | | | |

Fuente : Primo Yufera

Elaboración: Propia

2.2.4.2 Hidrocarburos Saturados Alifáticos o alcanos

Los hidrocarburos alifáticos son compuestos formados por carbono e hidrogeno, pueden ser moléculas ramificadas o lineales de cadena abierta, saturada o insaturada, siendo su nomenclatura lo siguiente:

- Parafinas (o alcanos) _ hidrocarburos saturados
- Olefinas (o alquenos) _ hidrocarburos insaturados con uno o más dobles enlaces.

Las fórmulas generales son C_nH_{2n+2} para las parafinas, C_nH_{2n} para las olefinas.

Las moléculas más pequeñas son gases a temperatura ambiente (C1 a C4). Al aumentar el tamaño y la complejidad estructural de la molécula, ésta se hace líquida y su viscosidad aumenta con el número de carbonos (C5 a C16). Por último, los hidrocarburos de alto peso molecular son sólidos a temperatura ambiente (mayores de C16).

Los hidrocarburos alifáticos de uso industrial derivan principalmente del petróleo, que es una mezcla compleja de hidrocarburos. Se obtienen por craqueado, destilación y fraccionamiento del petróleo crudo.

El metano, el miembro inferior de la serie, constituye un 85 % del gas natural, que puede ser extraído directamente de bolsas o reservorios existentes cerca de los yacimientos de petróleo. La condensación fraccionada de gas.

2.2.4.3 *Hidrocarburos Alifáticos Livianos (HAL).*

La definición de Hidrocarburos Alifáticos Livianos (HAL), para la empresa SAVIA DEL PERÙ S.A es lo siguiente.

Se conoce así a la mezcla de hidrocarburos alifáticos livianos conformados principalmente por butanos, pentanos hexanos y benceno obtenidos por fraccionamiento de los líquidos de gas natural procesados. La característica principal del HAL es que sus componentes, normalmente líquidos a condiciones ambientales, se pueden almacenar y manipular en recipientes a presión atmosférica (SAVIA DEL PERÙ S.A, 2009).

Cuadro 3. Componentes del HAL

| Componente | Producto | Descripción |
|--------------|----------|--|
| | HAL | |
| Iso – butano | 0.030 | También llamado metilpropano, 2-metilpropano C ₄ H ₁₀ es un gas incoloro e insoluble en el agua. |
| Nor - butano | 0.722 | También llamado n- butano, es un hidrocarburo saturado, parafínico o alifático, inflamable, gaseoso que se licua a presión atmosférica a -0.5 °C. |
| Iso– pentano | 38.729 | También llamado metil butano, C ₅ H ₁₂ . Es un líquido extremadamente volátil e extremadamente inflamable a temperatura y presión ambiental. |
| Nor-pentano | 24.496 | Es un hidrocarburo saturado o alcano, C ₅ H ₁₂ |

| | | |
|---------|--------|--|
| C6+ | 36.022 | C ₆ H ₁₄ , Se trata de un líquido incoloro, fácilmente inflamable y con un olor característico a disolvente. Es poco soluble en agua, pero se mezcla bien con los disolventes orgánicos apolares como el alcohol, el éter o el benceno. |
| Benceno | 0.21 % | Hidrocarburo líquido a temperatura ordinaria, incoloro, tóxico e inflamable obtenido de la destilación del alquitrán de hulla; se emplea en la fabricación de plásticos, explosivos, colorantes, etc., como disolvente y como materia prima de numerosas síntesis orgánicas. |

Fuente : Savia del Perú S.A

Elaboración: Propia

2.2.4.4 Hidrocarburos A cíclicos Saturados (HAS)

La definición de Hidrocarburos A cíclicos Saturados (HAS) ò condensados de gas natural, para la empresa GRAÑA Y MONTERO PETROLERO S.A.C es lo siguiente.

Conformados principalmente por butano, pentanos y hexanos obtenidos por fraccionamiento de los líquidos de gas natural y compuesto de hidrocarburos a cíclicos. La característica principal del HAS es que sus componentes, normalmente son líquidos a condiciones ambientales, se pueden almacenar y manipular en recipientes a presión atmosférica (GRAÑA Y MONTERO PETROLERO S.A.C, s.f.).

Cuadro 4. Compuesto del HAS

| Componente | Producto | descripción |
|--------------|----------|---|
| | HAS | |
| Iso – butano | 0.000 | También llamado metilpropano, 2-metilpropano C ₄ H ₁₀ es un gas incoloro e insoluble en el agua. |
| Nor - butano | 0.396 | También llamado n- butano, es un hidrocarburo saturado, parafínico o alifático, inflamable, gaseoso que se licua a presión atmosférica a -0.5 °C. |

| | | |
|------------------|--------|---|
| Iso – pentano | 35.337 | También llamado metil butano, C ₅ H ₁₂ . Es un líquido extremadamente volátil e extremadamente inflamable a temperatura y presión ambiental. |
| Nor-pentano | 21.146 | Los pentanos son componentes de algunos combustibles y se emplean como disolvente de laboratorio. Sus propiedades son muy similares a las de los butanos y hexanos. |
| C ₆ + | 43.121 | C ₆ H ₁₄ , Se trata de un líquido incoloro, fácilmente inflamable y con un olor característico a disolvente. Es poco soluble en agua, pero se mezcla bien con los disolventes orgánicos apolares como el alcohol, el éter o el benceno. |

Fuente : Graña y Montero Petrolero

Elaboración: Propia

2.2.4.5 Usos de los hidrocarburos alifáticos y saturados

Los hidrocarburos saturados se utilizan en la industria como combustibles, lubricantes y disolventes. Una vez sometidos a procesos de alquilación, isomerización y des hidrogenación, pueden actuar también como materias primas para la síntesis de pinturas, revestimientos protectores, plásticos, caucho sintético, resinas, pesticidas, detergentes sintéticos y una gran variedad de productos petroquímicos.

Los combustibles, lubricantes y disolventes son mezclas que contienen muchos hidrocarburos diferentes. El gas natural se ha distribuido durante mucho tiempo en forma gaseosa para su uso como gas ciudad. Actualmente se licúa en grandes cantidades, se transporta refrigerado y se almacena como líquido refrigerado hasta que se introduce, sin modificar o reformado, en un sistema de distribución de gas ciudad. Los gases licuados del petróleo (LPGs), constituidos principalmente por propano y butano, se transportan y almacenan a presión o como líquidos refrigerados y se utilizan también para aumentar el suministro de gas ciudad. Se emplean directamente como combustibles, sobre todo en trabajos metalúrgicos de alta calidad que requieren un combustible exento de azufre, en trabajos de soldadura y corte al oxipropano,

y en todas aquellas circunstancias en que el aumento de la demanda de combustibles gaseosos por parte de la industria pesada no pueda ser cubierto por el suministro público. Los depósitos utilizados para su almacenamiento varían en tamaño desde aproximadamente 2 toneladas hasta varios miles de toneladas. El isobutano se emplea para controlar la volatilidad de la gasolina y es un componente del líquido de calibración de instrumentos. El principal uso del hexano es como disolvente de gomas, cementos y adhesivos para la producción de calzado, tanto de cuero como de plástico. Se usa también como disolvente de colas en el montaje de muebles, como adhesivo para papeles de pared, como disolvente de colas en la producción de bolsos y maletas de cuero y cuero artificial, en la fabricación de impermeables, en el recauchutado de neumáticos y en la extracción de aceites vegetales. En muchos casos, el hexano ha sido sustituido por heptano debido a la toxicidad de la n-hexano. Es imposible enumerar todas las ocasiones en las que el hexano puede estar presente en el medio ambiente de trabajo. Como regla general, su presencia puede sospecharse en disolventes volátiles y desengrasantes que contengan hidrocarburos derivados del petróleo. El hexano se utiliza también como agente limpiador en las industrias de tejidos, muebles y cuero.

Los hidrocarburos alifáticos utilizados como materias primas de productos intermedios para síntesis pueden ser compuestos individuales de gran pureza o mezclas relativamente simples.

2.2.5. Temperatura

Es una magnitud física que indica la intensidad de calor o frío de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente, en general medido por un termómetro.

- **Fórmula de conversión**

Para convertir de Fahrenheit a grados Centígrados, utiliza esta fórmula.

$$C = \frac{9}{5}(F - 32)$$

Para convertir de grados Centígrados a Fahrenheit, utiliza ésta fórmula

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

2.2.6. Densidad

Se define como la masa y la sustancia con respecto a su volumen. Los requisitos de potencia y presión de salida de una bomba están determinados por la densidad del fluido). (Loayza P. A., 2016).

Densidad es la masa (M) de un líquido dividido por su volumen.

$$\rho = \frac{m}{v} \rightarrow [Kg/m^3] \quad [lbm/ft^3]$$

También llamada «densidad absoluta» y «masa específica», se define como «la masa por unidad de volumen, que es igual al cociente entre la masa de un cuerpo (kg) y su volumen (m³)», sus unidades dimensionales son kg/m³ en el Sistema Internacional de Unidades, SI.

- **Densidad = masa / volumen.**

La unidad dimensional de la densidad es la que se use para expresar la masa dividida por la que se use para expresar el volumen, por ejemplo, en el sistema SI puede ser: kg/m³.

En los líquidos el volumen varía mucho con la temperatura y poco con la presión, y lo mismo ocurre con su densidad. Cuando aumenta la temperatura aumenta el volumen y, si no varía la masa, disminuye el valor de la densidad.

2.2.7. Densidad relativa

Es la relación de la masa de un volumen dado de combustibles a una temperatura dada, a la masa de un volumen igual de agua pura a la misma temperatura. Ambas temperaturas de referencia deben ser explícitamente declaradas. La referencia comúnmente utilizada es 60/60 °F, aunque se puede encontrar otras referencias como 20/20 °C o 20/40 °C. Es una magnitud dimensional y, por tanto, sin unidades.

$$\rho_r = \frac{\rho}{\rho_{agua}} \rightarrow \text{Adimensional}$$

La densidad del agua es a 4 °C (1000Kg/m³)

En donde: ρ_r , es la densidad relativa; ρ , es la densidad absoluta y

ρ_0 , es la densidad de referencia.

$$\rho_r = \frac{m_s/V}{m_0/V} = \frac{m_s}{m_0}$$

2.2.8. Gravedad específica de los hidrocarburos líquidos.

La gravedad específica es un término relativo y principalmente utilizado en las operaciones de los combustibles y no es más que la relación entre el peso de combustible (o cualquier otro líquido) respecto al peso del agua a la temperatura de referencia de 60 °F.

La gravedad específica del agua a 60 °F es =1 y su densidad es de 62.371 libras/pie³ (15.6 °C; 1 kg/litro). Así un líquido cuya gravedad específica es de 0.8 nos dice que es más ligero que el agua a la temperatura de 60 °F y su densidad será de 0.8 *

62.371 = a 49.9 libras/pie³. Para el ejemplo anterior, la Gravedad específica resulta

0.8 y la densidad 49.9 libras/pie³. Ambos valores son diferentes y las variables difieren en el valor asignado. La Ingeniería Energética General basa los contenidos y publicaciones técnicas, en el Sistema Inglés de Unidades, producto de la acostumbrada utilización de este sistema en el mercado de Norteamérica y los países latinoamericanos. Ocurre también que muchas de las definiciones de parámetros que caracterizan los combustibles, se definen utilizando el Sistema Inglés de Unidades, como por ejemplo los grados API.

Si empleamos el Sistema Internacional de Unidades, un líquido cuya gravedad específica es de 0.8 tendría una densidad de $0.8 * 1 = 0.8$ kg/litro. Como vemos son valores idénticos. En el SI coinciden ya que la gravedad específica del agua @ 15.6 °C es igual a la unidad y en esas condiciones un litro pesa 1 kg, es decir, su densidad también es 1. Valores idénticos. En el SI coinciden ya que la gravedad específica del agua @ 15.6 °C es igual a la unidad y en esas condiciones un litro pesa 1 kg, es decir, su densidad también es 1. El crudo es la materia prima que porta la energía química primaria. Esta materia prima se procesa y se convierte en energía

secundaria, compuesta por los diferentes combustibles líquidos y gaseosos que conocemos. Estos combustibles que se extraen del crudo van desde corrientes gaseosas, que contienen las cadenas moleculares más pequeñas y ligeras, los combustibles blancos como las naftas y gasolinas y hasta el residuo pesado, negro, compuesto por cadenas cíclicas de hidrocarburos de alto peso y complejidad, que forman las pastas asfálticas. (Ruano, 2013,p. 360).

2.2.9. ASTM International

Sus siglas en inglés significan (American Society for Testing and Materials). Desde su fundación en 1898, ASTM International es una de las organizaciones internacionales de estándares más grande del mundo. Más de 12.575 acuerdos voluntarios de normas de aplicación mundial. El trabajo de ASTM se aplica a casi todo, desde el acero hasta la sostenibilidad, mejoran la vida de millones de personas cada día. Los estándares de ASTM son utilizados y aceptados mundialmente y abarcan áreas como metales, pinturas, plásticos, textiles, petróleo, construcción, energía, medio ambiente, productos de consumo, servicios médicos, dispositivos y productos electrónicos, entre otros. Productos almacenados. (ASTM INTERNACIONAL, 2016).

2.2.9.1 Norma ASTM designación: D 287 – 12b.

Método de prueba para Gravedad API del petróleo y productos de petróleo (Método del Hidrómetro).

Método estándar para la determinación de gravedad API (Instituto Americano de Petróleo) del petróleo crudo y sus derivados (Método del Hidrómetro). Esta norma es emitida bajo la designación fija D287; el número inmediatamente después de la designación indica el año de re aprobación pasado. Un superíndice epsilon (ϵ) indica un cambio editorial desde la última versión o re aprobación.

Este método cubre la determinación por medio de un hidrómetro de vidrio junto con una serie de cálculos de la gravedad API en petróleo y productos del petróleo. Las gravedades son

determinadas a 60°F (15.56°C), o convertidas a valores a 60°F, mediante el complemento de la guía D1250 de las tablas de medición de petróleo (**Anexo B Y C**) Estas tablas no son aplicables a no hidrocarburos o hidrocarburos esencialmente puros como los compuestos aromáticos. Los valores iniciales obtenidos son las lecturas del hidrómetro no corregidos y no medidas de la densidad. Los valores se miden en un hidrómetro a la temperatura de referencia o a otra temperatura conveniente, y las lecturas corregidas por el efecto del menisco, el efecto de expansión térmica del vidrio, efectos de la temperatura de calibración alternativo y a la temperatura de referencia por medio de tablas de corrección del volumen.

Las lecturas del hidrómetro determinadas deberán registrarse antes de realizar cualquier cálculo. Entonces los cálculos requeridos en la sección 3.2.11.8 serán realizados y documentados antes de utilizar el resultado final en un procedimiento de cálculo posterior (cálculo de entrada de medida, cálculo del factor de medidor, o la determinación del volumen demostrador de base).

Los valores indicados en unidades pulgada-libra deben considerarse como los estándares. Los valores dados en paréntesis son conversiones matemáticas a unidades SI se proporcionan únicamente para información y no se consideran estándar.

Esta norma no pretende abordar todas las precauciones de seguridad, si los hay, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso. Para declaración de advertencia específica, ver el inciso “c” de 3.2.11.7. (Bar, 2012).

2.2.9.2 *Resumen del Método del Prueba*

Este método de ensayo se basa en el principio de que la gravedad de un líquido varía directamente con la profundidad de inmersión de un cuerpo flotante en ella. El cuerpo flotante, que está graduado en unidades de gravedad API en este método de ensayo, se llama hidrómetro API.

La gravedad API se lee observando el hidrómetro API libremente flotante y observando la graduación más cercana a la aparente intersección de la superficie del plano horizontal del líquido con la escala vertical del hidrómetro, después de haber alcanzado el equilibrio de temperatura. La temperatura de la muestra se lee en un termómetro ASTM preciso separado en la muestra.

La lectura del hidrómetro observado es corregida para el efecto del menisco, el efecto de expansión térmica del vidrio, efectos de la temperatura de calibración alternativa y se reduce a la temperatura de referencia por medio de las tablas de corrección de volumen. Si es necesario, el cilindro del hidrómetro y su contenido se coloca en un baño de temperatura constante para evitar la variación de temperatura excesiva durante la prueba. (Bar, 2012, p. 198).

2.2.9.3 *Significado y Uso*

La determinación precisa de la gravedad del petróleo y sus productos es necesario para la conversión de volúmenes medidos a volúmenes a la temperatura estándar de 60°F (15.56°C).

Este procedimiento es el más adecuado para determinar la gravedad API de líquidos transparentes de baja viscosidad. Este método de prueba puede utilizarse también para líquidos viscosos permitiendo tiempo suficiente para que el hidrómetro alcance equilibrio de temperatura, y para líquidos opacos mediante el empleo de una corrección de menisco adecuado. Adicionalmente para líquidos transparentes y opacos las lecturas deberán corregirse por el efecto de expansión térmica del vidrio antes de corregir a la temperatura de referencia.

Cuando se utiliza en relación con las medidas de aceite de granel, los errores de corrección de volumen se minimizan mediante la observación de la lectura del hidrómetro a una temperatura cerca de la temperatura de referencia como sea posible.

La gravedad es un factor determinante de la calidad de los crudos. Sin embargo, la gravedad de un producto de petróleo es un indicio seguro de su calidad. Correlacionando con otras

propiedades, la gravedad puede utilizarse para dar la composición aproximada de hidrocarburos y el calor de combustión.

La gravedad es un indicador importante de la calidad para automoción, combustibles de aviación y marina, donde afecta el almacenamiento, manipulación y combustión. (Bar, 2012, p. 204).

2.2.9.4 Documentos de Referencia

- **Normas ASTM⁴:**

- ✓ D323 Método de Prueba para Presión de Vapor de Productos del Petróleo (Método Reid).
- ✓ D1250 Guía para el Uso de las Tablas de Medición de Petróleo.
- ✓ D1298 Método de Prueba para Densidad, Densidad Relativa, o Gravedad API de Petróleo Crudo y Productos Líquidos del Petróleo por el Método del Hidrómetro.
- ✓ D6822 Método de Prueba para Densidad, Densidad Relativa, y Gravedad API de Petróleo Crudo y Productos Líquidos del Petróleo por el Método del Termohidrómetro.
- ✓ E1 Especificaciones para Termómetros de Líquido-en-Vidrio ASTM.
- ✓ E100 Especificaciones para Hidrómetros ASTM.

- **Normas IE⁵:**

- ✓ Especificaciones para Termómetros Estándar IP.
- ✓ Especificaciones IP para Hidrómetros de Petróleo.

⁴ Para los estándares de ASTM que se hace referencia, visite el sitio web de la ASTM, www.astm.org, o contacto con servicio al cliente de ASTM service@astm.org. Libro anual de normas ASTM volumen información, consulte página de resumen del documento del estándar de ASTM.

⁵ Disponible en Instituto de Energía. 61 News Cavendish St., Londres, WIG 7AR, Reino Unido, <http://www.energyinst.org>.

- **Normas API:**

- ✓ MPMS Capítulo 9.1. Método de Prueba para Densidad, Densidad Relativa, o Gravedad API de Petróleo Crudo y Productos Líquidos del Petróleo por el Método del Hidrómetro (Método de Prueba ASTM D1298).
- ✓ MPMS Capítulo 9.3. Método de Prueba para Densidad, Densidad Relativa, y Gravedad API de Petróleo Crudo y Productos Líquidos del Petróleo por el Método del Termohidrómetro (Método de Prueba ASTM D6822).
- ✓ MPMS Capítulo 11.1. Factores de Corrección de Temperatura y Presión de Volumen para Aceites Crudos Generalizados, Productos Refinados, y Aceites Lubricantes (Adjunta la Norma ASTM D1250).

- **ASTM Adjuntos⁶:**

- ✓ Complemento de Guía D1250 para las Tablas de Medición de Petróleo (API MPMS Capítulo 11.1)⁷. (Bar, 2012).

2.3. Definiciones

2.3.1. Gravedad API

La gravedad API, o grados API, es una medida de densidad diseñada por el Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute) que, en comparación con el agua, nos indica cuán pesado o liviano es el petróleo. La gravedad específica del agua es 1 y en °API es 10. La Gravedad API, es una función especial de la densidad relativa (gravedad específica) a 60/60°F (15.56/15.56°C).(Loayza P. A., 2016).

⁶ Disponible de American Petroleum Institute (API), 1220 L. St., NW, Washington, DC 20005-4070, <http://www.api.org>.

⁷ Disponible en la sede internacional de ASTM. No adjunto. ADJD1250. Adjunto original producido en 1983.

$$\text{Gravedad API} = \left(\frac{141.5}{g.e \frac{60}{F}} \right) - 131.5$$

Lectura del hidrómetro: n – el punto en la escala del hidrómetro en el cual la superficie del líquido corta la escala.

Gravedad Específica: n – término histórico, ya no se usa, que ha sido sustituido por la densidad relativa. (Bar, 2012)

2.3.1.1 *Temperatura de prueba*

La gravedad determinada por el método del hidrómetro es más precisa en o cerca de la temperatura estándar de 60°F (15.56°C). Utilice esta o cualquier otra temperatura entre 0 y 195°F (-18 y +90°C) para la prueba, la medida es consistente con el tipo de muestra y condiciones límites que se muestra en la Tabla 04 (Bar, 2012, p. 245).

Instrumentos de medición para la prueba API

- **Hidrómetros.**

Es un instrumento desarrollado para el uso de medir la densidad relativa o gravedad específica de varios líquidos. Mide la densidad en relación a su radio, comparado contra la densidad del agua. La densidad relativa del agua es una constante de 1.0, y para obtener una lectura precisa, debe haber partes iguales de agua y el otro líquido a medir.

Hidrómetros, de vidrio, graduados en grados API que se enumeran en la Tabla 1 (**Anexo D**) y conforme a la Especificación E100. (Bar, 2012,p. 251)

El usuario debe comprobar que los instrumentos utilizados para este método cumplen con los requisitos establecidos arriba con respecto a los materiales, dimensiones y errores de escala. En casos donde el instrumento está provisto de un certificado de calibración emitido por un organismo de normalización reconocido, el instrumento se clasifica como certificado y las correcciones apropiadas para el efecto del menisco, el efecto de expansión térmica del vidrio, y efectos de la temperatura de calibración alternativa se aplicará a las lecturas observadas antes

de las correcciones. Los instrumentos que satisfagan los requisitos de este método de prueba, pero que no cuentan con un certificado de calibración reconocido, se clasifican como no certificados.

- **Termómetros.**

Es la medida relativa del grado de calor de un cuerpo. De acuerdo con los requisitos de los termómetros 12 F. Inventado por Gabriel Fahrenheit en el año 1714. Es un tubo de vidrio sellado que contiene mercurio, cuyo volumen cambia con la temperatura de manera uniforme. Este cambio de volumen se visualiza en una escala graduada. (TERMOMETRO, 2013) .

Termómetros, con un rango de -5 a $+215^{\circ}\text{F}$ y conforme a los requisitos para Termómetro 12F según lo prescrito en la Especificación E1 o Termómetro 64F de la Especificación para Termómetros Estándar IP.

Equipos o sistemas de medición alternos pueden ser usados, siempre y cuando la incertidumbre total del sistema de calibrado no es mayor que cuando se utilizan termómetros de líquido - en - vidrio⁸.

- **Probetas.**

Vidrio claro o plástico que tenga una boquilla en borde para un vertido conveniente. El diámetro interno del cilindro debe ser al menos 25 mm mayor que la porción del hidrómetro que se sumerge debajo de la superficie. En el caso de pruebas de campo es necesario usar un ladrón de muestreo de dimensiones adecuadas.

Se utiliza para medir volúmenes de líquidos generalmente mayores a 10 ml, y cuando no se requiere demasiada exactitud en la medición. Son cilíndricas, poseen base plástica y algunas pueden contener o no un pico vertedor en extremo abierto. (Romero, 2009).

⁸ Termómetro de Gravedad ASTM 12F tiene subdivisiones 0.5°F y el error de escala permitida 60.25°F

El diámetro interior del cilindro deberá ser al menos 25mm mayor que el diámetro externo del hidrómetro y la altura deberá ser tal que el hidrómetro apropiado flota en la porción de prueba con al menos 25mm de espacio entre la parte inferior del hidrómetro y la parte inferior del cilindro.

2.3.1.2 Procedimientos

- a. Para la prueba de referencia, utilice la forma larga llanura del hidrómetro (1H 10H). Para las pruebas de campo, utilice el método termo hidrómetro en Método de Prueba D6822.
- b. Para pruebas de campo, pueden utilizarse temperaturas de ensayo distintas de las enumeradas en la Tabla 2 (**Anexo E**). El hidrómetro cilindro será aproximadamente la misma temperatura que la muestra a ser examinada.
- c. Transfiera la muestra en el hidrómetro cilindro limpio sin salpicar, para evitar la formación de burbujas de aire y para reducir al mínimo la evaporación de los componentes de bajo punto de ebullición en las muestras más volátiles. (Advertencia – extremadamente inflamable. Los vapores pueden causar un incendio). Para las muestras más volátiles, transfiera al hidrómetro cilindro con un sifón. (No comience a succionar
- d. con la boca). Use un bulbo aspirador de goma. Eliminar cualquier burbuja de aire formada, después de que han depositado en la superficie de la muestra, tocándolos con un trozo de papel filtro limpio u otros medios adecuados antes de introducir el hidrómetro.
- e. Inserte el hidrómetro suavemente dentro de la muestra y cuando se ha estabilizado, presiónelo, acerca de dos divisiones de escala y libérela; mantenga el resto del vástago seco, líquido innecesario en el vástago cambia el peso efectivo del instrumento, y eso afecta a la lectura obtenida. Con muestras de baja viscosidad,

- impartir un ligero giro al instrumento en la liberación asiste para llevarlo al descanso, flotando libremente lejos de las paredes del cilindro del hidrómetro. Permita suficiente tiempo para que el hidrómetro este completamente estacionario y para que todas las burbujas salgan a la superficie. Esto es particularmente necesario, en caso de muestras más viscosas.
- f. Cuando el hidrómetro ha llegado al descanso, flotando libremente, y la temperatura de la muestra es constante en 0.2 °F (0.1 °C), lea la escala más cercana del hidrómetro. La lectura correcta es el punto en la escala del hidrómetro a la cual la superficie del líquido corta la escala. Determine este punto ubicando los ojos ligeramente bajo el nivel del líquido, y levantándolos suavemente hasta la superficie, primero visto como una elipse distorsionada, aparece para convertirse en una línea recta que corta la escala del hidrómetro.
- g. Para hacer lecturas en líquidos no transparentes, observe el punto en la escala del hidrómetro, en el cual la muestra se eleva sobre la superficie principal, ubicando los ojos ligeramente sobre el plano de la superficie del líquido. Esta lectura requiere una corrección. Determine esta corrección para el hidrómetro particular en uso, observando la altura sobre la superficie principal del líquido a la que la muestra se eleva en la escala del hidrómetro cuando el hidrómetro en cuestión es sumergido en un líquido transparente teniendo una tensión superficial similar a la que de la muestra bajo ensayo.
- h. Observe la temperatura de la muestra a la más cercana de 0.25 °F (0.1 °C) inmediatamente antes y después de la observación de la gravedad, el líquido en el cilindro siendo agitado a fondo, pero con precaución, con el termómetro⁹ y todo el

⁹ Cuando se usa termo hidrómetros, agitar la muestra cuidadosamente levantando y bajando el hidrómetro. Es satisfactorio en este caso leer la escala del termo hidrómetro después de que se ha observado la lectura del hidrómetro al más cercano 1 °F (0.5 °C).

bulbo de mercurio siendo sumergido. Estas lecturas de temperatura deben diferir por algo más de 1 °F (0.5 °C), repita las observaciones de temperatura y gravedad cuando la temperatura de la muestra se ha vuelto más estable. Registre el promedio de las lecturas del termómetro antes y después de la lectura final del hidrómetro, a la más cercana 1 °F, como la temperatura de ensayo. (Bar, 2012, p. 263).

2.3.1.3 Cálculos

- a. Aplique cualquier corrección relevante del termómetro de la lectura observada de la temperatura en “c” y “g” de 3.2.11.7 y registre el promedio de esas dos temperaturas a la más cercana 1 °F.
- b. Registre las lecturas de la escala del hidrómetro a la más cercana de 0.1° API para líquidos transparentes.
- c. Cuando la gravedad ha sido observada en líquidos opacos usando el proceso dado en el inciso “f” de 3.2.11.7, restado la corrección del menisco de la lectura observada del menisco¹⁰.
- d. Aplique cualquier corrección del menisco del hidrómetro a la lectura observada del hidrómetro y registre la lectura corregida del menisco de la escala del hidrómetro a la más cercana a 0.1° API.
- e. Aplicación de la corrección de la expansión térmica del vidrio depende sobre qué edición adjunta a D1250 Guía para Tablas de Medición de Petróleo (API MPMS Capítulo 11.1) será usada para calcular la densidad base.
 - La versión de 1980 del Adjunto a D1250 Guía para Tablas de Medición de Petróleo tiene la corrección incluida de la expansión térmica del vidrio del

¹⁰ La corrección del menisco para un hidrómetro particular en uso es determinado por la observación de la máxima altura sobre la superficie principal del líquido a la que el líquido se eleva en la escala del hidrómetro cuando el hidrómetro en cuestión es sumergido en un líquido transparente que tenga una tensión superficial similar a la de la muestra bajo ensayo.

hidrómetro. Ingresos en el software VCF requiere la Observación –Observada o Lectura del Hidrómetro - de la Lectura del Hidrómetro, Corrección del Menisco en unidades API del inciso “b” y “d” de 3.2.11.8, temperatura observada de la muestra, y que el interruptor de corrección térmica del hidrómetro incorporado establecido en encendido (0) o en apagado (1). Retornará API @ 60°F.

- La versión de 2004 del Adjunto a D1250 Guía para Tablas de Medición de Petróleo, no incluye la corrección de expansión térmica del vidrio del hidrómetro, entonces esa corrección debe ser realizada antes de entrar en el software. Dependiendo del fin específico del cálculo de resultados, el valor final puede ser redondeado o no redondeado. Ver “f”.

f. Los siguientes pasos son requeridos para implementar del segundo ítem del inciso “e”:

Paso 1. Convierte la lectura corregida de la escala del hidrómetro a densidad en kg/m³ usando Eq 2.

Unidades de lectura para escala del hidrómetro Conversión a densidad

Para gravedad API:

$$\text{Densidad (kg/m}^3\text{)} = (141.5 * 999.016) / (131.5 + \text{API}) \quad (2)$$

Deje el resultado sin redondear.

Paso 2. Calcule el factor de corrección de expansión térmica del vidrio del hidrómetro (HYC) usando la ecuación apropiada (t es temperatura observada)

Corrección para una Temperatura Base (T_b) de 60°F:

$$\text{HYC} = 1.0 - [0.00001278 (t-60)] - [0.0000000062 (t-60)^2] \quad (3)$$

Deje el resultado sin redondear.

Paso 3. Multiplique la lectura del hidrómetro en kg/m³ del Paso 1 por HYC del Paso 2 para obtener la lectura corregida de la expansión del vidrio del hidrómetro.

$$\text{Kg/m}^3\text{HYC}=\text{kg/m}^3*\text{HYC} \quad (4)$$

Paso 4. Convierta la lectura del hidrómetro en densidad ($\text{kg/m}^3\text{HYC}$) del Paso 3 a R.D. (densidad relativa) lectura del hidrómetro¹¹.

$$\text{R.D.} = \text{kg/m}^3\text{HYC}/999.0016 \quad (5)$$

Paso 4. Ingrese R.D. y grados F en la sección 11.1.6.2. del Adjunto de D1250-04 Guía para Tablas de Medidas de Petróleo (API MPMS Capítulo 11.1-2004) el cual devuelve R.D. @ 60°F.

Paso 4. Convierta el valor calculado R.D. @60°F a una gravedad API calculada @ 60°F usando Eq 6.

$$\text{Gravedad API} = (141.5/\text{R.D.})-131.5 \quad (6)$$

. (Bar, 2012, p. 274)

2.4. Marco Situacional

2.4.1. Ubicación geográfica del proceso de trasvase de HAS - HAL

La planta Jebicorp S.A.C se encuentra ubicado en el Departamento de Lima, Provincia de Santa Rosa y Distrito de Ancón con dirección Los Calibradores Mz O-LT5, 7-Parque Industrial Acompia, dentro del mismo tenemos al área de isla de recepción, almacenamiento y recepción de hidrocarburos HAS-HAL. Jebicorp S.A.C realiza sus operaciones de proceso de trasvase en un área total de 40 m² y almacén de hidrocarburos HAS –HAL de 150 m².

¹¹ NOTA 4 – El código fuente C actual, compilado en dll y los Add-in de Excel tiene una omisión y no se puede usar kg/m^3 con grados F

Figura 1. Croquis de ubicación del proceso de trasvase



Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

2.4.2. Proceso de Recepción y almacenamiento

2.4.2.1 Descarga directa

La descarga directa se realizó desde el camión cisterna hacia los tanques de almacenamiento de la planta a través de una manguera de válvula de descarga – carga o brazo de carga - descarga.

2.4.2.2 Procedimiento de Descarga de Productos

a. Planificación de la descarga:

Comunicación a la planta Jebicorp S.A.C de la llegada del camión cisterna tanque que transporta los productos HAS-HAL.

b. Recepción de documentos

Entrega de documentos al vigilante.

- ✓ Reporte de análisis de calidad de HAS-HAL.
- ✓ Constancia de despacho.
- ✓ Boleta de despacho de productos –control cisterna.
- ✓ Constancia de verificación de pesos y medidas.
- ✓ Orden de compra
- ✓ Sistema de control de órdenes de pedidos.
- ✓ Certificado de calidad
- ✓ Guía de carga
- ✓ Guía de remisión
- ✓ Factura

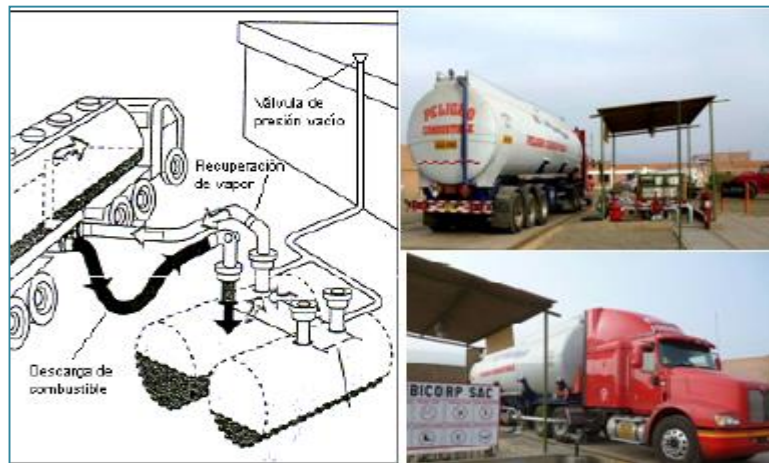
La recepción de los documentos se debe realizar antes del inicio de la descarga del producto.

c. Descarga del hidrocarburo HAS-HAL

- ✓ Maniobras de cisternas en área de estacionamiento.
- ✓ Constatar el sellado y la numeración de los precintos de seguridad de la válvula de descarga del camión cisterna.
- ✓ Operario retira el precinto de seguridad de la válvula de descarga.
- ✓ Operario ejecuta conexión a tierra al camión.
- ✓ Operario sube al tanque de la cisterna.
- ✓ Operario verifica el sellado y la numeración de los precintos de seguridad de las tapas del tanque cisterna.
- ✓ Operario retira el precinto de seguridad de las tapas del tanque cisterna.
- ✓ Operario baja y coloca el brazo de carga – descarga a la válvula del tanque cisterna.
- ✓ Operario abre los dos filtros de carga del tanque de almacenamiento.
- ✓ Operario presiona el botón de carga del surtidor para efectuar el llenado. (Completar el volumen faltante en el tanque cisterna).
- ✓ Operario presiona el botón de carga para culminar con el llenado.
- ✓ Operario verifica y registra la lectura del conto metro.

- **Descarga del producto:**
 - ✓ Operario abre los dos filtros de descarga del tanque de almacenamiento.
 - ✓ Operario presiona el botón de descarga del surtidor. (Para trasvasar el hidrocarburo HAS - HAL hacia los tanques de almacenamiento).
- **Operaciones finales de descarga:**
 - ✓ Operario presiona el botón de descarga para culminar con el trasvase.
 - ✓ Operario entrega los registros al área administrativa.

Figura 2. Proceso de trasvase



Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

2.5. Conceptualización de términos

2.5.1. Proceso de trasvase

Son actividades realizadas donde se transfiere los hidrocarburos a los tanques de almacenamiento del camión cisterna.

2.5.2. Muestra

Parte o cantidad pequeña de una cosa que se considera representativa del total y que se toma o se separa de ella con ciertos métodos.

2.5.3. HAS –HAL

Hidrocarburo a cíclico saturado e hidrocarburo alifático liviano.

2.5.4. Diagrama de Flujo Vertical

Identificar las entradas y salidas y los recursos necesarios a fin de establecer sus interrelaciones con los procedimientos.

2.5.5. Perdidas

Es cuando los bienes y activos que posee una empresa pierden su valor sin haber brindado ningún beneficio económico.

2.5.6. Hidrocarburos

Son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.

2.5.7. Cantidad

Se denomina cantidad a todo aquello que es medible y susceptible de expresarse numéricamente, pues es capaz de aumentar o disminuir.

2.5.8. API

“American Petroleum Institute” (Instituto Americano de Petróleo).

2.5.9. Tabla 5A. Y 5B de la guía 1250

Es una guía para el uso de las tablas de medición de petróleo y sus derivados.

2.5.10. °API

Grados API (Gravedad API).

2.5.11. Traspase

Traspase, acción de transvasar un líquido.

2.5.12. ASTM

“American Society for testing and Materials” (Sociedad Americana Para Pruebas y materiales).

CAPÍTULO III

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel y tipo de Investigación

3.1.1. Nivel.

La investigación es de nivel **Explicativo**¹².

3.1.2. Tipo.

Nuestra investigación transversal – Aplicada.

3.2. Diseño de Investigación

La investigación es un diseño **Explicativo – transversal - Explicativo**¹³, ya que se investigará hechos y fenómenos de la realidad en un momento determinado.

3.3. Población y Muestra

Dadas las características de la investigación, la población - muestra está constituida por los camiones cisternas de la empresa Jebicorp S.A. C.

3.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

Nuestra investigación se apoyó para la recolección de datos a través de la observación donde se utilizó instrumentos como fichas de observación, cuadernos de notas y lista de cotejo.

¹²Según Efraín E. Esteban, en su libro Metodología de la investigación económica y social pág. 74. Manifiesta que el segundo nivel aprenda la tarea explicativa y /o predictiva en este caso se trata de explicar el porqué de los hechos y fenómenos estudiado.

¹³ Según Efraín E. Esteban, en su libro Metodología de la investigación económica y social pág. 75. Manifiesta que no siempre existen datos históricos (Horizontales), por lo que tenemos que encontrar en la realidad (transversales).

Cuadro 5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

| Técnicas | Instrumentos | Utilidades |
|--------------------------------|---|---|
| Sistematización bibliográfica. | Norma ASTM 287 -12b Resúmenes bibliográficos | Para el desarrollo de la representación teórica. |
| Directa | Cartilla de observación | Para recolectar información y registrar eventos relevantes de interés de la investigación |
| Estadísticos | Análisis de los diagrama de flujo. Gráficos Cuadros estadísticos. | Para el análisis y desarrollo de los objetivos de la investigación |

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

CAPÍTULO IV









IV. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. Diagnóstico de las actividades en el proceso de trasvase.

Se Realizó el diagnóstico del proceso de trasvase en el área de recepción y despacho de los productos HAS- HAL, mediante la aplicación de entrevista directa al gerente de operaciones y al personal encargado de dicha área y por la técnica de observación las veces que fueron necesario para identificar las actividades realizados en el proceso de trasvase; de los que se obtuvieron los siguientes resultados.

En el siguiente cuadro se muestra las 17 actividades realizadas dentro del proceso de trasvase con los cuatro camiones cisternas de diferentes cubicaciones.

Diagrama de flujo 1: Recepción de los productos HAS– HAL

| | | Símbolos: Operación  | | Transporte  | |
|--|--|---|---|---|---|
| | | Control  | | Operación Combinada  | |
| Abreviaturas: | | | | | |
| HAS: Hidrocarburo A cíclico Saturado | | | | | |
| HAL: Hidrocarburo Alifático Liviano | | | | | |
| PEL: Persona Encargada de Laboratorio | | | | | |
| N° | Descripción de la secuencia de operaciones |  |  |  |  |
| 1 | Encargado de la vigilancia recibe los documentos de entrada. | | | | |
| 2 | Conductor realiza maniobras de sistemas en área de estacionamiento. | | | | |
| 3 | Operario constata el sellado y la numeración de los precintos de seguridad de la válvula de descarga del camión cisterna. | | | | |
| 4 | Operario retira el precinto de seguridad de la válvula de descarga | | | | |
| 5 | Operario ejecuta la conexión a tierra al camión. | | | | |
| 6 | Operario sube al tanque de la cisterna | | | | |
| 7 | Operario verifica el sellado y la numeración de los precintos de seguridad de las tapas del tanque cisterna. | | | | |
| 8 | Operario retira el precinto de seguridad de las tapas del tanque cisterna. | | | | |
| 9 | Operario baja y coloca el brazo de carga – descarga a la válvula del tanque cisterna. | | | | |
| 10 | Operario abre los dos filtros de carga del tanque de almacenamiento. | | | | |
| 11 | Operario presiona el botón de carga del surtidor para efectuar el llenado. (Completar el volumen faltante en el tanque cisterna). | | | | |
| 12 | Operario presiona el botón de carga para culminar con el llenado. | | | | |
| 13 | Operario verifica y registra la lectura del conto metro. | | | | |
| 14 | Operario abre los dos filtros de descarga del tanque de almacenamiento. | | | | |
| 15 | Operario presiona el botón de descarga del surtidor. (Para trasvasar el hidrocarburo HAS - HAL hacia los tanques de almacenamiento). | | | | |
| 16 | Operario presiona el botón de descarga para culminar con el trasvase. | | | | |
| 17 | Operario entrega los registros al área administrativa. | | | | |
| Fuente : Jebicorp S.A.C | | | | | |
| Elaboración: Propia | | | | | |

4.2. Determinar actividades

Se realizó entrevista a los conductores de los camiones cisternas, al operario encargado del área de recepción y despacho de los productos HAS- HAL y se realizó la técnica de la observación directa a las actividades de trabajo, los mismos Que sirvieron de base para identificar y realizar el diagrama de flujo vertical para la aplicación de la Norma ASTM D287-12b.

En el diagrama siguiente, no se consideró las 4 actividades identificadas en el diagnóstico del proceso de trasvase considerado innecesario para la aplicación de la Norma ASTM D287-12b.

Diagrama de flujo 2. Actividades del proceso de trasvase basados en la basados en la Normas ASTM D: 287-12b

| | | Símbolos: | | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------|---------|---|---|---|
| | | Operación | Control | | | |
| | | Transporte | | | | |
| | | Operación Combinada | Demora | | | |
| Abreviaturas: | | | | | | |
| HAS: Hidrocarburo A cíclico Saturado | | | | | | |
| HAL: Hidrocarburo Alifático Liviano | | | | | | |
| PEL: Persona Encargada de Laboratorio | | | | | | |
| *API: Grados API (Gravedad API). | | | | | | |
| HYC: Factor de corrección. | | | | | | |
| N° | Descripción | □ | ○ | ⇒ | ⇌ | D |
| 1 | Encargado de la vigilancia recepciona los documentos de entrada. | | | | | |
| 2 | Conductor realiza maniobras de sistemas en área de estacionamiento. | | | | | |
| 3 | Operario constata el sellado y la numeración de los precintos de seguridad de la válvula de descarga del camión cisterna. | | | | | |
| 4 | Operario retira el precinto de seguridad de la válvula de descarga. | | | | | |
| 5 | Operario ejecuta la conexión a tierra al camión. | | | | | |
| 6 | Operario sube al tanque de la cisterna | | | | | |
| 7 | Operario verifica el sellado y la numeración de los precintos de seguridad de las tapas del tanque cisterna. | | | | | |
| 8 | Operario retira el precinto de seguridad de las tapas del tanque cisterna. | | | | | |
| 9 | Operario extrae una muestra de 500 ml en un recipiente esterilizado. | | | | | |
| 10 | Operario baja del I tanque de cisterna y entrega la muestra a PEL. | | | | | |
| 11 | Operario coloca el brazo de carga – descarga a la válvula del tanque cisterna. | | | | | |
| 12 | Operario abre los dos filtros de descarga del tanque de almacenamiento. | | | | | |
| 13 | Operario presiona el botón de descarga del surtidor. | | | | | |
| 14 | Operario presiona el botón de descarga para culminar con el trasvase. | | | | | |
| 15 | Operario verifica y registra la lectura del conto metro. | | | | | |
| 16 | Operario entrega los registros al área administrativa. y a PEL. | | | | | |
| 17 | PEL recibe la muestra de 500 ml de los hidrocarburos HAS – HAL. | | | | | |
| 18 | PEL se dirige al ambiente del laboratorio esterilizado. | | | | | |
| 19 | PEL transfiere cuidadosamente la muestra de 500 ml a la probeta. | | | | | |
| 20 | PEL inserta el hidrómetro suavemente dentro de la muestra, espera que el Hidrómetro llegue al descanso y flote libremente. | | | | | |
| 21 | PEL realiza la lectura la escala más cercana del hidrómetro en ° API a temperatura ambiente. | | | | | |
| 22 | PEL registra los datos obtenidos del hidrómetro en °API. | | | | | |
| 23 | PEL sumerge el termómetro | | | | | |
| 24 | PEL realiza la lectura del termómetro en °C | | | | | |
| 25 | PEL registra los datos obtenidos del termómetro en ° C | | | | | |
| 26 | PEL realiza los cálculos de conversión: ° 60 F (termómetro) y °60 API (hidrómetro). | | | | | |
| 27 | PEL realiza los cálculos de corrección mediante fórmulas (densidad, HYC, densidad relativa). | | | | | |
| 28 | PEL obtiene los cálculos en galones a 60 °F. | | | | | |
| Fuente : Norma AST: D 287 -12B | | | | | | |
| Elaboración: Propia | | | | | | |

Las deficiencias respecto a la capacidad de los tanques de camiones cisternas en el proceso de trasvase se encontró cuatro actividades innecesarias donde genera pérdida de productos por su volatilidad.

Cuadro 6. Deficiencias en las actividades respecto a la capacidad de tanque cisterna

| CAPACIDAD TANQUE CISTERNA | ACTIVIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 14,000 | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | X | X | X | X | √ | √ | √ | √ |
| 9,600 | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | X | X | X | X | √ | √ | √ | √ |
| 9,200 | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | X | X | X | X | √ | √ | √ | √ |
| 9,000 | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | X | X | X | X | √ | √ | √ | √ |

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Leyenda: √=Necesario; x =Innecesario

4.3. Plantear los procedimientos

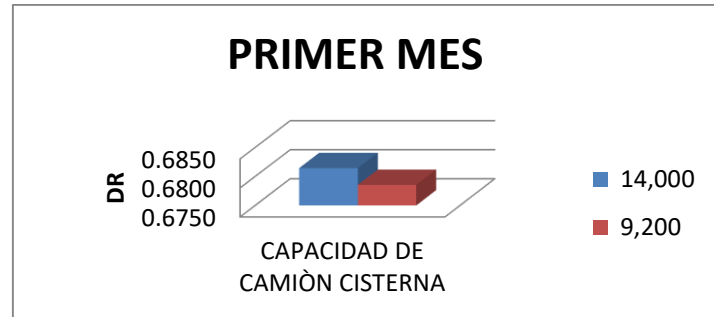
Teniendo bien definido los procedimientos del proceso de trasvase, se pudo emplear la norma ASTM designación: D 287 – 12b

Cuadro 8. Densidad Relativa HAS- HAL

| CAPACIDAD TANQUE CISTERNA | PRIMER MES | | | | | | | | | | | | SEGUNDO MES | | | | | | TERCER MES | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|--|--|-------------|------|------|------|------|------|------------|------|------|-------|------|--|--|--|-------|-------|------|------|------|------|--|--|--|
| | HAS | | | | HAL | | | | | | | | HAS | | | | HAL | | HAS | | | | HAL | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14,000 | 0.68 | | | | 0.67 | 0.67 | | | | | | | | | 0.68 | | | | | | | | | | | | | 0.686 | | | | | | | |
| 9,600 | | | | | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.667 | 0.68 | | | | | 0.67 | 0.67 | 0.67 | | | | | | | | | | | 0.665 | 0.68 | 0.68 | 0.67 | | | | |
| 9,200 | | 0.68 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | | | | | | | | | 0.68 | | | 0.66 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.66 | 0.677 | 0.68 | | | | 0.67 | 0.66 | | | | | | | |
| 9,000 | | | | | 0.67 | 0.667 | 0.67 | | | | | | | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | | | | | | | | 0.679 | 0.68 | | 0.67 | 0.67 | 0.67 | | | |

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

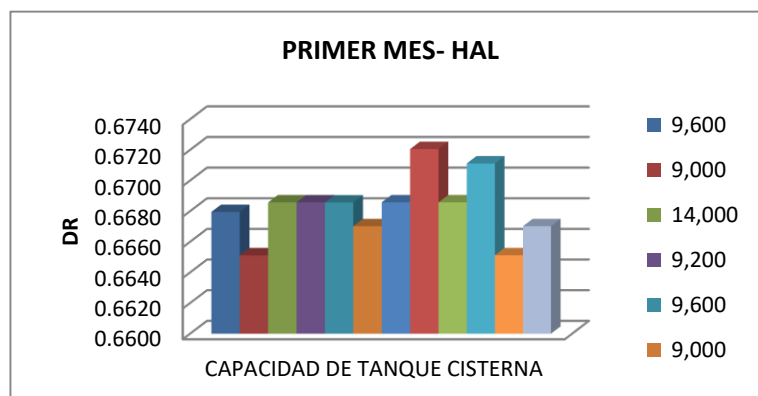
Grafico 1. Densidad Relativa HAS

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación:

- La DR para el camion de capacidad de 14, 000 galones fue de 0.68.
- La DR para el camion de capacidad de 9200, 000 galones fue de 0.68.

Grafico 2. Densidad Relativa HAL

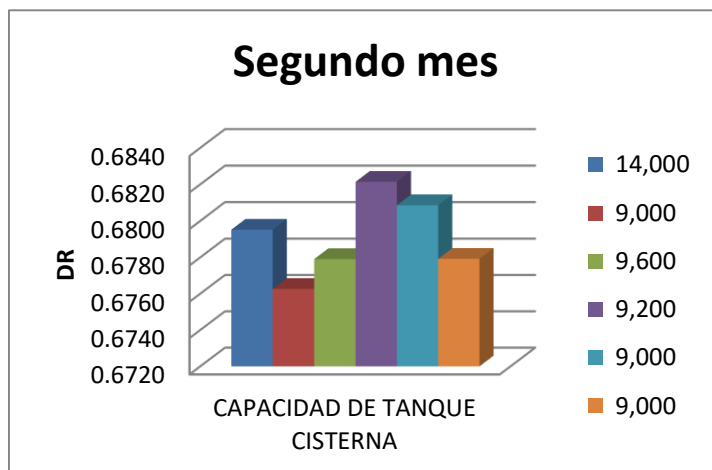
Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación:

- La DR para las 4 capacidades de los camiones cisternas variaron entre 0.67 y 0.66.

Grafico 4. Densidad Relativa HAS



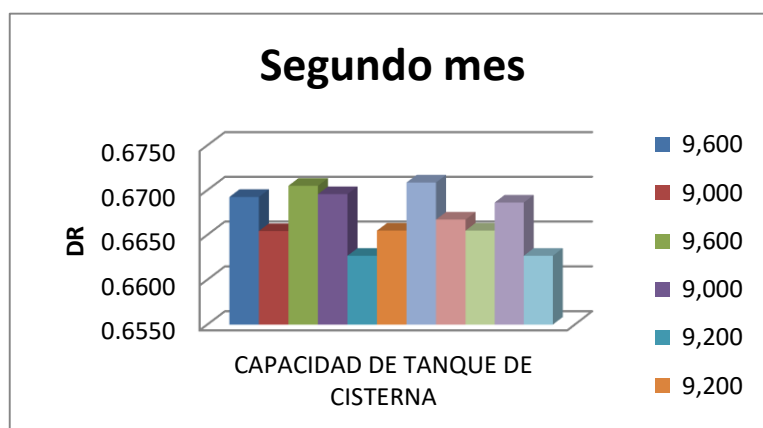
Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación:

- La DR para las 4 capacidades de los camiones cisternas variaron entre 0.68 y 0.67.

Grafico 6. Densidad Relativa HAL

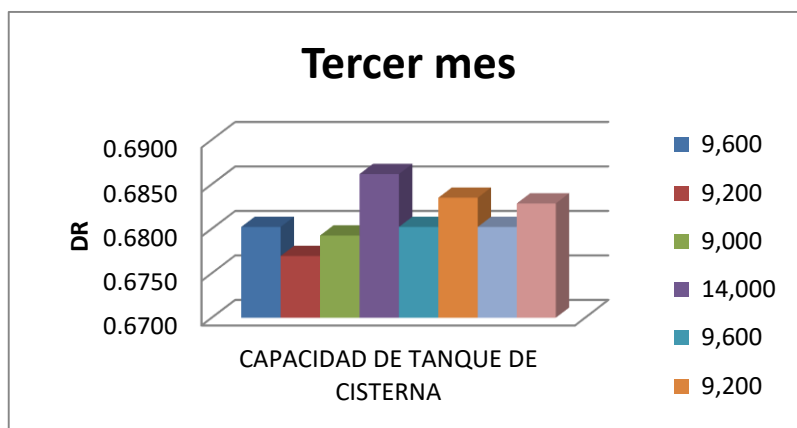


Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación:

- La DR para las 4 capacidades de los camiones cisternas variaron entre 0.67 y 0.65.

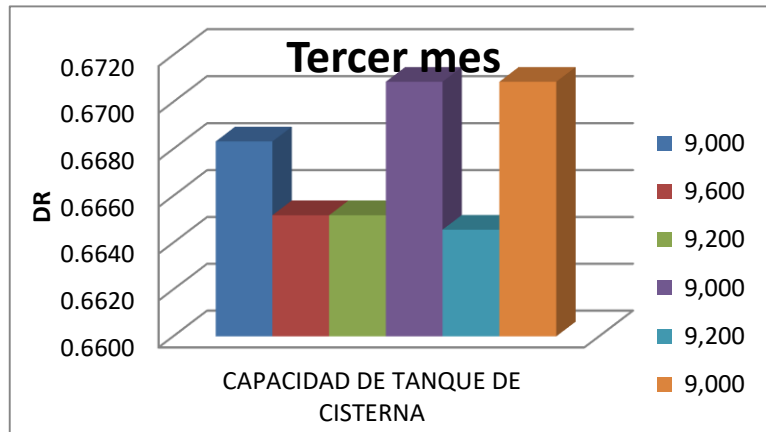
Grafico 8. Densidad Relativa HAS

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación:

- La DR para las 4 capacidades de los camiones cisternas variaron entre 0.69 y 0.67.

Grafico 10. Densidad Relativa HAL

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación:

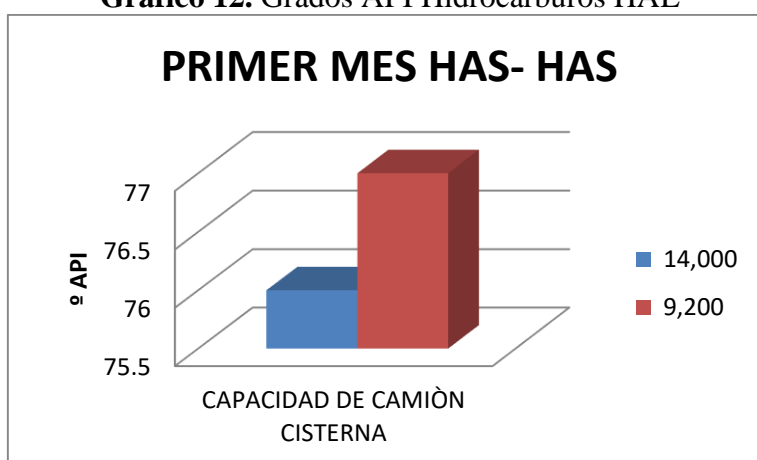
- La DR para las 4 capacidades de los camiones cisternas variaron entre 0.67 y 0.66.
- En el siguiente cuadro se puede apreciar los grados API para los tres meses consecutivos.

Cuadro 9. Grados API Hidrocarburos HAS – HAL

| CAPACIDAD TANQUE CISTERNA | PRIMER MES | | | | | | SEGUNDO MES | | | | | | TERCER MES | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|----|-------------|----|----|----|-------------|----|------------|----|----|----|------------|----|------------|----|----|----|----|----|----|
| | HAS (°API) | | HAL (°API) | | | | HAS (°API) | | HAL (°API) | | | | HAS (°API) | | HAL (°API) | | | | | | |
| | 14,000 | 76 | | 80 | 80 | | | 77 | | | | | | | 75 | | | | | | |
| 9,600 | | | 80 | 80 | 80 | 80 | 81 | 77 | | | 80 | 80 | 81 | | | 77 | 77 | 77 | 81 | | |
| 9,200 | | 77 | 80 | 79 | 79 | | | 76 | | | 82 | 81 | 81 | 80 | 82 | 78 | 76 | | 81 | 81 | |
| 9,000 | | | 81 | 81 | 81 | | | 78 | 76 | 77 | 81 | 80 | 79 | | | 77 | 76 | | 80 | 79 | 79 |

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Grafico 12. Grados API Hidrocarburos HAL

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación del gráfico HAS :

- En el primer mes se hizo solo dos pedidos de HAS, la capacidad de 14,000 y 9,200 gal y su gravedad API es: 76 y 77 °API.

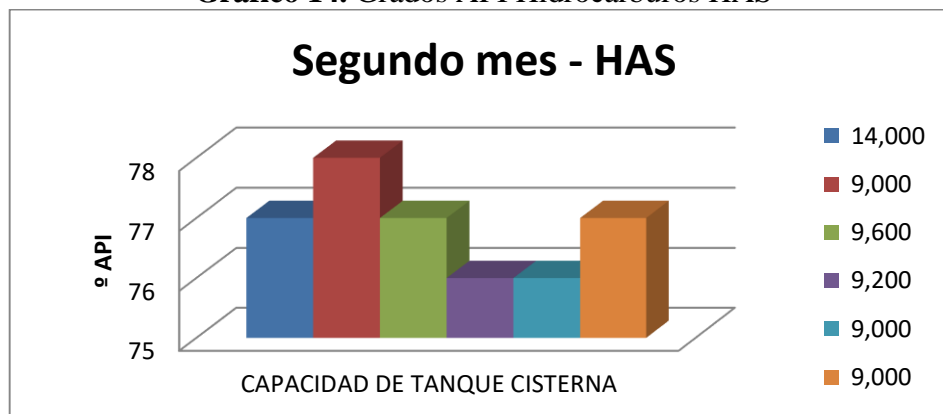
Grafico 13. Grados API Hidrocarburos HAL

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación del gráfico HAS –HAL:

- Se hizo 13 pedidos de HAL con los cuatros camiones cisternas de diferente capacidad, su garvedad API varia : 79 a 81 °API

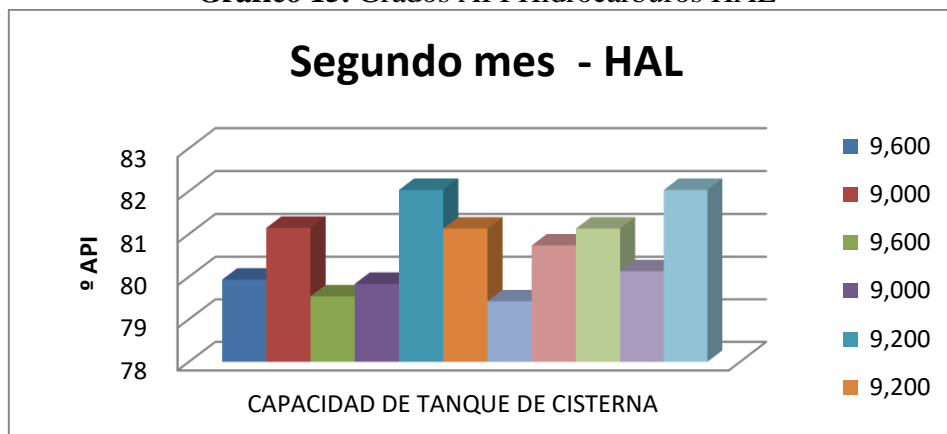
Grafico 14. Grados API Hidrocarburos HAS

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación del gráfico HAS:

- En el segundo mes se hizo seis pedidos de HAS, con los cuatros camiones cisternas de diferente capacidad, su gravedad API varia : 76 a 78 °API

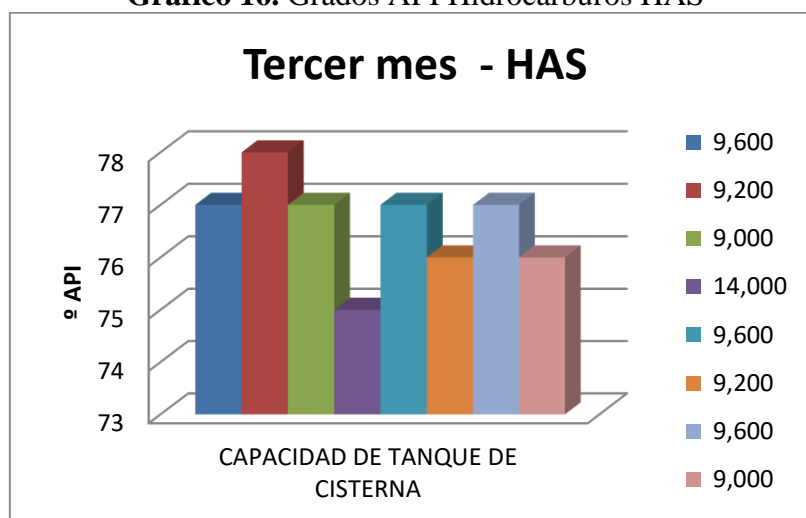
Grafico 15. Grados API Hidrocarburos HAL

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación del gráfico HAL:

- Se hizo 11 pedidos de HAL con los cuatros camiones cisternas de diferente capacidad, su gravedad API varia : 79 a 81 °API.

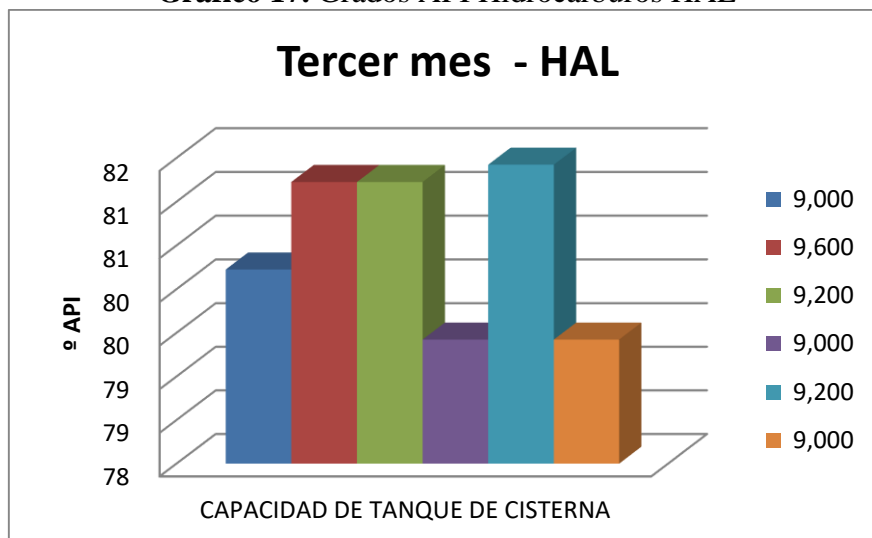
Grafico 16. Grados API Hidrocarburos HAS

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación del gráfico HAS:

- En el tercer mes se hizo ocho pedidos de HAS, con los cuatros camiones cisternas de diferente capacidad, su gravedad API varia : 75 a 76 °API

Grafico 17. Grados API Hidrocarburos HAL

Fuente : Jebcorp S.A.C

Elaboración: Propia

Interpretación del gráfico HAL:

- Se hizo 11 pedidos de HAL con los cuatros camiones cisternas de diferente capacidad, su gravedad API varia : 79 a 81 °API

4.3.1. Perdida de Hidrocarburos HAS-HAL

En el cuadro siguiente se muestra, que la aplicación de la Norma ASTM D. 287-12b nos ayudó a cuantificar las cantidades de galones perdidas durante el transporte de la planta procesadora hacia la empresa Jebicorp . S.A.C de los Hidrocarburos HAS- HAL, finalizando con el proceso de trasvase de dichos productos en el area de recepcion y despacho.

Con los datos obtenidos de la densidad relativa y la gravedad API se pudo hallar la cantidad de dichos productos perdidos.

Cuadro 10. Grados API Hidrocarburos HAS – HAL

| CAPACIDAD TANQUE CISTERNA | PRIMER MES | | | | | | SEGUNDO MES | | | | | | TERCER MES | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|----|------------|-----|-----|-----|-------------|-----|------------|----|-----|-----|------------|-----|------------|-----|----|----|----|----|
| | HAS (°API) | | HAL(°API) | | | | HAS (°API) | | HAL (°API) | | | | HAS (°API) | | HAL (°API) | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14,000 | 163 | | 206 | 206 | | | 170 | | | | | | | 153 | | | | | | |
| 9,600 | | | 119 | 137 | 137 | 120 | 92 | 94 | | | 106 | 124 | 57 | | 72 | 59 | 59 | 57 | | |
| 9,200 | | 82 | 122 | 127 | 131 | | | 113 | | | 59 | 93 | 72 | 93 | 59 | 77 | 78 | 55 | 63 | |
| 9,000 | | | 103 | 87 | 111 | | | 111 | 85 | 55 | 127 | 104 | 79 | | 68 | 113 | | 87 | 79 | 79 |
| PROMEDIO | 123 | | | | | | | 105 | | | | | 88 | | 85 | | | | | 70 |

Fuente : Jebcorp S.A.C

Elaboración: Propia

CAPÍTULO V

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Pablo Arnaldo Loayza Quiñones, en su tesis titulada: “Tratamiento químico del petróleo crudo que se transporta a través del Oleoducto Norperuano”. Concluyo que: “Eliminar el agua libre o en emulsión es un proceso costoso, pero resulta más costoso asumir las pérdidas económicas por las demoras durante los embarques del petróleo crudo cuando no se reúne las características de calidad de acuerdo a las instrucciones de las partes comerciales. Asimismo, cuando los crudos no cumplen con las especificaciones contractuales se podría generar un reclamo por parte del comprador que implican fuertes sanciones económicas y penalidades durante un proceso de cabotaje o exportación.”, mientras que en nuestra investigación titulada “Propuesta de mejora en el proceso de trasvase de los hidrocarburos HAS – HAL basados en la norma ASTM designación: D287 – 12b en la planta Jebicorp S.A.C. La aplicación de este método servirá para hallar la gravedad API, que es un factor determinante de la calidad de los hidrocarburos; la norma ASTM designación: D287-12b, precisa cuan pesado o ligero es el petróleo y sus derivados; contrastando ambas conclusiones podemos indicar que la densidad relativa o gravedad API del petróleo crudo y sus productos derivados es necesaria, para que los volúmenes medidos a la temperatura observada se conviertan en volúmenes a la temperatura corregida, durante la transferencia de los hidrocarburos.

Ángel Rafael Vásquez Pacho, en su tesis titulada “Aplicación de la normas ASTM y normas API, para la fiscalización de la calidad y volumen del petróleo producido por el campo Guanta operado por Petroproducción”. Concluyo que: “Con el adecuado manejo e interpretación de las normas API y normas ASTM, se garantizará un óptimo y permanente servicio a los usuarios, y mediante la utilización de los equipos de una manera correcta y factible para minimizar errores en la medición; Mediante el uso de las normas API, ASTM se ha determinado la cantidad exacta del volumen y calidad de petróleo crudo producido por el campo Guanta”.

Nuestra Tesis que lleva como título PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE TRASVASE DE LOS HIDROCARBUROS HAS-HAL BASADOS EN LA NORMA ASTM DESIGNACIÓN: D 287-12 b EN LA PLANTA JEBICORP S.A.C realizado en la ciudad de Lima, distrito de Santa Rosa – Ancón, sabemos que estas empresas dedicadas a la venta y compra de productos HAS- HAL necesitan llevar un control exacta de sus pérdidas de dichos productos, así como sus datos exactos de la densidad relativa, los grados API de esa manera saber la calidad de sus productos, es por ellos la propuesta de esta tesis basados en la Norma conocido también como el método del hidrómetro.

VI. CONCLUSIONES

- Se identificó las 17 actividades en el proceso de trasvase, plasmando en un diagrama de flujo vertical.
- Se determinó el proceso de trasvase y la norma ASTM designación: D 287 – 12b en un diagrama de flujo vertical.
- Se planteó los procedimientos del proceso de trasvase basados en la norma ASTM designación: D 287 – 12b, esto se ve reflejado en una mejora en la rentabilidad, costos y tiempo para la empresa Jebicorp S.A.C.
- La cuantificación de la Densidad relativa del producto HAS – HAL se estandarizó para los tres meses, que HAS es menos denso llegándose a reportar a 0.68 y HAL A 0.67.

Cuadro 11. Densidad Relativa HAS - HAL

| MES | Densidad Relativa (DR) – HAS | Densidad relativa (DR) - HAL |
|-------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Primer mes | 0.68 | 0.67 |
| Segundo mes | 0.68 | 0.67 |
| Tercer mes | 0.68 | 0.67 |

Fuente : Propia

Elaboración: Propia

- La cuantificación de la temperatura en Gravedad API de los productos HAS- HAL para HAS está a 77 ° API para los tres meses en HAL varía entre 80 ° API y 81 ° API.

Cuadro 12. Gravedad API HAS - HAL

| MES | Gravedad API(° API) - HAS | Gravedad API (° API) - HAL |
|-------------|---------------------------------------|--|
| Primer mes | 77 | 80 |
| Segundo mes | 77 | 81 |
| Tercer mes | 77 | 80 |

Fuente : Propia

Elaboración: Propia

- La cuantificación de la pérdida de volúmenes del producto HAS, llegándose a reportar con un promedio de 123 galones por llegada al mes que equivale a 0.88% sobre la unidad de menor capacidad a 0.95% de la capacidad de unidad mayor transporte.

Cuadro 13. Gravedad API HAS - API HAL

| MES | Gravedad API(° API) - HAS | Gravedad API (° API) - HAL |
|-------------|--------------------------------------|--|
| Primer mes | 123 | 131 |
| Segundo mes | 105 | 88 |
| Tercer mes | 85 | 70 |

VII. RECOMENDACIONES

- Con el adecuado manejo e interpretación de las normas API y normas ASTM, se garantiza un óptimo y permanente servicio a los usuarios, y mediante la utilización de los equipos de una manera correcta y factible para minimizar errores en la medición.
- A partir de la realización de esta práctica se recomienda que la empresa JEBICORP S.A.C invierta en generar condiciones homogéneas de transporte: horas de salida, cantidad de transporte de producto transportado principalmente.
- Formalizar sus procedimientos de recepción y despacho con formatos diseñados para cada fin que permitan análisis estadísticos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Achahue, Y. L. (2017). “*ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL CÁLCULO DEL % DE MERMAS DE PRODUCTOS DERIVADOS DE HIDROCARBUROS EN LOS TERMINALES DEL NORTE-CENTRO*”. Arequipa- Perú.
- ASTM INTERNACIONAL. (2016). West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos, al noroeste de la ciudad de Filadelfia.
- Bar, D. (2012). *Norma ASTM Designación: D287 – 12b*.
- Briones L., J. (17 de 04 de 2008). *definición de trasvase*. Recuperado el 04 de 09 de 2018, de theblog: http://www.theblog.es/mt/archives/2008/04/hay_que_echarle_morro.php
- EDUCACIÓN DE INGENIERIA QUIMICA. (s.f.). Obtenido de <http://www.ssecoconsulting.com/hidrocarburos.html>
- Espinoza, A. P. (2016). *Mermas de Hidrocarburos Y utilidades de la empresa distribuidora de combustible NEGRON BARDALEZ TRADING E.I.R.L Distrito de San Jeronimo Cusco 2016*". Cusco.
- Gil, Y., & Vallejo, E. (2008). *Técnicas de calidad y planificación estratégica*. Málaga.
- GRANA Y MONTERO PETROLERO S.A.C. (s.f.). Recuperado el 25 de 03 de 2018, de <http://www.gmp.com.pe/unidades-de-negocio/gas-natural>
- Guerrero, R. M. (2017). *Sistemas de archivo y clasificación de documentos*. En R. M. Logroño, *Sistemas de archivo y clasificación de documentos*. Málaga: IC Editorial.
- Hernandez, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: ISBN.
- (2009). *HIDROCARBUROS, INFORME QUINCENAL DE LA SNMPE*. Perú.
- <https://es.thefreedictionary.com/trasvasar>. (s.f.). Recuperado el 04 de 09 de 2018, de trasvase: <https://diccionario.reverso.net/espanol-definiciones/trasvase>

- Iju, J. A. (2010). *Análisis, diseño e implementación de un sistema de control de inventarios para empresas de almacenamiento de hidrocarburos*. Lima: Pontificia univesidad catolica del Peru.
- Javier, L. E. (2015). *Propuesta de mejoramiento en los procesos de almacenamiento y despacho de los materiales en la planta 2 de sigla*. Bucaramanga: universidad industrial de santander.
- Loayza, A. P. (2016). *Tratamiento químico del petróleo crudo que se transporta a través del Oleoducto Norperuano*. Lima.
- Loayza, P. A. (2016). *Tratamiento químico del petróleo crudo que se transporta a través del Oleoducto Norperuano*. Lima.
- Loayza, P. A. (2016). *Tratamiento químico del petróleo crudo que se transporta a través del Oleoducto Norperuano*. Lima.
- Núñez, S. A. (2002). "ESTUDIO DE LAS VARIACIONES VOLUMÉTRICAS OCURRIDAS EN EL PATIO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO COMO PRODUCTO DE LAS MERMAS POR EVAPORACIÓN Y CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA POR MEZCLA DE CRUDOS". Venezuela.
- Ramirez, L. (2017). Gestión de proyectos de instalaciones de comunicaciones. En *Gestión de proyectos de instalaciones de comunicaciones -*
<https://books.google.com.pe/books?id=Nv9IDgAAQBAJ&pg=PA116&dq=diagrama+de+flujo+vertical&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjxs4aLq6LdAhVqoFkKHVVmDXUQ6AEIKzAB#v=onepage&q=diagrama%20de%20flujo%20vertical&f> (pág. 115). Madri - España:
Paraninfo S.A.
- Raul, T. P., & Manuel, I. S. (2015). *Como hacer un proyecto de investigacion*. Bogota.

Romero, c. (2009). *material de laboratorio.reconocimiento y manejo del mismo, normas de seguridad, algunas operaciones sencillas. universidad nacional de catamarca.*

Argentina: Científica Universitaria.

Ruano, R. (2013). *Ingeniería Genética General.* Peru.

Sampieri, E. (2010). *Metodología de la investigación.* Mexico: ISBN.

Sarabia, J. D. (2011). *APLICACIÓN DE LAS NORMAS ASTM Y NORMAS API, PARA LA FISCALIZACIÓN DE CALIDAD Y VOLUMEN DE PETROLEO PRODUCIDOS POR EL BLOQUE 21 OPERADO POR PETROAMAZONAS.* QUITO.

Saravia, D. Y. (2011). *"aplicación de las normas ASTM y normas API, para la fiscalización de la calidad y volumen del petróleo producido por el bloque 21 operado por petro amazonas"*. QUITO: Universidad Tecnológica Equinoccial.

SAVIA DEL PERÚ S.A. (02 de 2009). Recuperado el 25 de 03 de 2018, de

http://www.saviaperu.com/es/contenido.php?1191/unidad_negocio/hal.html

Tafur, R., & Izaguirre, M. (2015). *Como hacer un proyecto de investigación* (2da ed.).

Bogotá: Alfaomega.

Tamayo, J. F., Salvador, J., Vásquez, A. L., & de la Cruz, R. (2017). *La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país.* Lima - Perú: GRÁFICA BIBLOS S.A.

TERMOMETRO. (2013). GUATEMALA: DERECHOS RESERVADOS.

Uriarte, Q. M. (2005). *Planta de recepción, almacenamiento y despacho de productos químicos líquidos a granel.* Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Vasquez, A. R. (2010). *Aplicación de las normas ASTM y normas API, para la fiscalización de la calidad y volumen de petróleo producido por el campo Guanta operado por Petroproducción.* Quito.










Velasco, J. (2010). *Gestión de la calidad.* Madrid: Pirámide.

Velasco, J. (2010). *Gestion de la ciudad*. Madrid: Piramide.

Yufer, E. (1999). *química Orgánica - Básica y aplica*. barcelona: Reverte S.A.

IX. ANEXOS

Anexo A. Símbolos del diagrama de flujo

| | | |
|---|----------------------------------|--|
|  | Terminal | Indica dónde comienza y dónde termina el proceso. |
|  | Entrada/Salida | Indicada la entrada o salida de productos, servicios, datos o información. |
|  | Tarea | Indica una acción simple o actividad a desarrollar. |
| | | |
|  | Decisión | Generalmente, en los procesos hay que tomar decisiones. Del símbolo salen dos flechas, SÍ/NO, Bueno/Malo,... |
|  | Procedimiento documentado | Indica la existencia de un procedimiento documentado, para la realización de parte del proceso. |
|  | Documento | Indica la presencia de un documento en formato papel (o bien en otro soporte). |
|  | Espera | Indica que para el proceso continúe, ha de pasar un cierto período de tiempo. |
|  | Conector | Indica la dirección del flujo del proceso. |
|  | Continuidad | Indica que el proceso continúa (en otra página). Para su identificación se enumerarán ordinalmente |

Fuente : Gestión de la calidad

Elaboración: Velasco Sánchez

Anexo B. Reducción de la gravedad API en 60°F DE 70 A 79°API – 50 a 100°F – 5A

| Temperatura Observada | Gravedad API en temperatura observada | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 |
| | Correspondiente Gravedad API en 60° F | | | | | | | | | |
| 50 | 71.4 | 72.4 | 73.4 | 74.4 | 75.5 | 76.5 | 77.5 | 78.5 | 79.6 | 80.6 |
| 51 | 71.2 | 72.3 | 73.3 | 74.3 | 75.3 | 76.3 | 77.4 | 78.4 | 79.4 | 80.4 |
| 52 | 71.1 | 72.1 | 73.1 | 74.2 | 75.2 | 76.2 | 77.2 | 78.2 | 79.2 | 80.3 |
| 53 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77.1 | 78.1 | 79.1 | 80.1 |
| 54 | 70.8 | 71.8 | 72.9 | 73.9 | 74.9 | 75.9 | 76.9 | 77.9 | 78.9 | 79.9 |
| 55 | 70.7 | 71.7 | 72.7 | 73.7 | 74.7 | 75.7 | 76.8 | 77.8 | 78.8 | 79.8 |
| 56 | 70.5 | 71.6 | 72.6 | 73.6 | 74.6 | 75.6 | 76.6 | 77.6 | 78.6 | 79.6 |
| 57 | 70.4 | 71.4 | 72.4 | 73.4 | 74.4 | 75.4 | 76.4 | 77.5 | 78.5 | 79.5 |
| 58 | 70.3 | 71.3 | 72.3 | 73.3 | 74.3 | 75.3 | 76.3 | 77.3 | 78.3 | 79.3 |
| 59 | 70.1 | 71.1 | 72.1 | 73.1 | 74.1 | 75.1 | 76.1 | 77.2 | 78.2 | 79.2 |
| 60 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 |
| 61 | 69.9 | 70.9 | 71.9 | 72.9 | 73.9 | 74.9 | 75.9 | 76.8 | 77.8 | 78.8 |
| 62 | 69.7 | 70.7 | 71.7 | 72.7 | 73.7 | 74.7 | 75.7 | 76.7 | 77.7 | 78.7 |
| 63 | 69.6 | 70.6 | 71.6 | 72.6 | 73.6 | 74.6 | 75.6 | 76.5 | 77.5 | 78.5 |
| 64 | 69.5 | 70.4 | 71.4 | 72.4 | 73.4 | 74.4 | 75.4 | 76.4 | 77.4 | 78.4 |
| 65 | 69.3 | 71.3 | 71.3 | 72.3 | 73.3 | 74.3 | 75.3 | 76.2 | 77.2 | 78.2 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 66 | 69.2 | 71.2 | 71.2 | 72.1 | 73.1 | 74.1 | 75.1 | 76.1 | 77.1 | 78.1 |
| 67 | 69.1 | 71 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 75.9 | 76.9 | 77.9 |
| 68 | 68.9 | 70.9 | 70.9 | 71.9 | 72.9 | 73.9 | 74.9 | 75.8 | 76.8 | 77.8 |
| 69 | 68.8 | 70.7 | 70.7 | 71.7 | 72.7 | 73.7 | 74.7 | 75.7 | 76.6 | 77.6 |
| | | | | | | | | | | |
| 70 | 68.7 | 69.7 | 70.6 | 71.6 | 72.6 | 73.5 | 74.5 | 75.5 | 76.5 | 77.5 |
| 71 | 68.5 | 69.5 | 70.5 | 71.4 | 72.4 | 73.4 | 74.4 | 75.4 | 76.3 | 77.3 |
| 72 | 68.4 | 69.4 | 70.3 | 71.3 | 72.3 | 73.3 | 74.2 | 75.2 | 76.2 | 77.2 |
| 73 | 68.3 | 69.3 | 70.2 | 71.2 | 72.1 | 73.1 | 74.1 | 75.1 | 76 | 77 |
| 74 | 68.1 | 69.1 | 70.1 | 71 | 72 | 73 | 73.9 | 74.9 | 75.9 | 76.9 |
| | | | | | | | | | | |
| 75 | 68 | 69 | 69.9 | 70.9 | 71.9 | 72.8 | 73.8 | 74.8 | 75.7 | 76.7 |
| 76 | 67.9 | 68.8 | 69.8 | 70.8 | 71.7 | 72.7 | 73.7 | 74.6 | 75.6 | 76.6 |
| 77 | 67.7 | 68.7 | 69.7 | 70.6 | 71.6 | 72.6 | 73.5 | 74.5 | 75.4 | 76.4 |
| 78 | 67.6 | 68.6 | 69.5 | 70.5 | 71.4 | 72.4 | 73.4 | 74.3 | 75.3 | 76.3 |
| 79 | 67.5 | 68.4 | 69.4 | 70.3 | 71.3 | 72.3 | 73.2 | 74.2 | 75.2 | 76.1 |
| | | | | | | | | | | |
| 80 | 67.4 | 68.3 | 69.3 | 70.2 | 71.2 | 72.1 | 73.1 | 74 | 75 | 76 |
| 81 | 67.2 | 68.2 | 69.1 | 70.1 | 71 | 71.9 | 72.9 | 73.9 | 74.9 | 75.8 |
| 82 | 67.1 | 68 | 69 | 69.9 | 70.9 | 71.8 | 72.8 | 73.8 | 74.7 | 75.7 |
| 83 | 66.9 | 67.9 | 68.9 | 69.8 | 70.8 | 71.7 | 72.7 | 73.6 | 74.6 | 75.5 |
| 84 | 66.8 | 67.8 | 68.7 | 69.7 | 70.6 | 71.6 | 72.5 | 73.5 | 74.4 | 75.4 |
| | | | | | | | | | | |
| 85 | 66.7 | 67.6 | 68.6 | 69.5 | 70.5 | 71.4 | 72.4 | 73.3 | 74.3 | 75.2 |

| | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 86 | 66.6 | 67.5 | 68.5 | 69.4 | 70.4 | 71.3 | 72.2 | 73.2 | 74.1 | 75.1 |
| 87 | 66.5 | 67.4 | 68.4 | 69.3 | 70.2 | 71.2 | 72.1 | 73 | 74 | 74.9 |
| 88 | 66.3 | 67.3 | 68.3 | 69.1 | 70.1 | 71 | 72 | 72.9 | 73.8 | 74.8 |
| 89 | 66.2 | 67.1 | 68.1 | 69 | 69.9 | 70.9 | 71.8 | 72.8 | 73.7 | 74.6 |
| | | | | | | | | | | |
| 90 | 66.1 | 67 | 67.9 | 68.9 | 69.8 | 70.7 | 71.7 | 72.6 | 73.6 | 74.5 |
| 91 | 65.9 | 66.9 | 67.8 | 68.7 | 69.7 | 70.6 | 71.5 | 72.5 | 73.4 | 74.4 |
| 92 | 65.8 | 66.7 | 67.7 | 68.6 | 69.5 | 70.5 | 71.4 | 72.3 | 73.3 | 74.2 |
| 93 | 65.7 | 66.6 | 67.5 | 68.5 | 69.4 | 70.3 | 71.3 | 72.2 | 73.1 | 74.1 |
| 94 | 65.6 | 66.5 | 67.4 | 68.3 | 69.3 | 70.2 | 71.1 | 72.1 | 73 | 73.9 |
| | | | | | | | | | | |
| 95 | 65.4 | 66.4 | 67.3 | 68.2 | 69.1 | 70.1 | 71 | 72 | 72.9 | 73.8 |
| 96 | 65.3 | 66.2 | 67.2 | 68.1 | 69 | 69.9 | 70.9 | 71.8 | 72.7 | 73.6 |
| 97 | 65.2 | 66.1 | 67 | 68 | 68.9 | 69.8 | 70.7 | 71.7 | 72.6 | 73.5 |
| 98 | 65.1 | 66 | 66.9 | 67.8 | 68.7 | 69.7 | 70.6 | 71.5 | 72.4 | 73.4 |
| 99 | 64.9 | 65.9 | 66.8 | 67.7 | 68.6 | 69.5 | 70.5 | 71.4 | 72.3 | 73.2 |
| | | | | | | | | | | |
| 100 | 64.8 | 65.7 | 66.6 | 67.6 | 68.5 | 69.4 | 70.3 | 71.2 | 72.2 | 73.1 |

Fuente : Norma AST: Guía D1250

Elaboración: Propia

Anexo C. Reducción de la gravedad API en 60° F de 80 a 89 API – 50 a 100°F – 5B

| Temperatura Observada | Gravedad API en temperatura observada | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
| °F | Correspondiente Gravedad API en 60° F | | | | | | | | | |
| 50 | 81.6 | 82.6 | 83.7 | 84.7 | 85.7 | 86.7 | 87.7 | 88.8 | 89.8 | 90.8 |
| 51 | 81.4 | 82.5 | 83.5 | 84.5 | 85.5 | 86.6 | 87.6 | 88.6 | 89.6 | 90.6 |
| 52 | 81.3 | 82.3 | 83.3 | 84.3 | 85.4 | 86.4 | 87.4 | 88.4 | 89.4 | 90.5 |
| 53 | 81.1 | 82.1 | 83.2 | 84.2 | 85.2 | 86.2 | 87.2 | 88.2 | 89.3 | 90.3 |
| 54 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88.1 | 89.1 | 90.1 |
| | | | | | | | | | | |
| 55 | 80.8 | 81.8 | 82.8 | 83.8 | 84.8 | 85.9 | 86.9 | 87.9 | 88.9 | 89.9 |
| 56 | 80.6 | 81.6 | 82.7 | 83.7 | 84.7 | 85.7 | 86.7 | 87.7 | 88.7 | 89.7 |
| 57 | 80.5 | 81.5 | 82.5 | 83.5 | 84.5 | 85.5 | 86.5 | 87.5 | 88.5 | 89.5 |
| 58 | 80.3 | 81.3 | 82.3 | 83.3 | 84.3 | 85.3 | 86.3 | 87.4 | 88.4 | 89.4 |
| 59 | 80.2 | 81.2 | 82.2 | 83.2 | 84.2 | 85.2 | 86.2 | 87.2 | 88.2 | 89.2 |
| | | | | | | | | | | |
| 60 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
| 61 | 79.8 | 80.8 | 81.8 | 82.8 | 83.8 | 84.8 | 85.8 | 86.8 | 87.8 | 88.8 |
| 62 | 79.7 | 80.7 | 81.7 | 82.7 | 83.7 | 84.7 | 85.7 | 86.7 | 87.6 | 88.6 |
| 63 | 79.5 | 80.5 | 81.5 | 82.5 | 83.5 | 84.5 | 85.5 | 86.5 | 87.5 | 88.5 |
| 64 | 79.4 | 80.4 | 81.4 | 82.3 | 83.3 | 84.3 | 85.3 | 86.3 | 87.3 | 88.3 |
| | | | | | | | | | | |
| 65 | 79.2 | 80.2 | 81.2 | 82.2 | 83.2 | 84.2 | 85.1 | 86.1 | 87.2 | 88.1 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 66 | 79.1 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 86.9 | 87.9 |
| 67 | 78.9 | 79.9 | 80.9 | 81.9 | 82.8 | 83.8 | 84.8 | 85.8 | 86.8 | 87.8 |
| 68 | 78.7 | 79.7 | 80.7 | 81.7 | 82.7 | 83.7 | 84.6 | 85.6 | 86.6 | 87.6 |
| 69 | 78.6 | 79.6 | 80.6 | 81.5 | 82.5 | 83.5 | 84.5 | 85.4 | 86.4 | 87.4 |
| | | | | | | | | | | |
| 70 | 78.4 | 79.4 | 80.4 | 81.4 | 82.3 | 83.3 | 84.3 | 85.3 | 86.3 | 87.2 |
| 71 | 78.3 | 79.3 | 80.2 | 81.2 | 82.2 | 83.2 | 84.1 | 85.1 | 86.1 | 87.1 |
| 72 | 78.1 | 79.1 | 80.1 | 81.1 | 82 | 83 | 84 | 84.9 | 85.9 | 86.9 |
| 73 | 78 | 78.9 | 79.9 | 80.9 | 81.9 | 82.8 | 83.8 | 84.8 | 85.7 | 86.7 |
| 74 | 77.8 | 78.8 | 79.8 | 80.7 | 81.7 | 82.7 | 83.6 | 84.6 | 85.6 | 86.5 |
| | | | | | | | | | | |
| 75 | 77.7 | 78.6 | 79.6 | 80.6 | 81.5 | 82.5 | 83.5 | 84.4 | 85.4 | 86.4 |
| 76 | 77.5 | 78.5 | 79.5 | 80.4 | 81.4 | 82.3 | 83.3 | 84.3 | 85.2 | 86.2 |
| 77 | 77.4 | 78.3 | 79.3 | 80.3 | 81.2 | 82.2 | 83.1 | 84.1 | 85.1 | 86 |
| 78 | 77.2 | 78.2 | 79.1 | 80.1 | 81.1 | 82 | 83 | 83.9 | 84.9 | 85.8 |
| 79 | 77.1 | 78 | 79 | 79.9 | 80.9 | 81.9 | 82.8 | 83.8 | 84.7 | 85.7 |
| | | | | | | | | | | |
| 80 | 76.9 | 77.9 | 78.8 | 79.8 | 80.7 | 81.7 | 82.7 | 83.6 | 84.6 | 85.5 |
| 81 | 76.8 | 77.7 | 78.7 | 79.6 | 80.6 | 81.5 | 82.5 | 83.4 | 84.4 | 85.3 |
| 82 | 76.6 | 77.6 | 78.5 | 79.5 | 80.4 | 81.4 | 82.3 | 83.3 | 84.2 | 85.2 |
| 83 | 76.5 | 77.4 | 78.4 | 79.3 | 80.3 | 81.2 | 82.2 | 83.1 | 84.1 | 85 |
| 84 | 76.3 | 77.3 | 78.2 | 79.2 | 80.1 | 81.1 | 82 | 82.9 | 83.9 | 84.8 |
| | | | | | | | | | | |
| 85 | 76.2 | 77.1 | 78.1 | 79 | 80 | 80.9 | 81.8 | 82.8 | 83.7 | 84.7 |

| | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 86 | 76 | 77 | 77.9 | 78.9 | 79.8 | 80.7 | 81.7 | 82.6 | 83.6 | 84.5 |
| 87 | 75.9 | 76.8 | 77.8 | 78.7 | 79.6 | 80.6 | 81.5 | 82.5 | 83.4 | 84.3 |
| 88 | 75.7 | 76.7 | 77.6 | 78.5 | 79.5 | 80.4 | 81.4 | 82.3 | 83.2 | 84.2 |
| 89 | 75.6 | 76.5 | 77.5 | 78.4 | 79.3 | 80.3 | 81.2 | 82.1 | 83.1 | 84 |
| | | | | | | | | | | |
| 90 | 75.4 | 76.4 | 77.3 | 78.2 | 79.2 | 80.1 | 81 | 82 | 82.9 | 83.8 |
| 91 | 75.3 | 76.2 | 77.2 | 78.1 | 79 | 80 | 80.9 | 81.8 | 82.7 | 83.7 |
| 92 | 75.1 | 76.1 | 77 | 77.9 | 78.9 | 79.8 | 80.7 | 81.7 | 82.6 | 83.5 |
| 93 | 75 | 75.9 | 76.9 | 77.8 | 78.7 | 79.6 | 80.6 | 81.5 | 82.4 | 83.3 |
| 94 | 74.9 | 75.8 | 76.7 | 77.6 | 78.6 | 79.5 | 80.4 | 81.3 | 82.3 | 83.2 |
| | | | | | | | | | | |
| 95 | 74.7 | 75.6 | 76.6 | 77.5 | 78.4 | 79.3 | 80.3 | 81.2 | 82.1 | 83 |
| 96 | 74.6 | 75.5 | 76.4 | 77.3 | 78.3 | 79.2 | 80.1 | 81 | 81.9 | 82.9 |
| 97 | 74.4 | 75.3 | 76.3 | 77.2 | 78.1 | 79 | 79.9 | 80.9 | 81.8 | 82.7 |
| 98 | 74.3 | 75.2 | 76.1 | 77 | 78 | 78.9 | 79.8 | 80.7 | 81.6 | 82.5 |
| 99 | 74.1 | 75.1 | 76 | 76.9 | 77.8 | 78.7 | 79.6 | 80.6 | 81.5 | 82.4 |
| | | | | | | | | | | |
| 100 | 74 | 74.9 | 75.8 | 76.7 | 77.7 | 78.6 | 79.5 | 80.4 | 81.3 | 82.2 |

Fuente : Norma AST: Guía D1250

Elaboración: Propia

Anexo D. Escala de hidrómetros disponible, Grados API

| Designación | Tipo | Rango API, grados | | Escala | |
|-------------|---------------------|-------------------|--------|----------|-------|
| | | Serie | Cada | División | Error |
| | | total | unidad | | |
| 1H a 10H | Largo sencillo | -1 a 101 | 12 | 0.1 | 0.1 |
| 21H a 40H | Corto sencillo | 0 a 101 | 6 | 0.1 | 0.2 |
| 51H a 60H | Termo hidrómetro | -1 a 101 | 12 | 0.1 | 0.1 |
| 71H a 74H | Termo hidrómetro | -1 a 41 | 12 | 0.1 | 0.1 |

Fuente : Norma AST: D 287 -12B

Elaboración: Propia

Anexo E. Condiciones limitantes y temperaturas de ensayo.

| Tipo de muestra | Límites de gravedad | Punto de ebullición Inicial puntos límites | Otros límites | Temperatura de ensayo |
|---------------------------------|--|--|---|---|
| Altamente volátil | Más ligero que 70 ^a API | | | Fría en 35 °F (2 °C) o menor en contenedor original cerrado |
| Moderadamente volátil | Más pesado que que 70 ^a API | Bajo 250 ^a °F (120°C) | | Fría en 65 °F (18 °C) o menor en contenedor original cerrado |
| Moderadamente volátil y viscoso | Más pesado que que 70 ^a API | Bajo 250 ^a °F (120°C) | Viscosidad demasiado alta en 65°F (18 °C) | Calentar a la mínima temperatura para suficiente fluidez. |
| No volátil | Más pesado que que 70 ^a API | Bajo 250 ^a °F (120°C) | | Cualquier temperatura entre 0 y 195 °F (-18 y 90 °C) como convenga. |
| | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|----------------------------|
| Mezcla de productos no petrolíferos o hidrocarburos esencialmente puros. | | | | 60 ±0.25 °F (15.56 ±0.1°C) |
|--|--|--|--|----------------------------|

Fuente : Norma AST: D 287 -12B

Elaboración: Propia

Anexo F. Cantidad de galones completados para los tres meses

| CAPACIDAD TANQUE CISTERNA | PRIMER MES | | | | | | SEGUNDO MES | | | | | | TERCER MES | | | | | | | | |
|---------------------------|------------|-----------|-----|-----|----|----|-------------|------------|----|----|----|----|------------|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|
| | HAS (gal.) | HAL(gal.) | | | | | HAS (gal.) | HAL (gal.) | | | | | HAS (gal.) | HAL(gal.) | | | | | | | |
| 14,000 | 89 | | 86 | 92 | | | 101 | | | | | | | | 88 | | | | | | |
| 9,600 | | | 122 | 85 | 94 | 89 | 92 | 88 | | | 91 | 89 | 107 | | | 89 | 88 | 89 | 86 | | |
| 9,200 | | 92 | 80 | 101 | 83 | | | 83 | | | 87 | 90 | 91 | 122 | 120 | 90 | 85 | | 89 | 97 | |
| 9,000 | | | 85 | 84 | 96 | | | 91 | 97 | 83 | 92 | 85 | 84 | | | 84 | 92 | | 81 | 83 | 88 |

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Anexo G. Lectura del Hidrómetro y termómetro para su conversión a 60°F

| Nº | PLACA | LECTURA OBSERVADA | | | | | | LECTURA ESTANDAR | |
|--------------------|-----------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|--------|
| | | HAS | | HAL | | | HA | HAL | |
| | | °API | °C | °F | °API | °C | °F | API °F | API °F |
| Primer mes | | | | | | | | | |
| 1 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 83.00 | 25.00 | 77.00 | - | 80.30 |
| 2 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 83.70 | 25.20 | 77.36 | - | 81.20 |
| 3 | C2E-821/AOJ-980 | - | - | - | 83.30 | 25.30 | 77.54 | - | 80.10 |
| 4 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 83.00 | 25.30 | 77.54 | - | 80.10 |
| 5 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 83.20 | 25.70 | 78.26 | - | 80.10 |
| 6 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 82.70 | 24.00 | 75.20 | - | 80.60 |
| 7 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 83.20 | 25.30 | 77.54 | - | 80.10 |
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 82.00 | 26.00 | 78.80 | - | 79.00 |
| 9 | C2E-821/AOJ-980 | - | - | - | 83.30 | 25.30 | 77.54 | - | 80.10 |
| 10 | C2E-821/AOJ-980 | 78.60 | 26.00 | 78.80 | - | - | - | 76.10 | - |
| 11 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 82.40 | 25.00 | 77.00 | - | 79.30 |
| 12 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 82.30 | 23.80 | 74.84 | - | 79.60 |
| 13 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 83.90 | 25.00 | 77.00 | - | 81.20 |
| 14 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 82.70 | 24.00 | 75.20 | - | 80.60 |
| 15 | D2N-858/B3F-994 | 78.90 | 22.90 | 73.22 | - | - | - | 77.00 | - |
| segundo mes | | | | | | | | | |
| 1 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 82.30 | 23.00 | 73.40 | - | 79.90 |
| 2 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 84.20 | 25.30 | 77.54 | - | 81.10 |
| 3 | C2E-821/AOJ-980 | 79.30 | 23.60 | 74.48 | - | - | - | 76.70 | - |
| 4 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 82.30 | 24.30 | 75.74 | - | 79.50 |

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 82.30 | 23.20 | 73.76 | - | 79.80 |
| 6 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 83.40 | 22.00 | 71.60 | - | 82.00 |
| 7 | COB-849/B2S-998 | 80.30 | 23.80 | 74.84 | - | - | - | 77.70 | - |
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 83.30 | 22.00 | 71.60 | - | 81.10 |
| 9 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 81.30 | 21.00 | 69.80 | - | 79.40 |
| 10 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 82.40 | 23.00 | 73.40 | - | 80.70 |
| 11 | A1S-851/A2Q-976 | 79.30 | 22.40 | 72.32 | - | - | - | 77.20 | - |
| 12 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 82.40 | 22.00 | 71.60 | - | 81.10 |
| 13 | D2N-858/B3F-994 | 78.40 | 23.40 | 74.12 | - | - | - | 75.90 | - |
| 14 | COB-849/B2S-998 | 78.30 | 21.40 | 70.52 | - | - | - | 76.30 | - |
| 15 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 82.30 | 22.40 | 72.32 | - | 80.10 |
| 16 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 83.40 | 22.00 | 71.60 | - | 82.00 |
| 17 | COB-849/B2S-998 | 78.50 | 22.00 | 71.60 | - | - | - | 77.20 | - |
| Tercer mes | | | | | | | | | |
| 1 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 82.30 | 21.30 | 70.34 | - | 80.20 |
| 2 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 82.50 | 21.40 | 70.52 | - | 81.20 |
| 3 | A1S-851/A2Q-976 | 78.10 | 21.10 | 69.98 | - | - | - | 76.50 | - |
| 4 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 82.50 | 21.40 | 70.52 | - | 81.20 |
| 5 | D2N-858/B3F-994 | 79.30 | 21.20 | 70.16 | - | - | - | 77.50 | - |
| 6 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 81.30 | 21.00 | 69.80 | - | 79.40 |
| 7 | COB-849/B2S-998 | 78.40 | 20.10 | 68.18 | - | - | - | 76.80 | - |
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 82.90 | 20.90 | 69.62 | - | 81.40 |
| 9 | C2E-821/A0J-980 | 77.00 | 20.70 | 69.26 | - | - | - | 74.70 | - |
| 10 | A1S-851/A2Q-976 | 77.80 | 21.20 | 70.16 | - | - | - | 76.50 | - |
| 11 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 81.30 | 21.00 | 69.80 | - | 79.40 |
| 12 | D2N-858/B3F-994 | 77.30 | 21.00 | 69.80 | - | - | - | 75.50 | - |

| | | | | | | | | | |
|----|-----------------|-------|-------|-------|---|---|---|-----------|---|
| 13 | A1S-851/A2Q-976 | 77.80 | 21.20 | 70.16 | - | - | - | 76. 50 | - |
| 14 | COB-849/B2S-998 | 77.40 | 20.30 | 68.54 | - | - | - | 75. 70 | - |

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propio

Anexo H. Factor corrección para la densidad relativa y la gravedad API.

| Nº | PLACA | DENSIDAD | FACTOR DE CORRECCIÓN | DENSIDAD CORREGIDA | DENSIDAD RELATIVA | GRAVEDAD API | DENSIDAD | FACTOR DE CORRECCIÓN | DENSIDAD CORREGIDA | DENSIDAD RELATIVA | GRAVEDAD API |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------|--------------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------|--------------|
| | | HAS | | | | | HAL | | | | |
| | | D=Kg/m ³ | HYC | Kg/m ³ | DR | °API | D=Kg/m ³ | HYC | Kg/m ³ | RD | °API |
| Primer mes | | | | | | | | | | | |
| 1 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | - | 667.4257 | 0.9997 | 667.2508 | 0.6679 | 80 |
| 2 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | - | 664.6016 | 0.9997 | 664.4197 | 0.6651 | 81 |
| 3 | C2E-821/AOJ-980 | - | - | - | - | - | 668.0565 | 0.9997 | 667.8833 | 0.6686 | 80 |
| 4 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | - | 668.0565 | 0.9997 | 667.8833 | 0.6686 | 80 |
| 5 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | - | 668.0565 | 0.9997 | 667.8833 | 0.6686 | 80 |
| 6 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | - | 666.4817 | 0.9997 | 666.3045 | 0.6670 | 81 |
| 7 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | - | 668.0565 | 0.9997 | 667.8833 | 0.6686 | 80 |
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | - | 671.5476 | 0.9998 | 671.3830 | 0.6721 | 79 |
| 9 | C2E-821/AOJ-980 | - | - | - | - | - | 668.0565 | 0.9997 | 667.8833 | 0.6686 | 80 |
| 10 | C2E-821/AOJ-980 | 680.9285 | 0.9998 | 680.7873 | 0.6815 | 76 | - | - | - | - | - |
| 11 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | - | 670.5919 | 0.9998 | 670.4249 | 0.6711 | 79 |
| 12 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | - | 669.6389 | 0.9997 | 669.4695 | 0.6701 | 80 |
| 13 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | - | 664.6016 | 0.9997 | 664.4197 | 0.6651 | 81 |
| 14 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | - | 666.4817 | 0.9997 | 666.3045 | 0.6670 | 81 |
| 15 | D2N-858/B3F-994 | 677.9893 | 0.9998 | 677.8408 | 0.6785 | 77 | - | - | - | - | - |
| segundo mes | | | | | | | | | | | |
| 1 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | - | 668.6886 | 0.9997 | 668.5169 | 0.6692 | 80 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|----------|--------|----------|--------|----|----------|--------|----------|--------|----|
| 2 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | - | 664.9142 | 0.9997 | 664.7331 | 0.6654 | 81 |
| 3 | C2E-821/AOJ-980 | 678.9662 | 0.9998 | 678.8201 | 0.6795 | 77 | - | - | - | - | - |
| 4 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | - | 669.9562 | 0.9997 | 669.7877 | 0.6705 | 80 |
| 5 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | - | 669.0050 | 0.9997 | 668.8341 | 0.6695 | 80 |
| 6 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | - | 662.1113 | 0.9997 | 661.9232 | 0.6626 | 82 |
| 7 | COB-849/B2S-998 | 675.7207 | 0.9998 | 675.5665 | 0.6762 | 78 | - | - | - | - | - |
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | - | 664.9142 | 0.9997 | 664.7331 | 0.6654 | 81 |
| 9 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | - | 670.2739 | 0.9997 | 670.1061 | 0.6708 | 79 |
| 10 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | - | 666.1676 | 0.9997 | 665.9896 | 0.6667 | 81 |
| 11 | A1S-851/A2Q-976 | 677.3395 | 0.9998 | 677.1894 | 0.6779 | 77 | - | - | - | - | - |
| 12 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | - | 664.9142 | 0.9997 | 664.7331 | 0.6654 | 81 |
| 13 | D2N-858/B3F-994 | 681.5852 | 0.9998 | 681.4456 | 0.6821 | 76 | - | - | - | - | - |
| 14 | COB-849/B2S-998 | 680.2732 | 0.9998 | 680.1303 | 0.6808 | 76 | - | - | - | - | - |
| 15 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | - | 668.0565 | 0.9997 | 667.8833 | 0.6686 | 80 |
| 16 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | - | 662.1113 | 0.9997 | 661.9232 | 0.6626 | 82 |
| 17 | COB-849/B2S-998 | 677.3395 | 0.9998 | 677.1894 | 0.6779 | 77 | - | - | - | - | - |
| Tercer mes | | | | | | | | | | | |
| 1 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | - | 667.7410 | 0.9997 | 667.5669 | 0.6682 | 80 |
| 2 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | - | 664.6016 | 0.9997 | 664.4197 | 0.6651 | 81 |
| 3 | A1S-851/A2Q-976 | 679.6191 | 0.9998 | 679.4746 | 0.6802 | 77 | - | - | - | - | - |
| 4 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | - | 664.6016 | 0.9997 | 664.4197 | 0.6651 | 81 |
| 5 | D2N-858/B3F-994 | 676.3673 | 0.9998 | 676.2147 | 0.6769 | 78 | - | - | - | - | - |
| 6 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | - | 670.2739 | 0.9997 | 670.1061 | 0.6708 | 79 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------|----------|--------|----------|--------|----|----------|--------|----------|--------|----|
| 7 | COB-849/B2S-998 | 678.6402 | 0.9998 | 678.4934 | 0.6792 | 77 | - | - | - | - | - |
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | | - | - | - | 663.9773 | 0.9997 | 663.7938 | 0.6645 | 81 |
| 9 | C2E-821/A0J-980 | 685.5517 | 0.9998 | 685.4220 | 0.6861 | 75 | - | - | - | - | - |
| 10 | A1S-851/A2Q-976 | 679.6191 | 0.9998 | 679.4746 | 0.6802 | 77 | - | - | - | - | - |
| 11 | COB-849/B2S-998 | - | | - | - | - | 670.2739 | 0.9997 | 670.1061 | 0.6708 | 79 |
| 12 | D2N-858/B3F-994 | 682.9022 | 0.9998 | 682.7659 | 0.6834 | 76 | - | - | - | - | - |
| 13 | A1S-851/A2Q-976 | 679.6191 | 0.9998 | 679.4746 | 0.6802 | 77 | - | - | - | - | - |
| 14 | COB-849/B2S-998 | 682.2431 | 0.9998 | 682.1051 | 0.6828 | 76 | - | - | - | - | - |

Fuente: Norma ASTM D: 287 – 12b

Elaboración: Propia

Anexo I. Volumen a 60°F

| N° | Placa | Volumen | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|---------|--------|------|--------|--------|--------|------|--------|
| | | HAS | | | | HAL | | | |
| | | kg | RD | lt | gal | kg | RD | lt | gal |
| Primer mes | | | | | | | | | |
| 1 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | 23,972 | 0.6679 | 2.53 | 9,481 |
| 2 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | 22,401 | 0.6651 | 2.52 | 8,897 |
| 3 | C2E-821/AOJ-980 | - | - | - | - | 34,911 | 0.6686 | 2.53 | 13,794 |
| 4 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 22,974 | 0.6686 | 2.53 | 9,078 |
| 5 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | 23,950 | 0.6686 | 2.53 | 9,463 |
| 6 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 22,506 | 0.6670 | 2.52 | 8,913 |
| 7 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | 23,950 | 0.6686 | 2.53 | 9,463 |
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 23,081 | 0.6721 | 2.54 | 9,073 |
| 9 | C2E-821/AOJ-980 | - | - | - | - | 34,911 | 0.6686 | 2.53 | 13,794 |
| 10 | C2E-821/AOJ-980 | 35,692 | 0.6814 | 2.58 | 13,837 | - | - | - | - |
| 11 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 23,038 | 0.6711 | 2.54 | 9,069 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|--------|--------|------|--------|--------|--------|------|-------|
| 12 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | 24,051 | 0.6702 | 2.54 | 9,480 |
| 13 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | 22,380 | 0.6651 | 2.52 | 8,889 |
| 14 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | 24,006 | 0.6670 | 2.52 | 9,508 |
| 15 | D2N-858/B3F-994 | 23,421 | 0.6786 | 2.57 | 9,118 | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | |
| segundo mes | | | | | | | | | |
| 1 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | 24,051 | 0.6692 | 2.53 | 9,494 |
| 2 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | 22,349 | 0.6654 | 2.52 | 8,873 |
| 3 | C2E-821/AOJ-980 | 35,574 | 0.6795 | 2.57 | 13,830 | - | - | - | - |
| 4 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | 24,051 | 0.6705 | 2.54 | 9,476 |
| 5 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | 22,548 | 0.6696 | 2.53 | 8,896 |
| 6 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 22,931 | 0.6627 | 2.51 | 9,141 |
| 7 | COB-849/B2S-998 | 23,267 | 0.6763 | 2.56 | 9,089 | - | - | - | - |
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 22,942 | 0.6655 | 2.52 | 9,107 |
| 9 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | 22,654 | 0.6709 | 2.54 | 8,921 |
| 10 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 23,038 | 0.6667 | 2.52 | 9,128 |

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|--------|--------|------|-------|--------|--------|------|-------|
| 11 | A1S-851/A2Q-976 | 24,393 | 0.6779 | 2.57 | 9,506 | - | - | - | - |
| 12 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | 24,040 | 0.6655 | 2.52 | 9,543 |
| 13 | D2N-858/B3F-994 | 24,498 | 0.6821 | 2.58 | 9,487 | - | - | - | - |
| 14 | COB-849/B2S-998 | 22,978 | 0.6809 | 2.58 | 8,915 | - | - | - | - |
| 15 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 23,049 | 0.6686 | 2.53 | 9,107 |
| 16 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 22,931 | 0.6627 | 2.51 | 9,141 |
| 17 | COB-849/B2S-998 | 22,956 | 0.6779 | 2.57 | 8,945 | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | |
| Tercer mes | | | | | | | | | |
| 1 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | 22,548 | 0.6683 | 2.53 | 8,913 |
| 2 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | - | 24,029 | 0.6652 | 2.52 | 9,543 |
| 3 | A1S-851/A2Q-976 | 24,533 | 0.6802 | 2.57 | 9,528 | - | - | - | - |
| 4 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 23,027 | 0.6652 | 2.52 | 9,145 |
| 5 | D2N-858/B3F-994 | 23,377 | 0.6770 | 2.56 | 9,123 | - | - | - | - |
| 6 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | 22,654 | 0.6709 | 2.54 | 8,921 |
| 7 | COB-849/B2S-998 | 22,967 | 0.6792 | 2.57 | 8,932 | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | |
|----|-----------------|--------|--------|------|--------|--------|--------|------|-------|
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | - | 22,984 | 0.6646 | 2.52 | 9,137 |
| 9 | C2E-821/A0J-980 | 35,966 | 0.6862 | 2.60 | 13,847 | - | - | - | - |
| 10 | A1S-851/A2Q-976 | 24,568 | 0.6802 | 2.57 | 9,541 | - | - | - | - |
| 11 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | - | 22,654 | 0.6709 | 2.54 | 8,921 |
| 12 | D2N-858/B3F-994 | 23,601 | 0.6835 | 2.59 | 9,122 | - | - | - | - |
| 13 | A1S-851/A2Q-976 | 24,568 | 0.6802 | 2.57 | 9,541 | - | - | - | - |
| 14 | COB-849/B2S-998 | 35,897 | 0.6829 | 2.58 | 13,887 | - | - | - | - |

Fuente: Norma ASTM D: 287 – 12b

Elaboración: Propia

Anexo J. Volumen perdido basado en el método del hidrómetro HAS – HAL

| N° | Placa | Volumen a 60° F | | | | | |
|-------------------|-----------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Pidió | Llegó | Perdió | Pidió | Llegó | Perdió |
| | | HAS | | | HAL | | |
| Primer mes | | | | | | | |
| 1 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 9,600 | 9,481 | 119 |
| 2 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 9,000 | 8,897 | 103 |
| 3 | C2E-821/AOJ-980 | - | - | - | 14,000 | 13,794 | 206 |
| 4 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,200 | 9,078 | 122 |
| 5 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 9,600 | 9,463 | 137 |
| 6 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,000 | 8,913 | 87 |
| 7 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 9,600 | 9,463 | 137 |
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,200 | 9,073 | 127 |
| 9 | C2E-821/AOJ-980 | - | - | - | 14,000 | 13,794 | 206 |
| 10 | C2E-821/AOJ-980 | 14,000 | 13,837 | 163 | - | - | - |
| 11 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,200 | 9,069 | 131 |

| | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|--------------|--------------|------------|---------------|---------------|-------------|
| 12 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 9,600 | 9,480 | 120 |
| 13 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 9,000 | 8,889 | 111 |
| 14 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 9,600 | 9,508 | 92 |
| 15 | D2N-858/B3F-994 | 9,200 | 9,118 | 82 | - | - | - |
| Total | | 23200 | 22955 | 245 | 130600 | 128903 | 1697 |
| segundo mes | | | | | | | |
| 1 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 9,600 | 9,494 | 106 |
| 2 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 9,000 | 8,873 | 127 |
| 3 | C2E-821/AOJ-980 | 14,000 | 13,830 | 170 | - | - | - |
| 4 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 9,600 | 9,476 | 124 |
| 5 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 9,000 | 8,896 | 104 |
| 6 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,200 | 9,141 | 59 |
| 7 | COB-849/B2S-998 | 9,200 | 9,089 | 111 | - | - | - |
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,200 | 9,107 | 93 |
| 9 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 9,000 | 8,921 | 79 |
| 10 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,200 | 9,128 | 72 |

| | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|--------------|--------------|-----|---------------|---------------|------------|
| 11 | A1S-851/A2Q-976 | 9,600 | 9,506 | 94 | - | - | - |
| 12 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 9,600 | 9,543 | 57 |
| 13 | D2N-858/B3F-994 | 9,600 | 9,487 | 113 | - | - | - |
| 14 | COB-849/B2S-998 | 9,000 | 8,915 | 85 | - | - | - |
| 15 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,200 | 9,107 | 93 |
| 16 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,200 | 9,141 | 59 |
| 17 | COB-849/B2S-998 | 9,000 | 8,945 | 55 | - | - | - |
| Total | | 60400 | 59772 | | 101800 | 100827 | 973 |
| Tercer mes | | | | | | | |
| 1 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 9,000 | 8,913 | 87 |
| 2 | A1S-851/A2Q-976 | - | - | - | 9,600 | 9,543 | 57 |
| 3 | A1S-851/A2Q-976 | 9,600 | 9,528 | 72 | - | - | - |
| 4 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,200 | 9,145 | 55 |
| 5 | D2N-858/B3F-994 | 9,200 | 9,123 | 77 | - | - | - |
| 6 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 9,000 | 8,921 | 79 |
| 7 | COB-849/B2S-998 | 9,000 | 8,932 | 68 | - | - | - |

| | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|------------|----------------|----------------|--------------|
| 8 | D2N-858/B3F-994 | - | - | - | 9,200 | 9,137 | 63 |
| 9 | C2E-821/A0J-980 | 14,000 | 13,847 | 153 | - | - | - |
| 10 | A1S-851/A2Q-976 | 9,600 | 9,541 | 59 | - | - | - |
| 11 | COB-849/B2S-998 | - | - | - | 9,000 | 8,921 | 79 |
| 12 | D2N-858/B3F-994 | 9,200 | 9,122 | 78 | - | - | - |
| 13 | A1S-851/A2Q-976 | 9,600 | 9,541 | 59 | - | - | - |
| 14 | COB-849/B2S-998 | 14,000 | 13,887 | 113 | - | - | - |
| Total | | 84,200 | 83,522 | 678 | 55,000 | 54,579 | 421 |
| TOTAL HAS -HAL | | 167,800 | 166,249 | | 287,400 | 284,309 | 3,091 |

Fuente: Norma ASTM D: 287 – 12b



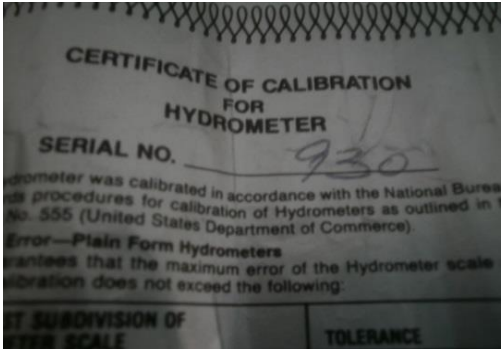
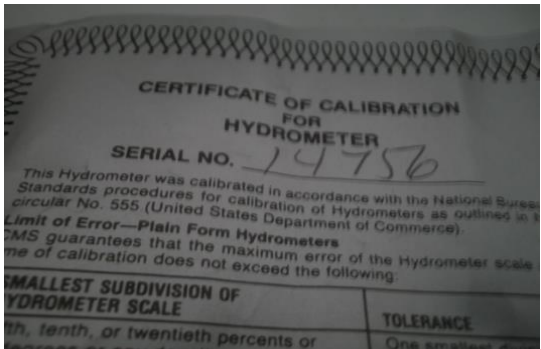


Elaboración: Propia

Anexo L. Lineamientos técnicos en materia de medición de hidrocarburos.

Artículo 3. De las definiciones. Para efectos de los presentes Lineamientos serán aplicables, en singular y en plural, las definiciones contenidas en el artículo 4 de la Ley de Hidrocarburos, 3 de la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos, 3 del Reglamento de la Ley de Hidrocarburos, así como las siguientes:

XIV.Densidad API: Parámetro asociado a la densidad de un hidrocarburo líquido a una temperatura t dada, calculado a partir de la densidad relativa ρ_{rel} del hidrocarburo a la misma temperatura t , referida a la densidad del agua pura a la temperatura de referencia de 15.56 °C (establecido este valor como 999.016 kg/m³ por el API).

Anexo N. Instrumentos utilizados para la prueba.

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p style="text-align: center;">Termómetro</p> | <p style="text-align: center;">Hidrómetro</p> |
|  |  |
| <p style="text-align: center;">N° de certificación de los hidrometros</p> | |
|  |  |
| <p style="text-align: center;">Probeta+ Muestra</p> | <p style="text-align: center;">Probeta +muestra + termómetro</p> |



Probeta +muestra +hidrómetro



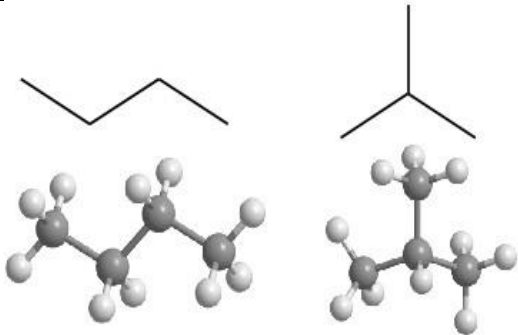
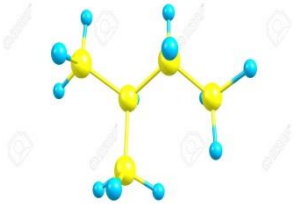
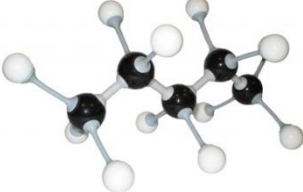
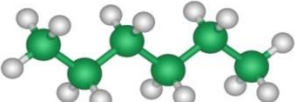
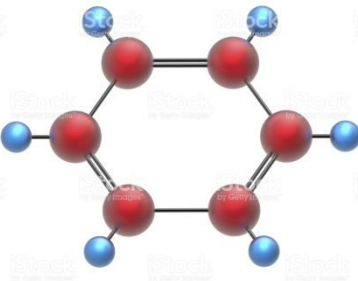
Numero de Hidrómetro



Equipo usado para gravedad API

Fuente : Jebicorp S.A.C
Elaboración: Propia

Anexo O. Representacion de los componentes HAS-HAL

| | |
|--|--|
| $ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ <p>ISOBUTANO</p> |  <p><i>n</i>-butano isobutano</p> |
| <p>Iso - butano</p> | |
|  |  |
| <p>Iso- pentano</p> | <p>Nor-pentano</p> |
| <p>C₆H₁₄</p>  |  |
| <p>C6+</p> | <p>Benceno</p> |

Fuente : Jebicorp S.A.C

Elaboración: Propia

Anexo P. Imágenes planta jebicorp S.A.C

Fuente : Jebicorp S.A.C

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Planta</p> | <p>Oficina de recepción</p> |
| <p>Área de recepción y despacho del producto</p> | |
|  |  |
| <p>Personal de Jebicorp S.A.C</p> | |
|  |  |

Elaboración: Propia



Anexo Q. Constancia de Despacho



CONSTANCIA DE DESPACHO

REGISTRO N°

| | | | | | | | |
|------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|--|-------------------|------------------|
| GUÍA N° | FACTURA N° | | | | | | |
| | | FECHA | | | | | |
| TRANSPORTE | | | | | ACEPTACIÓN Y CONFORMIDAD | | |
| | | Tracto/ Remolcador | Cisterna | Cód. Cubicación | _____ Nombre y firma del conductor Brevete | | |
| DGH | | | | | | | |
| | | Código | Volumen Gal. @ 60°F | DR | GRAVEDAD API | Tem. @60°F | Peso Kgs. |
| Producto | | | | | | | |
| Trasportista | | | | | | | |
| OBSERVACIONES : | | | | | | | |

Fuente : Jebicorp S.A.C
Elaboración: Propia

