



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA PARA LA MEJORA EN LOS MÉTODOS DE  
TRABAJO, EN LAS ÁREAS DE RECEPCIÓN Y DESPACHO DE  
LA PLANTA DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DE  
AVIACIÓN UBICADA EN LOS GUAYOS ESTADO CARABOBO**

**Tutor Académico:**  
Ing. Silvia Sira

**Autores:**  
Caro, Edwins C.I.: 18.060.607  
Quevedo, Jesús C.I.: 19.589.401

Bárbula, Febrero 2013



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA PARA LA MEJORA EN LOS MÉTODOS DE  
TRABAJO, EN LAS ÁREAS DE RECEPCIÓN Y DESPACHO DE  
LA PLANTA DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DE  
AVIACIÓN UBICADA EN LOS GUAYOS ESTADO CARABOBO**

Trabajo Especial de Grado, presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo  
para Optar al Título de Ingeniero Industrial.

**Tutor Académico:**  
Ing. Silvia Sira

**Autores:**  
Caro, Edwins C.I.: 18.060.607  
Quevedo, Jesús C.I.: 19.589.401

Bárbula, Febrero 2013



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “PROPUESTA PARA LA MEJORA EN LOS METODOS DE TRABAJO, EN LAS AREAS DE RECEPCION Y DESPACHO DE LA PLANTA DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN UBIADA EN LOS GUAYOS, ESTADO CARABOBO” el cual está adscrito a la Línea de Investigación “INGENIERÍA DE LA PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA” del Departamento de MÉTODOS, presentado por el Bachiller EDWINS CARO, C.I. 18.060.607 y el Bachiller JESUS QUEVEDO, C.I. 19.589.401, a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo Especial de Grado por cada uno de los Miembros del Jurado, éste fijó el día 29 de Enero de 2013, a las 10:00 am, para que los autores lo defendieran en forma pública, lo que estos hicieron, en el Salón de Reuniones, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondieron satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las Normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Pregrado.

En fe de lo cual se levanta la presente acta, a 29 del mes de Enero de 2013, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Tutor, Prof. Silvia Sira.

Firma del Jurado Examinador

Prof. Silvia Sira  
Presidente del Jurado

Prof. Jadlyn González  
Miembro del Jurado

Prof. Jorge Piña  
Miembro del Jurado

## AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso y eterno, a él siempre la Gloria, la Honra y la Alabanza

A mis familiares en especial mis Padres y mi hermano que con su apoyo incondicional ya que sin ellos no hubiese sido exitoso este Trabajo de Grado

A mis amigos y hermanos espirituales por su escucha, oración y comprensión en momentos difíciles en especial a mis Amigas Coromoto Ventura, María Aristigueta y Karla Pinto a ellas un agradecimiento especial por siempre tener palabras de alegría, aliento y Bendiciones de Nuestro Señor.

A la Universidad de Carabobo, pero sobre todo a la Escuela de Ingeniería Industrial por haberme formado en lo académico, para poder cumplir con esta etapa como Universitario.

A mis amigos y compañeros de la SEIUC, por brindarme su ayuda y apoyo.

A mis grandes amigos y compañeros del Periódico El Industrial, por brindarme su tiempo y gran impulso para poder lograr este objetivo.

A mi compañero de Tesis Jesús Quevedo por su acompañamiento en todo este recorrido de cumplir esta meta.

A la Profesora Tutora Silvia Sira por su guía, tiempo e instrucción para poder lograr esta etapa tan importante como estudiante.

A los operadores y supervisores de la Planta de Suministro de Combustible de Aviación PDVSA, por su ayuda, guía y dedicación a lo que necesitábamos para poder realizar con éxito este trabajo de grado

A demás amigos y compañeros que estuvieron conmigo en este recorrido de aprendizaje a todos gracias.

*Edwins Caro*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por siempre estar conmigo y por brindarme la oportunidad y la paciencia para lograr esta meta.

A mis padres y a mis hermanos, por darme siempre su amor, comprensión y por impulsarme a cumplir este sueño hecho realidad. Sin Ustedes no hubiese podido lograrlo.

A Mariana, mi novia, mi compañera gracias por estar en todo momento conmigo apoyándome fiel e incondicionalmente, por acompañarme a lo largo de todo este camino que hemos recorrido y continuar por el que nos falta por recorrer.

A mis amigos incondicionales de la Universidad: Marine, Carolina, Gabriela, Mafer, Johan, Irina, Juan, Nestor, Maycol y Alexander por todos los momentos compartidos, los sueños, las risas, los aprendizajes, por brindarme amistad y ayuda en todo momento.

A mi casa de estudios, la Universidad de Carabobo y a la escuela de Ingeniería Industrial por permitirme ser parte de ella y por darme la preparación para ser Ingeniero.

A mi tutora académica, Silvia Sira por su tiempo, dedicación y guía para lograr cumplir esta última etapa de la carrera.

A mi compañero de tesis, Edwins Caro, por todo el apoyo brindado, porque hicimos un equipo para alcanzar una meta en común.

A Fulgencio Zubeldia, Supervisor de la Planta de Suministro de Combustible de Aviación PDVSA, por haberme dedicado parte de su tiempo para el adiestramiento de las herramientas requeridas para este trabajo, gracias por toda su ayuda, apoyo y colaboración.

A todos los que de alguna forma u otra hicieron posible el alcance de esta meta, muchas gracias.

*Jesús Quevedo*

## DEDICATORIA

*A Dios Todopoderoso y Eterno a él lo mejor*

*A mis Padres y mi hermano que tanto quiero*

*A mis amigos espirituales que tanto aprecio*

*A mis amigos y compañeros de la Escuela de Industrial por su apoyo*

*A esas personas que de alguna manera siempre me tuvieron en oración*

*Edwins Caro*

## DEDICATORIA

*A Dios por ser mi guía y por apoyarme a cumplir este sueño*

*A mis padres por todos sus sacrificios y por darme siempre lo mejor*

*A mis Hermanos por su gran ayuda y confianza*

*A toda mi gran familia por estar siempre conmigo*

*A mis amigos, que siempre me apoyaron*

*A mi novia fiel, y leal compañera, Mariana.*

*Jesús Quevedo*

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	XI
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	XIII
<b>RESUMEN</b> .....	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	XVI
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA</b>	
I.1. Planteamiento del Problema.....	18
I.2. Objetivos de la Investigación.....	23
I.2.1. Objetivo General.....	23
I.2.2. Objetivos Específicos.....	23
I.3. Justificación de la Investigación.....	24
I.4. Alcance.....	25
I.5. Limitaciones.....	25
<b>CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA</b>	
II.1. Antecedentes de la Investigación.....	26
II.2. Marco Teórico.....	28
II.3. Marco Conceptual.....	46
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO</b>	
III.1. Nivel y Diseño de la Investigación.....	50
III.2. Unidad de Análisis... ..	51
III.3. Fuente y Técnicas para la Recolección de Datos.....	51
III.4. Diseño de Instrumentos para la Recolección de Información.....	52
III.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de la Información.....	52
III.6. Fases de la Investigación.....	53
<b>CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	
<b>PASO 1: SELECCIONAR</b>	
IV.1. Descripción del Producto.....	55
IV.1.1. Características del Producto.....	55
IV.1.2. Contaminación del JET-A1.....	56

IV.2. Materiales, Equipos y Herramientas.....	58
IV.2.1. Tanques de Almacenamiento.....	60
IV.2.2. Filtros.....	61
IV.3. Descripción del Área de Trabajo.....	63
IV.4. Descripción del Proceso.....	66
IV.4.1. Transporte Primario.....	66
IV.4.2. Pruebas.....	66
IV.4.3. Transporte Secundario.....	72
IV.4.4. Instalaciones de Suministro en Aeropuertos.....	73
<b>CAPÍTULO V. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	
<b>PASOS 2 Y 3: REGISTRAR Y EXAMINAR</b>	
V.1. Precauciones del Producto.....	77
V.2. Toma de muestra de JET-A1.....	79
V.3. Realización de Pruebas Abreviadas.....	85
V.4. Ausencia de espacio para realizar pruebas abreviadas.....	93
V.5. Combustible JET-A1 para abastecer Refuellers.....	94
V.6. Retrasos en pedidos para abastecimiento.....	96
V.7. Condición Actual de Unidades Refuellers.....	99
V.8. Abastecimiento de Aeronaves.....	101
<b>CAPÍTULO VI. PROPUESTAS DE MEJORA</b>	
<b>PASOS 5 Y 6: ESTABLECER Y EVALUAR</b>	
VI.1. Mecanismo para tomar muestras.....	109
VI.2. Construcción de Laboratorio para realizar pruebas abreviadas.....	113
VI.3. Metodología para Actualización de Mantenimiento Preventivo.....	118
VI.4. Construcción de estación de suministro de Gasoil para uso interno.....	126
VI.5. Reemplazo de equipos para realizar Abastecimiento.....	131
VI.5.1. Reemplazo de manguera de Abastecimiento.....	131
VI.5.2. Reemplazo de Acople de Manguera.....	133
VI.5.3. Rediseñar control de mando para la cabina del elevador.....	134

VI.6. Evaluación de Impacto Económico.....	143
VI.6.1. Inversión.....	143
VI.6.2. Beneficios.....	144
VI.6.3. Determinación de la Rentabilidad.....	145
VI.6.4. Tiempo de Recuperación de la Inversión.....	146
<b>CONCLUSIONES</b> .....	148
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	150
<b>REFERENCIAS</b> .....	151
<b>ANEXOS</b> .....	154

## ÌNDICE DE TABLAS

Tabla N° II.1. Método Reba. Tabla A y carga/fuerza.....	34
Tabla N° II.2. Método Reba. Tabla B y agarre.....	34
Tabla N° II.3. Método Reba. Tabla C y puntuación de la actividad.....	35
Tabla N° II.4. Método Reba. Niveles de Riesgo y Acción.....	35
Tabla N° II.5. Matriz de Riesgos.....	44
Tabla N° IV.1. Materiales.....	58
Tabla N° IV.2. Equipos.....	58
Tabla N° IV.3. Herramientas.....	62
Tabla N° IV.4 Pruebas Realizadas en la Planta de Suministro.....	69
Tabla N° V.1. Accidentes asociados a la toma de muestras.....	82
Tabla N° V.2. Matriz de Riesgos para Toma de Muestras.....	83
Tabla N° V.3. Indicador para Toma de Muestra.....	84
Tabla N° V.4. Tabla de Westinghouse. Pruebas Abreviadas.....	86
Tabla N° V.5. Medición del Trabajo.....	86
Tabla N° V.6. Calificación de Velocidad. Pruebas Abreviadas.....	88
Tabla N° V.7. Tolerancias Típicas. Pruebas Abreviadas.....	89
Tabla N° V.8. Tiempo Estándar. Pruebas Abreviadas.....	90
Tabla N° V.9. Indicadores para Pruebas Abreviadas.....	91
Tabla N° V.10. Consumo Semanal JET-A1.....	95
Tabla N° V.11. Tabla de Westinghouse. Retrasos en Pedidos.....	97
Tabla N° V.12. Medición del Tiempo de los pedidos.....	97
Tabla N° V.13. Principales fallas de las unidades refuellers.....	99
Tabla N° V.14. Tabla A y carga/fuerza para Abastecimiento.....	105
Tabla N° V.15. Tabla B y agarre para Abastecimiento.....	106
Tabla N° V.16. Tabla C y Puntuación Final para Abastecimiento.....	107
Tabla N° V.17. Nivel de Riesgo y Acción para Abastecimiento.....	108
Tabla N° VI.1. Características del mecanismo propuesto.....	111
Tabla N° VI.2. Matriz de Riesgo para la Toma de Muestra con Mejora.....	113

Tabla N° VI.3. Indicador para toma de muestra con mejora.....	113
Tabla N° VI.4. Características laboratorio propuesto.....	115
Tabla N° VI.5. Indicadores para realización de pruebas abreviadas con mejora.....	116
Tabla N° VI.6. Aplicación de Metodología para actualizar el plan de mantenimiento preventivo de las unidades Refuellers.....	121
Tabla N° VI.7. Plan de Mantenimiento Preventivo actual en las Unidades Refuellers.....	122
Tabla N° VI.8. Plan de Mantenimiento Preventivo Propuesto en las unidades Refuellers.....	123
Tabla N° VI.9. Plan de Adiestramiento de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para unidades Refuellers.....	125
Tabla N° VI.10. Características de estación de suministro de gasoil.....	127
Tabla N° VI.11. Aspectos técnicos de manguera para abastecimiento propuesta.....	132
Tabla N° VI.12. Aspectos técnicos del acople para manguera propuesto.....	133
Tabla N° VI.13. Aspectos técnicos de control de mando propuesto.....	135
Tabla N° VI.14. Características del soporte propuesto para sostener manguera de abastecimiento.....	136
Tabla N° VI.15. Tabla A y tabla carga/fuerza para la propuesta.....	140
Tabla N° VI.16. Tabla B y tabla agarre para la propuesta.....	141
Tabla N° VI.17. Tabla C y puntuación para la propuesta.....	142
Tabla N° VI.18. Nivel de Riesgo y acción propuesta.....	143
Tabla N° VI.19. Inversión Total requerida.....	144
Tabla N° VI.20. Flujos Monetarios.....	147

## ÌNDICE DE FIGURAS

Figura N° II.1. Método Reba. Grupo A.....	32
Figura N° II.2. Método Reba. Grupo B.....	33
Figura N° II.3. Proceso de Evaluación de Riesgos.....	43
Figura N° II.4. Etapas de la Evaluación de Riesgos.....	44
Figura N° IV.1. Avisos de entrada en tanque de almacenamiento.....	61
Figura N° IV.2. Vista de Planta.....	65
Figura N° IV.3. Cisterna Convencional.....	66
Figura N° IV.4. Análisis Visual “Claro y Brillante”.....	67
Figura N° IV.5. Análisis de Temperatura y Densidad.....	68
Figura N° IV.6. Medición Conductividad Eléctrica.....	69
Figura N° IV.7. Unidad Refueller.....	72
Figura N° IV.8. Conexión Antiestática.....	73
Figura N° IV.9. Prueba Capsulas Shell .....	74
Figura N° IV.10. Abastecimiento sobre el ala.....	75
Figura N° IV.11. Abastecimiento Bajo el ala.....	76
Figura N° IV.12. Ubicación equipo abastecedor.....	76
Figura N° V.1. Área de Recepción de la Planta.....	79
Figura N° V.2. Escalera Parte Posterior Cisterna.....	80
Figura N° V.3. Vista de Planta de los Recorridos.....	92
Figura N° V.4. Almacén de Insumos de la Planta.....	94
Figura N° V.5. Operario Realizando Abastecimiento.....	101
Figura N° V.6. Abastecimiento. Método Reba. Grupo A.....	103
Figura N° V.7. Abastecimiento. Método Reba. Grupo B.....	104
Figura N° VI.1 Tanque en desuso. Parte del mecanismo para tomar muestras.....	110
Figura N° VI.2 Representación del mecanismo propuesto para recolectar muestras.....	111
Figura N° VI.3. Filtro de recepción junto a espacio disponible para mecanismo	

recolector de muestras.....	112
Figura N° VI.4 Laboratorio para realizar pruebas abreviadas.....	115
Figura N° VI.5 Ubicación de mecanismo para recolección de muestras.....	117
Figura N° VI.6. Tanque para almacenar gasoil, disponible en planta de distribución Yagua.....	128
Figura N° VI.7. Surtidor y medidor propuesto para estación de suministro de gasoil.....	129
Figura N° VI.8.Manguera y acople propuesto para estación de suministro de gasoil.....	129
Figura N° VI.9.Ubicación de estación de suministro de gasoil.....	130
Figura N° VI.10.Manguera de abastecimiento actual y propuesta.....	133
Figura N° VI.11.Acople de manguera actual y propuesto.....	134
Figura N° VI.12.Control de mando de cabina de elevador actual.....	136
Figura N° VI.13.Soporte propuesto para sostener manguera de abastecimiento en cabina de elevador.....	137
Figura N° VI.14. Método Reba. Grupo A. Propuesta.....	138
Figura N° VI.15. Método Reba. Grupo B. Propuesta.....	139



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO EN LAS ÁREAS DE RECEPCIÓN Y DESPACHO EN LA PLANTA DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN, UBICADA EN LOS GUAYOS, ESTADO CARABOBO.**

**Tutor Académico:**

Ing. Silvia Sira

**Autores:**

Caro, Edwins C.I.: 18.060.607

Quevedo, Jesús C.I.: 19.589.401

**RESUMEN**

El presente Trabajo Especial de Grado se desarrolló en la Planta de Suministro de Combustible de Aviación Valencia, empresa ubicada al lado del Aeropuerto “Arturo Michelena” dedicada a la recepción de JET-A1 proveniente de la Refinería “El Palito” y el despacho del combustible a los aviones que arriban al aeropuerto. La investigación tiene como objetivo mejorar los métodos de trabajo en las áreas de recepción y despacho, con la finalidad de actualizar los procedimientos requeridos para el suministro de combustible. En la investigación se aplicó la metodología Estudio de Trabajo, la cual permitió registrar los tiempos y recorridos que le toma al operario realizar el muestreo para las pruebas de calidad del producto (JET-A1); examinar mediante la norma Covenin 4004:2002 y el método REBA, los riesgos asociados a la ejecución de cada una de las actividades; y establecer y examinar las propuestas que permitirán minimizar los costos y disminuir en un 75% el número de accidentes o trastornos musculoesqueléticos. Para lograr el cumplimiento de los objetivos trazados, se propuso el diseño de un mecanismo que permite recolectar las muestras de la unidad cisterna, la construcción de un laboratorio con el fin de realizar las pruebas de calidad del JET-A1, una metodología para la actualización del plan de mantenimiento preventivo de las unidades refuellers, un plan de adiestramiento de mantenimiento preventivo y correctivo para las unidades refuellers, la construcción de una estación de servicio para almacenar y despachar gasoil para uso interno y el remplazo de equipos para realizar abastecimiento a los aviones. Dichas mejoras requieren una inversión económica de Bs 66.918,17 y un tiempo de recuperación de 9 meses, lo que justifica la factibilidad económica del presente estudio.

**Palabras Clave:** Combustible JET-A1, Riesgos, Estudio de Trabajo.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la búsqueda de la mejora se ha convertido en un fin primordial para las organizaciones, con el propósito de evolucionar para dar respuesta a las cambiantes necesidades de sus clientes, mantenerse a la vanguardia ante sus competidores y alcanzar los beneficios esperados.

Venezuela es considerada como uno de los países con mayor producción de petróleo ocupando el quinto lugar y también es productor y exportador de productos derivados o relacionados. Los productos derivados en especial son aquellos que se originan a partir de un proceso de refinación del petróleo crudo y su exitosa distribución y despacho, es de vital importancia para los intereses de la industria local representada por Petróleos de Venezuela S.A (PDVSA).

PDVSA, como empresa motor de la industria petrolera nacional debe garantizar que sus productos cumplan con las exigencias de calidad requeridas y a la vez satisfacer las necesidades de sus clientes.

El propósito de esta investigación es evaluar los procesos realizados en las áreas de recepción y despacho de la Planta de Suministro de Combustible de Aviación PDVSA, para identificar las diferencias existentes entre la situación actual y la deseada, concebir el plan necesario para corregirlas, e implementar las acciones necesarias para solucionar los problemas existentes.

La metodología utilizada para el desarrollo de la investigación fue el estudio del trabajo que presenta una serie de pasos los cuales se siguieron para alcanzar los objetivos de este proyecto.

En el capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, formulación del problema, el objetivo general de la investigación, objetivos generales y específicos y la justificación de la investigación.

El capítulo II hace referencia a los antecedentes y bases teóricas en las que se cimentó el estudio.

El capítulo III explica la metodología empleada mediante el tipo y nivel de la investigación, las fuentes y técnicas de recolección de información conjuntamente con sus técnicas de procesamiento y análisis, además de las fases que siguió la investigación.

El capítulo IV detalla la situación actual de la planta describe, las herramientas que se utilizan, el área donde se desenvuelven y el proceso que llevan a cabo para el suministro de combustible de aviación.

En el capítulo V se realiza el análisis de la situación actual identificando, cuantificando los desperdicios existentes y estudiando las causas raíces de estos.

En el capítulo VI se plantean las diversas propuestas de mejoras con sus respectivas evaluaciones; que considera ventajas y desventajas que ocasiona su implementación. Luego, se calcula el tiempo de recuperación de la inversión considerando el costo que involucra la aplicación de todas las mejoras propuestas y los beneficios adicionales de cada una y por último se presentan las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### I.1. Planteamiento del Problema

Los cambios en la actualidad ocurren tan apresuradamente que casi son imperceptibles, y el éxito de las organizaciones sean éstas públicas o privadas está determinado por saber anticipar y adaptarse con facilidad a estos cambios, estableciendo mejoras que ayuden a las empresas a ser más eficientes y aportando a los clientes o usuarios la mayor satisfacción posible y garantía del producto, de modo que esto cree una serie de ventajas competitivas difíciles de imitar. En este ámbito se señala a Burgos (2009), donde dice:

“Lo que llamamos “progreso” en relación al desarrollo del hombre sobre la tierra, ha sido consecuencia de avances producidos a través de la búsqueda de la simplificación de las cosas inherentes a su vida. Cualquier sistema o producto puede caerse por su propio peso cuando su costo, o complejidad, superan el propósito para el cual han sido diseñados. De aquí que existe la necesidad de hacer una continua revisión de los diseños para comprobar su vigencia respecto a los cambios que pueda haberse producido una vez pasado el tiempo en que se hizo el diseño original.” (p. 57)

En este aspecto, se debe señalar que en Venezuela se requieren criterios técnicamente fundamentados que permitan soportar sobre bases sólidas, el diseño y ejecución de políticas y estrategias orientadas a mejorar el desempeño integral de las empresas, específicamente en el área industrial dentro de las organizaciones públicas.

Este es el caso de la planta de suministro de combustible JET-A1 de PDVSA ubicada en el Municipio Los Guayos del Estado Carabobo, la cual se encuentra a un lateral del Aeropuerto Internacional Arturo Michelena para abastecer los aviones que arriban al sitio. Dicho combustible es transportado a la planta mediante camiones con capacidad de treinta y ocho mil (38.000) litros, y antes de ser vaciados en los tanques de recepción, se realiza un análisis visual y químico para determinar el grado de pureza, temperatura, densidad y conductividad eléctrica con la intención de diagnosticar si el producto se encuentra dentro de las especificaciones preestablecidas en el Manual de Procedimientos de PDVSA.

Precisamente, en el proceso actual de toma de la muestra, no está cumpliéndose a cabalidad, poniendo en riesgo la integridad física de los operadores que allí laboran, pues cuando la cisterna convencional proveniente de la refinería llega al área de recepción, el operario (sólo con los lentes de seguridad puestos) asciende a una altura aproximada de tres (3) metros con la ayuda de una escalera dispuesta en la parte posterior de dicha cisterna. Una vez sobre esa superficie insegura, abre los 3 compartimentos, espera 20 minutos para que repose el combustible y con la ayuda de una jarra de vidrio toma una muestra a la vez de cada compartimento.

Adicionalmente, se observa que existe un problema de distribución de planta, ya que una vez que el operario desciende de la unidad cisterna con la muestra tomada, se dirige al laboratorio que se encuentra a 80 metros para realizar las pruebas abreviadas (al final estas pruebas son desechadas a un pequeño tanque de muestras). Se reciben de dos (2) a cuatro (4) cisternas convencionales por jornada laboral. Tomando en cuenta que cada una de ellas tiene tres compartimentos para tomar las muestras, entonces el operario debe caminar 80 metros de ida y 80 metros de vuelta, de 12 a 24 veces por jornada, para realizar las pruebas abreviadas, es decir, el operario realiza un sobre-recorrido a pie entre 960 y 1.920 metros aproximadamente, ocasionando retraso de 30

minutos dentro del proceso de recepción del combustible que debería durar cerca de 30 minutos.

En cuanto a lo anteriormente planteado, el sitio donde se realizan las pruebas abreviadas actualmente, es el almacén de insumos de la planta, en el cual se encuentran residuos de polvo que pueden alterar las características del producto, y materiales, herramientas e insumos que dificultan el proceso de análisis de la muestra, por lo que se hace necesario considerar la creación de un espacio adecuado para la toma y análisis de las muestras, que debe ser techado tal que se “proteja” la muestra de la brisa, la lluvia, o el mismo sol y que disponga de suficiente espacio para guardar los equipos utilizados y para realizar las pruebas de manera cómoda, rápida y sencilla. Cabe destacar que sólo si las 3 muestras están dentro de las especificaciones, se acepta el producto, luego, se vacía la cisterna para almacenar el JET-A1 en el tanque de recepción. Si el producto es rechazado, la cisterna debe regresar a la refinería.

Por otra parte, al momento de despachar, se observa un proceso no cumplido a cabalidad, lo cual implica una baja Velocidad de Respuesta, en virtud de que no se anticipan a la demanda, desmejorando el servicio, debido a que las Refueller (vehículos utilizados para transportar el combustible hacia el avión), nunca se encuentran llenas para despachar, sino que esperan la solicitud del pedido por parte del aeropuerto para realizar el llenado de las Refuellers y posteriormente trasladarse a surtir a los aviones, demorando aproximadamente 30 minutos, lo cual genera retrasos en los vuelos por más de 45 minutos, pérdidas económicas a la empresa y desgaste físico al operario.

De lo antes planteado también se debe citar el manual del operador para el abastecimiento de aeronaves (2007), el cual señala: “los camiones abastecedores “Refueller” se deben mantener llenos siempre que sea posible, de esta manera se minimiza la pérdida de tiempo, así como la condensación” (p. 51).

Por otra parte se observa la complejidad del operario al surtir el combustible en los aviones equipados con turbinas, ya que el acople entre la manguera y la boquilla del avión, es con rosca, lo que lo obliga a ejecutar movimientos de orden superior, cargando 15kgs (peso de la manguera) durante un tiempo de permanencia aproximado de 12 minutos hasta que concluya el llenado del combustible en el (los) tanque(s), ya que esta actividad la realiza un operario en promedio, de 2 a 5 veces durante su jornada laboral de 8 horas diarias, 5 veces a la semana, es decir, cada trabajador realiza dicha operación entre 10 y 25 veces por semana, que puede derivar en lesiones músculo-esqueléticas en el cuello, los hombros, el codo (provocando, por ejemplo, epicondilitis), en la mano/muñeca (ocasionando tendinitis o causando el síndrome del túnel carpiano), e incluso, aunque en menor proporción, provocando dolencias músculo-esqueléticas en la espalda, dada la repetitividad del proceso. Adicionalmente se observa que para despachar a los aviones, es necesario el uso de equipos específicos de seguridad tales como son los lentes de seguridad, tapa boca, arnés de seguridad, tapa oídos y solo disponen de estos últimos.

De igual manera, se observan fallas en la disposición de información de los riesgos laborales de los procesos de trabajo, ya que están desactualizados, todo ello por los cambios que ha sufrido la organización en los últimos años, y como se indicó anteriormente, en ella se da la interacción hombre-máquina; además se realizan trabajos manuales en donde la necesidad de aplicar fuerza y efectuar movimientos de orden superior, pueden producir lesiones representando un riesgo físico y mecánico considerable para el operador; asimismo, se presentan riesgos moderados por el contacto prolongado/repetido puede reseca la piel originando dermatitis, Por ingestión, la aspiración por los pulmones puede causar neumonía química que puede ser fatal, y la exposición prolongada a vapores/nieblas en concentraciones superiores al TLV recomendado, puede causar: dolor de cabeza, vértigo, náuseas, irritación de los ojos, vías respiratorias, garganta, vía digestiva, asfixia, inconsciencia o incluso la muerte.

Es de considerar que la planta dispone de sólo 3 unidades para transportar y surtir el combustible hacia los aviones (Refueller) y de acuerdo a los datos de placa de dichas unidades, deben utilizar Gasoil (cuesta 0.09 Bs/litro) para maximizar su eficiencia y su tiempo de vida, sin embargo, utilizan combustible JET-A1 que tiene un costo de 3.5 Bs/litro y puede ocasionar daños irreversibles a largo plazo, reduciendo su tiempo de vida útil, además, empleando para ello un costo mayor al utilizar JET-A1 en vez de Gasoil.

Por otra parte, estas unidades son reparadas en promedio cada 3 meses o cuando éstas sufren algún daño, por lo que se hace necesario crear un plan de mantenimiento preventivo para evitar que se dañen dichas unidades, lo cual sería crítico para la empresa ya que generaría pérdidas económicas a corto plazo.

Cabe citar a Hodson (1998) quien dice:

“los factores que rodean los procesos y operaciones más simples pueden ser muchos y variados. En consecuencia, cuando el trabajo se estudia como un todo, se harán pequeños avances hacia el mejoramiento de los métodos y la automatización. El primer paso de cualquier estudio que dé resultados es convertir el trabajo en las partes o elementos que lo conforman. Cada parte puede entonces considerarse como entidad aparte y el estudio del proceso u operación se traduce en una serie de estudios sobre problemas bastantes sencillos” (p. 3.23).

Entendiendo que la planta de Suministro de Combustible de aviación, necesita mejorar sus métodos de trabajo en las áreas de recepción y despacho mediante estrategias técnicas y operativas que corrijan tal situación problemática y que ayude a los trabajadores a que logren realizar y desarrollar sus labores de manera eficiente y sin riesgo alguno; mejorando las condiciones inseguras de trabajo, velando su integridad

física, optimizando la evaluación del producto y logrando la mejor calidad de servicio ofrecido mediante la distribución de combustible JET-A1.

Para ello se busca dar respuestas a las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las condiciones procedimentales requeridas para lograr mejoras en el proceso de suministro de combustible de aviación (JET-A1) en la planta de PDVSA ubicada en Los Guayos, Estado Carabobo? y ¿Cómo se podría mejorar los métodos de trabajo en la recepción y despacho de combustible de aviación?

## **I.2 Objetivos de la Investigación**

### **I.2.1. Objetivo General**

Proponer mejoras en los métodos de trabajo, en las áreas de recepción y despacho de la planta de suministro de combustible de aviación, con la finalidad de optimizar las actividades involucradas en el proceso.

### **I.2.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar mediante la metodología Estudio de Trabajo, el proceso de recepción y despacho de combustible de aviación (JET A1), para detectar las fallas en el proceso.
- Analizar las fallas detectadas en el diagnóstico, mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos, la matriz de riesgo y el Método Reba, para plantear las mejoras correspondientes.
- Proponer un plan de mejoras, para optimizar el proceso de suministro de combustible de aviación.

### **I.3 Justificación de la Investigación**

La ingeniería es el conjunto de conocimientos y técnicas científicas aplicadas a la creación, perfeccionamiento e implementación de estructuras (tanto físicas como teóricas), por lo que la aplicación de conocimientos profesionales en el ámbito técnico – operativo dentro del proceso de suministro de combustible de aviación, puede arrojar resultados positivos para la mejora del proceso generando beneficios dentro de la Organización mediante un desempeño total del trabajador con la disminución de riesgos laborales y el aprovechamiento de la infraestructura de la organización para la reducción de la carga de trabajo en cuanto a las pruebas de calidad del producto.

En el mismo sentido, se puede exponer que de acuerdo a los registros históricos de la planta, que los accidentes que ocurren día a día en los puestos de trabajo, traen como consecuencia pérdidas humanas y materiales; estos influyen en gran manera en la salud y en la tranquilidad de los trabajadores; así mismo, se ve afectada la productividad y funcionamiento de la empresa, por lo que la razón fundamental es optimizar el proceso de suministro de combustible de aviación dentro de la planta, con la intención de reducir los riesgos laborales y mejorando el servicio prestado al aeropuerto.

Desde el punto de vista teórico esta investigación es relevante por que estudia los procesos técnicos operativos aplicados en la actualidad y los posiblemente viables para la optimización del suministro de combustible de aviación., para asegurar el entorno laboral de los trabajadores según las leyes vigentes que rigen el área de estudio. Por otro lado en el aspecto práctico, el aporte radica en proporcionar a la organización un instrumento, que permite informar y formar a sus trabajadores sobre las condiciones adecuadas de trabajo.

Por último, este trabajo permite verificar los procedimientos respectivos de la empresa, así como el uso de técnicas, métodos y herramientas de carácter científico,

sirviendo de guía para otros investigadores que se interesen por continuar el estudio de esta línea de investigación.

#### **I.4 Alcance**

La investigación se fundamentó en la evaluación y desarrollo de métodos que permitan estandarizar el proceso, aplicación de metodologías que permitan lograr la eliminación de los métodos deficientes practicados y herramientas que ayuden a la planificación de las operaciones realizadas en la planta de suministro de combustible de aviación ubicada en Los Guayos, estado Carabobo.

#### **I.5 Limitaciones**

Unas de las principales limitaciones que se puedan presentar en la realización de este estudio es el tiempo, ya que se cuenta con cuatro (4) meses para desarrollarlo. También se pueden presentar obstáculos para la obtención de ciertos datos necesarios para el estudio, debido a la confidencialidad de la información por parte de la empresa. Asimismo se tiene que la información recopilada para la investigación es aportada por el supervisor de la empresa, el cual asiste 3 veces por semana, ya que los otros 4 días es rotado hacia otra (s) planta (s).

Por último, no se cuenta con suficientes recursos económicos como para financiar las pruebas de iluminación, ambiente térmico, ruido, polvo respirable, vapores orgánicos, entre otras evaluaciones que serían muy útiles para la determinación de los riesgos, esto debido a que la compra o alquiler de los equipos de medición tienen un costo elevado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO DE REFERENCIA**

#### **II.1 Antecedentes de la Investigación**

Mediante la realización de una continua revisión bibliográfica y documental, se han conseguido y ubicado una serie de antecedentes de gran utilidad e interés que dieron apoyo al desarrollo del presente estudio:

Escalante, Martínez y Pacheco (2008) en su Trabajo Especial de Grado titulado “Diseño de un programa de Higiene y Salud Industrial orientado a la prevención de accidentes laborales en la empresa Imosa Tubo-Acero” para optar al título de Ingeniería Industrial en la Universidad de Carabobo, se plantearon como objetivo principal diseñar un programa de Higiene y Salud industrial orientado a la prevención de accidentes laborales. La información fue recolectada mediante encuestas y entrevistas no estructuradas al personal de la planta, con la finalidad de analizar los diferentes accidentes mediante la matriz de riesgos, para crear la influencia del adiestramiento en el área con respecto a los actos y acciones inseguras que tienen los trabajadores.

Los aportes de la investigación anterior son significativos ya que ilustran el desarrollo paso a paso de la matriz de riesgos, además de ofrecer interesantes propuesta de mejora para los problemas encontrados, entre las que se encuentran las “5S” referidas a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras.

Castaños y Deibis (2006), en su Trabajo Especial de Grado titulado “Estrategias para disminuir los factores de insatisfacción laboral que inciden en el desempeño del factor humano. Caso: Planta de Distribución PDVSA Yagua” para optar al título de

Ingeniería Industrial en la Universidad de Carabobo, se trazaron como objetivo crear estrategias para disminuir en un 50% los factores de insatisfacción laboral.

Con el fin de establecer mejoras los autores implementaron diferentes propuestas, entre las que se encuentran: una redistribución de planta y la construcción de un dispositivo recolector de muestras de las unidades cisternas para disminuir la fatiga en los operarios.

Este proyecto brinda una guía en el diseño de dispositivos para la solución de problemas en el área de recepción, además de ofrecer orientación sobre las consideraciones necesarias para proponer un nuevo método de trabajo mediante una redistribución de planta

Martello (2005), En estudio de pasantía, el cual fue aplicado en las áreas productivas de la empresa Henkel Venezolana C.A., titulado “Análisis de Riesgos y operatividad de los procesos en las áreas de producción”. En dicho estudio, la autora se planteó como objetivo proponer mejoras en las áreas productivas de la empresa mediante el análisis los puntos críticos del proceso, para optimizar el proceso Para el análisis de la situación se empleó la metodología Estudio de Trabajo y herramientas como: estudio de cronometrado, indicadores de gestión, entre otras, con el propósito de identificar los problemas existentes en los procesos. Para mejorar la situación se plantearon las propuestas y su evaluación económica, entre las cuales se encuentran la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo.

La investigación mencionada se persiguen los mismos objetivos que la presente investigación: proponer mejoras para optimizar los procesos por medio de la metodología Estudio de Trabajo y haciendo uso de herramientas de mejora continua. Además, deja como aporte el hecho de efectuar estudios para satisfacer las medidas de seguridad dentro de cualquier organización.

## **II.2 Marco Teórico**

Las bases que se exponen a continuación conforman el fundamento teórico de la presente investigación, las mismas permitieron al investigador realizar una interpretación válida y confiable en forma cualitativa de los resultados arrojados, contribuyendo a la formulación de conclusiones y recomendaciones.

Cabe decir que para el mejor entendimiento del desarrollo de la investigación se comienza exponiendo sobre la ingeniería industrial, análisis de operaciones, así como control de calidad y seguridad e higiene ambiental parte básica del mismo. De igual forma se expone sobre la variable del combustible Jet-A1.

### **II.2.1. Ingeniería**

Es la concreción de una idea en la realidad, es decir que a través de técnicas, diseños y métodos, y con el conocimiento proveniente de las ciencias, la ingeniería puede resolver problemas y satisfacer necesidades humanas, en este ámbito también se podría determinar que es la aplicación de la inventiva y del ingenio para desarrollar cierta actividad, es decir puede simplificar un proceso con la creación de métodos y técnicas a través de herramientas. Para lo antes señalado se puede citar a Hodson (1996), donde dice que: “Los ingenieros necesitan conocer no solo el lenguaje y técnicas de análisis de costos para justificar los equipos y sistemas, sino que deben dominar las técnicas y herramientas matemáticas” (p. 1.9)

El mismo autor, señala sobre la ingeniería industrial que esta trata sobre el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipos, el cual requiere de conocimiento especializado y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar el resultado que se obtenga de dichos sistemas.

## **II.2.2. Indicadores de Gestión**

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar el éxito de un proyecto o una organización. Los indicadores de gestión suelen establecerse por los líderes del proyecto u organización, y son posteriormente utilizados continuamente a lo largo del ciclo de vida, para evaluar el desempeño y los resultados.

Los indicadores de gestión suelen estar ligados con resultados cuantificables, como ventas anuales o reducción de costos en manufactura.

### **➤ Tipos de indicadores de Gestión**

Según la UNE 66175 (2003), Existen diversas clasificaciones de los indicadores de gestión. Según los expertos en Contabilidad Gerencial, por ejemplo, los indicadores de gestión se clasifican en seis tipos: de ventaja competitiva, de desempeño financiero, de flexibilidad, de utilización de recursos, de calidad de servicio y de innovación. Los dos primeros son de "resultados", y los otros cuatro tienen que ver con los "medios" para lograr esos resultados.

Otros los clasifican en tres dimensiones: económicos (obtención de recursos), eficiencia (producir los mejores resultados posibles con los recursos disponibles) y efectividad (el nivel de logro de los requerimientos u objetivos). Otro acercamiento al tema de los indicadores de gestión es el Balanced Scorecard, que plantea la necesidad de hacer seguimiento, además de los tradicionales indicadores financieros, de otros tres tipos: perspectiva del cliente, perspectiva de los procesos y perspectiva de mejora continua.

Tradicionalmente, las empresas han medido su desempeño basándose exclusivamente en indicadores financieros clásicos (aumento de ventas, disminución de

costos, etc.). La gerencia moderna, sin embargo, exige al gerente realizar un seguimiento mucho más amplio, que incluya otras variables de interés para la organización.

➤ **Criterios para establecer indicadores de gestión**

Para que un indicador de gestión sea útil y efectivo, tiene que cumplir con una serie de características, entre las que destacan: Relevante (que tenga que ver con los objetivos estratégicos de la organización), Claramente Definido (que asegure su correcta recopilación y justa comparación), Fácil de Comprender y Usar, Comparable (se pueda comparar sus valores entre organizaciones, y en la misma organización a lo largo del tiempo), Verificable y Costo-Efectivo (que no haya que incurrir en costos excesivos para obtenerlo).

➤ **Propósitos y beneficios de los indicadores de gestión**

Podría decirse que el objetivo de los sistemas de medición es aportar a la empresa un camino correcto para que ésta logre cumplir con las metas establecidas. Todo sistema de medición debe satisfacer los siguientes objetivos:

- Comunicar la estrategia.
- Comunicar las metas.
- Identificar problemas y oportunidades.
- Diagnosticar problemas.
- Mejorar el control de la empresa.
- Identificar iniciativas y acciones necesarias.
- Facilitar la delegación en las personas.

**II.2.3. Análisis Ergonómico (Método Reba)**

El método REBA (Rapid EntireBodyAssessment) fue propuesto por SueHignett y Lynn McAtamney y publicado por la revista especializada AppliedErgonomics en el año 2000. El método es el resultado del trabajo conjunto de un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, que identificaron alrededor de

600 posturas para su elaboración. El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables.

Cabe destacar la inclusión en el método de un nuevo factor que valora si la postura de los miembros superiores del cuerpo es adoptada a favor o en contra de la gravedad. Se considera que dicha circunstancia acentúa o atenúa, según sea una postura a favor o en contra de la gravedad, el riesgo asociado a la postura. Para la definición de los segmentos corporales, se analizaron una serie de tareas simples con variaciones en la carga y los movimientos.

El método REBA es una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

### Tronco

Movimiento	Puntuación	Corrección	
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2		
20°-60° flexión > 20° extensión	3		
60° flexión	4		

### Cuello

Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
20° flexión o extensión	2		

### Piernas

Posición	Puntuación	Corrección	
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)	

Figura II.1. Método Reba. Grupo A

### Brazos

Posición	Puntuación	Corrección	
0-20° flexión/extensión	1	Añadir	
> 20° extensión	2		
20-45° flexión	3		
> 90° flexión	4	+ 1 si hay abducción o rotación + 1 elevación del hombro - 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad	

### Antebrazos

Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión > 100° flexión	2	

### Muñecas

Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-15°- flexión/extensión	1	Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral	
> 15° flexión/extensión	2		

Figura II.2. Método Reba. Grupo B

**Tabla II.1. Tabla A y tabla carga/fuerza**

<b>TABLA A</b>													
		<b>Cuello</b>											
		<b>1</b>				<b>2</b>				<b>3</b>			
<b>Piernas</b>		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Tronco</b>	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

<b>TABLA CARGA/FUERZA</b>			
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>+1</b>
inferior a 5 kg	5-10 kg	10 kg	instauración rápida o brusca

**Tabla II.2. Tabla B y Tabla agarre**

<b>TABLA B</b>							
		<b>Antebrazo</b>					
		<b>1</b>			<b>2</b>		
<b>Muñeca</b>		1	2	3	1	2	3
<b>Brazo</b>	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

<b>AGARRE</b>			
<b>0 - Bueno</b>	<b>1- Regular</b>	<b>2 - Malo</b>	<b>3 - Inaceptable</b>
Buen agarre y fuerza de agarre.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Tabla II.3. Tabla C y puntuación de la actividad**

TABLA C													
Puntuación A	Puntuación B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.												
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto.												
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.												

**Tabla II.4. Niveles de riesgo y acción**

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

### **Puntuación final**

Tal como se ha comentado anteriormente, a las 144 combinaciones posturales finales hay que sumarle las puntuaciones correspondientes al concepto de puntuaciones de carga, al acoplamiento y a las actividades; a partir de allí se obtiene la puntuación final REBA que está comprendida en un rango de 1-15, lo que nos indica el riesgo que

supone desarrollar el tipo de tarea analizado y los niveles de acción necesarios en cada caso

## **II.5. Estudio del Trabajo**

Según Kanawaty (1996):

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. Por tanto, el estudio del trabajo tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad. (p. 9).

El estudio de trabajo fue una herramienta útil e importante para esta investigación, ya que para realizar el análisis de la situación actual y determinar los problemas existentes en el área es necesario el análisis del proceso, el método de trabajo, el manejo de recursos de mano de obra, materia prima y maquinaria, para determinar los tiempos no productivos asociados a cada uno de estos elementos y determinar y plantear la manera de reducirlos.

Para realizar un estudio de trabajo es preciso recorrer ocho etapas fundamentales, las cuales se mencionan a continuación:

1. Seleccionar, el proceso, área o actividad objeto que se va a someter a estudio.
2. Registrar, o recolectar la información necesaria y relevante para el estudio, a través del uso de las técnicas más apropiadas para luego analizarlos.
3. Examinar, la información recolectada de manera objetiva para realizar críticas a los diferentes elementos que intervienen: máquina, método, mano de obra y los materiales.

4. Establecer, propuestas de mejora o un método estandarizado que sea el más económico, eficiente y que se adapte a las necesidades de todos los involucrados con la ayuda de los aportes realizados por dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas.
5. Evaluar, los resultados obtenidos con el establecimiento del nuevo método, beneficio, tiempo, cantidad de trabajo necesario, ergonomía, productividad, etc.
6. Definir, el nuevo método y establecer el tiempo promedio para éste. Se debe realizar una presentación de este nuevo método de manera verbal o escrita para darlo a conocer y demostrárselo a todas las personas a quienes concierne.
7. Implantar, el nuevo método, entrenando a las personas que lo van a llevar a cabo y al resto de los involucrados y realizar simulacros o prácticas.
8. Controlar, la aplica del nuevo objetivo y llevar un seguimiento de los resultados obtenidos comparándolo con los objetivos planteados.

En la presente investigación se tomaron en cuenta los pasos 1, 2, 3, 4 y 5 (selección, registro, examen, establecimiento y evaluación) para realizar el análisis de los problemas y proponer mejoras. El resto de los pasos serán realizados por la empresa una vez se les presenten las propuestas de mejoras de este trabajo.

### **II.2.7. Riesgos laborales**

Según la Norma Venezolana COVENIN, N° 2260 Programa de Higiene y Seguridad Ocupacional (2004) el riesgo se define como “la probabilidad de ocurrencia de un accidente de trabajo o de una enfermedad profesional”. Por su parte Vaquero y Ceña Callejo, (1996) en su libro Prevención de Riesgos Laborales: Seguridad, Higiene y

Ergonomía, explican que: “el riesgo es el conjunto de condiciones que con alguna probabilidad pueden dar lugar a la actualización del accidente”.

Por su parte Malchaire, (1998) en su libro *Lesiones de Miembros Superiores por Trauma Acumulativo Estrategia de Prevención*, definen riesgos como “el resultado de un desequilibrio entre lo que se le exige al sujeto que haga y su capacidad funcional”.

Así mismo Cortes (2001) en su libro *Seguridad e Higiene del Trabajo* relata:

Si bien el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española lo define como la «proximidad de un daño», en el contexto de la prevención de riesgos debemos entenderlo como la probabilidad de que ante un determinado peligro se produzca un cierto daño, pudiendo por ello cuantificarse. (P. 28)

De igual manera Cortes, habla de los diferentes factores de riesgos que existen y de los criterios utilizados para su clasificación, él explica que hay muchos tipos, pero solo cuatro de éstos son claves: “factores o condiciones de seguridad, factores de origen físico, químico o biológico o condiciones medioambientales, factores derivados de las características del trabajo, factores derivados de la organización del trabajo”.

#### ➤ **Tipos de Riesgos.**

Según Hackett y Robbins, (1984), en su *Manual Técnico de Seguridad* titulado “Prevención en Seguridad Industrial Primeros Auxilios”, explican que existen siete riesgos principales y que estos se dividen en Riesgos Eléctricos, Mecánicos, Químicos, relativos a los materiales biológicos, por radiación, Fuego y explosión y Fluidos criogénicos y gases comprimidos. A su vez, estos autores explican uno a uno los riesgos mencionados, aclarando que:

Los riesgos como consecuencia de la electricidad se dividen en dos categorías generales: 1.) A las personas: por descarga eléctrica; por quemaduras directas, y por lesiones secundarias consecuencia de descargas no mortales. 2.) A las propiedades: consecuencia de fuegos y explosiones (los que también pueden dar lugar a lesiones personales). (P. 5).

En el mismo orden de ideas, se encuentran los riesgos de carácter mecánicos, que no son más que accidentes o incidentes que pudieran suscitarse como consecuencia de la interacción hombre-maquina, esto se refiere al momento de operar una maquina o al tener contacto con esta.

Por otra parte, los riesgos de fuego y explosiones son también conocidos como riesgos de incendio, estos pueden provocar lesiones, accidentes, incidentes y hasta pérdidas materiales y humanas de grandes escalas, este se da como resultado de cualquier actividad que involucre simultáneamente los tres componentes del triángulo del fuego, los cuales son el oxígeno, el calor y cualquier agente material que sirva como combustible. Si el triángulo está incompleto no puede producirse fuego, “la reacción de combustión se basa en el oxígeno del aire, al reaccionar aquél con un material inflamable tal como la madera, las ropas, el papel, el petróleo, los solventes, entre otros”.

Cortés, (2001) en su libro Seguridad e Higiene del Trabajo, habla sobre lo que denomina factores de origen físico, factores de origen químico y factores de origen biológico, o en su diferencia el término que se ha venido manejando hasta ahora “Riesgo”.

**Factores de origen físico:** Los factores de origen físico ambientales pueden dar lugar a diferentes tipos de enfermedades profesionales o accidentes como consecuencia de:

1. Permanencia del trabajador durante prolongados periodos de tiempo a niveles de presión sonora excesivos (sordera profesional), que puede dar lugar a otras repercusiones fisiológicas (aumento del ritmo cardiaco, aceleración del ritmo respiratorio, reducción de la actividad cerebral.).
2. Permanencia del trabajador durante largos periodos de tiempo a elevadas temperaturas (deshidratación, golpe de calor.).

3. Exposición a radiaciones ionizantes (quemaduras, hemorragias, cánceres, etc.) o radiaciones no ionizantes (cataratas, conjuntivitis, inflamación de la córnea, entre otros.). (P. 31)

**Factores de origen químicos:** Los factores ambientales de origen químico pueden dar lugar a diferentes tipos de enfermedades profesionales como consecuencia de exposición a contaminantes tóxicos, los cuales pueden producir efectos:

1. Corrosivos (destruyen los tejidos sobre los que actúan).
2. Irritantes (irritan la piel o las mucosas en contacto con el tóxico).
3. Neumoconióticos (producen alteración pulmonar por partículas solidas o polvos).
4. Asfixiantes (producen desplazamiento del oxígeno del aire).
5. Anestésicos y narcóticos (producen depresión en el sistema nervioso central).
6. Cancerígenos, mutógenos y teratógenos (pueden producir cáncer, modificaciones hereditarias y malformaciones del feto..
4. Sistémicos (producen alteraciones en determinados sistemas- hígado, riñones.

**Factores de origen biológico:** Los factores ambientales de origen biológico pueden dar lugar a diferentes tipos de enfermedades profesionales como consecuencia de exposición a contaminantes biológicos:

1. Bacterias (tétanos, brucelosis, tuberculosis, etc.).
2. Parásitos (paludismo, toxoplasmosis, etc.).
3. Virus (hepatitis, rabia, etc.).
5. Hongos (pie de atleta). (P. 31)

Ahora bien, dentro de la clasificación de riesgos también se encuentra, lo que hoy en día, se conoce como Riesgos Psicosociales y Riesgos Dis-ergonómicos. Por su parte, se entiende por Ergonomía una tecnología de aplicación práctica e interdisciplinaria, fundamentada en investigaciones científicas, que tiene como objetivo la optimización

integral de sistemas Hombres-Máquinas, esto quiere decir que busca la comodidad de los hombres al momento de operar o de trabajar con estas. El término Dis-ergonómico, podría decirse que es una desviación de lo aceptable como ergonómico.

Así mismo, los Riesgos Psicosociales son todos aquellos que derivan de las insatisfacciones laborales, un ejemplo de esto puede ser: sobrecarga de trabajo, ambigüedad de rol, grandes responsabilidades, hostigamiento psicológico laboral o acoso por parte de superiores y hasta por parte de los compañeros de trabajo, un ritmo de trabajo fuerte e impuesto, entre otros.

➤ **Evaluación de riesgos.**

Según la Ley Orgánica de Prevención Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (2005), define como evaluación de riesgo “el Proceso dirigido a estimar las consecuencias de un peligro, para que la organización este en condiciones de tomar una decisión sobre la necesidad de adoptar medidas de mitigación para ese riesgo”.

Por otra parte, la comisión europea en su edición sobre “directrices para la evaluación de riesgo en el lugar de trabajo”, establece que la evaluación de riesgo “es el proceso de valoración de riesgo que entraña para la salud y seguridad de lo trabajadores la posibilidad que se verifique un determinado peligro en el lugar de trabajo”. Con la evaluación de riesgo, se alcanza el objetivo de facilitar al empresario la toma de medidas adecuadas, para poder cumplir con su obligación de garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores. Comprende estas medidas:

- Prevención de los riesgos laborales
- Información a los trabajadores.
- Formación de los trabajadores.
- Organizar y medios para poner en práctica las medidas necesarias.

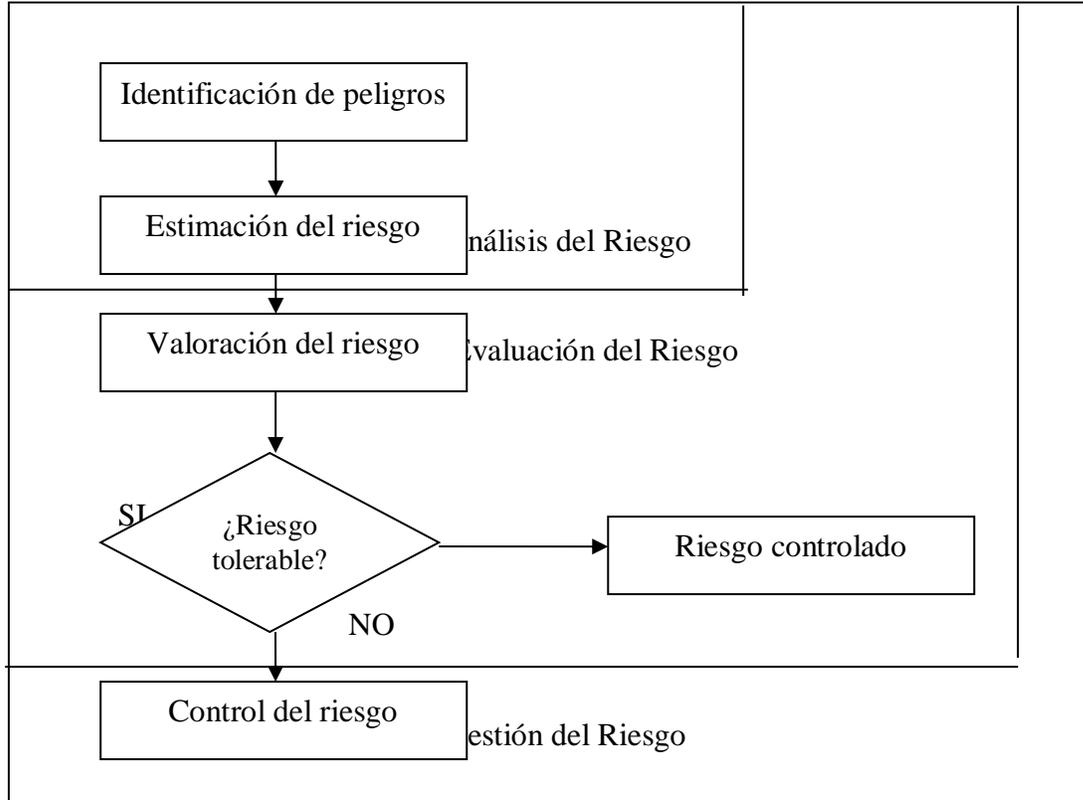
Con la evaluación de riesgos se consigue:

- Identificar los peligros existentes en el lugar de trabajo y evaluar los riesgos asociados a ellos, a fin de tomar las medidas que deben tomarse para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Poder efectuar una elección adecuada sobre los equipos de trabajo, los preparandos o sustancias químicas empleados, el acondicionamiento del lugar de trabajo y la organización de este.
- Comprobar y hacer ver a la administración laboral, trabajadores y a sus representantes que se han tenido en cuenta todos los factores de riesgos y que la valoración de riesgos y las medidas preventivas están bien documentadas.
- Comprobar que las medidas preventivas adoptadas tras la evaluación garantiza un mayor nivel de protección de los trabajadores”.

➤ **Evaluación de Riesgos, según la Norma COVENIN 4004-2000**

En el proceso de evaluación de riesgos se dan varias etapas las cuales son:

- Identificar el peligro.
- Estimar el riesgo, valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro.
- Cuantificar el riesgo, el análisis anterior proporciona la información necesaria para conocer la magnitud del riesgo.
- Valoración del riesgo, se compara el valor obtenido con el tolerable y se emite un juicio sobre el riesgo en cuestión.
- Decisión.

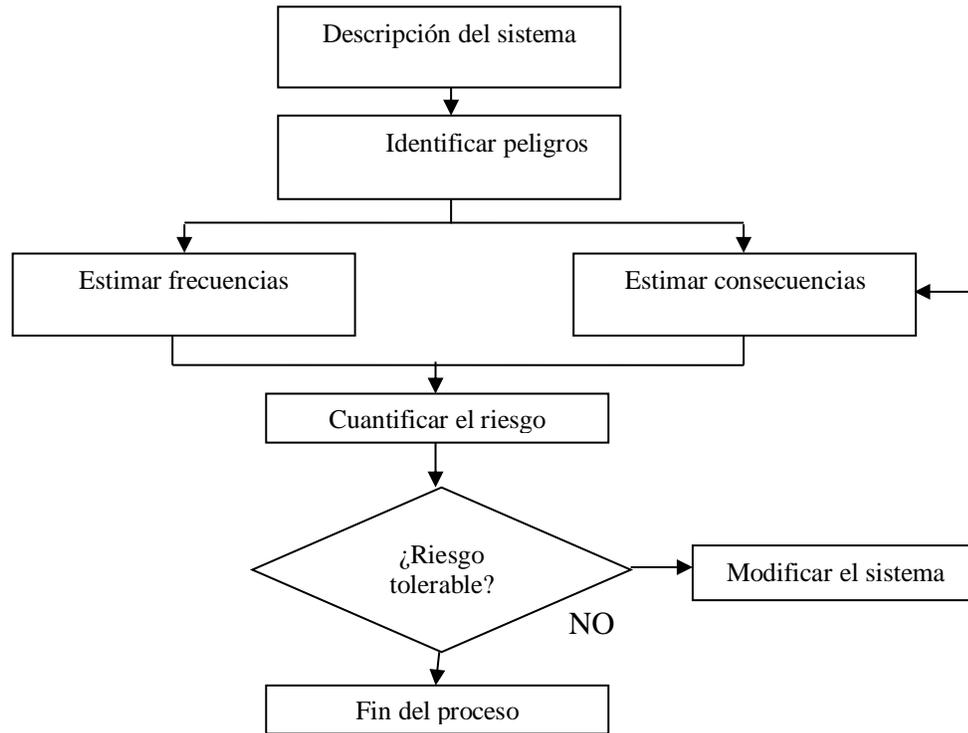


**Figura II.3. Proceso de Evaluación de Riesgos**

### **Análisis de Riesgos**

En la identificación de peligros se deben preguntar tres cosas:

- a) ¿Existe una fuente de daño?, b) ¿Quién puede ser dañado? Y c) ¿Cómo puede ocurrir el daño?
- Estimación del riesgo: Para cada peligro detectado debe estimarse el riesgo, determinando la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el hecho.
- Severidad del daño: Para determinar la severidad del daño, debe considerarse:
  - a) Partes del cuerpo afectadas. b) Naturaleza del daño, clasificándolos desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.
- Probabilidad de que ocurra el daño: La probabilidad de que ocurra el daño se puede clasificar desde baja hasta alta.



**Figura II.4. Etapas de la Evaluación de Riesgos.**

**Tabla II.5. Matriz de Riesgo**

Matriz de Riesgo		Severidad (Consecuencias)		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
Probabilidad	Baja	Riesgo Trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
	Media	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante
	Alta	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable

**Fuente: Norma COVENIN 4004-2000**

### ➤ **Criterios de Evaluación**

Los criterios del análisis de los riesgos según asociación sin fines de lucro (Mutua) denominada FREMAP-MAPFRE (España), para la evaluación inicial de riesgo (Análisis de Prevención), es el siguiente:

#### ➤ Probabilidad de que ocurra el daño:

**Alta:** El daño ocurrirá siempre o casi siempre.

**Media:** El daño ocurrirá en algunas ocasiones.

**Baja:** El daño ocurrirá rara vez.

#### ➤ Consecuencias:

**Ligeramente Dañino:** Cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo, dolor de cabeza.

**Dañino:** Quemadura, conmociones, fracturas menores, dermatitis, trastornos musculares-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

**Extremadamente Dañino:** Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

### **Clasificación de los Riesgos:**

**Trivial:** No requiere acción específica.

**Tolerable:** No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.

**Moderado:** Se debe hacer esfuerzo para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas, las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado a consecuencias extremadamente dañinas. Se precisará una acción posterior para establecer, con más

precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejorar las medidas de control.

**Importante:** No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlarlo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.

**Intolerable:** No debe ni comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducirlo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse la ejecución de la tarea.

### **II.3 Marco Conceptual**

**Accidentes de Trabajo:** Un accidente de trabajo es toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena.

**Accidentes:** Se define como accidente cualquier suceso que, provocado por una acción violenta y repentina ocasionada por un agente externo involuntario, da lugar a una lesión corporal.

**Actividad:** Se entienden por Actividad Física todos los movimientos naturales y/o planificados que realiza el ser humano obteniendo como resultado un desgaste de energía

**Aforo:** Proceso para determinar la capacidad total del tanque, o las correspondientes capacidades parciales a diferentes alturas

**Condiciones inseguras:** Son las instalaciones, equipos de trabajo, maquinaria y herramientas que NO están en condiciones de ser usados y de realizar el trabajo para el cual fueron diseñadas o creadas y que ponen en riesgo de sufrir un accidente a la o las personas que las ocupan.

**Decantación:** Es un método mecánico de separación de mezclas heterogéneas, estas pueden estar formadas por un líquido y un sólido, o por dos líquidos. Es necesario dejar reposar la mezcla para que uno de los líquidos se sedimente, es decir, descienda y sea posible su extracción por acción de la gravedad.

**Dis-ergonómico:** La disergonomía, es la desviación de lo aceptable como ergonómico confortable para el trabajador.

**Drenajes:** Procesos para extraer el agua del tanque. Por seguridad, la apertura del drenaje del recinto debe poder hacerse siempre desde el exterior del muro de contención, para recuperar el producto en caso de rotura del tanque.

**Enfermedad Ocupacional:** Se entiende por enfermedad ocupacional, los estados patológicos contraídos o agravados con ocasión del trabajo o exposición al medio en el que el trabajador o la trabajadora se encuentra obligado a trabajar, tales como los imputables a la acción de agentes físicos y mecánicos, condiciones disergonómicas, meteorológicas, agentes químicos, biológicos, factores psicosociales y emocionales, que se manifiesten por una lesión orgánica, trastornos enzimáticos o bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporales o permanentes.

**Ergonomía** es una palabra compuesta por dos partículas griegas: *ergos* y *nomos* las que significan - respectivamente - *actividad* y *normas* o *leyes naturales*. Una traducción literal sería la de **las normas que regulan la actividad humana**.

**Factor de riesgo:** Es el elemento o conjunto de elementos que estando presente en las condiciones de trabajo, puede desencadenar una disminución en la salud del trabajador.

**Herramienta:** Cualquier instrumento o accesorio de uso manual o mecánico empleado en ingeniería, manufactura, albañilería, construcción, carpintería y metalistería o herrería y otras actividades

**Incidente:** Hecho o evento no deseado sin pérdidas materiales y humanas

**Laboratorio:** Lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico, tecnológico o técnico; está equipado con instrumentos de medida o equipos con que se realizan experimentos, investigaciones o prácticas diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique.

**Lesiones:** Se denomina **lesión muscular** a una anomalía generalmente dolorosa producida en los músculos como consecuencia de golpes externos o sobreesfuerzos.

**Proceso:** Un proceso (del latín *processus*) es un conjunto de actividades o eventos que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice.

**Pruebas Abreviadas:** Conjunto de pruebas realizadas a las muestras tomadas de las cisternas. Dichas pruebas son: claro y brillante, densidad, temperatura y conductividad eléctrica

**Refueller:** Vehículo automático utilizado para almacenar, transportar y suministrar combustible JET-A1. Posee elevador automático, para facilitar el despacho a los aviones

**Servicio:** Organización y personal destinados a cuidar intereses o satisfacer necesidades del público o de alguna entidad oficial o privada.

**Termo-hidrómetro:** Instrumento que sirve para medir la temperatura y la densidad relativa de un producto líquido.

**Turbocombustible:** Es un combustible que se utiliza para que funcionen las turbinas de aviones y helicópteros, tiene un alto octanaje, mayor que el de las gasolinas.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Para toda investigación es necesario delimitar todos y cada uno de los procedimientos de orden metodológico, a través de los cuales se intenta dar respuesta a las interrogantes objeto de investigación.

#### **III.1 Nivel y Diseño de la Investigación**

En función de los objetivos en referencia a la propuesta de estrategias técnicas y operativas para la mejora en los métodos de trabajo, del proceso de suministro de combustible de aviación en las áreas de recepción y despacho, planta PDVSA ubicada en Valencia Estado Carabobo, es de tipo descriptivo, amparado en un proyecto factible. Según Hernández, y otros, (2006) “Los estudios descriptivos “miden de manera independiente los conceptos o variables a los que se refieren”. (p. 46).

Esto quiere decir para la presente investigación que el propósito principal es describir los problemas existentes dentro del área de recepción y despacho de combustible de aviación, para así llegar a la conclusión y a las posibles soluciones mediante la aplicación de un proyecto factible.

Cabe señalar, que en el Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, (2006), define como proyecto factible una “investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de

Asimismo, se define dentro de la modalidad Documental y campo, ya que se empleó el método de recopilación y tratamiento de datos a fin de profundizar en el estudio del tema propuesto y cubrir los posibles ángulos de exploración.

Según Balestrini (1997)

“las investigaciones de campo permiten establecer una interacción entre los objetivos y la realidad de la situación de campo, observar y recolectar los datos directamente de la realidad, profundizar en la comprensión de los hallazgos encontrados con la aplicación de los instrumentos y proporcionarle al investigador una lectura de la realidad objeto de estudio más rica en cuanto al conocimiento de la misma”. (p.119)

De igual manera, se utilizó el método inductivo, y mediante el análisis se llegó a las conclusiones, donde el autor juega un papel importante, ya que realiza sugerencias dentro del trayecto investigativo para luego llegar a una conclusión de su opinión general del caso estudiado.

### **III.2 Unidad de Análisis**

Para efectos de la presente investigación la unidad de análisis estuvo conformada por las áreas de recepción y despacho ubicadas en la planta de PDVSA para el suministro de combustible de aviación JET-A1, localizada en Los Guayos Estado Carabobo

### **III.3 Fuente y Técnicas para la Recolección de Datos**

Según Maurice, (2.002). Las técnicas son las representadas por habilidades, métodos y procedimientos aplicados al desarrollo de la investigación: los instrumentos, las herramientas y equipos que fueron de apoyo para el alcance de los resultados esperados. (p.201).

Entre las técnicas utilizadas se destacó la observación, tal como lo expresa Zorrilla, (1992): “La observación se realiza por medio de los sentidos, en ocasiones también se auxilian de instrumentos científico con los cuales puede darse mayor precisión a un objeto estudiado, ya que esta técnica descubre y pone en evidencia las condiciones de los fenómenos estudiados” (p. 127). El tipo de observación específica,

fue la indirecta, con el propósito de conocer la situación actual. Dicha modalidad consistió en observaciones que permitieron el análisis de los elementos que conforman el objetivo general del presente estudio.

Para la presente investigación se utilizó el instrumento de lista de chequeo, observación directa y por último la entrevista no estructurada. Adicionalmente fueron aplicadas las siguientes fuentes de recolección primaria:

**Registros Históricos de la Empresa:** Fueron utilizados para obtener información acerca del funcionamiento de equipos y herramientas utilizadas en la planta, además de datos de tiempos de ciclo de los procesos de recepción y despacho actuales que permitieron identificar los desperdicios presentes.

**Documentos:** fueron utilizados para complementar la investigación con conceptos, definiciones de las metodologías y herramientas que fueron usadas en el estudio. Entre ellos están trabajos especiales de grados, textos y documentos en línea.

#### **III.4 Diseño de Instrumentos para la Recolección de Información**

La entrevista no estructurada es una de las técnicas que más se utiliza en el proceso de recolección de datos. Al respecto, sostiene Hernández y otros (1998), que la entrevista “trata de requerir información a una persona o grupo, acerca de los problemas en estudio, para luego mediante un análisis cualitativo y cuantitativo, sacar las conclusiones que se correspondan con los datos recogidos”

#### **III.5 Técnicas de Procesamiento y Análisis de la Información**

Para el análisis de datos se realizará en función de las bases teóricas y los objetivos planteados, lo que orientará a darle a la información un sentido significativo dentro del estudio. La técnica que se utilizará será el análisis cuantitativo y cualitativo. Hernández y otros, (1998) refiere al análisis cualitativo como el que se procede a hacer con la información de tipo verbal que de un modo general se ha recopilado mediante las

guías o fichas de registro de información. Para el análisis cuantitativo de los resultados se presentó con los elementos informativos obtenidos en la entrevista no estructurada y se complementó con lo evidenciado en las observaciones, para expresar visualmente los valores numéricos que aparecieron en los cuadros.

### **III.6. Fases de la Investigación**

Para la elaboración del estudio a nivel de la evaluación técnico operativo del suministro de combustible Jet A1, se diseñó una metodología de trabajo, con el fin de simplificar en lo posible la realización de este y así conseguir la información más objetiva y exacta posible. Este método está dividido en las siguientes fases:

#### **Fase I: Diagnóstico de la Situación Actual.**

En esta etapa se hizo el levantamiento de toda la información pertinente para determinar los problemas existentes en la línea de producción de ventanas, por medio de observación directa y entrevistas con: el supervisor y los operadores. Esta información se complementó con los registros históricos suministrados por la empresa y con otras fuentes secundarias. Los datos obtenidos permitieron identificar las actividades y elementos críticos que afectan el desempeño del proceso.

#### **Fase II: Análisis de la Situación Actual**

Se realizó un estudio y análisis de todos los procesos y a cada uno de sus elementos con el fin de determinar las causas que originan los problemas existentes a nivel ergonómico. También, para realizar el análisis de la situación actual se utilizaron herramientas de Ingeniería de Métodos que permitieron organizar y clasificar la información obtenida con el fin de procesarla de manera ordenada y obtener resultados ajustados a la realidad que permitieron llevar a cabo las fases siguientes.

### **Fase III: Generar Propuestas de Mejora**

En esta fase se desarrollaron las propuestas y se tomó la decisión de cuáles de éstas garantizan la solución del problema por el cual se ha realizado la investigación. Pueden existir diversas propuestas de solución para un determinado problema, pero siempre es importante evaluarlas para establecer cuál de todas es la que mejor se adapta y trae mayores beneficios a todos los afectados. Para ejecutar esta fase, se analizaron cada una de las causas y se determinó la mejor manera de solucionarlos teniendo como apoyo los conocimientos de los operadores.

También, en esta fase, se determinaron las condiciones procedimentales requeridas para lograr mejoras técnicas y operativas en el proceso de suministro de combustible de aviación.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **PASO 1: SELECCIONAR**

El área seleccionada para llevar a cabo la investigación fue toda la empresa, la cual está dividida en dos áreas: recepción y despacho.

#### **IV.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

El JET A1 es un combustible recuperado proveniente del rango de la fracción del Kerosene, cuidadosamente elaborado para presentar excelentes propiedades a temperaturas bajas y de combustión, ya que su alto punto de inflamación y bajo punto de congelación, le permiten un adecuado funcionamiento en este intervalo de temperaturas. Satisface los requisitos de la norma venezolana COVENIN 1023 y es usado como combustible en aviones equipados con turbinas.

En cuanto a la descripción del compuesto: éste es una mezcla de hidrocarburos parafínicos, cicloparafínicos, aromáticos y olefínicos, donde predominan el Número de átomos de carbono en el intervalo C8 a C16. También puede contener uno o más de los siguientes aditivos: antioxidantes, desactivadores metálicos, disipadores de corriente estática, inhibidores de corrosión.

##### **IV.1.1 Características:**

- Temperatura :70°F
- Apariencia: claro y brillante (visual)
- Densidad Relativa @15,6 °C : 0,800

- Gravedad API @15,6 °C : 45,4 °API
- Punto Inflamación: 41°C
- Punto Congelación: -47 °C
- Viscosidad cinemática @-20°C: 6,5 cSt
- Poder Calorífico: 10,315 cal/g
- Acidez total: 0,045 mgKOH/g
- Azufre: 0,15 %P
- Mercaptanos: 0,0008 %P
- Aromáticos: 18% V
- Olefinas: 3% V
- Corrosión a la lámina de cobre: 1 (adimensional)
- Punto de humo: 25mm.

#### **IV.1.2 Contaminación de los combustibles de aviación.**

El combustible de aviación JET-A1 puede contaminarse durante el transporte o mientras se encuentran en la instalación de suministro. Dicha contaminación puede ocurrir de tres formas:

- 1) Al entrar en contacto con otros productos (cantidades residuales que se quedan en los tanques, tuberías, vehículos o aditivos que se utilizan en otros productos), los cuales pueden afectar sus propiedades aunque sean en pequeñas cantidades.

- 2) Otra forma como se puede contaminar el combustible, es con el agua de los procesos de refinería, de la condensación del agua contenida en el aire húmedo en los tanques, vehículos abastecedores, o del agua que entra a los tanques de almacenamiento o a los vehículos durante una fuerte lluvia o mientras estos se limpian. Cabe destacar que cualquier combustible puede contener cierta cantidad de agua disuelta, ya que, entre mayor sea la temperatura del combustible, mayor será la cantidad de agua que pueda disolver [a 15° C(60° F) el combustible JET-A1 puede retener aproximadamente 80 partes por millón].
  
- 3) Un tercer tipo de contaminante en los combustibles es el de origen sólido, algunas veces llamado “partículas”. Normalmente se trata de polvo que se encuentra en el aire y que se introduce en los vehículos o en los tanques de almacenamiento a través de los respiraderos; también puede ser óxido y herrumbres de las tuberías de los tanques.

Dondequiera que exista la posibilidad de que ocurra cualquier tipo de contaminación, se debe realizar análisis visual, análisis de conductividad eléctrica, la prueba de capsula detectora de agua, la prueba de membrana filtrante y la prueba de densidad (o gravedad específica) para asegurarse que no existe contaminación. Es importante que los resultados de estas pruebas sean comparadas con los resultados del Certificado de Calidad de Refinería (CCR) o del Recertificado de Calidad (RC) entregado por la planta de distribución, para determinar si existe contaminación o no. Si el producto coincide con los resultados del CCR o RC, el producto es aceptado y es almacenado en el tanque que se encuentra en servicio, de lo contrario, cuando el producto no cumple con los límites de las especificaciones, se encuentra contaminado y no está en condiciones para ser utilizado, por lo que se debe emitir un Reporte de No Conformidad (RNC) y la unidad cisterna debe ser devuelta a la refinería.

## IV.2 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

En las siguientes tablas (VI.1 y VI.2) se muestran los materiales y equipos utilizados durante todo el proceso, en las áreas de recepción y despacho. Dichas tablas incluyen las características, las dimensiones y una imagen del material/equipo.

**Tabla IV.1 Materiales**

Material	Características	Dimensiones	Imagen
Kolorkut Agua	Crema para detectar Agua en el producto.	Presentación en un tubo de 85g (3oz)	
KolorKut JET A1	Crema para detectar Combustible, es decir para descartar la presencia de agua.	Presentación en un envase de 100g	

**Tabla IV.2 Equipos**

Equipo	Características	Dimensiones / Capacidad	Imagen
Elevador	Viene incorporado al Refueller, incluye cabina	Altura máxima, Hasta 4.50m de altura, soporta un peso de 400kg	

**Tabla IV.2. Equipos**

<p>Refueller</p>	<p>3 Camiones Cisterna, automáticas, con sistema de frenado INTERLOCK</p>	<p>2.5m de ancho, 3m de alto y aprox 14m de largo, capacidad 19.000 lts (unidades 647 y 701) y 16m de largo, capacidad 38.000lts (unidad 702)</p>	
<p>Tanque</p>	<p>2 tanques gemelos (1 para la recepción y el otro para el despacho)</p>	<p>De techo fijo, 12.66m de altura y 9.2m de diámetro. Capacidad Nominal 800.000 lts, y Capacidad Utilizada 750.000 lts</p>	
<p>Conductímetro</p>	<p>Dispositivo electrónico que Mide la Conductividad eléctrica del producto.</p>	<p>Calibrado para el producto Jet A1 psi/min. Entre 50 y 450 psi/min.</p>	
<p>EPP</p>	<p>Casco, Lentes, Tapa oídos, Botas de seguridad.</p>	<p>Todos los operarios tienen por lo menos 2 juegos de EPP.</p>	
<p>Filtros</p>	<p>Para filtrar las impurezas del JET-A1 y para que el producto sea transportado hacia los tanques (recepción) o hacia las refuellers (despacho) sin</p>	<p>2 filtros idénticos (uno para cada área). 1.50 m x 1.50 m</p>	

## IV.2.1 Tanques de Almacenamiento

### ➤ *Llenado del tanque y medición del nivel de producto*

Cuando se esté llenando un tanque vacío, el compartimiento de una cisterna o de un camión abastecedor, el caudal inicial debe mantenerse a bajo flujo hasta que el punto de carga quede sumergido, esto permite minimizar la posibilidad de generar una carga eléctrica excesiva y vapor en el producto, lo cual alteraría las características del producto, trayendo como consecuencia el rechazo del mismo.

Para garantizar el óptimo funcionamiento de las carcazas de los filtros se debe cumplir lo siguiente:

- 1) Se deben llenar con precaución y lentamente.
- 2) Se debe purgar todo el aire de las carcazas durante la descarga para permitir la disipación de la carga eléctrica.
- 3) se deben realizar la aforación y toma de muestra en los tanques por lo menos 30 minutos después de haber descargado la unidad cisterna.

Esta restricción no se considera necesaria si el producto tiene una conductividad mayor a los 50psi/min (medido con el conductímetro).

### ➤ *Tanques en reposo-drenaje-puesta en servicio*

Después que los tanques de almacenamiento han recibido el producto, se coloca un aviso de reposo en la válvula de salida, o una indicación en el sistema de operación del tanque hasta que el producto sea autorizado para ser puesto en servicio (Ver figura IV.1).

Para los tanques de almacenamiento con succión flotante (como los de la planta en estudio), se debe cumplir con un tiempo de reposo de 3 horas. Una vez que se haya cumplido dicho tiempo, se debe drenar el agua asentada en el fondo del tanque, por lo

menos una vez al día para mantenerlos libres de agua. Se debe tomar muestras al tanque y realizar un análisis visual con una cinta métrica el cual es untado con la crema kolorkut (para detectar agua o combustible).

Para garantizar el drenaje adecuado de los tanques gemelos de almacenamiento, mientras uno de ellos se encuentra operativo para la entrada de combustible, el otro se encuentra bloqueado para dicha operación. Cabe destacar que el tanque que está recibiendo el producto, no debe despachar, y el tanque que tiene bloqueada la entrada de combustible, puede realizar el despacho, de esta manera se garantiza el tiempo de reposo de cada tanque y la continuidad del proceso. Este proceso se realiza alrededor de 4 veces por jornada; es decir, tantas veces como cisternas lleguen a la planta.



Tanque en reposo (No disponible para recibir combustible)



Tanque operativo (Disponible para recibir combustible)

**Figura IV.1. Avisos de entrada de JET-A1 en tanques de almacenamiento.**

#### **IV.2.2 Filtros**

Diariamente se debe realizar un análisis visual a la muestra tomada de los drenajes del filtro, el cual se debe encontrar bajo presión, para verificar que no haya presencia de agua o de sedimentos. Los resultados deben ser registrados y si existe una cantidad importante de contaminación, se debe investigar la razón y reportar el caso a la supervisión de la instalación.

Semanalmente se debe leer y registrar la presión diferencial y obtener el caudal que pasa por el filtro en cuestión. Si esto no es posible; entonces se debe medir el flujo máximo permitido. Es importante realizar lecturas semanales sucesivas con aproximadamente el mismo flujo.

**Tabla IV.3 Herramientas**

<b>Herramientas</b>	<b>Características</b>	<b>Dimensiones / Capacidad</b>	<b>Imagen</b>
Jarra	Jarra de vidrio, resistente al calor, para tomar la muestra por el tope.	60cm de alto y 15cm de diámetro. Capacidad de 2lts aprox.	
Manguera	Manguera con recubrimiento de Goma, lona y tela	18m de largo y de diámetros 2" y 1 1/4" dependiendo del acople (acople rápido o pico pistola)	
Escalera	Posee topes de seguridad en las patas. Se usa en forma de A solo para avionetas.	Altura de 1.5m y soporta hasta 150kg	
Cinta métrica	Cinta de acero inoxidable, con cinta antiexplosivo. Posee un gancho para sujetar un contrapeso.	Capacidad de 50m y soporta hasta 2kg de peso	

Contrapeso	Cilindro macizo con un extremo redondeado y el otro extremo con un agujero pasante para introducir gancho que viene con la cinta métrica.	60 cm de largo 4cm de diámetro. Y peso 500g aproximadamente	
Termo-hidrómetro	Dispositivo electrónico que Mide la densidad y temperatura del producto.	Calibrado solo para el producto Jet A1 Kg/m <sup>3</sup> y °CLa densidad entre 770-840 Kg/m <sup>3</sup> y la temperatura entre 25 y 50 °C	

### IV.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La Planta de Suministro de Combustible de Aviación Valencia, es una empresa en el ramo de servicios que se encarga de suministrar combustible JET-A1 para aviones equipados con turbinas. Las actividades realizadas dentro de la planta son: Toma de muestras, Realización de pruebas abreviadas, recepción del producto, llenado de refuellers y suministro de combustible. Estos puntos serán tratados detalladamente, mas adelante, A tales efectos, la zona de estudio esta determinada por las áreas denominadas recepción y despacho.

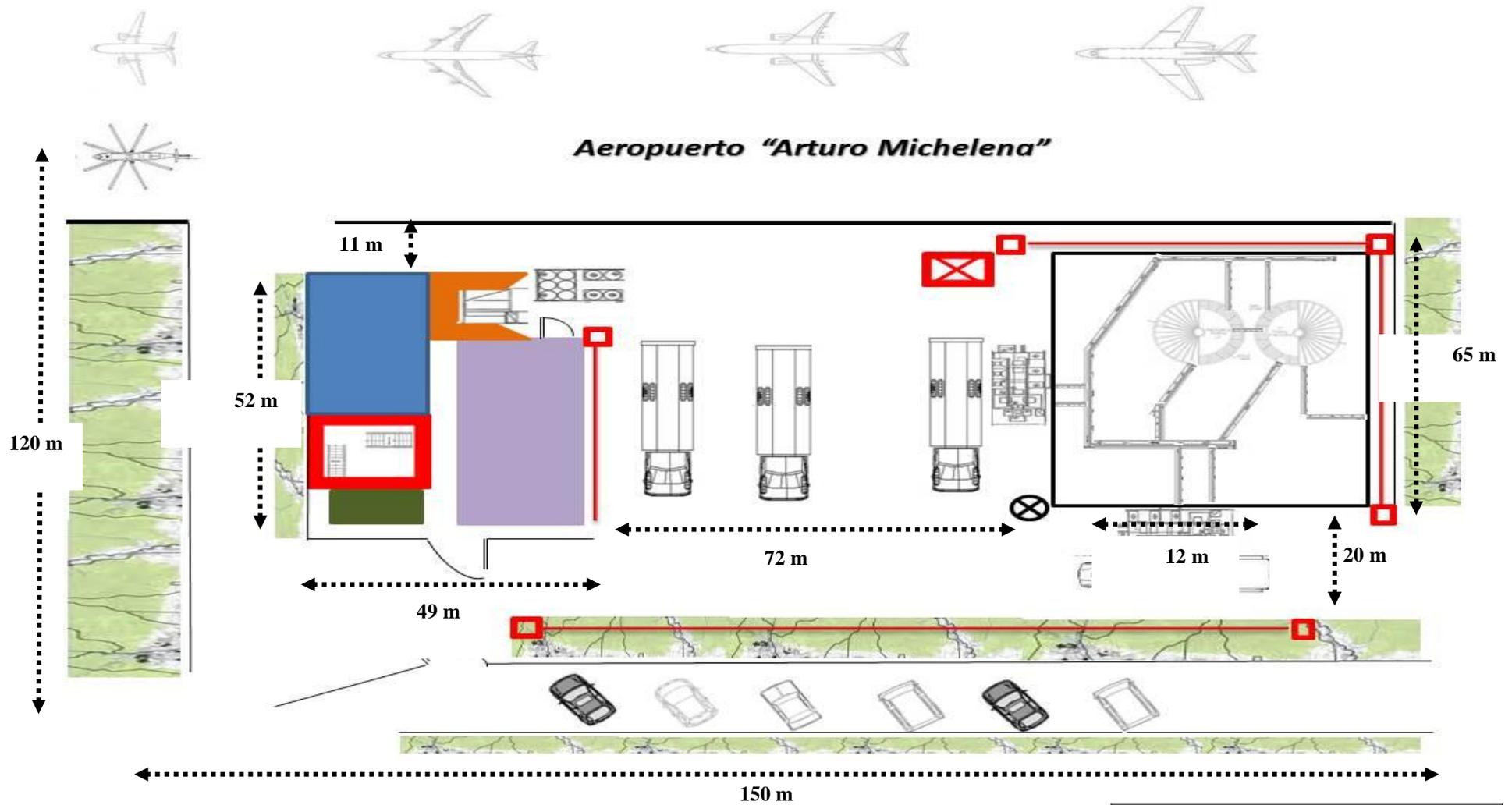
El área de trabajo es toda la planta de suministro de combustible de aviación cuyas dimensiones son 150m x 120m para un área total de 18000 metros cuadrados.

La planta cuenta con un área de estacionamiento para los trabajadores y visitantes, además cuenta con un área administrativa, el cual consta de 3 oficinas en las que se reciben los pedidos del aeropuerto, se canalizan las órdenes de las aerolíneas, y se registran los distintos reportes o certificados; y, una sala de conferencias donde se realizan los talleres o reuniones inherentes a las operaciones de suministro de combustible de aviación.

Dado que la planta en estudio se encuentra en la zona Central del país (estado Carabobo), funciona como centro de acopio de insumos para los distintos centros de suministro de combustible de aviación ubicados en el eje norte-costero del país, por lo que cuenta con un área destinada al almacenaje de dichos insumos. Cabe destacar que dicho almacén, es utilizado simultáneamente para realizar las pruebas abreviadas del JET-A1.

Basados en la norma Covenin 1023, la planta cuenta con un sistema de paradas de emergencias y dos actualizados y sofisticados sistemas contra incendios: uno con agua (obtenido del tanque de agua de la planta) y el otro con espuma.

Las dimensiones y la vista de planta del centro de suministro de combustible de aviación, se muestran a continuación en la figura IV.2.



**Figura IV.2 Vista de Planta**

## IV.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### IV.4.1 Transporte Primario

Existen diversas opciones de transporte primario, sin embargo, para este caso se realiza por camiones de abastecimiento o cisternas, los cuales son inspeccionados y certificados para asegurar que están aptos para manejar un grado específico de combustible de aviación y que se han cumplido los procedimientos de limpieza necesarios antes de que estos sean cargados con el producto en cuestión. Los documentos de control de calidad incluyendo una copia del Certificado de Calidad de Refinería (CCR) del producto despachado, son enviados directamente a las plantas de distribución para dar continuidad al correspondiente control. En la siguiente figura se muestra la unidad cisterna utilizada para transportar el JET-A1 desde la refinería 2El Palito” hasta la planta de suministro de combustible de aviación



**Figura N° IV.3. Cisterna Convencional.**

### IV.4.2. Pruebas

Existen diferentes pruebas para revisar los tipos de contaminación del combustible. Estas se describen a continuación:

#### *IV.4.2.1 Análisis visual (apariencia y Color)*

Las muestras deben ser colocadas en contenedores de vidrio transparente, que se encuentren escrupulosamente limpios como el mostrado en la siguiente figura. Para que la muestra sea aceptable el combustible a temperatura ambiente debe tener el color correcto, ser claro y brillante a la vista y debe estar libre de materia sólida y de agua libre. El color debe ser Combustible Jet: incoloro color ámbar. El término claro se refiere a la ausencia de sedimentos y agua libre. El término “brillante” se refiere a la apariencia brillante, sin nubosidad o brumosos. El color no se debe confundir con el término de apariencia.



**Figura IV.4 Análisis Visual (Claro y Brillante).**

#### *IV.4.2.2 Análisis de control*

En éste análisis se determina la temperatura y la densidad del combustible (o gravedad específica). Esto se realiza para confirmar que el grado del producto sea el correcto y la cantidad de combustible en el depósito se mantenga sin cambios al ser comparada la densidad obtenida, con la densidad del lote principal. Si la densidad con la temperatura corregida difiere por más o menos de  $\pm 0.003$  kg/lt ( $\pm 0.7$  API), se

debe investigar si la causa de dicha diferencia es debido a la incorrecta transcripción de los datos por parte de la refinería (en cuyo caso se emitirá y documentará un Reporte de Consolidación de Datos), o si es debido a la medición obtenida con el termohidrometro mostrado en la siguiente figura (se emitirá y documentará un Reporte de No Conformidad (RNC) y se devolverá la cisterna).



**Figura IV.5 Análisis de Temperatura y Densidad.**

#### *IV.4.2.3 Conductividad eléctrica*

Una vez terminado el periodo de reposo se debe medir la conductividad del JET-A1 que contienen aditivo disipador de la carga electrostática. Esta medición debe realizarse con una muestra “corrida” tomada del producto almacenado en las unidades cisternas.

Los límites de la especificación están entre 50 y 60 psi/min, sin embargo, para asegurarse de que el producto esté dentro de las especificaciones en el momento de suministrarlo a la aeronave, se debe mantener en el tanque una conductividad de 70 psi/min. Se debe aumentar la concentración del aditivo en donde la conductividad se encuentre por debajo de éste nivel, o unirlo con combustible que no contenga aditivo cuando la conductividad exceda el valor máximo de especificación (60 psi/min).

Los resultados de la revisión de la conductividad y la cantidad de aditivo que haya sido agregado, deben ser registrados. A continuación, se muestra el equipo utilizado para la medición de la conductividad eléctrica del JET-A1 (conductímetro)



**Figura IV.6. Medición Conductividad Eléctrica**

**Tabla IV.4 Pruebas Realizadas en la Planta de Suministro**

Ubicación	Frecuencia	Prueba/Análisis
<ul style="list-style-type: none"> <li>En el transporte de cisternas antes de la descarga, tomar una muestra de cada compartimiento, combinarlas (muestra compuesta) y hacer análisis de control (para recibir a través de tuberías, aplicar los procedimientos locales)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada vez que se reciba el producto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas abreviadas: análisis de control, apariencia visual, color densidad y conductividad eléctrica.</li> </ul>

**Tabla IV.4 Pruebas Realizadas en la Planta de Suministro**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drenajes de los tanques de almacenamiento en el aeropuerto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada vez que se reciba el producto y después del asentamiento o reposo</li> <li>• Diariamente al comienzo del turno de la mañana</li> <li>• Antes de abastecer en los lugares donde puedan haber personas no relacionadas con el proceso.</li> <li>• Después de una fuerte lluvia o inundación</li> <li>• Después del mantenimiento del tanque.</li> <li>• Antes de ser puesto en servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis visual.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtros y sumideros (equipo fijo y móvil)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diariamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis visual (la muestra debe ser tomada bajo presión)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtros (sumideros o a la salida)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inmediatamente después de cada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis visual y prueba de detección</li> </ul>

**Tabla IV.4 Pruebas Realizadas en la Planta de Suministro**

<p>ubicados en los camiones hidrantes</p>	<p>abastecimiento, además de la revisión diaria.</p>	<p>de agua en suspensión (cápsula Detectora)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanques y puntos bajos de los camiones abastecedores y remolques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diariamente después de cada vez que se llene el tanque, 10 minutos indicados de repose.</li> <li>• Después de una succión (defueling) lluvias fuertes, de la limpieza o mantenimiento del vehículo e inmediatamente antes de reabastecer cuando el “refueller” no ha estado resguardado o chequeado desde la última revisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis visual y prueba de detección de agua en suspensión ( Capsula detectora)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntos bajos en los sistemas de hidrantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por lo menos una vez a la semana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis visual</li> </ul>

### **IV.4.3 Transporte secundario**

El transporte secundario se realiza por unidad de carga denominada “Refueller”, la cual es mostrada en la figura siguiente.

Se debe despachar cada vehículo con el recertificado de combustible que detallan las características del lote administrado, con un certificado de calidad (llenadero) confirmando que el producto después de la carga ha sido muestreado y cumple con todas las especificaciones. El certificado es emitido por un inspector autorizado.



**Figura IV.7. Unidad Refueller**

#### *IV.4.3.1 Conexión Antiestática*

El flujo de combustible de las tuberías y filtros e incluso el salpicado que se genera al ser vertido el combustible en las carcazas pueden causar cargas electrostáticas. Estas cargas pueden causar chispas y estas a su vez incendios o explosiones. Esto se puede evitar equilibrando las cargas electrostáticas a través de un cable de conexión antiestática durante la transferencia del producto.

Los cables de conexión antiestática deben siempre unirse a una superficie metálica, limpia y sin pintura para asegurar un buen contacto eléctrico. Algunas telas (ropas) fabricadas con material sintético también pueden generar electricidad estática. Por lo tanto es importante, solo utilizar la ropa de protección suministrada por la

empresa cuando este trabajando con combustible o en operaciones de toma de muestras. Las mangueras de abastecimiento están diseñadas para conducir las cargas electrostáticas por su capa externa. Es importante que al instalar nuevas mangueras se mantenga la continuidad entre los puntos de conexión de las mangueras y la capa externa. En la figura mostrada a continuación, se muestra la conexión antiestática ubicada en los filtros de recepción y despacho.



**Figura IV.8. Conexión Antiestática.**

#### **IV.5 INSTALACIONES DE SUMINISTRO EN AEROPUERTOS**

Una vez que el inspector del aeropuerto recibe de la unidad refueller con el producto almacenado, se toma una muestra del contenido del producto y se somete a un nuevo control de calidad. Estos resultados son comparados con la información que está presente en el certificado emitido en la planta de distribución. Si se encuentran diferencias de importancia, estas pueden indicar presencia de agua o contaminación del producto y se devuelve la unidad refueller. Si por el contrario no existen diferencias, un supervisor autoriza la descarga del producto en la aeronave.

#### **IV.5.1 Prueba de Jeringa y cápsula detectora de agua**

Antes de realizar el suministro a los aviones, se ejecuta la última prueba de control de calidad, que en ésta caso consta de una jeringa y una cápsula detectora de agua para determinar la presencia de agua en suspensión en el JET-A1.

Para ello, se toman cinco (5) cm<sup>3</sup> de JET-A1, que deben ser succionados en la jeringa, a través de un capsula que es sensitiva al agua. Si existe agua en suspensión la capsula lo indica, gracias a un cambio progresivo en su color, el cual cambia de un amarillo homogéneo a un color verde/azul en el centro de la cápsula.



**Figura IV.9. Prueba Capsulas Shell (Prueba para detectar Agua).**

#### **IV.5.2 Servicio de Abastecimiento.**

##### *IV.5.2.1 Abastecimiento sobre el ala*

Cuando se realice el abastecimiento sobre el ala, deben seguirse los requisitos adicionales. El pico de la manguera deber ser puesto en contacto con alguna parte metálica de la aeronave antes de empezar el abastecimiento, manteniendo contacto con el conducto de descarga de la aeronave. Si no se encuentra un punto de conexión cerca de la tapa de boca de llenado de la aeronave, el flujo debe ser restringido a 200

litros/minuto (50 USGal/min) para el combustible JET con aditivo disipador de la carga eléctrica. En la siguiente figura se observa cómo se realiza el abastecimiento sobre el ala.



**Figura IV.10. Abastecimiento sobre el ala.**

#### *IV.5.2.2 Abastecimiento bajo el ala*

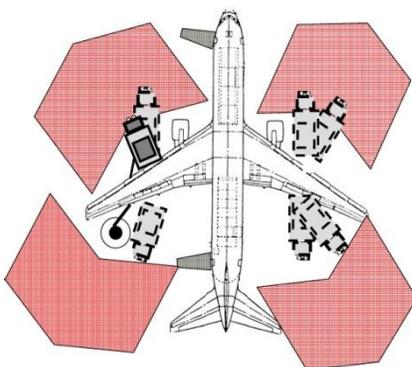
Cuando se realice el abastecimiento bajo el ala, se conecta la válvula al avión, guiando la manguera por una ruta que evite el daño por vehículos de apoyo de la aeronave. Al igual que el abastecimiento bajo el ala, el pico o boquilla de la manguera se pone en contacto con alguna parte metálica de la aeronave antes de empezar el abastecimiento, manteniendo contacto con el conducto de descarga de la aeronave. Para este caso, siempre se encontrara un punto de conexión cerca de la tapa de boca de llenado de la aeronave, el flujo debe ser restringido, a 200 litros/minuto (50 USGal/min) para el combustible JET con aditivo disipador de la carga eléctrica. En la siguiente figura se observa como se realiza el abastecimiento bajo el ala.



**Figura IV. 11. Abastecimiento bajo el ala.**

*IV.5.2.3 Ubicación de Equipo Abastecedor de Combustible.*

El abastecimiento de combustible es realizado por el ala izquierda. El vehículo abastecedor de combustible deberá ubicarse siempre al lado izquierdo del avión, en forma diagonal al eje longitudinal del avión, con sus ruedas ubicadas en dirección de la ruta de escape, asegurando una vía de escape libre de obstáculos en todo momento en que se encuentre conectado a la aeronave. Si por motivos del diseño del estacionamiento donde se encuentra ubicada la zona del pit de recarga de combustible, o bien, por el efecto de que las vías de escape se encuentren bloqueadas, es posible que el vehículo abastecedor se ubique al costado derecho de la aeronave. En la siguiente figura se observa las distintas rutas y ubicaciones que puede tomar la unidad refueller para realizar el abastecimiento a las aeronaves.



**Figura IV.12. Ubicación Equipo Abastecedor.**

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### V.1. PRECAUCIONES DEL PRODUCTO.

**Riesgos de Seguridad:** El combustible JET-A1 puede contener monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, e hidrocarburos sin quemar, lo cual indica que es extremadamente inflamable. El vapor más pesado que el aire se propaga por el suelo, siendo posible su ignición en un lugar alejado del punto de emisión, por lo que se debe contar con un adecuado sistema contra incendios que proteja a todas las instalaciones de la planta.

**Riesgos al Medio Ambiente:** Es un producto tóxico débil para los organismos acuáticos. En grandes volúmenes de producto pueden penetrar en el suelo y contaminar las aguas subterráneas, ya que contiene componentes persistentes en el medio ambiente y posee potencial bioacumulativo.

**Precauciones de Almacenamiento:** El JET-A1 no se debe almacenar en depósitos inapropiados, no etiquetados, o etiquetados incorrectamente, por lo que éstos deben mantenerse bien cerrados, en un lugar seco, bien ventilado, y lejos de cualquier artefacto electrónico, de la luz directa del sol y de otras fuentes de calor o ignición. Es importante también, evitar la acumulación de cargas electrostáticas y la entrada de agua que contamine el producto.

**Precauciones de Traspase de producto:** Antes de realizar aforación (medición del nivel del tanque) se deben esperar al menos diez (10) para permitir que el producto repose y así evitar que cualquier salpicadura entre en contacto con el operario.

***Precauciones de Limpieza de depósitos/ tanques:*** La limpieza, inspección y mantenimiento de tanques de almacenamiento es una operación muy especializada que requiere la implantación de procedimientos y precauciones estrictos. Éstos incluyen: permiso para el trabajo, ventilación del tanque, uso de cuerdas de seguridad, así como llevar equipo respiratorio con suministro de aire.

Antes de entrar y durante la limpieza, se debe controlar la atmósfera del tanque utilizando un medidor de oxígeno y/o un exposímetro.

***Precauciones de Materiales no adecuados:*** Los materiales para la construcción de instalaciones para almacenar, manipular y distribuir este producto no deben nunca representar ni peligros innecesarios para la seguridad, ni afectar negativamente su calidad. Ejemplos de materiales a evitar son: cobre, aleaciones de cobre (féricas y no féricas), zinc, aleaciones de zinc; materiales sintéticos tales como plásticos y fibra de vidrio pueden ser también no adecuados, dependiendo de las especificaciones del material y de su uso futuro.

Los materiales para embalajes, contenedores (incluyendo contenedores para guardar o enviar muestras), y recubrimientos interiores de contenedores no deben afectar adversamente la calidad del producto.

Estos materiales deben ser impermeables y no deben debilitarse o ser afectados de cualquier otra manera por el producto. Ejemplos de materiales a evitar son: caucho natural, polimetil metacrilato, poliestireno, cloruro de polivinilo, poliisobutileno. Polietileno y polipropileno son también materiales inadecuados a menos que sean de alta densidad y que hayan sido evaluados específicamente para su compatibilidad con este producto.

## **PASO 2 Y 3: REGISTRAR Y EXAMINAR**

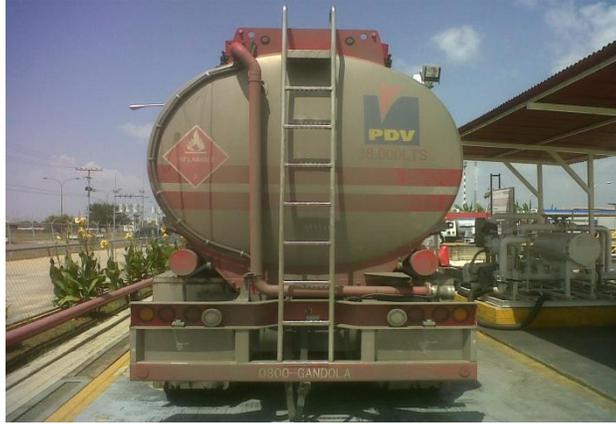
### **V.2. TOMA DE MUESTRA DE JET-A1**

En el proceso actual de recepción de JET-A1, la unidad cisterna proveniente de la Refinería “El Palito” se estaciona en el área mostrada en la figura V.1, en el que debe esperar aproximadamente veinte (20) minutos para que el producto repose.



**Figura N° V.1. Área de Recepción de la Planta.**

Una vez transcurridos los veinte (20) minutos el operario se monta en la escalera mostrada en la figura v.2 (sólo con los lentes de seguridad puestos), abre los tres compartimientos de la cisterna y con la ayuda de una jarra de vidrio toma una muestra a la vez de cada compartimiento.



**Figura N° V.2. Escalera Parte Posterior Cisterna.**

Luego, el operario se dirige al almacén de insumos de la planta, donde se le realizan las pruebas de control de calidad (también conocidas como pruebas abreviadas).

De acuerdo a lo anteriormente planteado, y basados en la norma ASTM para control de calidad del JET-A1, la muestra debe ser tomada por el fondo de la cisterna y no por el tope como se realiza actualmente.

Al tomar la muestra por el tope, el operario trabaja sobre una superficie insegura, por lo que existe el peligro de resbalar y caerse desde la cisterna. Adicionalmente, el operario está expuesto a los siguientes riesgos por contacto directo o indirecto con el producto:

**Por Inhalación:** La exposición prolongada a concentraciones de vapores superiores al permisible, pueden causar: aturdimiento, dolor de cabeza, vértigo, náuseas, irritación de los ojos y vías respiratorias altas, anomalías cardíacas, convulsiones, asfixia, inconsciencia e incluso la muerte. Este producto que contiene benceno puede ocasionar leucemia y n-Hexano que puede metabolizarse a otros productos, pudiendo causar neuropatías.

***Por Contacto con la Piel:*** El contacto prolongado/repetido puede reseca la piel originando dermatitis. En condiciones de poca higiene personal, una exposición excesiva puede originar irritación, acné, foliculitis y verrugas que podrían llegar a ser malignas.

***Por Contacto con los Ojos:*** En caso de salpicaduras puede ocasionar irritación transitoria.

***Por Ingestión:*** La aspiración por los pulmones como consecuencia de la ingestión del producto puede causar neumonía y consecuencias fatales. En condiciones normales de utilización no se espera que la presencia de estos productos pueda presentar peligros toxicológicos.

***Riesgos Tóxicos:*** La exposición cutánea en ratones causa tumores en la piel. Como consecuencia de un contacto repetido o localizado, y de las condiciones de exposición, puede producirse una respuesta cancerígena. Por otro lado, no existe un peligro mutageno, ni perjudica la fertilidad.

Para analizar los riesgos asociados a la toma de la muestra en el área de recepción, se hizo necesario el uso de la matriz de riesgos de la norma COVENIN 4004:2002

De acuerdo al estudio realizado, se sabe que para los últimos seis (6) meses, de las 2920 cisternas que arribaron a la planta, en al menos 398 de ellas ocurrió algún incidente o accidente. Las características de dichos incidentes son mostrados a continuación:

**Tabla N° V.1. Accidentes asociados a la toma de muestras desde Septiembre 2011 hasta Septiembre 2012.**

<b>Accidente o incidente</b>	<b>Nro. de veces que sucedió</b>	<b>Causa aparente</b>	<b>Consecuencia</b>
Quemadura de tronco o de algún miembro superior	91	Derrame del producto contenido en la jarra, sobre la piel	Quemaduras de 1er grado, dermatitis, irritación de piel, verrugas, incapacidad momentánea (o transitoria), etc.
Quemadura de algún miembro inferior	95	Derrame del producto contenido en la jarra, sobre la piel	Quemaduras de 1er grado, dermatitis, irritación de piel, etc.
Caída de escalera de cisterna	103	Resbalón al ascender o descender la escalera de la cisterna	Esguinces, dolores musculares, torceduras en tobillos, etc.
Caída del tanque de unidad cisterna	12	Resbalón desde la parte superior, durante la apertura de los compartimientos de la cisterna	Esguinces, torceduras, dolores musculares, fracturas en tobillos y piernas, dolores en espalda baja etc.
Salpicadura en ojos	10	Permitir que la jarra choque	Irritación transitoria.
Ingestión de JET-A1	9	Alguna salpicadura del producto entro en la boca del operario, mientras realizaba el muestreo	Nauseas, acidez, irritación de garganta, etc.

Inhalación de JET-A1	21	Exposición mayor a 10min a los vapores del combustible durante la apertura de los compartimientos de la unidad cisterna.	Mareos, dolores de cabeza, vértigo, desmayos, dificultad para respirar, etc.
Otras (menor escala)	57	Irresponsabilidad del operario	Sin consecuencia

**Fuente: Registros Históricos de la Planta**

Por lo que la probabilidad de ocurrencia del riesgo media, lo que quiere decir que el daño sucede en algunas ocasiones.

En cuanto a la severidad que implica la ejecución de dicha actividad, se puede afirmar que es dañino, dado que las principales consecuencias han sido quemaduras, conmociones, fracturas menores, dermatitis, trastornos musculares-esqueléticos o enfermedades que conducen a una incapacidad menor.

**Tabla N° V.2. Matriz de Riesgo para la Toma de Muestras.**

MATRIZ DE RIESGO		SEVERIDAD (CONSECUENCIAS)		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
Probabilidad	BAJA	Riesgo Trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
	MEDIA	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante
	ALTA	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable

**Fuente: Norma COVENIN 4004-2000**

En conclusión, el riesgo es considerado como Moderado, por lo que se deben realizar esfuerzos para reducirlo a un nivel Tolerable o Trivial, determinando las inversiones precisas, e implantando las acciones correctivas en un periodo no mayor a un año. Luego, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejorar las medidas de control.

A sabiendas que el riesgo es Moderado y se debe trabajar para reducir dicho riesgo, se empleó el indicador de gestión “Condiciones de Trabajo” el cual será de tipo cualitativo y se basa en el resultado obtenido a partir de la matriz de riesgos, puede ser:

- Aceptables: Cuando el riesgo es Tolerable
- Deficientes: Cuando el Riesgo es Moderado.

**Tabla N° V.3. Indicador para la Toma de Muestra**

<b>Indicador</b>	<b>Tipo</b>	<b>Valor Actual</b>	<b>Valor Meta</b>
Condiciones de Trabajo	Cualitativo	Deficiente	Aceptable

**Fuente: Elaboración Propia**

El valor actual que presenta el indicador seleccionado para la identificación del área de estudio en la Tabla N° V.3, fue determinado mediante la evaluación de los riesgos asociados a la toma de muestras, expuesto previamente, y apoyados en información suministrada por la empresa. El valor meta (condiciones de trabajo: aceptable), fue analizado y establecido en conjunto con la directiva de la empresa, y basados en el resultado del análisis empleado anteriormente, en el Manual del Operador y en la norma COVENIN 4004:2002.

### **V.3. REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS ABREVIADAS.**

Para analizar esta actividad, se hizo necesario determinar las dimensiones del área de estudio, que en este caso es toda la planta; y el recorrido o ruta ejecutada por el operador para realizar las pruebas de control de calidad del JET-A1.

El área total de la planta es aproximadamente dieciocho mil (18.000)m<sup>2</sup> de los cuales el operador recorre ciento sesenta (160) metros por cada muestra tomada (80 metros hasta el laboratorio y 80 metros de regreso), y como para cada unidad cisterna se deben tomar tres (3) muestras (una por cada compartimiento) entonces el operario camina 480 metros por cada cisterna que arriba a la planta. Ahora bien, en vista que por cada jornada laboral de ocho (8) horas se reciben de dos (2) a cuatro (4) cisternas, entonces el operario realiza un trayecto a pie entre 960 y 1.920 metros.

Para la determinación del tiempo estándar que le toma el operario realizar las pruebas abreviadas a cada cisterna que arriba a la planta, se realizó un estudio de cronometrado. Dicho estudio se hizo a través de observaciones directas a sólo unos pasos detrás del operador, a manera de no crear distracciones, ni interferir en el trabajo que se estaba ejecutando.

El número de ciclos a cronometrar se fijó mediante la tabla de la Westinghouse que toma en cuenta la repetitividad de la tarea, que en este caso es en promedio 2.920 cisternas al año (a razón de 8 unidades por día); y el tiempo por cada ciclo (en horas) que en promedio es 30 minutos (0.5 horas).

**Tabla N° V.4. Tabla de Westinghouse. Pruebas Abreviadas**

TIEMPO POR CICLO (horas)	NUMERO DE CICLOS A REGISTRAR		
	Repetitividad: más de 10.000 al año	entre 1.000 y 10.000 al año	menos de 1.000 al año
8	2	1	1
3	3	2	1
2	4	2	1
1	5	3	2
0.8	6	3	2
<b>0.5</b>	8	<b>4</b>	3
0.3	10	5	4
0.2	12	6	5

**Fuente: Westinghouse Electric Company**

En este caso se emplearon 4 ciclos de estudio, que corresponden a dos jornadas laborales de 8 horas.

**Tabla N° V.5. Medición del Trabajo.**

N° Actividad	Descripción	T1	T2	T3	T4	Desv. Estándar	Promedio
1	Espera por reposo del Producto	20.5	19.8	20.2	20	0.2986	20.1
2	Tomar la muestra de la Cisterna	2.6	2.2	2.3	2.5	0.1825	2.4
3	Trasladarse al Laboratorio para realizar Pruebas	2.5	3	3.2	2.7	0.311	2.85
4	Realizar Pruebas	2	2.2	1.7	2.3	0.265	2.05

	Abreviadas						
5	Regresar a Unidad Cisterna	2.8	2.5	2.4	2.3	0.2160	2.5
<b>Total</b>		<b>50.2</b>	<b>49.5</b>	<b>49</b>	<b>49.4</b>	<b>0.499</b>	<b>--</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

Con base en los requerimientos del estudio, se especificó un intervalo ( $I=2$  min), un Nivel de Confianza ( $C=90\%$ ) y se registraron 4 ciclos preliminares de la operación (tomado de la tabla de la Westinghouse).

El intervalo de confianza de la muestra ( $I_m$ ) provisto por  $M=4$  ciclos viene dado por:

$$\frac{I_m}{2} = t_c \cdot \frac{SD}{\sqrt{M}}$$

Donde  $t_c = 2.353$  proveniente de la tabla de la distribución t-student con  $C=90\%$  y  $M-1$  grados de libertad. Y  $SD=0.499$  que es la Desviación Estándar del ciclo de estudio, se obtiene:

$$I_m = 1.174$$

En vista que  $I_m < I$  entonces la muestra de 4 ciclos observados satisface los requerimientos de error de muestreo y por lo tanto la media muestra  $\bar{X}$  puede basarse en dichas observaciones.

### ***Calificación de Velocidad.***

Para la calificación de velocidad (CV) se utilizó el método Westinghouse, que considera 4 factores para evaluar la actuación del operario que son: Habilidad, Esfuerzo, Condiciones y Consistencia.

**Tabla N° V.6. Calificación de Velocidad. Pruebas Abreviadas**

DESTREZA O HABILIDAD			ESFUERZO O EMPEÑO		
0.15	A1	Superior	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2	Superior	0.12	A2	Excesivo
0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno	0.05	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno	0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	C	Promedio
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.16	F1	Malo	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo
CONDICIONES DE TRABAJO			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideal	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelente	0.03	B	Excelente
0.02	C	Bueno	0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.03	E	Regular	-0.02	E	Regular
-0.07	F	Malo	-0.04	F	Mala

**Fuente: Westinghouse Electric Company**

Entonces la calificación de velocidad para esta actividad es:

Destreza o Habilidad      C1    + 0.06  
 Esfuerzo o Empeño        C2    + 0.02  
 Condiciones de Trabajo    E     - 0.03  
 Consistencia                E     - 0.02  
 + 0.03  
 Factor de Calificación = 1 + 0.03 = 1.03

### ***Tolerancias***

Los márgenes y tolerancias deben tomarse en cuenta para la obtención de tiempos estándares de producción, ya que el operario no mantiene el mismo ritmo en las primeras horas de trabajo en comparación con las últimas. Para este caso, se aplicó la tabla de Tolerancias Típicas:

**Tabla N° V.7. Tolerancias Típicas. Pruebas Abreviadas**

<b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>	
Necesidades personales	5
Fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	
Postura Anormal Incomoda	2
Trabajo de Precisión o Fatigosos	2
Atención dividida entre muchos objetos o actividades	4
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

Recordando que el tiempo estándar de producción se obtiene de:

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{tiempo normal} * (1 + \% \text{ de tolerancia} / 100)$$

Entonces se procede a calcular el tiempo estándar de todo el proceso, que no es más que la suma de los tiempos estándar de cada una de las cinco (5) actividades descritas en el cronometrado de trabajo realizado previamente.

Para la segunda actividad (Tomar la muestra de la Cisterna) el tiempo estándar es:

$$TE_2 = (2.4\text{min}) (1.03) (1.17) = 2.89 \text{ min/cisterna.}$$

En donde 0.90 y 1.1725 son constantes debido al factor de calificación de los operadores en estudio, quienes están capacitados para realizar sus tareas y del porcentaje (%) de tolerancia. De igual forma para todas las actividades.

Las actividades 2, 3, 4, y 5 se repiten 3 veces (una por cada muestra tomada de cada compartimiento).

**Tabla N° V.8. Tiempo Estándar. Pruebas Abreviadas**

<b>N° Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Promedio (min)</b>	<b>Tiempo Estándar (min)</b>
<b>1</b>	Espera por reposo del Producto	20.1	20.1
<b>2</b>	Tomar la muestra de la Cisterna	2.4	2.89
<b>3</b>	Trasladarse al Laboratorio para realizar Pruebas	2.85	3.43
<b>4</b>	Realizar Pruebas Abreviadas	2.05	2.47
<b>5</b>	Regresar a Unidad Cisterna	2.5	3.01

**Fuente: Elaboración Propia**

El Tiempo estándar será entonces:

$$TE = TE_1 + 3 (TE_2 + TE_3 + TE_4 + TE_5)$$

$$TE = 20.1 + 3 (2.89+3.43+2.47+3.01)$$

$$TE = 54.5 \text{ minutos/cisterna}$$

Para realizar la cuantificación, tanto del recorrido como del tiempo para la realización de las pruebas abreviadas, se emplearon los siguientes indicadores de gestión:

- Recorrido, que se refiere a los metros por jornada que realiza el trabajador para hacer las pruebas. Como por jornada se reciben dos (2) ó cuatro (4) cisternas, entonces se tomará el promedio.
- Tiempo de Ejecución, que se refiere al tiempo que se toma el operario desde que llega la unidad cisterna hasta que ésta se retira de la planta. Para este caso se hizo

necesario emplear un estudio de tiempo, con los resultados mostrados previamente.

**Tabla N° V.9. Indicadores para realización de Pruebas Abreviadas**

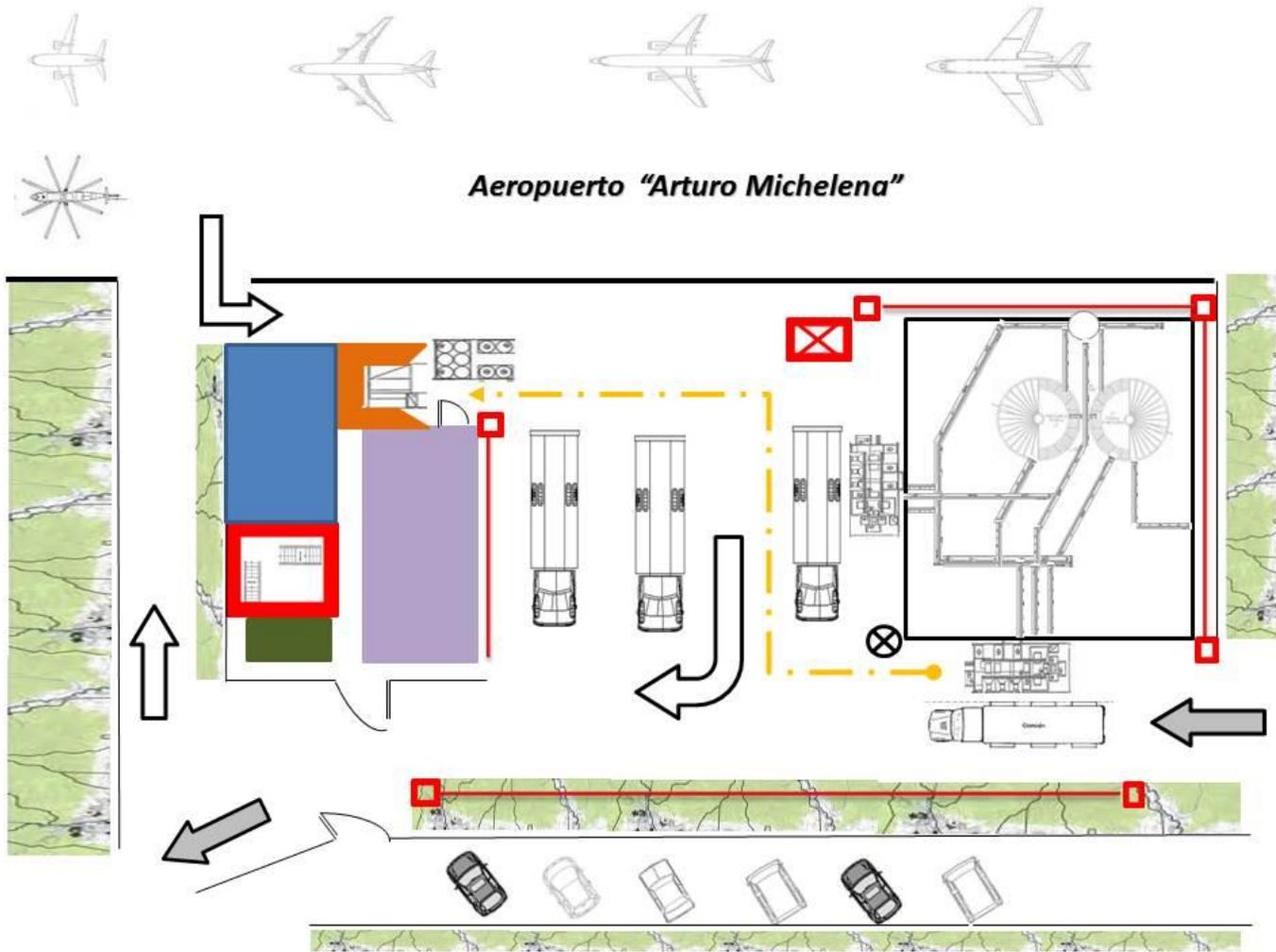
<b>Indicador</b>	<b>Tipo</b>	<b>Valor Actual</b>	<b>Valor Meta</b>
Recorrido	Cuantitativo	1.440 metros/jornada	150 metros/ jornada
Tiempo de Ejecución	Cuantitativo	55 min/ cisterna	15 min/ cisterna

**Fuente: Elaboración Propia**

Los valores actuales (recorrido 1440 mts/jornada, y tiempo de ejecución 55 min/cisterna) que presentan los indicadores seleccionados para la identificación del área de estudio en la Tabla N° V.9, fueron determinados por parte de los investigadores, mediante la medición de los tiempos y recorridos de los operadores y apoyados en información suministrada por la empresa. Los valores meta (recorrido 150 mts/jornada, y tiempo de ejecución 15 min/cisterna) fueron analizados y establecidos en conjunto con la directiva de la empresa.

En la figura V.3 se pueden apreciar los recorridos realizados por:

- La unidad cisterna, que arriba a la planta proveniente de la refinería “El Palito”, aguarda 20 minutos a que repose el producto, luego espera a que sean vaciados los compartimientos en los tanques de almacenamiento (solo si el producto cumple con las especificaciones), y una vez que culmina esto, retorna hacia la refinería.
- El operario, desde que toma la muestra de cada compartimiento de la unidad cisterna, hasta que se dirige al almacén de insumos de la planta (a 80 metros del área de recepción) para realizar las pruebas abreviadas.
- La unidad refueller desde su punto de partida en la planta (área de despacho), luego se hace el llenado de dicha unidad, se dirige al aeropuerto a realizar el suministro y finalmente retorna hacia la planta donde permanece estacionada hasta que el aeropuerto realice una nueva orden.



LEYENDA	
	Recorrido realizado por la Cisterna
	Recorrido realizado por la Refueller
	Recorrido realizado por el Operario
	Sistema Contra Incendios
	Sistema Contra Incendios (Espuma)
	Tanque de Agua
	Área Administrativa
	Almacén de Insumos / Laboratorio
	Control de Entrada / Vigilancia
	Parada de Emergencia de la Planta

Figura N° V.3. Vista de Planta de los Recorridos

#### **V.4. AUSENCIA DE ESPACIO PARA REALIZAR PRUEBAS ABREVIADAS.**

Una vez tomada la muestra por el operario, éste se dirige al Laboratorio improvisado (almacén de insumos de la planta) que se encuentra a ochenta (80) metros del área de recepción y allí realiza las pruebas abreviadas a cada muestra, a fin de determinar si se cumplen las especificaciones del producto.

Es importante acotar que sólo si las tres muestras están dentro de las especificaciones, el producto pasa al tanque de almacenamiento. Por el contrario, si al menos una de las muestras no cumple con los requerimientos de calidad, todo el producto es rechazado y la cisterna debe regresar a la refinería.

Según la Norma ASTM D-1298, las pruebas abreviadas deben realizarse en un espacio tal que tal que se “proteja” la muestra de la brisa, la lluvia, el sol, o cualquier otro agente que altere las características del producto, y que disponga de suficiente espacio para guardar los equipos utilizados y para realizar las pruebas de manera cómoda, rápida y sencilla.

Para la realización de las pruebas abreviadas, el operario camina 480 metros (entre ida y vuelta, 160 metros por cada compartimiento) hacia el almacén de insumos de la planta, con el propósito de identificar las condiciones en las que llega el producto a la planta y compararlo con el Certificado de Calidad de Refinería. Para ello, el sitio donde se realicen las pruebas debe estar lo más cercano posible al área donde se realiza la toma de la muestra, a una distancia no mayor a veinte (20) metros, a manera de minimizar el tiempo de exposición del producto y evitar que cualquier partícula presente en el ambiente modifique las especificaciones del JET-A1.

En dicho almacén no se cuenta con dichas características adecuadas para un espacio a realizar las pruebas abreviadas, ya que si bien es un sitio techado, existen

cajas, herramientas, equipos contra incendio, materiales oxidados y cauchos de repuesto que pueden soltar partículas de oxido o polvo que al entrar en contacto con el JET-A1, alterarían las características del mismo.



**Figura N° V.4. Almacén de Insumos de la Planta.**

#### **V.5. COMBUSTIBLE JET-A1 PARA ABASTECER LAS REFUELLERS.**

Según los datos de placa de las unidades refuellers, el combustible ideal que garantiza un mayor rendimiento del mismo y un óptimo funcionamiento es el GASOIL, sin embargo, actualmente se utiliza JET-A1; el mismo combustible utilizado para abastecer a los aviones equipados con turbina.

El uso de JET-A1 como combustible para refuellers implicaría el funcionamiento limitado de los mismos y quedaría la incertidumbre de cuánto tiempo pudieran funcionar.

El combustible JET-A1 cuesta 3.5 Bs/litro, mientras que el GASOIL cuesta sólo 0.5 Bs/litro. Se sabe que el tanque de combustible de la unidad refueller se llena semanalmente y de acuerdo a datos suministrados por la planta, el consumo (en litros) semanales interanual desde septiembre del 2011 hasta septiembre del año 2012 es el siguiente:

**Tabla V.10. Consumo Semanal de JET-A1 desde septiembre de 2011 hasta septiembre de 2012.**

Sem	litros	Sem	litros	Sem	litros	Sem	litros
1	125	14	112	27	127	40	113
2	120	15	119	28	125	41	115
3	119	16	125	29	124	42	114
4	120	17	125	30	125	43	113
5	117	18	123	31	123	44	115
6	113	19	117	32	120	45	118
7	115	20	110	33	119	46	119
8	117	21	112	34	117	47	118
9	120	22	112	35	119	48	117
10	119	23	114	36	118	49	120
11	119	24	112	37	121	50	121
12	120	25	123	38	119	51	120
13	125	26	123	39	112	52	119

**Fuente: Datos Históricos de la Planta**

El consumo promedio interanual desde septiembre del 2011 hasta septiembre del año 2012, es de aproximadamente 120 litros por semana.

El costo anual asociado al uso de JET-A1 es el siguiente:

$$C_1 = 120 \text{ (litros/semana)} \times 52 \text{ (semanas/año)} \times 3.5 \text{ (Bs/litro)} = \mathbf{21.840 \text{ Bs/año.}}$$

Ahora, de emplearse el GASOIL como combustible para uso interno, el costo anual es el siguiente:

$$C_1 = 120 \text{ (litros/semana)} \times 52 \text{ (semanas/año)} \times 0.5 \text{ (Bs/litro)} = \mathbf{3.120 \text{ Bs/año.}}$$

Como se puede observar, al emplear GASOIL como combustible para uso interno el ahorro generado es de **18.720 Bs/año.**

## **V.6. RETRASOS EN PEDIDOS PARA ABASTECIMIENTO**

Ya fueron mencionados los aspectos correspondientes al área de recepción del producto, ahora se tratarán aspectos concernientes al despacho del producto.

Actualmente el cliente (Aeropuerto “Arturo Michelena”) realiza su pedido vía telefónica, solicitando cantidad y aportando las características del avión a ser suministrado. Una vez realizado el pedido, el operario se dirige al área de despacho donde se encuentran 3 unidades abastecedoras o refuellers (dos de ellas con capacidad de 30.000 litros y una con capacidad de 19.000 litros) y llena la (s) unidad (es) a plena capacidad, independientemente de la cantidad solicitada. Luego se dirige al aeropuerto, que se encuentra en la parte posterior de la empresa para despachar al avión y una vez terminado el proceso, la unidad refueller retorna a la planta.

De acuerdo a datos suministrados por la empresa en promedio se despachan hasta seis (6) aviones por día, aunque eventualmente, sobre todo en épocas vacacionales, pueden ser despachados hasta diez (10) aviones por día.

De igual manera se conoce que en promedio se despachan 18.000 litros por avión, pero ocasionalmente (no existe una frecuencia definida) arriban cargueros al aeropuerto que requieren más de 36.000 litros, por lo que es necesario que acudan dos unidades refuellers para abastecerlos.

Para realizar un análisis crítico de dichos retrasos, se hizo necesario tomar el tiempo desde que el aeropuerto realiza el pedido hasta que la unidad refueller llega a la pista a suministrar el combustible.

El número de ciclos a cronometrar se fijó mediante la tabla de la Westinghouse que toma en cuenta la repetitividad de la tarea, que en este caso es en promedio 2190

cisternas al año (a razón de 6 unidades por día); y el tiempo por cada ciclo (en horas) que en promedio es de 30 minutos (0.5 horas).

**Tabla N° V.11. Tabla de Westinghouse. Retrasos en los Pedidos**

TIEMPO POR CICLO (horas)	NUMERO DE CICLOS A REGISTRAR		
	Repetitividad: mas de 10.000 al año	entre 1.000 y 10.000 al año	menos de 1.000 al año
8	2	1	1
3	3	2	1
2	4	2	1
1	5	3	2
0.8	6	3	2
<b>0.5</b>	8	<b>4</b>	3
0.3	10	5	4
0.2	12	6	5
0.120	15	8	6

**Fuente: Westinghouse Electric Company**

**Tabla N° V.12. Medición del Tiempo de los Pedidos**

Actividad	T1	T2	T3	T4	Promedio (min)	Desv. Estándar
Pedido de Combustible	29.3	30.4	31	29.5	30.05	0.794

**Fuente: Elaboración Propia**

Al igual que la realización de las pruebas abreviadas, se especificó un intervalo (I= 2 min), un Nivel de Confianza (C=90%) y se registraron 4 ciclos preliminares de la operación (tomado de la tabla de la Westinghouse).

El intervalo de confianza de la muestra ( $I_m$ ) provisto por  $M=4$  ciclos viene dado por:

$$\frac{I_m}{2} = t_c \cdot \frac{SD}{\sqrt{M}}$$

Donde  $t_c = 2.353$  proveniente de la tabla de la distribución t-student con  $C=90\%$  y  $M-1$  grados de libertad. Y  $SD=0.794$  que es la Desviación Estándar de la actividad, se obtiene:

$$I_m = 1.868$$

En vista que  $I_m < I$  entonces la muestra de 4 ciclos observados satisface los requerimientos de error de muestreo.

Una vez que el aeropuerto llama a la planta para realizar su pedido, el operario conecta la manguera y enciende el filtro de despacho para el llenado de la unidad refueller, luego conduce dicha unidad hacia la pista de vuelo para realizar el despacho. Entonces, el proceso comprendido desde la solicitud de la orden hasta el traslado hacia el aeropuerto, se realiza con el apoyo de maquinas, por lo que se consideraron Tolerancias 0% y Calificación de Velocidad del 100%, es decir el Tiempo Normal fue considerado como Tiempo Estándar.

Cabe destacar que según el Manual de Procedimientos de PDVSA, “*La unidad refueller, debe permanecer llena, siempre que sea posible*”. De esta manera, se estaría anticipando al pedido del cliente y disminuiría el tiempo de espera por parte del cliente que actualmente es de 30 minutos aproximadamente (dato obtenido del análisis empleado previamente), lo que mejoraría la Calidad de Servicio de la Planta.

## V.7. CONDICIÓN ACTUAL DE UNIDADES REFUELLERS.

El tiempo promedio consumido desde que se solicita el pedido, hasta que se surte al avión es de 45 minutos por cada despacho realizado, ya que como se obtuvo en el estudio aplicado previamente, el tiempo real que toma ejecutar dicho pedido es de 30 minutos aproximadamente, sin embargo, antes de surtir a los aviones, el operario demora en promedio 15 minutos más. realizando ajustes mecánicos y eléctricos a la unidad refueller, debido a que eventualmente presenta fallas en el encendido, en la cabina que controla los componentes del tanque donde se almacena el combustible, o en los componentes de la cabina del elevador.

De acuerdo al estudio realizado, se sabe que para los últimos seis (6) meses, de los 4380 despachos realizados, en al menos 1027 de ellas hubo retrasos debido a alguna falla o descalibración. Las características de dichas fallas son mostradas a continuación:

**Tabla N° V.13. Principales fallas de las unidades refuellers.**

<b>Falla</b>	<b>Nro. de veces que ocurrió</b>	<b>Causa</b>	<b>Consecuencia</b>
Unidad refueller no enciende	258	Falla en componentes eléctricos, falla sistema encendido, falla tanque de gasolina, etc.	Unidad inoperativa por al menos 2 días
Unidad refueller presenta dificultad para frenar	238	Falla en sistema de frenado, falla en sistema interlock, luces stop, etc.	Retraso en cumplir el pedido
Elevador de unidad refueller no asciende	167	Falta de revisión de sistema de alivio de presión, falta de	Uso de escalera domestica para realizar

		revisión de baterías, control de mando dañado, etc.	abastecimiento
Caucho pinchado	10	Falta de inspección de cauchos, falta de verificación de sistema de suspensión	No puede dirigirse al aeropuerto
Componentes de cabina de unidad refueller no funcionan	108	Sistema eléctrico inestable, mal cableado, alternador en mal estado, etc.	Se realiza el suministro de forma manual y no controlada.
Falta de lubricación o fluidos	237	Falta de revisión de fluidos, falta de revisión de sistemas lubricados, etc.	Unidad refueller presenta ruidos extraños
Unidad refueller se apaga	9	Falla en compartimientos de motor, sistema de encendido, falla sistema de bombeo, etc.	Retraso en cumplir el pedido

**Fuente: Elaboración Propia**

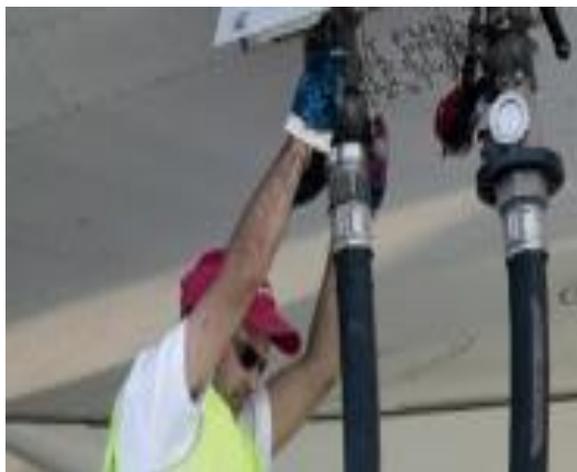
Si se presenta alguna complicación durante la calibración de la unidad refueller, el tiempo promedio consumido en paradas no planificadas por concepto de fallas y descalibración de dichas unidades, es de aproximadamente 30 minutos por jornada, dato obtenido a partir del análisis de las fallas y de las ordenes de mantenimiento de los últimos siete (7) meses proporcionados por el supervisor de la planta. Según datos aportados por la empresa, desde hace tres (3) meses, se encuentran operativas dos (2) de las tres (3) unidades refuellers de la planta y de esas dos unidades, una presenta fallas eléctricas y la otra fallas mecánicas. Por lo tanto, las acciones por parte del personal

están dirigidas principalmente a la corrección de los problemas una vez que estos se presentan y el plan de mantenimiento existente no es eficaz.

### **V.8. ABASTECIMIENTO DE AERONAVES.**

Para el despacho de las aeronaves equipadas con turbinas, el operador se monta sobre un elevador que se encuentra en la parte posterior de la unidad refueller el cual controla y dirige hasta la altura correspondiente para realizar el abastecimiento. En esta actividad, el operario sólo cuenta con un casco y un arnés de seguridad.

Posteriormente el operario carga la manguera por el pico, la coloca sobre sus hombros y realizando movimientos de orden superior, gira para acoplar a la boca de entrada del avión. Cabe destacar que el pico de la manguera es de acero macizo y la manguera es una unión de caucho, goma y tela.



**Figura N° V.5. Operario Realizando Abastecimiento**

A través de la medición y análisis de esta operación se determinó que el llenado del tanque del avión dura en promedio doce (12) minutos, durante los cuales el operario debe soportar un peso de 25 kgs. Una vez realizado el suministro, se desenrosca el pico

de la manguera, realizando nuevamente movimientos de orden superior y ubica la manguera en el lugar correspondiente.

En vista de la cantidad de movimientos disergonómicos que realiza el operario, se hizo necesario evaluar y cuantificar el riesgo asociado al suministro de combustible JET-A1 mediante el método REBA:

### Tronco

Movimiento	Puntuación	Corrección	
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
0°-20° flexión	2		
0°-20° extensión			
20°-60° flexión > 20° extensión	3		
60° flexión	4		

### Cuello

Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
20° flexión o extensión	2		

### Piernas

Posición	Puntuación	Corrección	
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)	

**Figura V.6. Grupo A Método Reba para la situación actual**

### Brazos

Posición	Puntuación	Corrección	
0-20° flexión/extensión	1	Añadir  + 1 si hay abducción o rotación  + 1 elevación del hombro  - 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad	
> 20° extensión	2		
20-45° flexión	3		
> 90° flexión	4		

### Antebrazos

Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión > 100° flexión	2	

### Muñecas

Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-15° flexión/extensión	1	Añadir  + 1 si hay torsión o desviación lateral	
> 15° flexión/extensión	2		

Figura V.7. Grupo B Método Reba para la situación actual.

**Tabla N° V.14. Tabla A y Tabla carga/fuerza para la situación actual**

TABLA A													
	Cuello												
	1				2				3				
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

TABLA CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 kg	5-10 kg	10 kg	instauración rápida o brusca

**Fuente: Método REBA**

**Tabla V.15. Tabla B y Tabla agarre para la situación actual**

TABLA B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Fuente: Método REBA**

**Tabla V.16. Tabla C y Puntuación para la situación actual**

TABLA C													
Puntuación A	Puntuación B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantadas más de 1 min.												
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto.												
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.												

**Fuente: Método REBA**

La puntuación final es **9**, con dicho valor se determinó el nivel de Riesgo y la acción a tomar.

**Tabla V.17. Niveles de Riesgo y Acción para la situación actual.**

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
<b>3</b>	<b>8-10</b>	<b>Alto</b>	<b>Necesario pronto</b>
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Fuente: Método REBA**

Dado que los movimientos realizados por el operador, pueden ocasionar severos trastornos musculo-esqueléticos, el riesgo asociado a la realización de esta actividad es considerado como alto, por lo que es necesario intervenir para reducirlo. Para ello, se pretende adaptar el puesto de trabajo al operador, para que éste labore de manera segura.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTAS DE MEJORA**

#### **PASOS 4 Y 5: ESTABLECER Y EVALUAR**

##### **VI.1.MECANISMO PARA TOMAR MUESTRAS**

Como fue mencionado en capítulos anteriores, para realizar la toma de muestras, el operador se monta con la ayuda de una escalera sobre la unidad cisterna y así retirar una muestra a la vez de cada uno de los tres compartimientos, para posteriormente realizarle las pruebas abreviadas.

Según la norma ASTM D-4057 “Práctica Estándar para Muestreo Manual de Petróleo y Productos de Petróleo”, la toma de muestras realizada a una unidad Cisterna (independientemente del combustible), debe realizarse por el fondo de la misma, debido a que cualquier partícula de agua o contaminante que entre en contacto con el producto decantará (irá al fondo) debido a la densidad del combustible

Dado que en dicha actividad, el trabajador se encuentra expuesto a sufrir quemaduras, conmociones, fracturas menores, dermatitis, trastornos musculares-esqueléticos o enfermedades que conducen a una incapacidad menor, se propone un mecanismo ubicado justo a un lado del filtro en el área de recepción, el cual permitirá realizar la toma de muestras de una forma segura y cómoda para el operario, de manera tal que se reduzcan tanto el tiempo de ejecución de la actividad, como la probabilidad de ocurrencia de accidentes y así cumplir con lo exigido por la junta directiva de la planta, que es mejorar el indicador “Condiciones de Trabajo” cuyo valor meta es cualitativo y es: Aceptable.

En la figura VI.1 se observa un pequeño tanque que anteriormente era utilizado como un deposito auxiliar (tanque número tres) que permitía extraer y almacenar el JET-A1 que quedaba contenido en las tuberías y en los filtros, para luego ser drenado y transportado nuevamente al tanque que se encuentre en servicio (número uno o dos).

Dicho tanque fue sustituido hace un (1) año aproximadamente, debido a que se incorporó uno nuevo de dimensiones similares, pero con medidor y bomba de succión adicionada para aprovechar todo el combustible descargado de la unidad cisterna.

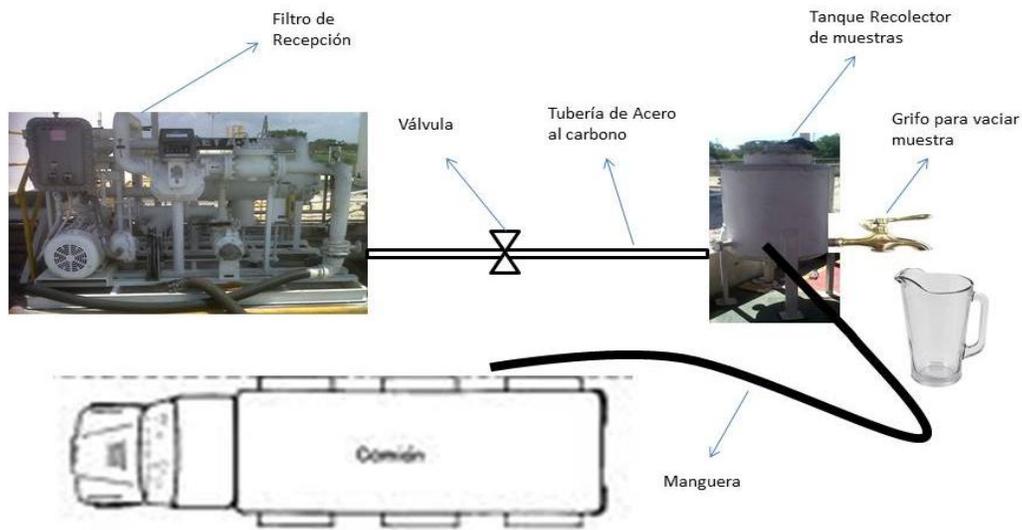


**Figura VI.1. Tanque en desuso. Parte del mecanismo para tomar muestras.**

En vista que el tanque mostrado se encuentra en desuso, éste será utilizado como parte del mecanismo sugerido para tomar muestras, en la figura VI.2 se observa una representación de la propuesta, y en la tabla VI.1 se detallan las características técnicas de la misma.

El tanque recolector tiene acoplado una manguera de abastecimiento que le permite al operario tomar la muestra del fondo de la unidad cisterna. Una vez contenida la muestra, el operario abre el grifo del tanque y llena la jarra con el producto hasta la cantidad que requiera para realizar las pruebas abreviadas.

Adicionalmente, el tanque recolector de muestras se une al filtro de recepción mediante un sistema tubería-válvula que permite dirigir el producto contenido hacia los tanques uno (1) o dos (2).



**Figura VI.2. Representación de mecanismo propuesto para recolectar muestras**

**Tabla N° VI.1. Características de Mecanismo Propuesto.**

Características	
Capacidad	600 lts.
Dimensiones	Diámetro: 1.10 m; Altura: 1.36 m
Diámetro de entrada	3.5"
Diámetro de Tubería	2.5"
Nro. de Conexiones	4
Nro. de Válvulas	1
Área	1.02 m <sup>2</sup>
Inversión (Bs)	
3.352,92 Bs (Ver Anexo 1)	

**Fuente: Elaboración Propia**

En la figura VI.3 se muestra el espacio (techado) disponible al lado del filtro de recepción para la implementación del mecanismo propuesto. Dicho espacio fue medido directamente, y es de seis con treinta y cinco (6.35) metros cuadrados y cuatro (4) metros de altura.



**Figura VI.3. Filtro de Recepción junto a espacio disponible para mecanismo recolector de muestras.**

. De incluirse el mecanismo recolector de muestras en el área mostrada, quedaría un espacio libre de  $5.33\text{m}^2$  ( $6.35\text{m}^2 - 1.02\text{m}^2$ ).

Con la implementación del mecanismo propuesto, se evitará la manipulación o contacto directo del operario con el producto, por lo que se espera que los principales accidentes asociados a la toma de muestra, como: quemaduras en miembros superiores e inferiores, caídas de escalera de la cisterna, caídas del tanque de la cisterna, contacto de JET-A1 con los ojos, ingestión o inhalación de JET-A1, entre otros; sean erradicados del proceso, lo que permitirá que la probabilidad del riesgo de accidente asociado a la toma de muestra disminuya considerablemente hasta el punto de ser considerada baja.

En la tabla VI.2 se puede observar el resultado de la evaluación de la propuesta mediante la matriz de riesgo, el mismo es considerado como Tolerable, por lo que sólo serán requeridas comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficiencia en las medidas de control.

**Tabla N° VI.2. Matriz de Riesgo para la Toma de Muestras con Mejora.**

MATRIZ DE RIESGO		SEVERIDAD (CONSECUENCIAS)		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
Probabilidad	BAJA	Riesgo Trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
	MEDIA	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante
	ALTA	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable

**Fuente: Norma COVENIN 4004-2000**

A sabiendas que con la implementación de la propuesta, el riesgo es Tolerable, entonces el valor del indicador “Condiciones de Trabajo” pasa de Deficiente a Aceptable.

**Tabla N° VI.3. Indicador para la Toma de Muestra con Mejora.**

Indicador	Tipo	Valor Propuesto
Condiciones de Trabajo	Cualitativo	Aceptables

**Fuente: Elaboración Propia**

## **VI.2. CONSTRUCCIÓN DE LABORATORIO PARA REALIZAR PRUEBAS ABREVIADAS.**

Cuando el operario toma una muestra a la vez de cada compartimiento, se dirige hacia el almacén de insumos de la planta para realizar las pruebas abreviadas (claro-

brillante, conductividad eléctrica, densidad y temperatura), ya que es el único espacio techado disponible para hacerlo de manera segura.

Como fue mencionado en capítulos anteriores, la distancia promedio desde el área de recepción hasta dicho almacén es de 80 metros aproximadamente, por lo que el operario camina hasta 480 metros (recorrido ida y vuelta) para realizar las pruebas abreviadas a cada unidad cisterna que arriba a la planta.

En vista que la realización de las pruebas abreviadas forma parte de las actividades cotidianas de la planta y dado el tiempo considerablemente alto (55 min/cisterna), el recorrido excesivo que le toma al operario ejecutar esta actividad, y basados en la norma ASTM D-1298: “Método de Prueba Estándar para Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica), o Gravedad API de Petróleo Crudo y Productos Líquidos de Petróleo por el Método del Hidrómetro”, se propone construir un espacio que le permita al trabajador hacer las pruebas de forma rápida, segura y cómoda, de manera tal que se disponga de los equipos necesarios y se minimice la presencia de partículas en el producto que puedan alterar la calidad del mismo.

La meta es minimizar el tiempo de realización de pruebas abreviadas de 55 min/cisterna a 15 min/cisterna, al disminuir el recorrido de 1.440 metros/jornada a 130 metros/jornada (por jornada llegan al menos tres cisternas), ya que debido al estudio de tiempo realizado anteriormente se pudo determinar que la relación distancia-tiempo es ocho (8) metros- un (1) minuto.

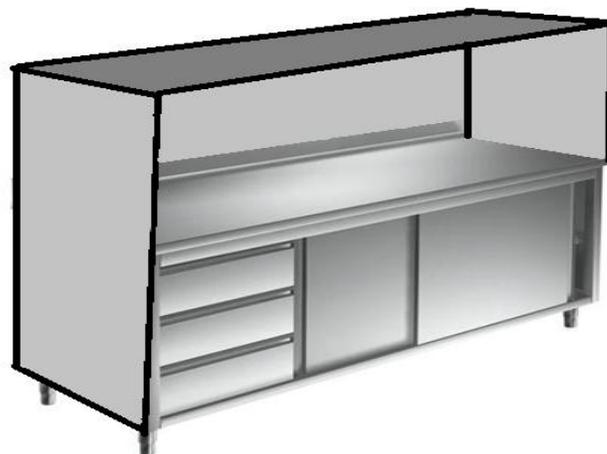
Según la ISO 17025 un laboratorio de ensayo y calibración es un lugar físico que se encuentra especialmente equipado con diversos instrumentos y elementos de medida o equipos para llevar a cabo un experimento, trabajo o validación técnica, la característica fundamental de dicho laboratorio es que las condiciones del entorno estarán controladas con la finalidad que ningún agente externo pueda provocar algún tipo de alteración en los resultados de la medición

El laboratorio propuesto estará ubicado en un área techada justo al lado del filtro de recepción. El mismo requiere de los materiales y características descritos en la tabla mostrada a continuación:

**Tabla N° VI.4. Características del Laboratorio Propuesto.**

<b>Características</b>	
Material	Acero Inoxidable
Dimensiones	Largo: 160 cm, Ancho: 70 cm y Altura: 160 cm
Peso	93 kg
Numero de Puertas	2
Numero de Gavetas	3
Techo	Si
Paredes	3
Area	1.12 m <sup>2</sup>
<b>Inversión (Bs)</b>	
6.658,56 Bs (Ver Anexo 2)	

**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura VI.4. Laboratorio para realizar Pruebas Abreviadas (Propuesto).**

El laboratorio propuesto cuenta con 3 gavetas para guardar los equipos necesarios para realizar las pruebas abreviadas con sus respectivos repuestos, además cuenta con suficiente espacio para guardar los equipos de protección personal obligatorios para manipular la muestra de JET-A1.

Se propone realizar la construcción del laboratorio, justamente al lado del tanque recolector de muestra en el área de recepción de la planta, para lo cual se dispone de un espacio de 5.33 m<sup>2</sup> y quedaría un espacio libre de 4.21m<sup>2</sup> (5.33m<sup>2</sup> – 1.12m<sup>2</sup>).

Con la implementación de la propuesta, el indicador “Recorrido” pasa de 1.440 metros/jornada a 150 metros/jornada, y el indicador “Tiempo de Ejecución” pasa de 55 min/cisterna a 15 min/cisterna.

**Tabla N° VI.5. Indicadores para la realización de las Pruebas Abreviadas con mejora**

<b>Indicador</b>	<b>Tipo</b>	<b>Valor Propuesto.</b>
Recorrido	Cuantitativo	150 metros/ jornada
Tiempo de Ejecución	Cuantitativo	15 min/ cisterna

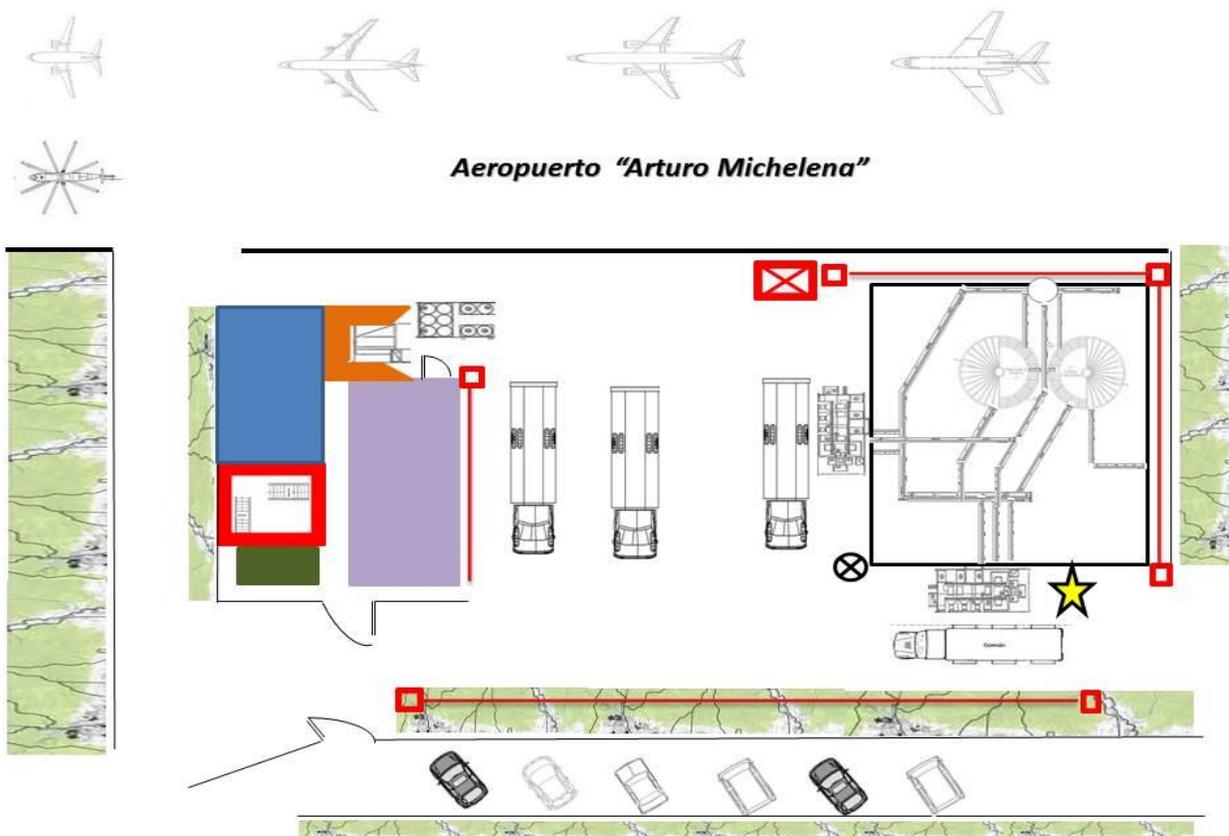
**Fuente: Elaboración Propia**

La aplicación del mecanismo para recolectar muestras, en conjunto con el laboratorio para realizar las pruebas abreviadas, presentan las siguientes ventajas:

- Disminuye el tiempo de ejecución en aproximadamente en 72%, ya que elimina la actividad de montarse sobre la unidad cisterna y trasladarse al laboratorio.
- Elimina el riesgo por contacto o inhalación del producto ya que en ningún momento el operador manipula el JET-A1.
- Permite que el producto no entre en contacto con el entorno, por lo que ninguna partícula de agua, polvo o suciedad alterará la calidad del JET-A1.
- Eliminas los derrames durante la ejecución de la actividad.

- Se disminuye el contacto directo del operador con el producto, el cual es considerado dañino para la salud.
- Facilita el trabajo del operario al tener todos los instrumentos de trabajo a la mano.

En la figura VI.5 se señala con una estrella, la ubicación tanto del mecanismo recolector de muestra, como del laboratorio para realizar las pruebas abreviadas, ya que ambas propuestas estarán una al lado de la otra, situadas en el área de recepción, junto al filtro correspondiente a dicha área.



**Figura N° VI.5. Ubicación de mecanismo para recolección de muestras y el laboratorio para realizar pruebas abreviadas.**

### **VI.3. METODOLOGÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

Con la finalidad de solventar la situación actual de tiempos improductivos a causa de fallas y descalibraciones de las unidades Refuellers, se propone una metodología para actualizar el plan de mantenimiento preventivo, de forma que resulte eficiente y que atienda las necesidades concretas del proceso. A continuación se describen cada uno de los pasos a seguir y se muestra su aplicación.

#### **VI.3.1. Determinar las condiciones reales de funcionamiento de cada uno de las máquinas del área**

A través del estudio realizado, y con el apoyo de los mecánicos que realizan el mantenimiento de las unidades refuellers, se pudo determinar y registrar las condiciones en las que se encuentra cada unidad refueller, el estado de todos sus componentes, las desviaciones en los parámetros de sus funciones, y cualquier anomalía que pueda traducirse en futuras fallas. Se estima una duración de un día por unidad refueller, además el requerimiento del personal consiste en un mínimo de un mecánico y un técnico especialista responsable de la ejecución de ésta y cada una de las fases de la metodología (dicho personal será es contratado).

#### **VI.3.2. Estabilización de las Unidades Refuellers**

Partiendo de los resultados arrojados por las condiciones observadas, se deben tomar las acciones correctivas pertinentes para garantizar el adecuado funcionamiento de cada una de las unidades refuellers y dejar por sentado registro de cada una. El tiempo por el que se prolongue esta fase depende directamente del estado en que se encuentre cada uno de los equipos, con un rango estimado de uno a dos días por unidad. Los responsables en esta etapa son: un mecánico y un técnico especialista.

### **VI.3.3. Elaborar un Análisis Modal de Fallas y Efectos para cada unidad Refueller.**

Por medio de la información recolectada en el estudio realizado, el registro histórico de las órdenes de mantenimiento, consultas con los mecánicos asignados al área y los operadores, se determinaron las situaciones de falla más frecuentes junto con sus posibles causas y el impacto que éstas tienen sobre el producto. Los responsables de esta etapa son el especialista de mantenimiento en conjunto con el mecánico. Para esta etapa se sugiere la utilización de un formato (Ver Anexo N°8) que facilite la recolección y el procesamiento de la información.

### **VI.3.4. Revisar el Plan de Mantenimiento preventivo existente**

Con base en las condiciones reales de funcionamiento determinadas en el paso 1 y al análisis modal de fallas y efectos elaborado en el paso 3, se hizo necesario identificar para cada unidad refueller, los componentes que no están recibiendo la apropiada atención por parte del plan de mantenimiento preventivo. El criterio de no atención consiste en deterioro, falta de instrucciones preventivas, frecuencia de falla menor a la frecuencia de revisión. Los responsables de esta fase al igual que la anterior son el especialista en mantenimiento con el apoyo del mecánico. (Dicho personal es contratado).

### **VI.3.5. Redefinir criterios y frecuencias de revisión**

Una vez identificados los componentes críticos en cada equipo, definir las instrucciones preventivas necesarias y la frecuencia de revisión tomando en cuenta el estimado de tiempo medio entre fallas de esos componentes.

### **VI.3.6. Actualizar el plan de mantenimiento preventivo**

Incorporar los criterios adicionales obtenidos en el paso 5 y realizar las modificaciones necesarias sobre los existentes en el plan de mantenimiento preventivo

de cada uno de los equipos. Estas acciones deben ser llevadas a cabo por el especialista, una vez presentadas y aprobadas las modificaciones a la directiva de la planta.

#### **VI.3.7. Definir indicadores para medir eficacia del plan de mantenimiento preventivo**

Definir y llevar un registro actualizado del comportamiento de indicadores claves para evaluar la eficacia del plan de mantenimiento preventivo mediante el formato sugerido por el fabricante en el anexo N° 8, tales como disponibilidad de los equipos, cumplimiento del mantenimiento preventivo programado, tiempo medio entre mantenimientos preventivos y tiempo promedio de mantenimiento preventivo. Se sugiere una frecuencia de aplicación quincenal para mantener conocimiento en tiempo real del comportamiento de las unidades Refuellers y poder efectuar eventuales acciones correctivas de forma oportuna.

#### **VI.3.8. Crear un expediente de mantenimiento para cada máquina**

Registrar el estatus de cada una de la unidad Refuellers, obtenida por inspecciones rutinarias periódicas, el comportamiento de los indicadores definidos en el paso 7, las órdenes de mantenimiento correctivo solicitadas y demás información que sea de utilidad para la gestión del mantenimiento.

Una vez aplicada esta metodología, se tendrá acceso en poco tiempo a un registro histórico veraz que facilitará en gran medida las gestiones de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, y permitirá definir herramientas fundamentales, tales como frecuencias de reemplazo de partes, control de inventario de repuestos, guías de ejecución, entre otras.

## Actualización del Plan de Mantenimiento Preventivo de las Unidades Refuellers.

Haciendo uso de la metodología descrita anteriormente se determinaron las condiciones reales de funcionamiento de la unidad Refueller y se investigaron las situaciones de falla más frecuentes. A partir de esta información y la obtenida previamente en el capítulo anterior, se procedió a revisar el plan de mantenimiento preventivo para redefinir los criterios y frecuencias de revisión pertinentes. La tabla N°VI.16 muestra el resumen de los resultados de la metodología aplicada.

**Tabla N° VI.6. Aplicación de la Metodología para actualizar el Plan de Mantenimiento Preventivo de la Unidades Refuellers**

<b>1. Situación Actual</b>	<b>2. Estabilización</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descalibración de bandas de mando a causa de las vibraciones y el rozamiento.</li> <li>• Desgaste del alternador con regulador integrado, lo cual origina sobrecarga en el sistema de carga.</li> <li>• Varillaje mecánico en pésimas condiciones, lo que ocasiona defectos en la articulación mecánica de la torre de cambios.</li> <li>• El nivel de lubricación era ineficiente</li> </ul>	<p>Para corregir las desviaciones que presentan las unidades refuellers es necesario realizar las siguientes acciones de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste/Calibración de las bandas de mando para el control de emisiones de ruidos.</li> <li>• Reponer montaje del alternador y conexiones eléctricas.</li> <li>• Reemplazo de varillaje mecánico del embrague.</li> <li>• Reponer nivel de aceite de unidades de mantenimiento</li> </ul>
<b>3. Análisis de Modo de fallas y efectos</b>	<b>4. Revisión del Plan de mantenimiento preventivo existente</b>
<p>Una de las situaciones que más se Presenta (semanalmente) en las unidades Refuellers es la descalibración de los componentes externos. Esto se traduce en la disminución del caudal de entrada y de suministro.</p>	<p>Considerando la información obtenida en la inspección realizada y el análisis de fallas se llegó a la conclusión de que la frecuencia actual de revisión no satisface las necesidades de las unidades Refuellers, por lo que se propone la frecuencia de revisión mostrada en la tabla n° VI.8</p>
<b>5. Redefinir criterios y frecuencias de revisión</b>	<b>6. Actualizar pal de mantenimiento preventivo</b>
<p>De acuerdo al análisis realizado se</p>	<p>Una vez identificados los elementos</p>

propone redefinir la frecuencia de revisión de la calibración realizada a los componentes externos, el ajuste de los atornillamientos, así como la revisión de los componentes de la cabina y el compartimiento del motor.	críticos se procede a incorporar las modificaciones en el plan de mantenimiento preventivo de las unidades Refuellers y se propone su reestructuración. Dicha reestructuración va desde la redefinición de la frecuencia de revisión, hasta la implementación de un plan de adiestramientos para involucrar a los operadores de las unidades refuellers
<b>Inversión (Bs)</b>	
17.632,09 Bs (Ver Anexo 3)	

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla N°VI.7. Plan de Mantenimiento Preventivo Actual en las Unidades Refuellers.**

Especialidad	Actividades a realizar
Eléctrica	Limpieza de Tableros en cabina. Verificar funcionamiento de Stop de Emergencia y botones de mando
	Verificar sensores y estados del cableado
	Verificar y reparar cableado de resistencias y conexiones del alternador
Mecánica	Lubricación de ejes, guías y rodamientos
	Verificar unidades de lubricación (recarga). Adecuación de unidades de lubricación
	Ajuste de tornillería y componentes de la unidad refueller

**Fuente: Elaboración Propia**

Basados en las tabla V.13 (principales fallas de las unidades refuellers y producto de la aplicación de la metodología propuesta, y con ayuda del personal de la planta, se definió un plan preventivo para las unidades refuellers, que considera la especialidad del mantenimiento, el componente a inspeccionar, las instrucciones preventivas a ejecutar y la frecuencia de revisión apropiada.

La frecuencia para el plan de mantenimiento preventivo propuesto fue instaurado con el apoyo de los mecánicos especialistas (contratados) en función de los estudios de las irregularidades que se presentan con el kilometraje, el recorrido diario, el consumo

de lubricantes y el consumo eléctrico; cuyas variables son consideradas para las frecuencias establecidas en el manual del fabricante y son un marco de referencia para la tabla (VI.8) que se muestra a continuación:

**Tabla N° VI.8. Plan de Mantenimiento Preventivo Propuesto de las Unidades Refuellers**

Especialidad	Instrucciones Preventivas	Frecuencia (días)			
		7	15	21	30
Mecánica	Revisiones de componentes de la cabina	x			
Eléctrica	Verificación sistema Interlock		x		
Mecánica	Válvula de alivio de presión		x		
Eléctrica	Verificación de plataforma		x		
Eléctrica	Verificación sistema de bombeo			x	
Mecánica	Verificación sistema de suspensión				x
Mecánica	Revisión niveles de fluidos	x			
Mecánica	Revisión sistema de frenos		x		
Mecánica	Inspección cauchos				x
Mecánica	Revisión tren delantero y trasero			x	
Eléctrica	Revisión sistema eléctrico y cableado		x		
Eléctrica	Revisión sistema de iluminación		x		
Mecánica	Revisión tanque de combustible	x			
	Revisión suspensión delantera y dirección		x		
Mecánica	Verificación de compartimientos del motor.				X

**Fuente: Elaboración Propia**

Esta propuesta consiste en una serie de pasos a llevarse a cabo para actualizar el plan de mantenimiento preventivo de forma que resulte más eficaz y atienda las necesidades concretas del proceso.

Un plan de mantenimiento preventivo acorde con la situación actual de las unidades refuellers presenta las siguientes ventajas:

- Al actualizar el plan de mantenimiento, se espera que disminuya la frecuencia de fallas y descalibración considerablemente. Un estimado conservador es una disminución de aproximadamente 50%, debido a que al menos en la mitad de las fallas mencionadas en el capítulo anterior, serían erradicadas con la aplicación del plan propuesto.
- Contribuye a la conservación de las unidades en buen estado y prolonga su vida útil.
- Se traduce en disminución de tiempos improductivos o retrasos en los cuales la unidad refueller es reparada, en vez de estar operativa.
- Facilita las gestiones de mantenimiento.

Adicional al plan de mantenimiento preventivo, se propone un plan de adiestramiento al personal de la empresa para proporcionarles una preparación que les permite ejecutar calibraciones y reparación de fallas de forma correcta, incrementar su productividad y desarrollar de forma eficiente el plan de mantenimiento preventivo propuesto anteriormente.

En la tabla VI.7 se describe la estructura del plan de adiestramiento, que consta de cuatro módulos: primero, inducción al mantenimiento preventivo; segundo, familiarización con la unidad refueller y su mantenimiento preventivo; tercero, fallas frecuentes, soluciones y posibles causas; y cuarto, jornada supervisada. Para cada uno de los módulos se propone el facilitador.

**Tabla N° VI.9 Plan de Adiestramiento de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para unidades Refuellers**

<b>Módulo</b>	<b>Facilitador</b>	<b>Carácter</b>	<b>Objeto</b>
Inducción al mantenimiento preventivo	Mecánico especialista	2 horas	1.) Definir el mantenimiento preventivo. 2.) Estudiar las principales actividades del plan de mantenimiento preventivo. 3.) Señalar la importancia de la ejecución correcta del plan de mantenimiento preventivo
Familiarización con las unidades refuellers y su mantenimiento preventivo	Mecánico especialista	4 horas	1.) Describir la función y partes principales de cada una de las Refuellers. 2.) Conocer las actividades de mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas.
Fallas frecuentes, soluciones y posibles causas	Mecánico especialista	7 horas	1.) Conocer para cada máquina las formas de falla más frecuentes. 2.) Conocer las acciones a tomar de acuerdo al tipo de falla. 3.) Conocer de acuerdo al tipo de falla las posibles causas y las formas de tratarlas
Jornada supervisada	Mecánico especialista	8 horas	1.) Ejecutar mantenimiento preventivo a una de las máquinas. 2.) Ejecutar mantenimiento correctivo a una de las máquinas
<b>Inversión (Bs)</b>			
4.598.01 Bs (Ver Anexo 4)			

**Fuente: Elaboración Propia**

Esta propuesta consiste en la elaboración de un plan de adiestramiento a los operarios de la planta con el propósito de que todos estén en capacidad de ejecutar las acciones correspondientes al plan de mantenimiento preventivo, además de acciones correctivas en los casos en que sea necesario. El plan de adiestramiento presenta las siguientes ventajas:

- Disposición de mayor cantidad de mecánicos para realizar actividades preventivas y correctivas en la unidad refueller.
- Reduce en casi su totalidad las fallas ocasionadas por el descuido o calibración inadecuada de las unidades refuellers, al promover la revisión constante en periodos establecidos.

#### **VI.4. CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE SUMINISTRO DE GASOIL PARA USO INTERNO.**

En los datos de placa de las unidades refuellers, se indica que para obtener una mayor eficiencia y aumentar la vida útil de sus componentes y equipos, se debe utilizar gasoil como combustible, sin embargo, se utiliza JET-A1 que a pesar de tener algunas características similares, es un 85% más caro y ha generado ciertas fallas mecánicas descritas previamente en el plan de mantenimiento preventivo.

En conjunto con el plan de mantenimiento sugerido, se propone construir una estación de suministro para despachar gasoil a las unidades refuellers. De esta manera se disminuye el costo por este concepto y se reduce el riesgo de falla en los equipos y componentes, y se asegura el funcionamiento de los mismos para cumplir con el suministro programado.

Según datos suministrados por la empresa, entre las unidades refuellers operativas, consumen 120 litros por semana, es decir, 6240 litros por año.

En la siguiente tabla se muestra, las características técnicas de dicha estación.

**Tabla N° VI. 10. Características Técnicas de Estación de Suministro de Gasoil**

<b>Características Técnicas</b>	
<b>Tanque de Almacenamiento</b>	
Capacidad	5000 lts
Dimensiones	Largo: 3,65 m Diámetro: 1,32 m, y Altura total 2,32 m
Material	Acero al Carbono (ASTM D-36)
Tipo	Horizontal
Otras características	Espesor de lamina 3 mm pared sencilla, incluye escalera de acceso a toma de llenado, base de apoyo altura 1 m y visor de nivel con válvula de seguridad.
<b>Surtidor de Combustible</b>	
Manguera	Tipo: HD 10-200
	Presión de Servicio: hasta 4 bar
	Caudal: 160 lts/min
	Material: Goma NBR
	Cantidad: 5 mts
Acople	Tipo: ZVA-25
	Presión de Servicio: hasta 3.5 bar
	Caudal: 140 lts/min
	Material: Aluminio. Posee recubrimiento de polietileno.
Surtidor	Cantidad: 2
	Tipo: para consumo propio
	Dimensiones: Alto 2410mm, Ancho: 1252mm y espesor 657mm
	Cantidad: 1
	Medidor tipo: Sencillo
<b>Inversión (Bs)</b>	
29.322.12 Bs ( Ver Anexo 5)	

**Fuente: PDVSA MENA**



**Figura N° VI.6. Tanque para almacenar Gasoil disponible en Planta de Distribución PDVSA Yagua**

Es importante destacar que PDVSA por ser la corporación más grande e importante del Venezuela, debe cumplir con ciertos parámetros de control y calidad, entre los cuales cabe mencionar el interés de fabricar los tanques destinados a las distintas plantas de suministro o distribución del país, con el propósito de garantizar que éstos cumplen con los aspectos técnicos exigidos por la empresa y que los materiales empleados son los apropiados de acuerdo al uso del tanque.

Para el caso en estudio, solo se debe considerar el costo por traslado desde la planta de distribución Yagua, y el costo por acondicionamiento del tanque dentro de las instalaciones de la planta de suministro de combustible de aviación.

En cuanto al medidor del surtidor, se recomienda, uno tipo sencillo, tal como se muestra en la siguiente figura:



Surtidor para consumo propio



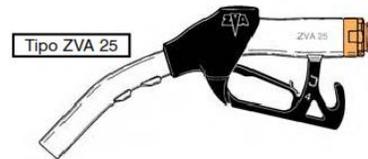
Medidor de combustible tipo sencillo

**Figura N° VI.7. Surtidor y medidor propuesto para estación de suministro de gasoil**

La manguera y el acople sugerido de acuerdo a las características técnicas mostradas previamente, son mostradas en la siguiente figura:



Manguera tipo HD 10-200



Acople tipo ZVA-25

**Figura N° VI.8. Manguera y acople propuesto para estación de suministro de gasoil.**

En la siguiente figura se señala con una estrella la ubicación de la estación de suministro de gasoil, cuyo espacio disponible es de 32.25 m<sup>2</sup>



**Figura N° VI.9. Ubicación de estación de suministro de gasoil.**

De incluirse la estación de suministro de gasoil en el área mostrada, quedaría un espacio libre de  $15.33\text{m}^2$  ( $32.25\text{m}^2 - 16.92\text{m}^2$ ).

Con la implementación de esta propuesta, se espera que se realice el abastecimiento de cada una de las unidades refuellers al menos una vez por semana, garantizando la operatividad de los mismos. La propuesta presenta las siguientes ventajas:

- Reducción de costos por consumo de combustible en unidades refuellers.
- Se alarga la vida útil de los componentes y equipos de las unidades refuellers.
- Se cumple con lo requerido en los datos de placa de las unidades refuellers.
- Con el medidor incorporado al surtidor, se lleva un control mas preciso del consumo de combustible.

## **VI.5. REEMPLAZO DE EQUIPOS PARA REALIZAR ABASTECIMIENTO.**

Actualmente, para el despacho de las aeronaves, el operador se monta sobre un elevador que se encuentra en la parte posterior de la unidad refueller el cual controla hasta la altura correspondiente para realizar el abastecimiento, Posteriormente, carga la manguera por el pico (de acero macizo y pesa 15 kg), eleva sus hombros y gira para realizar el acople a la boca de entrada del avión. El operario permanece estático sosteniendo la manguera durante los doce (12) minutos que en promedio dura el llenado del tanque del avión.

Una vez cuantificado el riesgo asociado a la realización del abastecimiento mediante el método REBA, se determinó que el riesgo es alto, por lo que la intervención y análisis debe hacerse de forma inmediata.

Por las características del puesto de trabajo, no puede ser implementado algún mecanismo o dispositivo que funcione sin que el operario realice un esfuerzo considerable, es decir, el trabajador realizará los mismos movimientos para ejecutar ésta actividad independientemente de cualquier sistema propuesto.

Se hizo necesario, analizar las características y condiciones de cada uno de los equipos y herramientas utilizados, para reemplazar o reubicar aquellos que perjudiquen el desempeño del trabajador. Entonces, se propone lo siguiente:

### **VI.5.1. Reemplazar Manguera de Abastecimiento.**

La manguera de abastecimiento utilizada en la actualidad es de tipo HD-C de tela con recubrimiento de caucho y goma sintética, de 4” de diámetro, soporta una presión de 20 bares y un caudal nominal de 3200 lts/min, sin embargo se le dificulta al operario manipularla para realizar el suministro al avión, debido a que ésta es muy pesada (hasta 10 kgs, dependiendo del combustible contenido en su interior). Se propone sustituirla por otra manguera con las características mostradas en la siguiente tabla:

**Tabla N° VI.11 Aspectos Técnicos de Manguera para Abastecimiento Propuesta**

<b>Aspectos Técnicos</b>	
Tipo	LTW
Diámetro	3.5"
Presión de Servicio	20 bares
Caudal Nominal	2200 lts/min
Tubo interior	Compuesto de caucho sintético de color negro, con resistencia a la extracción e hinchamiento por hidrocarburos
Refuerzo	Tela nylon de alta tenacidad
Temperatura	Rango -30° C a 110° C
Longitud	Hasta 12 metros
Características Adicionales	La manguera lleva en su interior alambre de cobre para eliminar las cargas estáticas.
	Banda de Neón Amarilla para seguridad elevada.
<b>Inversión (Bs)</b>	
3.632.41 Bs (Ver Anexo 6)	

**Fuente: Elaboración Propia**

Los criterios de evaluación y selección de la manguera están establecidos en la norma UNE 1361:2005 “Mangueras a base de elastómeros, y sus conjuntos con accesorios de unión, para el trasvase de combustible para aviación. Especificaciones”.

Debido al material y diseño exterior liso nerviado de esta manguera, presenta bastante flexibilidad, por lo que requiere de manipulación ligera y hasta un 50% menos peso que la manguera tipo HD-C. En la grafica VI.10 se puede observar la diferencia entre la manguera de abastecimiento utilizada actualmente y la propuesta.



Manguera Tipo HD-C (Actual)



Manguera LTW (Propuesta)

**Figura N° VI.10. Manguera de Abastecimiento Actual y Propuesta.**

**VI.5.2. Reemplazar Acople de manguera.**

El acople de la manguera utilizado para realizar el abastecimiento, es una pieza maciza, de acero inoxidable, tipo “guillemin” con un peso aproximado de 2.5 kg, no posee agarraderas (lo cual dificulta su manipulación), y posee acople de roscado para unir a la boca de entrada del avión.

Dadas las características del puesto de trabajo y en vista que el actual acople de roscado hace que el operario permanezca estático con los hombros elevados durante al menos 12 minutos que dura en promedio el suministro, se propone reemplazarlo por otro acople de menor peso, con un diseño ergonómico, de manera que el trabajador realice un mejor agarre y un menor esfuerzo.

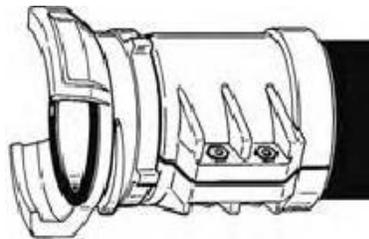
**Tabla N° VI.12 Aspectos Técnicos del Acople de Manguera Propuesto**

Aspectos Técnicos	
Diámetro Interno	3.83” (Adaptado para manguera de 3.5”)
Material	Aluminio
Peso Máximo	3.5 kgs
Presión Nominal	25 bares
Acople Tipo	“Camlock”
Características Adicionales	Cierre automático por presión, pose agarradera para facilitar su

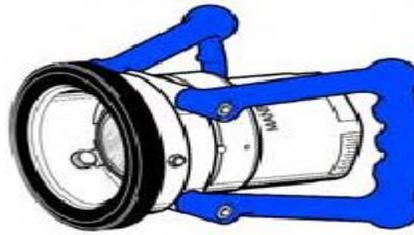
	manipulación
<b>Inversión (Bs)</b>	
Incluido en costo de manguera.	

**Fuente: Elaboración Propia**

Los criterios de evaluación y selección de acoples están determinados en la norma UNE 14228-8:2007, “Especificaciones para mangueras con elementos de sujeción. Parte 8: Semiacoplamiento simétricos.”



Acople Tipo “Guillemin” (Actual)



Acople Tipo “Camlock” (Propuesta)

**Figura N° VI.11. Acople de Manguera Actual y Propuesto.**

Al implementar la propuesta de reemplazar tanto la manguera como el acople, se busca reducir las condiciones que provocan fatiga, ya que elimina los movimientos críticos que ocasionan lesiones musculoesqueléticas, asociados al método actual de Despacho.

### **VI.5.3. Rediseñar Control de Mando para la Cabina del Elevador.**

En la cabina del elevador, el cual se encuentra ubicado en la parte posterior de la unidad refueller, existe una serie de irregularidades, las cuales hacen que el operario ejecute movimientos que pueden generarle fatiga o lesiones. Entre ellas cabe mencionar:

- No existe un mecanismo para sujetarlas mangueras, por lo que el operario debe agacharse para recogerla del piso de la cabina.
- El operario dentro de la cabina del elevador, solo puede controlar el ascenso y descenso del mismo, además del apagado del motor para despachar al avión. Si quiere iniciar el suministro, debe bajarse del

elevador para presionar un botón que se encuentra en la cabina de la refueller.

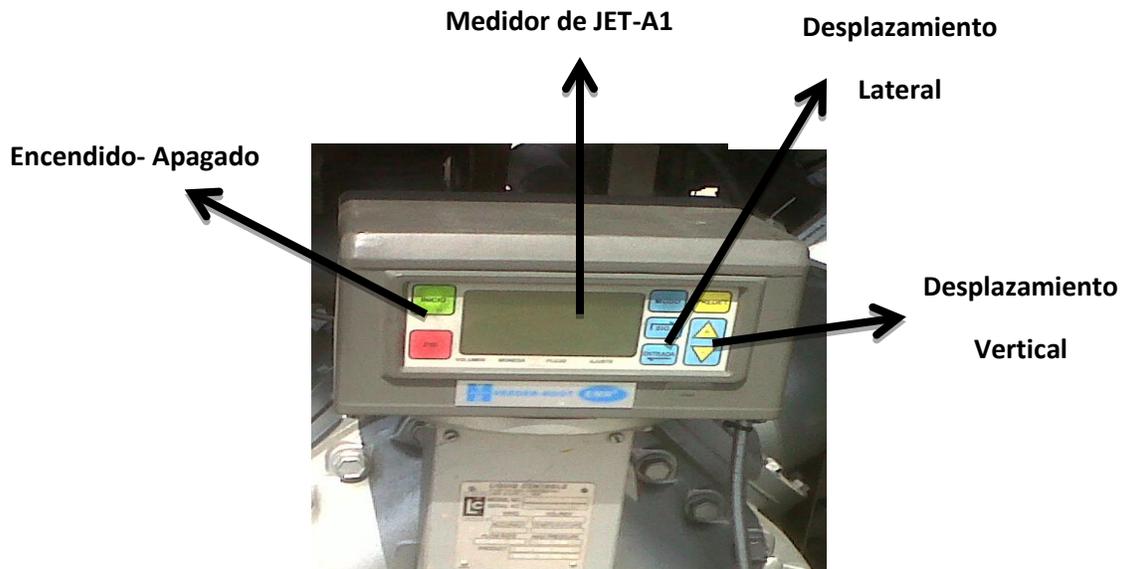
- No cuenta con un sistema “deadman” o parada de emergencia.
- No puede controlar el caudal de entrada, para ello debe bajarse hacia la cabina de la unidad Refueller.

Para establecer propuestas ante cada una de estas irregularidades, se pretende rediseñar el control de mando en la cabina del elevador, de manera que el operario tenga acceso a todas las funciones necesarias para el óptimo desempeño en la ejecución de la actividad. Los aspectos técnicos se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla N° VI.13 Aspectos Técnicos de Control de Mando Propuesto**

<b>Aspectos Técnicos</b>	
Alimentación	230 V. Monofásico
Dimensiones (mm)	1354 x 1157 x 1130
Material	Acero laminar.
Accionamiento	Control-Automático
<b>Características Adicionales</b>	
Sistema de Parada de Emergencia	Deadman
Control de Ascenso y Descenso	Si
Encendido y Apagado de Bomba	Si
Control de Caudal	Si
Control de Presión	Si
Medidor de Combustible	Si
<b>Inversión (Bs)</b>	
1.782, 06 Bs (Ver Anexo 7)	

**Fuente. Elaboración Propia**



**Figura N° VI.12. Control de mando de cabina del elevador Actual.**

Por otra parte se pretende soldar unos soportes en las barandas de apoyo de la cabina del elevador, para sujetar la manguera y así evitar que el operario se agache y hale la manguera para realizar el abastecimiento, en la figura VI.15 se muestra dicho soporte y en la tabla VI.14 se detallan las características del mismo:

**Tabla N° VI.14. Características del soporte propuesto para sostener manguera de abastecimiento.**

Aspectos Técnicos	
Dimensiones	15cm x 15 cm x 10 cm
Máximo soporte	25 kgs
Material	Aluminio
Inversión (Bs)	
Incluido en control de mando de cabina	

**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura N° VI.13. Soporte propuesto para sostener manguera de abastecimiento en cabina de elevador**

A continuación se realiza un estudio de los movimientos ejecutados por el operario, de ser implementada la propuesta:

### Tronco

Movimiento	Puntuación	Corrección	
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2		
20°-60° flexión > 20° extensión	3		
60° flexión	4		

### Cuello

Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
20° flexión o extensión	2		

### Piernas

Posición	Puntuación	Corrección	
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)	

Figura VI.14 Método Reba. Grupo A. Propuesta

### Brazos

Posición	Puntuación	Corrección		
0-20° flexión/extensión	1	Añadir		
> 20° extensión	2			+ 1 si hay abducción o rotación
20-45° flexión	3			+ 1 elevación del hombro
> 90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad		

### Antebrazos

Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
< 60° flexión > 100° flexión	2	

### Muñecas

Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-15° flexión/extensión	1	Añadir	
> 15° flexión/extensión	2		

Figura VI.15. Método Reba. Grupo B. Propuesta

**Tabla N° VI.15. Tabla A y Tabla carga/fuerza para la propuesta**

TABLA A													
		Cuello											
		1				2				3			
Piernas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

TABLA CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 kg	5-10 kg	10 kg	instauración rápida o brusca

**Fuente: Método REBA**

**Tabla VI.16. Tabla B y Tabla agarre para la propuesta**

TABLA B							
		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE			
0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Fuente: Método REBA**

**Tabla VI.17.Tabla C y Puntuación para la propuesta**

TABLA C													
Puntuación A	Puntuación B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantadas más de 1 min.												
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto.												
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.												

**Fuente: Método REBA**

La puntuación final es **3**, con dicho valor se determinó el nivel de Riesgo y la acción a tomar.

**Tabla VI.18. Niveles de Riesgo y Acción para la propuesta**

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
<b>1</b>	<b>2-3</b>	<b>Bajo</b>	<b>Puede ser necesario</b>
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

**Fuente: Método REBA**

Con el reemplazo y/o reubicación de los equipos y herramientas necesarios para realizar el abastecimiento a los aviones, se obtienen las siguientes ventajas:

- Actualización de los procedimientos para suministro de combustible.
- Se promueve el orden y limpieza en el área, además del trabajo seguro.
- Reducción del riesgo en un 67% a raíz de la eliminación de movimientos que podían ocasionar lesiones o trastornos musculoesqueléticos.
- Mejoras en el desempeño de los operadores.

### **VI.6. Evaluación del Impacto Económico.**

A continuación se presenta la inversión total requerida y los beneficios asociados a la implementación de las de las mejoras planteadas anteriormente, con el objetivo de estimar la rentabilidad del proyecto.

#### **VI.6.1 Inversión**

La inversión total requerida comprende la sumatoria de los costos asociados a cada una de las mejoras para conocer cuál es el monto total que debe invertir la *Planta de suministro de combustible de Aviación Valencia*, si implementa las propuestas planteadas.

**Tabla N° VI.19. Inversión Total Requerida**

<b>Descripción de la Propuesta</b>	<b>Inversión Total (Bs)</b>
Mecanismo para tomar muestras	3.352,92 Bs
Construcción de Laboratorio para realizar Pruebas Abreviadas	6.658,56 Bs
Actualización el Plan de Mantenimiento Preventivo de la Unidades Refuellers	17.632,09 Bs
Plan de Adiestramiento de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para unidades Refuellers	4.598.01 Bs
Construcción de instalaciones para almacenar y despachar Gasoil para uso interno.	29.322,12 Bs
Reemplazo de Manguera para Abastecimiento Propuesta	3.632.41 Bs
Rediseño de Control de Mando Propuesto para cabina de elevador	1.782, 06 Bs
<b>Total</b>	<b>66.978.17 Bs</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

### **VI.6.2. Beneficios**

Con la implementación de todas las mejoras planteadas en la planta de suministro de combustible de aviación, se obtienen beneficios a través del ahorro por uso de gasoil en vez de JET-A1 para uso interno, además del ahorro por concepto de reemplazo de cartuchos para el filtro coalescente utilizado en el área de recepción de la planta ya que dicho reemplazo se realizará una vez al año y en la actualidad se realiza hasta cuatro (4) veces.

### **Ahorro por uso de Gasoil:**

Jet-A1: 120 lts/semana \* 52 semanas/año \* 3.5 Bs/lit = 21.840 Bs/año

Gasoil: 120 lts/semana \* 52 semanas/año \* 0.5 Bs/lit = 3120 Bs/año

Ahorro: 18.720 Bs/año

### **Ahorro por reducción del número de reemplazos de cartuchos para los filtros coalescentes:**

Se sabe que el filtro coalescente dispone de seis (6) cartuchos, y que cada uno de ellos tiene un costo de 3982 bs, además, en la actualidad se realiza dicho cambio al menos una vez cada tres (3) meses, debido a que éstos se deterioran al entrar en contacto con el producto contaminado. Al implementar la propuesta, se permite que circule el producto contaminado hacia el tanque recolector, antes de vaciar el producto no contaminado en el tanque de almacenamiento que se encuentre en servicio.

Sin Propuesta: 4 veces/año \* 3982. Bs/cartucho \* 6 cartuchos/vez = 95.094,14 Bs/año

Con Propuesta: 1 veces/año \* 3982 Bs/cartucho \* 6 cartuchos/vez = 23.893 Bs/año

Ahorro: 71.201,14

### **Ahorro Total:**

18.720 Bs/año + 71.201.14 Bs/año = 89.921.14 Bs/año = 7493.43 Bs/mes

### **VI.6.3. Determinación de la Rentabilidad**

Para la determinación de la rentabilidad del proyecto, se utiliza el valor actual como indicador. El periodo de estudio es de diez (10) meses, de acuerdo a lo establecido por la directiva de la planta al inicio de la investigación, para garantizar el cumplimiento de todas las propuestas y tramites legales en el tiempo administrativo correspondiente. En la Tabla VI.20 se muestran los flujos correspondientes a las inversiones que se deben

realizar y la utilidad que estas generan. Para la determinación de la rentabilidad, se utiliza la siguiente expresión:

$$VA (1.27\%) = -6658.56 + 4140.51(P/S_{1.27\%,1}) + 7493.43(P/S_{1.27\%,2}) -10133.66 (P/S_{1.27\%,3}) + 7493.43(P/S_{1.27\%,4}) + 2895.42(P/S_{1.27\%,5}) - 21828.69(P/S_{1.27\%,6}) + 7493.43(P/S_{1.27\%,7}) + 5711.37(P/S_{1.27\%,8}) + 4131.02(P/S_{1.27\%,9})$$

$$VA (1.27\%) = -6658.56 + 4140.51 (0.9875) + 7493.43 (0.9750) -10133.66 (0.9628) + 7493.43 (0.9501) + 2895.42 (0.9388) - 21828.69 (0.9271) + 7493.43 (0.9154) + 5711.37 (0.9040) + 4131.02 (0.8926)$$

$$VA (1.27\%) = 132,27 \text{ Bs.}$$

Como el valor actual resulto mayor que cero, se puede concluir que los ingresos del proyecto superan a los costos, incluyendo la tasa de interés de 1,27% mensual (Dato extraído del Banco Central de Venezuela) en una cantidad de dinero equivalente a 132,27 Bs

#### **VI.6.4 Tiempo de Recuperación de la Inversión**

Conocidos los costos y el ahorro total, se puede determinar en cuanto tiempo se recuperará lo invertido en la implementación de todas las mejoras planteadas. Para determinarlo se utiliza la siguiente ecuación:

$$TRI = \frac{\textit{Inversion Total}}{\textit{Beneficios Adicionales}}$$

$$TRI = \frac{66978.17}{7493.43} \quad TRI = 8.93 \text{ meses} \cong 9 \text{ meses}$$

## CONCLUSIONES

Durante el estudio realizado en la planta se identificaron y analizaron las causas que generan los problemas actuales para dar paso a propuestas de mejoras en cada una de las áreas de estudio de la Planta de suministro de Combustible de Aviación.

Según los resultados obtenidos en la investigación y el análisis económico realizado, se concluyó lo siguiente:

- El objetivo general planteado en el estudio consistía en proponer mejoras en el área de recepción y despacho con la finalidad de optimizar las actividades involucradas en el proceso, el cual fue alcanzado satisfactoriamente, ya que se logró establecer una herramienta técnica de aplicación que de ser implementado, se reducirían los costos en un 27% y los accidentes en un 76%.
- El plan de mantenimiento preventivo permitirá disminuir el riesgo de falla en las unidades refuellers evitando las paradas no planificadas, el mantenimiento correctivo, y asegurando el funcionamiento de los equipos para cumplir con el suministro programado.
- Con la construcción de la estación de suministro de Gasoil para uso interno, se reducen los costos en un 85%, ya que se elimina el consumo de JET-A1 para abastecer a las unidades Refuellers.
- Con el remplazo de los equipos para realizar el abastecimiento, se disminuye hasta en un 50% el riesgo por contacto con el producto y por movimientos innecesarios.

- Con la implementación de todas las mejoras planteadas, se genera un beneficio de Bs 7493.43 mensuales, por lo que se justifica la inversión de Bs 66.978,17 la cual se recupera en 9 meses.
  
- Con la aplicación de la metodología Estudio de Trabajo, se comprobó que es una herramienta práctica y fácil de usar para la resolución de problemas, a través de la realización de procesos de mejora continua que permitan reducir costos unitarios y mejorar la calidad del servicio del sistema, en nuestro caso la planta de suministro de combustible de aviación Valencia.

## RECOMENDACIONES

A continuación se presentan una serie de recomendaciones dirigidas a la empresa, como complemento de las propuestas planteadas anteriormente, para alcanzar mejores resultados en los procesos llevados a cabo en las áreas de recepción y despacho:

- Implementar en su totalidad las propuestas planteadas en esta investigación para disminuir los costos y mejorar las condiciones de trabajo.
- Ejecutar las tres etapas que quedaron pendientes de la metodología empleada en esta investigación, para verificar su evolución y aprovechar el conocimiento obtenido para futuras investigaciones en otras plantas del país.
- Mejorar continuamente el plan de mantenimiento preventivo para las Refuellers con el propósito de garantizar su adecuado funcionamiento y alargar su vida útil.
- Colocar en las áreas de recepción y despacho de la planta de forma visible las instrucciones de trabajo que debe seguir el operario con el método propuesto.
- Mantener las unidades Refuellers siempre llenas, para anticiparse a los pedidos realizados por el aeropuerto y eliminar los retrasos por dicho concepto.
- Dictar charlas y conferencias para capacitar al personal en áreas de conocimiento claves para la empresa como misión y visión de la misma, higiene y seguridad en el trabajo, actitudes gerenciales, trabajo en equipo, entre otros.
- Incentivar el trabajo seguro, mediante el uso obligatorio y adecuado de los equipos de protección personal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2004), El Proyecto de Investigación. Editorial Panapo/Cedice. Caracas Venezuela
- ASTM D-1298 (2008). Método para prueba estándar para densidad relativa o gravedad API de productos líquidos del petróleo, por el método del hidrómetro. Versión actualizada para Venezuela.
- ASTM D-4057 (2008). Práctica estándar para muestreo manual de petróleo y productos de petróleo. Versión actualizada para Venezuela.
- Balestrine, M. (1997). Como se Elabora el Proyecto de Investigación. Caracas. Editorial BL Consultores y Asociados. 1º Edición.
- Burgos F. (2009), Ingeniería de Métodos. Calidad. Productividad. 4ta Reimpresión. 2da edición. Universidad de Carabobo.
- Castaños J. y Deibis D. (2006) “Estrategias para disminuir los factores de insatisfacción laboral que inciden en el desempeño del Factor Humano. Caso: Planta de Distribución PDVSA (Yagua)”. Universidad de Carabobo. Venezuela
- Cortes, J. (2001) Seguridad e Higiene del Trabajo. Tercera edición. Editorial alfa Omega. España.
- Escalante y Pacheco (2008). “Diseño de un Programa de Higiene y Salud Industrial orientado a la prevención de accidentes laborales en la empresa Imosa Tuboacero”. Trabajo de Grado. Universidad de Carabobo.
- Hackett W.. y Robbins, G.. (1984), Manual Técnico de Seguridad titulado “Prevención en Seguridad Industrial Primeros Auxilios”, Universidad de Carabobo.
- Hernández, R; Fernández, C y Baptista, P (1998). Metodología de la Investigación. 4ta Edición. Editorial McGraw Hill. México.

- Hignett S y McAtamney L (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). AppliedErgonomics, Ed. 31, pp.201-205.
- Hodson William (1998) Maynard Manual del Ingeniero Industrial I. Cuarta Edición. Mc Graw Hill.
- International Standar Organization (ISO) 17025 (2012) Norma Técnica para Laboratorios Ensayo y Calibración
- Kanawaty (1996). Introducción al Estudio de Trabajo. 4ta Edición. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo. Suiza.
- Ley Orgánica de Prevención, Condición y Medio Ambiente de Trabajo (2005).Gaceta Oficial N° 38.236 del 26 de Julio de 2005. Caracas-Venezuela.
- Malchaire, J. (1998) Estrategia de prevención, lesiones del miembro superior por trauma acumulativo. Universidad Catolica de LOvain (Bélgica).
- Martello G. (2005), “Análisis de Riesgos y Operatividad de los Procesos en las Áreas de Producción”. Trabajo de pasantía de la empresa HENKEL VENEZOLANA, C.A, Trabajo de Pasantía. Valencia Estado Carabobo
- Maurice, E. (2002) “Manual de Metodología para la elaboración de una Investigación de Campo”. Universidad de Carabobo.
- Norma Venezolana COVENIN 1023 (2000) Productos derivados del petróleo. Turbocombustibles. Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN, N° 2260 (2004) Programa de Higiene y Seguridad Ocupacional. Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN 4004 (2002) Sistema de Gestión de Seguridad e Higiene Ocupacional. Guía para su implantación. Venezuela.
- UNE 66175 (2003) Guía para la implantación de Sistemas de Indicadores de Gestión.

# ANEXOS

## Anexo 1

### Costo Propuesta N° 1: Construcción de mecanismo para recolectar muestras.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
Tubería de 1 ½" acero al carbono	2 mts	505.46	1012.92
Válvula 1 ½" HxH NPT 18.158 Acero al carbono	2	210.5	421
Grifo 2" NPT bronce con rosca y arandela	1	159	159
Uniones 1 ½" con filtro micronico	4	40	160
Mano de Obra para Instalacion	1	1600	1600
<b>Total</b>			<b>3352.92</b>

Fuente: PDVSA MENA

## Anexo 2

### Costo Propuesta N° 2: Construir y Acondicionar laboratorio para realizar pruebas abreviadas.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
Lamina acero Inox. 3/8” espesor 2x1. 6 mts	2	2029	4058
Electrodos	12	76	912
Manillas y soportes	4	47.14	188.56
Mano de Obra	1	1500	1500
			<b>6658.56</b>

**Fuente: PDVSA MENA**

### Anexo N° 3

#### Costa Propuesta N° 3: Actualización de Plan de Mantenimiento Preventivo para las unidades Refuellers.

Descripción	Semana-hb	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
Especialista	4	1995.56	7982.26
Mecánico	4	1428.33	5713.32
Electricista	3	1389.17	3936.51
<b>Total</b>			<b>17632.09</b>

**Fuente: PDVSA MENA**

## Anexo N° 4

### Costo Propuesta N° 4: Plan de Adiestramiento de mantenimiento Preventivo y correctivo para unidades Refuellers

Descripción	Hr-hb	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
Supervisor Adiestramiento	15	124.20	1863.01
Mecánico	21	72.85	1530
Auxiliar de Grupo	21	57.38	1205
<b>Total</b>			<b>4598.01</b>

Fuente: PDVSA MENA

## Anexo N° 5

### Costo Propuesta N° 5: Construcción de Estación de Suministro de Gasoil para uso interno.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
Traslado de tanque hasta planta	-	-	2.500
Acondicionamiento de tanque	-	-	1.500
Equipo Surtidor			10.465.92
Medidor de combustible	1		3.201.87
Manguera y Acople	1		1.782.33
Instalación de Estación de suministro	-	-	4.265
Técnicos especialistas	3	1870	5610
<b>Total</b>			<b>29322.12</b>

**Fuente: PDVSA MENA**

## Anexo N°6

### Costo Propuesta N° 6: Reemplazo de manguera y acople de manguera de abastecimiento.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
Manguera Tipo LTW	15 mts	501.06 (cada 5mts)	1503.18
Acople tipo "Camlock"	1unidad	381	379.23
Mano de Obra para Instalación (Incluye materiales para unir acople con manguera)	1	1750	1750
<b>Total</b>			<b>3632.41</b>

**Fuente: PDVSA MENA**

## Anexo N° 7

### Costo Propuesta N° 7: Rediseño de control de mando de cabina de elevador.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
Incorporación de nuevas funciones a Control de mando de cabina de elevador	-	532.06	532.06
Técnico Especialista (Incluye equipos para calibrar control de mando)	1	1250	1250
<b>Total</b>			<b>1782.06</b>

**Fuente: PDVSA MENA**



## Anexo N° 8

# Mantenimiento Preventivo

## Servicio Básico Incluyendo la Lubricación y el Cambio de Aceite Incluyendo la Lubricación y el Cambio de Aceite

Fecha:	Modelo:	Reg. No.:
Hora:	Número de Identificación del Vehículo:	Motor:
	Código del Concesionario:	Transmisión
	Nombre:	Eje Trasero:

X = Corregido sin comentarios

√ = Corrección no necesaria

N = No relevante o pertinente

	Lubricación, Revisar Aceite y Nivel de Fluido	
1	Lubricación del Chasis	
2	Lubricación de la Cabina	
3	Cambio de Aceite de Motor y Filtros	
4	Revisar Nivel de Aceite en Transmisión Manual	
5	Revisar Nivel de Aceite en Transmisión Automática	
6	Revisar Nivel de Aceite en PTO (Toma de Fuerza)	
7	Revisar Nivel de Aceite en Retardador	
8	Revisar Nivel de Aceite en Caja de Transferencia	
9	Revisar Nivel de Aceite en Eje de Mando Delantero	
10	Revisar Nivel de Aceite en Eje de Mando Trasero	
11	Revisar Nivel de Aceite en Eje de Elevación Hidráulica	
12	Revisar Nivel de Aceite en Dirección Hidráulica	
13	Revisar Nivel de Aceite en las Mazas con Baleros Lubricados con Aceite	
14	Revisar Nivel de Aceite en la Bomba de Inclinación de la Cabina (Si está equipado)	
15	Revisar el Nivel de Fluido en el Depósito del Embrague	
16	Revisar la Protección Anticongelante del Refrigerante y el Nivel (Revisar Nivel de SCA)	
17	Revisar Niveles de Fluido en los Depósitos del Limpiaparabrisas y del Limpiador de Faros	
18	Revisar el Secador de Aire	

	Revisiónes de la Cabina	
19	Revisar las Lámparas de Precaución y de Control	
20	Revisar Códigos de Falla en la Unidad de Control Electrónico del Vehículo	
21	Revisar los Códigos de Falla en la Unidad de Control Electrónico del Motor	
22	Revisar los Códigos de Falla en el ABS, frenos anti-bloqueo	
23	Revisar los Códigos de Falla de la Transmisión	
24	Revisar Funcionamiento del Calentador de Estacionamiento	
25	Revisar el Control del Retardador	
26	Revisar Sellado en el Circuito de Frenos Principal (Servicio)	
27	Revisar Palanca de Cambios y Pedal del Embrague	

	Revisiónes Externas	
28	Revisión del Funcionamiento de las Lámparas Exteriores	
29	Revisar Espejos y Reflectores	
30	Revisar Funcionamiento de Limpiadores y Lavado	
31	Revisar Montaje de la Batería, Conexiones y Niveles de Fluido	
32	Revisar Tanque de Combustible, Mangueras, Tubos y Cinchos de Montaje	
33	Revisar Filtro de Ventilación del Tanque de Combustible	
34	Revisar Separador de Agua para el Sistema de Combustible	
35	Revisar Desgaste de las Llantas	



**Tabla N° VI.20. Flujos Monetarios Netos**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct
Mecanismo para tomar muestras		-3352.92								
Construcción de Laboratorio para realizar Pruebas Abreviadas			-6658.56							
Actualización del plan de mantenimiento Preventivo de la unidades refuellers				-17632.09						
Plan de Adiestramiento de mantenimiento preventivo y correctivo para unidades refuellers						-4598.01				
Construcción de estación de servicio para almacenar y despachar Gasoil	-29322.12									
Reemplazo de manguera y acople de manguera de abastecimiento										-3362.41
Rediseñar control de mando para cabina de elevador									-1782.06	
Costo Total	-6658.56	-3352.92	-6658.56	-17632.09	-	-4598.01	-	-	-2782.06	-3632.41
Ahorro Total		7493.43	7493.43	7493.43	7493.43	7493.43	7493.43	7493.43	7493.43	7493.43
<b>Flujo Neto</b>	<b>-29322.12</b>	<b>4140.51</b>	<b>834.87</b>	<b>-10138.66</b>	<b>7493.43</b>	<b>2895.42</b>	<b>7493.43</b>	<b>7493.43</b>	<b>5711.37</b>	<b>4131.02</b>

**Fuente: Elaboración Propia**