



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y**  
**APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN DE RIESGOS LABORALES EN  
ESPACIOS CONFINADOS DE LOS TANQUES DE  
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE  
BOEING 737-200/300/400/500 EN LA DIRECCIÓN DE LA  
INDUSTRIA AERONÁUTICA DEL ECUADOR OMA-DIAF.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial.

**Autora:**

Pacheco Cajas Alba Selena

**Tutor:**

Ing. Edison Patricio Salazar Cueva MSc.

**Latacunga – Ecuador**

**Febrero – 2020**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, PACHECO CAJAS ALBA SELENA con cédula de ciudadanía No. 050407140-8, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN DE RIESGOS LABORALES EN ESPACIOS CONFINADOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE BOEING 737-200/300/400/500 EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DEL ECUADOR OMA-DIAF”**, siendo el Ingeniero MSc. EDISON PATRICIO SALAZAR CUEVA, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, es de mi exclusiva responsabilidad.

Atentamente;



Pacheco Cajas Alba Selena

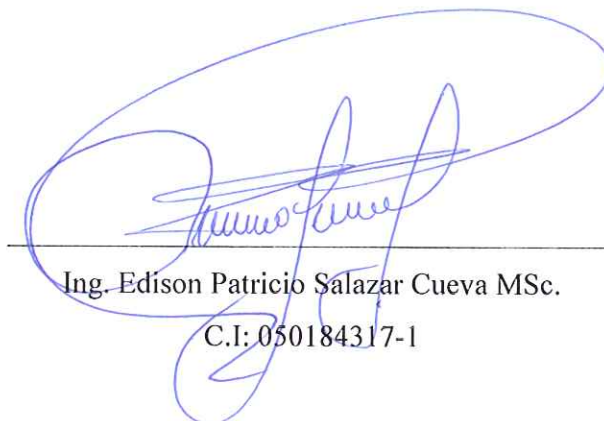
CI. 050407140-8

## AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“Evaluación de exposición de riesgos laborales en espacios confinados de los tanques de almacenamiento de combustible de la aeronave Boeing 737-200/300/400/500 en la Dirección de la Industria Aeronáutica del Ecuador OMA-DIAF”, de Pacheco Cajas Alba Selena, de la carrera de **Ingeniería Industrial**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad **Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero 2020



---

Ing. Edison Patricio Salazar Cueva MSc.  
C.I: 050184317-1

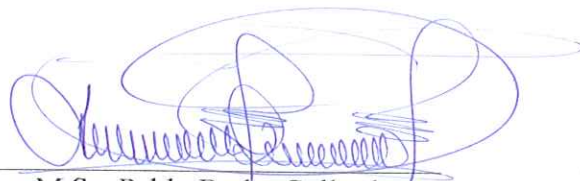
## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS** ; por cuanto, la postulante: **PACHECO CAJAS ALBA SELENA** con el título de Proyecto de titulación: **“EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN DE RIESGOS LABORALES EN ESPACIOS CONFINADOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE BOEING 737-200/300/400/500 EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DEL ECUADOR OMA-DIAF.”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero 2020

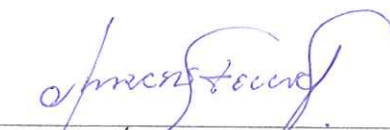
Para constancia firman:



M.Sc. Pablo Barba Gallardo  
CC: 1719308148  
Lector 1



M.Sc. Jorge Freire Samaniego  
CC: 0502624810  
Lector 2



M.Sc. Ángel Tello Córdor  
CC: 0501518559  
Lector 3



## AVAL DE LA EMPRESA

### CERTIFICADO

En calidad de Gerente OMA-DIAF de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea a petición de la interesada **CERTIFICO** que la Srta. Pacheco Cajas Alba Selena, portadora de la cédula de ciudadanía N° 050407140-8 realizó el proyecto de Titulación respectivo con el tema "**EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN DE RIESGOS LABORALES EN ESPACIOS CONFINADOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE BOEING 737-200/300/400/500 EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DEL ECUADOR OMA-DIAF**", cumple con los requerimientos metodológicos y el aporte que requiere la empresa para una mejora en sus procesos laborales en las instalaciones de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea (OMA-DIAF).

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente para que la interesada pueda hacer uso para los fines pertinentes.

**Atentamente:**



Tcrl. Emt. Avc. Iván Oñate Piedra

**Gerente Dirección de la Industria Aeronáutica del Ecuador (OMA-DIAF).**

CC. 1708010549

Cel. 0958983809

## AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, esperanza y las fuerzas para continuar, a mis padres Juan y María por su apoyo incondicional y ser mi inspiración de superación, a mi familia por sus palabras de aliento y sus sabios consejos que me permitieron seguir el camino de bien, a mis hermanos Wuilfrido, María, Marcelo y Fernanda por ser parte de mis aventuras y aprendizaje durante mi formación personal y profesional. A mi tutor Edison Salazar por siempre apoyarme y dirigirme para la realización de este tema de investigación, a mí amada Universidad Técnica de Cotopaxi por darme la oportunidad de educarme y la carrera de Ingeniería Industrial por formarme como profesional.

*Selena*

## DEDICATORIA

A mis padres Juan y María, especialmente a mi padre ya que, con su amor, paciencia, consejos y su ejemplo de superación me ha demostrado que los sueños se cumplen a base de esfuerzo, dedicación y perseverancia A mi hermana María por su amor incondicional, sus palabras de aliento en tiempo difíciles cuando más lo necesitaba. A mis sobrinos por darme la alegría y la satisfacción de la vida. A mi gran orgullo mi abuelito Ángel, por ser la persona que me ayudo con sus consejos y me dirige cada día para ser mejor.

*Selena*

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA

**TEMA:** EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN DE RIESGOS LABORALES EN ESPACIOS CONFINADOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE BOEING 737-200/300/400/500 EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DEL ECUADOR OMA-DIAF.

**AUTOR:** Alba Selena Pacheco Cajas

### RESUMEN

El presente proyecto “Evaluación de Exposición de Riesgos Laborales en espacios confinados de los tanques de almacenamiento de combustible de la aeronave Boeing 737-200/300/400/500 en la Dirección de la Industria Aeronáutica Del Ecuador OMA-DIAF” plantea la identificación de riesgos laborales, mediante la gestión de riesgos, con la finalidad de proponer alternativas para la realización de trabajos seguros en espacios confinados, específicamente en los tanques de combustible. En el proceso se ha utilizado observación de campo, investigación descriptiva, fuentes bibliográficas, recolección de datos, técnicas y herramientas de medición como: Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) aplicadas para la evaluación de riesgos existentes. Esto permitió elaborar un análisis de la situación actual en la que se trabaja dentro de la empresa. Una vez identificados y evaluados los riesgos por medio del Método de Evaluación General de Riesgos del INSHT en las diferentes actividades, se diseñó un procedimiento de trabajo seguro donde se plantea de manera secuencial las acciones necesarias para la ejecución segura de las tareas encomendadas. En base a los resultados obtenidos se concluye que aumentará la confianza de los técnicos, como también la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales que actualmente en la Dirección de la Industria Aeronáutica de la FAE es un problema crítico.

**Palabras claves:** Riesgos laborales, Espacios confinados, Mediciones, Procedimiento de Trabajo, Evaluación de riesgos.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI  
SCIENCES OF ENGINEERING AND APPLIED FACULTY**

**THEME:** EVALUATION OF EXPOSURING OF LABOR RISKS IN CONFINED SPACES OF AIRCRAFT BOEING 737-200/300/400/500 FUEL STORAGE TANKS OF THE AERONAUTICAL INDUSTRY OF ECUADOR OMA-DIAF DIRECTION.

**Author:** Alba Selena Pacheco Cajas

**ABSTRACT**

This project "Evaluation of Occupational Hazards Exposure in confined spaces of fuel storage tanks of the Boeing 737-200 / 300/400/500 aircraft at the Directorate of the Aeronautical Industry of Ecuador OMA-DIAF" raises the identification of occupational hazards, through risk management, with the proposal of alternatives to perform safe working in confined spaces, specifically in fuel tanks. In the process, field observation, descriptive research, bibliographic sources, data collection, techniques and measurement tools such as: Volatile Organic Compounds (VOCs) were applied for the evaluation of controlled risks. This prepares an analysis of the current situation in which one works within the company. Once the risks were identified and evaluated by means of the INSHT General Risk Assessment Method in different activities, a safe working procedure was designed where the sequential way of actions necessary for safe execution of the entrusted tasks is proposed. Based on obtained results, it is concluded that the confidence of the technicians will increase, as well as the prevention of accidents and occupational diseases that are currently in the Directorate of the Aviation Industry of FAE is a critical problem.

**KEYWORDS:** Occupational hazards, Confined spaces, Measurements, Work procedure, Risks evaluation.


## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la señorita Egresada de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA APLICADAS: ALBA SELENA PACHECO CAJAS**, cuyo título versa **“EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN DE RIESGOS LABORALES EN ESPACIOS CONFINADOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE BOEING 737-200/300/400/500 EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DEL ECUADOR OMA-DIAF.”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estime conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente,



**Msc. Marcelo Pacheco Pruna**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0502617350**

## ÍNDICE

<b>CONTENIDOS</b>	<b>Pág.</b>
Portada.....	i
Declaración de autoría.....	ii
Aprobación del tribunal de titulación.....	iv
Agradecimiento .....	v
Dedicatoria .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
Aval de traducción .....	ix
Indice.....	x
Indice de tablas.....	xiv
Indice de figuras .....	xv
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
<b>4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
4.1. Beneficiarios Directos.....	5
4.2. Beneficiarios Indirectos .....	5
<b>5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>6. OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
6.1. Objetivo General .....	8
6.2. Objetivos Específicos.....	8
<b>7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....</b>	<b>8</b>
<b>8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....</b>	<b>10</b>
8.1. Descripción de la empresa Dirección de la Industria Aeronáutica de la FAE,	

OMA- DIAF.....	10
8.2. Riesgo.....	10
8.3. Riesgo Laboral .....	11
8.4. Factores de Riesgos Laborales .....	11
8.4.1. Riesgos Físico .....	11
8.4.2. Riesgo Químico.....	11
8.4.3. Riesgo Biológicos .....	11
8.4.4. Riesgos Psicosociales.....	12
8.4.5. Riesgos Mecánicos.....	12
8.4.5. Riesgos Ergonómico .....	12
8.5. Evaluación de Riesgo.....	12
8.6. Espacios Confinados .....	13
8.7. Riesgos en los espacios confinados .....	13
8.7.1. Evaluación de los riesgos en los espacios confinados .....	13
8.7.2. Avión Boeing 737-200/300/400/500 .....	14
8.7.3. Sistema de combustible del avión 737-200/300/400/500 .....	15
8.7.4. Tanques de almacenamiento de combustible .....	16
8.7.5. Combustible JP-1 .....	16
8.7.6. Trabajos de mantenimiento dentro de los tanques de combustible.....	17
8.7.7. Equipos especiales para trabajos dentro de los tanques de combustible.....	17
8.7.8. Equipos de protección personal para trabajos dentro de los tanques de combustible .....	18
8.8. Factor de Riesgo Ergonómico.....	18
8.8.1 Método REBA.....	18
8.8.2 Desarrollo del método REBA .....	18

8.9. Riesgo Químico.....	20
8.9.1. Equipo instrumento el PCE-VOC .....	20
8.10. NTP 335: Calidad de aire interior: evaluación de la presencia de polen y espora fúngicas.....	21
8.11. Hoja MSDS .....	22
8.11.1. Método Binario Simplificado.....	23
8.11.2. Evaluación General de Riesgos.....	23
<b>9. VALIDACIÓN PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....</b>	<b>24</b>
<b>10. METODOLOGÍA .....</b>	<b>25</b>
10.1. Tipos de investigación .....	25
10.1.1. Investigación de campo.....	25
10.1.2. Investigación bibliográfico - documental.....	25
10.2. Métodos.....	26
10.2.1. Método Cuantitativo .....	26
10.2.2. Método Descriptivo.....	26
10.2.3. Método de Análisis y Síntesis .....	27
<b>11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
11.1 Identificación De Peligro .....	29
11.2 Método REBA.....	37
11.3 Medición Riesgo Químico .....	42
11.4 Estudio de Riesgo Biológico .....	49
<b>12. IMPACTOS. ....</b>	<b>50</b>
12.1. Impactos Económicos. ....	50
12.2. Impactos Técnicos.....	50
12.3. Impactos Social. ....	51

12.4. Impactos Ambientales.....	51
<b>13. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO:.....</b>	<b>52</b>
<b>14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
14.1. Conclusiones .....	53
14.2. Recomendaciones.....	54
<b>15. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>55</b>
ANEXO I. Hoja de vida del autor .....	58
ANEXO II. Hoja de vida del tutor .....	60
ANEXO III. PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DENTRO DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE BOEING 737.....	62
ANEXO VIII. FORMATOS PARA CAPACITACIONES .....	76
ANEXO IX. Fotografías del Estudio de Campo .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Beneficiarios directos .....	5
<b>Tabla 2:</b> Beneficiarios Indirectos .....	6
<b>Tabla 3:</b> Actividades a realizar para cada uno de los objetivos. ....	9
<b>Tabla 4:</b> Matriz de Evaluación de Riesgos .....	37
<b>Tabla 5:</b> Evaluación del método REBA en el cambio de sellos.....	38
<b>Tabla 6:</b> Evaluación método REBA aplicación de sellante .....	39
<b>Tabla 7:</b> Evaluación método REBA, limpieza de los paneles de acceso .....	40
<b>Tabla 8:</b> Evaluación del método REBA, aplicación del sellante .....	41
<b>Tabla 9:</b> Gases muestreados en los puestos .....	48
<b>Tabla 10:</b> Evaluación de riesgo .....	48
<b>Tabla 11:</b> Presupuesto para la elaboración del proyecto.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Motores, Avión Boeing 737 – 200/300/400/500.....	15
<b>Figura 2:</b> Tanques integrales de combustible de las aeronaves Boeing 737 – 200/300/400/500 .....	16
<b>Figura 3:</b> Grupo A: Puntuación de tronco, cuello y piernas. ....	19
<b>Figura 4:</b> Grupo B: Puntuación de miembros superiores.....	19
<b>Figura 5:</b> Tabla C y puntuación final .....	20
<b>Figura 6:</b> Equipo instrumento el PCE-VOC .....	21
<b>Figura 7:</b> Hoja Técnica de Seguridad .....	23
<b>Figura 8:</b> Nivel de Riesgo .....	24
<b>Figura 9:</b> Tela wiper.....	31
<b>Figura 10:</b> Sellante PRC .....	31
<b>Figura 11:</b> Contenedor de solvente MEK .....	32
<b>Figura 12:</b> Señalética de Precaución de Tanques de combustible abiertos.....	32
<b>Figura 13:</b> Lampara para ingreso a espacios confinados .....	42



## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del proyecto:** “Evaluación de exposición de riesgos laborales en espacios confinados de los tanques de almacenamiento de combustible de la aeronave Boeing 737-200/300/400/500 en la Dirección de la Industria Aeronáutica del Ecuador OMA-DIAF”.

**Fecha de inicio:**

Octubre 2019

**Fecha de finalización:**

Febrero 2020

**Lugar de ejecución:** La propuesta se implementará en la empresa Dirección de la Industria Aeronáutica del Ecuador OMA-DIAF de la ciudad de Latacunga Provincia Cotopaxi.

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial.

**Proyecto de investigación vinculado:**

No aplica a ningún proyecto vigente.

**Equipo de trabajo:**

Pacheco Cajas Alba Selena/Autor del proyecto investigativo

Hoja de vida, ver **Anexo I**.

Ing. Msc. Edison Patricio Salazar Cueva / Tutor del proyecto investigativo

Hoja de vida, ver **Anexo II**.

**Área de Conocimiento:**

El proyecto investigativo se basa en la nomenclatura de la UNESCO mostrada a continuación:

- 33 Ciencias tecnológicas
- 3310 Tecnología Industrial
- 3310.03 Procesos Industriales
- 53 Ciencias Económicas
- 5311 Organización y Dirección de Empresas
- 5311.03 Estudios Industriales

**Objetivos del Plan Toda una Vida:**

El presente trabajo está basado con el objetivo N° 5 del Plan Nacional del Desarrollo “Toda una Vida”, el cual dice: “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria”.

- Política 5.3 Fomentar el desarrollo industrial nacional mejorando los encadenamientos productivos con participación de todos los actores de la economía. (TODO UNA VIDA, 2017-2021)

**Línea de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi:**

Se relaciona con la cuarta línea “Seguridad en el trabajo, Salud Ocupacional y medio ambiente laboral”. (UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2015-2020)

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

La sub línea a la cual se apega el proyecto corresponde a la línea de investigación 2: Seguridad en el trabajo, Salud Ocupacional y control de ambiente laboral, con un enfoque a la evaluación de riesgos.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo investigativo se centra en la evaluación de exposición de los riesgos en espacios confinados específicamente dentro de los tanques de almacenamiento de combustible de las aeronaves Boeing 737-200/300/400/500, mediante la aplicación de los diferentes métodos de medición aplicables al tema, con la finalidad de proponer alternativas de solución para reducir el nivel de exposición de dicho riesgo. Y con enfoque a la protección de la integridad del ser humano.

Dentro de las actividades dedicadas al mantenimiento aeronáutico los técnicos están expuestos a riesgos en espacios confinados, como lo son tareas en los compartimentos de carga, compartimentos electrónicos, tanques de combustible, dichos trabajos son de alto riesgo para las personas debido al espacio reducido que tiene el trabajador para realizar sus actividades, además que los gases emanados por el combustible son de alto grado de volatilidad y perjudiciales para la salud humana, es importante saber que dicho daño aumenta según el tiempo de exposición.

El desarrollo del presente proyecto requiere la investigación de temas referentes a espacios confinados, para poder adaptarlos a la evaluación de exposición de riesgos de trabajos dentro de los tanques de almacenamiento de combustible de aeronave 737-200/300/400/500; así como también es necesario saber las posibles consecuencias generadas en las tareas dentro de espacios confinados mediante la realización de estudios técnicos en todo lo que involucren a trabajos en los tanques de combustible.

La información y el estudio de campo adecuados y obtenidos de fuentes de confiabilidad, a través de los manuales y especificaciones técnicas disponibles. Se propone a la empresa OMA DIAF una evaluación completa en lo referente a los trabajos dentro de los tanques de combustible, de tal manera que el ambiente laboral sea acorde a las necesidades del personal para la ejecución de tareas encomendadas.

El resultado final que se busca es reducir los riesgos que se presenten en los trabajos en los tanques de combustible; así como también aumentar el grado de seguridad y confiabilidad de los técnicos encargados de ingresar al área en mención.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La investigación se justifica en base a la problemática obtenida en la OMA-DIAF. En vista de la existencia de riesgos al trabajar dentro de los tanques de combustible de los aviones BOEING 737-200/300/400/500 en la OMA DIAF. Y debido a la falta de un estudio técnico para determinar los niveles del riesgo, los equipos especiales y los tipos de protección personal que se requiere para dicho trabajo, nace la necesidad de realizar la presente evaluación.

Debido a la exposición a los riesgos que conllevan las diferentes actividades dentro de los tanques de combustible el presente estudio es beneficioso para la protección de los trabajadores, mediante el análisis del nivel de contaminación presente dentro de un tanque de combustible; ya que, con dicho estudio se logrará la prevención de enfermedades profesionales, obteniendo así las medidas correctivas para reducir el riesgo ocasionado por dicha exposición.

Los beneficiarios directos del presente proyecto son los trabajadores de la OMA DIAF, ya que una vez puestas en práctica las recomendaciones que se obtendrán como resultado del estudio y evaluación los riesgos y lesiones se reducirán considerablemente; por lo tanto, se reducirán sanciones por enfermedades laborales por parte del Seguro General de Riesgos del Trabajo (IESS) y los trabajadores se mantendrán en buenas condiciones de salud y ambiente laboral.

En base al análisis técnico que se realice en este proyecto se determinará los controles que se podrían implementar en la fuente, medio y en el trabajador aplicando medidas preventivas, correctivas con el fin de mitigar el riesgo. El estudio de este tema es factible realizarlo ya que se cuenta con los instrumentos adecuados para realizar los diferentes tipos de medición necesarios.

Una vez que la empresa aplique el presente estudio se reducirá los riesgos a causa de la actividad antes mencionada; además que aumentara la confiabilidad y la seguridad del personal técnico.

Los conocimientos adquiridos durante los diferentes periodos académicos que serán de gran ayuda y facilitaran el desarrollo del presente trabajo están las cátedras de análisis matemático, Química Industrial, metodología de la investigación, ergonomía, sistemas de gestión integral, calidad, Seguridad y salud ocupacional, SART, proyecto integrador 1 y 2, ingeniería económica, análisis financiero.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

##### 4.1. Beneficiarios Directos

Son considerados como beneficiarios directos a todos los trabajadores de la OMA DIAF. En la Tabla 1 se muestran detallados los números tanto del personal militar y del personal civil (servidores públicos).

Tabla 1: Beneficiarios directos

3.ÁREA / GRADO	OFICIALES	AEROTÉCNICOS	TRBP	SP/NP	SER. PROF.	TOTAL
MANTENIMIENTO	1	35	2	21	22	81
ADMINISTRATIVA	4	7	2	16	13	42
<b>TOTAL</b>	5	42	4	37	35	<b>123</b>

Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)

##### 4.2. Beneficiarios Indirectos

Son las empresas aledañas con un estimado 428 personas que laboran en mencionado lugar y que requieren los servicios de la empresa. Ala de Transportes N° 11 es la empresa que se encuentra aledaña a DIAF y también realiza actividades de mantenimiento dentro de los tanques de combustible de sus aeronaves.

Tabla 2: Beneficiarios Indirectos

3.ÁREA / GRADO	OFICIALES	AEROTÉCNICOS	TRBP	SP/NP	SER. PROF.	TOTAL
MANTENIMIENTO	16	120	0	1	2	139
ADMINISTRATIVA	1	61	0	1	1	64
<b>TOTAL</b>	17	181	0	2	3	<b>203</b>

Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)

## 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Área Ecuatoriana, es una entidad de derecho público, dedicada al mantenimiento aeronáutico, electrónico, aviónica, ingeniería e investigación aplicada a producción de bienes y servicios aeronáuticos, construcción de elementos necesarios para la industria, provisión de partes y repuestos integrados de alta calidad con tecnología de punta para la prestación de servicios, reconocida a nivel nacional e internacional.

Las enfermedades ocupacionales son ocasionadas por las exposiciones a espacios confinados, los mismos que son temas que a nivel mundial ya han captado el interés de las entidades reguladoras y de los empresarios, por lo que se puede decir que el mismo es un “viejo problema” pero que aparece en las industrias con más frecuencia ya que no se toman medidas que realmente solucionen los problemas luego de realizados los estudios.

Según datos de la NIOSH, En el Ecuador se registran 200 muertes anuales debido al trabajo en espacios confinados, tanto en la industria, agricultura y en actividades domésticas, de estas muertes, el 30 % se deben a tanques y espacios de difícil acceso. Datos emitidos por la OSHA estima que el 85 por ciento de estos accidentes podrían ser evitados si el trabajador estuviese informado sobre los peligros que afronta en este tipo de actividad.

En la actualidad la organización realiza actividades en los tanques de combustible de los aviones BOEING 737-200/300/400/500, los mismos que ocasionan graves

consecuencias a los trabajadores en los cuales se puede mencionar:

- Enfermedades respiratorias.
- Enfermedades musculo esqueléticas.
- Enfermedades gastrointestinales.

El no solucionar los principales riesgos existentes al trabajar dentro de los tanques de combustible llevará a la empresa un incremento notorio de enfermedades ocupacionales, los mismos que representan pérdidas económicas y en el peor de los casos pérdidas humanas para la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Área Ecuatoriana OMA-DIAF.

Por tal razón se realizará un análisis de la exposición de riesgos en espacios confinados, mismo que permita identificar aspectos relacionados a parámetros ergonómicos que son necesarios revisar, para así se evitaran problemas futuros, incidentes, accidentes enfermedades profesionales y problemas de aspecto legal.

Los mayores problemas que existen dentro de la empresa “OMA- DIAF” es el acceso al tanque de combustible de las aeronaves, Ya que se conoce que un trabajo en espacio confinado puede ser más peligroso que en un espacio regular.

Para controlar efectivamente los riesgos asociados en espacios confinados se debe implementar medidas de control y evaluación de riesgos, si el área laboral es limitada no es seguro para el trabajador, es por ello que se debe tomar precauciones y no deberán ingresar al espacio confinado hasta que este sea seguro.

Un espacio confinado dentro de una aeronave se entiende por cualquier abertura limitada de entrada, salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos, inflamables o tener una atmósfera deficiente de oxígeno y que no está concebido para ser ocupado continuamente por los trabajadores.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo General**

Evaluar el grado de exposición presente, para la identificación de riesgos en espacios confinados dentro de los tanques de almacenamiento de combustible de la aeronave 737-200/300/400/500, mediante mediciones para salvaguardar la integridad del trabajador.

### **6.2. Objetivos Específicos**

- Identificar los riesgos que se presenten cuando se ejecuta una actividad dentro de los tanques de combustible.
- Analizar los riesgos en base al tiempo de exposición de los técnicos dentro de un tanque de combustible.
- Establecer alternativas de solución para evitar posibles enfermedades laborales producidas al realizar una actividad dentro del tanque combustible, mediante el análisis de los resultados obtenidos en el estudio de campo.

## **7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS**

La tabla 3 indica las diferentes actividades a ejecutar para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos, con los cuales se conseguirá el objetivo general de la investigación.



Tabla 3: Actividades a realizar para cada uno de los objetivos.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES O TAREAS	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
<p>Identificar los riesgos que se presenten cuando se ejecuta una actividad dentro de los tanques de combustible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estudio de campo.</li> <li>➤ Recolección de información bibliográfica en base a los manuales de mantenimiento aplicables a la aeronave.</li> <li>➤ Identificar los riesgos identificados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se identificarán los diferentes riesgos debido a la exposición por una tarea de mantenimiento dentro de los tanques de combustible. Además, se tendrá una visión clara del proceso para poder realizar la posterior evaluación de la actividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Observación.</li> <li>➤ Matriz de identificación de riesgos.</li> <li>➤ Recopilación documental y bibliográfica.</li> </ul>
<p>Analizar los riesgos en base al tiempo de exposición de los técnicos dentro de un tanque de combustible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estudio técnico en base a los riesgos identificados.</li> <li>➤ Medir el nivel de los gases de combustible.</li> <li>➤ Aplicación del método REBA para saber el nivel del riesgo.</li> <li>➤ Identificar los efectos nocivos para la salud al trabajar dentro de los tanques de combustible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se tendrán datos del nivel de contaminación de los gases del JPI dentro de los tanques de combustible.</li> <li>➤ Se podrá saber cuan daño es trabajar dentro de un tanque de combustible. En base a los resultados obtenidos se plantearán las enmiendas para reducir al máximo los riesgos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Matriz de evaluación de riesgos INSHT</li> <li>➤ Análisis de riesgo químico</li> <li>➤ Plantilla aplicable para método REBA.</li> <li>➤ Método 5M</li> </ul>
<p>Establecer alternativa de solución para evitar posibles enfermedades laborales producidas al realizar una actividad dentro del tanque combustible, mediante el análisis de los resultados obtenidos en el estudio de campo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elaboración de un procedimiento de mantenimiento y según las necesidades de la empresa se recomendará la adquisición de los equipos especiales necesarios para los trabajos dentro de los tanques de combustible.</li> <li>➤ Establecer el tiempo máximo de exposición del técnico dentro de los tanques de combustible.</li> <li>➤ Se recomendará el uso de los equipos de protección adecuados para trabajar en los tanques de combustible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La empresa tendrá un estudio completo sobre los riesgos y los efectos en el trabajador al trabajar dentro de los tanques de combustible y en base a dicho estudio la empresa tendrá alternativas de solución para mitigar al máximo dichos riesgos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diseño por fases de un procedimiento para trabajos en los tanques de combustible</li> <li>➤ Matriz de Equipos de protección personal para trabajos en espacios confinados.</li> </ul>

Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **8.1. Descripción de la empresa Dirección de la Industria Aeronáutica de la FAE, OMA- DIAF**

La OMA- DIAF nace como una aspiración de satisfacer las necesidades de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, anhelando alcanzar autosuficiencia en los trabajos de mantenimiento de sus aeronaves y al mismo tiempo de participar en el desarrollo del país generando fuentes de trabajo en un campo nuevo evitando así la salida de divisas al exterior. En 1985 se crea la DIAF, institución pionera que con su capacidad técnica ha permitido dar servicios de mantenimiento a las aeronaves civiles y militares del país.

En marzo de 1989, la Dirección de la Industria Aeronáutica de la FAE, OMA-DIAF, es activada como una empresa para comercializar los servicios especializados en mantenimiento de aviones, tanto civiles como militares, obtuvo permiso de Operación de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) mediante resolución No. 163, el 27 de octubre de 1992, como Estación Reparadora de aviones, motores, hélices y equipos de aviónica.

El 28 de julio del 2006, la OMA -DIAF obtuvo la Certificación ISO 9001:2000 habiendo cumplido con todas las Normas y regulaciones exigidas por las certificadoras American Certification Body (CAB) y Quality Service (QS).

LA OMA- DIAF se ha constituido en el único centro de mantenimiento aeronáutico en el Ecuador que brinda el soporte técnico a las diferentes compañías de aviación del país, que compite a nivel regional con calidad, cumpliendo con normas y procedimientos internacionales y con un cambio cultural en desarrollo

### **8.2. Riesgo**

Se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y

sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad. (Alberto Marti Ezpeleta, 1993)

### **8.3. Riesgo Laboral**

El riesgo es una variable permanente en todas las actividades de la organización que influye en sus oportunidades de desarrollo, pero que también afecta los resultados y puede poner en peligro su estabilidad. (OHSAS 18001, 2015)

### **8.4. Factores de Riesgos Laborales**

Según (AVANCE GRUPO , 2017) describe los siguientes tipos de riesgos como:

#### **8.4.1. Riesgos Físico**

El primer riesgo físico que encontramos es el ruido ya que se presenta en ocasiones de una forma desagradable. Así pues, provoca la activación de las células capilares aumentando el riesgo de perder la capacidad auditiva. Es por esto por lo que hay que tomar medidas necesarias.

#### **8.4.2. Riesgo Químico**

Si se tiene contacto con productos químicos es esencial la protección mediante guantes, mascarillas y la limitación del área de trabajo. Virus, alergias o asfixias pueden ser ocasionadas por la introducción o inhalación de algún producto.

#### **8.4.3. Riesgo Biológicos**

El contacto con seres vivos siempre es peligroso ya que algunos hongos, bacterias o virus son muy dañinos para nuestro organismo. Por ello, es recomendable que se use un equipo adecuado y llevar un control de las vacunas necesarias.

#### **8.4.4. Riesgos Psicosociales**

Estos riesgos son lo más comunes ya que a todos nos ha sucedido alguna vez en la vida. El estrés, la monotonía, fatiga laboral son síntomas surgidos por el exceso de horas trabajadas.

#### **8.4.5. Riesgos Mecánicos**

Para evitar posibles accidentes debemos, en el caso de trabajar con maquinaria, revisar con anterioridad y frecuentemente ésta.

#### **8.4.5. Riesgos Ergonómico**

La ergonomía es la ciencia que busca adaptarse de manera integral en el lugar de trabajo y al hombre. Los principales factores de riesgo ergonómicos son: las posturas inadecuadas, el levantamiento de peso, movimiento repetitivo.

### **8.5. Evaluación de Riesgo**

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

El análisis del riesgo, mediante el cual se identifica el peligro o se estima el riesgo, valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro. Mediante el análisis del riesgo proporcionará de qué orden de magnitud es el riesgo, como también la valoración del riesgo, con el valor del riesgo obtenido, y comparándolo con el valor del riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión. (Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el trabajo, 1995).

## **8.6. Espacios Confinados**

Un recinto confinado es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos, inflamables o tener una atmósfera deficiente en oxígeno y que no está concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador.

Los accidentes en estos espacios, en su mayoría mortales por falta de oxígeno, tienen lugar por no reconocer los riesgos presentes, ocurriendo un 60% de las muertes por este motivo durante el auxilio inmediato a las primeras víctimas. (INSHT, 2014)

## **8.7. Riesgos en los espacios confinados**

Los peligros en estos espacios son múltiples, ya que además de la acumulación de sustancias tóxicas o inflamables y escasez de oxígeno se añaden los ocasionados por la estrechez, incomodidad de posturas de trabajo, limitada iluminación, etc.

Otro aspecto a destacar es la amplificación de algunos riesgos como en el caso del ruido, muy superior al que un mismo equipo generaría en un espacio abierto, por la transmisión de las vibraciones. En general se puede decir que los trabajos en recintos confinados conllevan una problemática de riesgos adicionales que obligan a unas medidas de prevención de riesgos más exigentes (Camilo José Cela, 2013)

### **8.7.1. Evaluación de los riesgos en los espacios confinados**

Los espacios confinados se caracterizan por ser recintos con aberturas limitadas de entrada y salida, ventilación natural desfavorable y en la mayoría de los casos con deficiencia de oxígeno, presencia de contaminantes tóxicos y/o sustancias inflamables, que no han sido concebidos para la ocupación permanente de los trabajadores. El hecho de que ocasionalmente deban realizarse trabajos de limpieza, mantenimiento, verificación y control, reparaciones, etc.

Estos accidentes son debidos en su mayoría a las características de la atmósfera: asfixia por niveles bajos de oxígeno, intoxicación por presencia de contaminantes tóxicos o explosiones originadas por existencia de polvos o sustancias combustibles cuando no se trabaja con equipos específicamente diseñados para este tipo de áreas. (Tania Berlana Llorente, 2016)

Aparte de los riesgos señalados, existen otros como los agentes biológicos presentes en las aguas contaminadas o derivados del contacto o mordedura de roedores, y otros de carácter más general, es decir, no específicos de los espacios confinados pero que se ven agravados en este tipo de recintos, como el ruido o las vibraciones, golpes, caídas, etc.

Desde un punto de vista ergonómico, estos trabajos se realizan en espacios reducidos con escasa iluminación y a menudo manteniendo posturas forzadas sobre superficies irregulares y/o deslizantes, por lo que será preciso considerar estos aspectos por la influencia que una escasa visibilidad y la movilidad del trabajador pueden tener en la materialización de los accidentes de trabajo.

Por último, no hay que olvidar aquellas situaciones en las que durante la realización de los trabajos confluye más de una empresa, bien porque los trabajadores se desplazan a otro centro para prestar servicios específicos, bien porque la actividad pueda verse afectada por empresas ajenas (tal es el caso de operaciones de mantenimiento, reparación o revisión de redes de alcantarillado), en cuyo caso será preciso implantar una adecuada coordinación de actividades empresariales. (Tania Berlana Llorente, 2016)

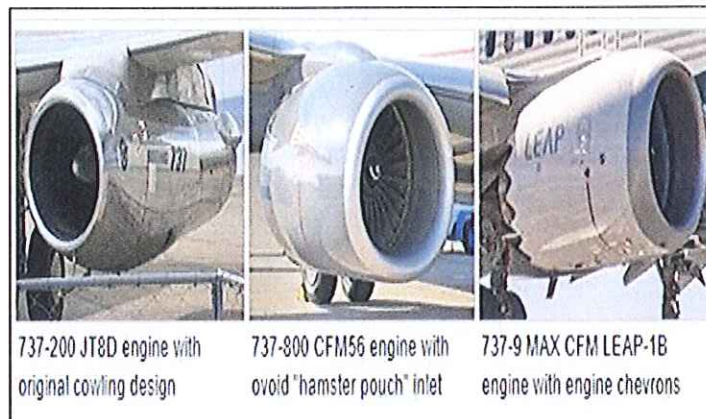
### **8.7.2. Avión Boeing 737-200/300/400/500**

Es un avión de pasajeros, bimotor, a reacción, de fuselaje estrecho, de corto a medio alcance, fabricado y desarrollado por la compañía estadounidense Boeing Commercial Airplanes. El 737 se desarrolló como una versión derivada de los Boeing 707 y 727, de menor coste, menor tamaño y bimotor.

El avión Boeing modelo 737-200, fue diseñado para vuelos de corto y medio alcance pues su autonomía de combustible es de 4 horas aproximadamente. El prototipo del -300 salió de la planta de Renton el 17 de enero de 1984, y efectuó su primer vuelo el 24 de febrero de 1984. Tras recibir su certificado de vuelo el 14 de noviembre de 1984.

El diseño del 737-400 fue presentado en 1985 para llenar el hueco entre el 737-300 y el 757-200, y competir con el Airbus A320. Es una ampliación del 737-300 en 3,45 metros para transportar hasta 168 pasajeros. Incluye una rueda de cola para evitar que la cola toque en pista durante el despegue. El avión fue también mejorado con un nuevo parabrisas como equipamiento estándar. El 737-500 es el último modelo de la línea clásica, además la más pequeña. Los -500 fueron ofertados, debido a una demanda de los clientes, como reemplazo moderno y directo del 737-200. Incorpora las mejoras de las series 737 classic; permitiendo rutas más largas con menos pasajeros haciéndolo más económico que el 737-300. (fly-news.es, 2019)

Figura 1: Motores, Avión Boeing 737 – 200/300/400/500



Fuente: <https://fly-news.es/aviacion-comercial/aviones/boeing-737-max-asi-avion/>

### 8.7.3. Sistema de combustible del avión 737-200/300/400/500

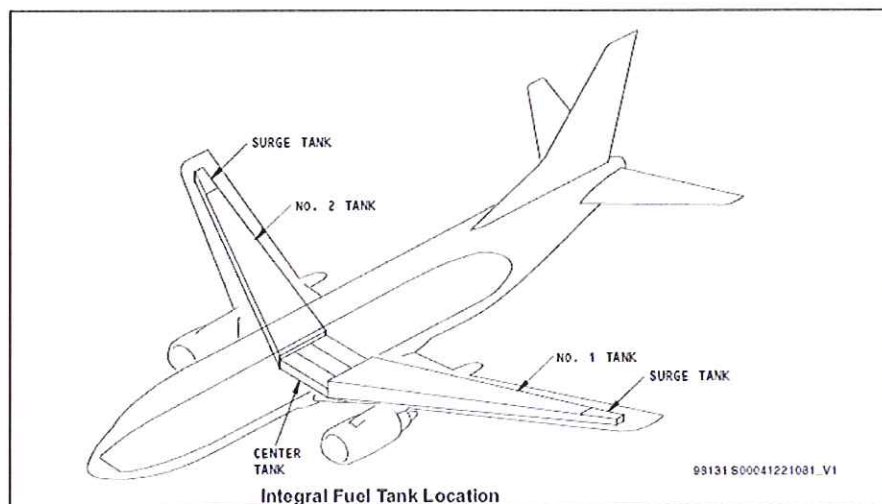
El sistema de combustible almacena combustible y entrega combustible a los motores y APU. Los componentes y controles adicionales en el sistema proporcionan capacidades rápidas de llenado y vaciado de combustible. Los

tanques, líneas, accesorios y componentes operativos del sistema son compatibles con todos los combustibles que cumplen con las especificaciones del fabricante del motor y la APU.

#### 8.7.4. Tanques de almacenamiento de combustible

Los tanques de combustible integrales, No. 1, No. 2, y el central, mantienen el combustible necesario para operar los motores y la unidad de potencia auxiliar (APU). Un tanque de compensación, fuera del tanque No. 1 y No. 2, recoge el combustible sobrante; además, incluyen equipos para ventilar los tanques de combustible por el borde. (BOEING, 1999)

Figura 2: Tanques integrales de combustible de las aeronaves Boeing 737 – 200/300/400/500



Fuente: Boeing Company (1999), Aircraft Maintenance Manual, USA

#### 8.7.5. Combustible JP-1

Fue uno de los primeros combustibles para motores a reacción, especificado en 1944 por el gobierno de los Estados Unidos. Compuesto de queroseno puro, contaba con un alto punto de inflamabilidad respecto al combustible de aviación habitual y un punto de congelación de  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (JORGE, 2009)



#### **8.7.6. Trabajos de mantenimiento dentro de los tanques de combustible.**

Los trabajos de mantenimiento deberán ser realizados de acuerdo al Procedimiento Interno de Inspección, Mantenimiento y Limpieza y en función de los resultados obtenidos en las actividades de inspección. Durante el ingreso al interior del tanque, se deberá realizar mediciones para determinar la presencia de atmósferas peligrosas, las que deberán estar a cargo de una persona entrenada y calificada según la frecuencia y límites reglamentarios establecidos.

El personal que ingresa al interior del tanque deberá llevar los implementos de protección y equipos de seguridad necesarios según el tipo de riesgo al que estará expuesto. El responsable del Trabajo, deberá supervisar permanentemente al personal que se encuentra realizando los trabajos en el interior del tanque. (BOEING, 1999)

#### **8.7.7. Equipos especiales para trabajos dentro de los tanques de combustible.**

Todo equipo de rescate que entre en un espacio cerrado, deberá de incluir por lo menos a dos personas. Ningún rescate se deberá de intentar sin aparato de respiración autónoma, ni línea de seguridad. No se correrán riesgos innecesarios, los cuales puedan dar lugar, a la pérdida de vidas humanas. Las precauciones de seguridad se deberán de revisar con el equipo listo y probado antes de realizar la entrada.

En cuanto se dé una situación de emergencia, el encargado deberá acudir inmediatamente al lugar y supervisar la operación durante todo el tiempo que el personal permanezca en el tanque o el espacio cerrado, o hasta que el área sea determinada como segura para entrar. (BOEING, 1999).

### **8.7.8. Equipos de protección personal para trabajos dentro de los tanques de combustible**

Al limpiar los tanques para repararlos hay que actuar con sumo cuidado. Se deben adoptar medidas de seguridad y la utilización correcta de los equipos de protección personal necesarios para la ejecución de una actividad dentro de los tanques de combustible de las aeronaves. Las personas encargadas de realizar trabajos en tanques vacío deben conocer perfectamente los riesgos de incendio, exposición y los procedimientos necesarios para realizar las operaciones con la debida seguridad.

Las medidas de seguridad a tomar son la utilización correcta de los EPP's, el uso correcto de la ropa de seguridad, el calzado diseñado para este tipo de actividad y las normas de seguridad que se debe seguir para realizar una tarea segura dentro de los mencionados espacios laborales. (BOEING, 1999)

## **8.8. Factor de Riesgo Ergonómico**

### **8.8.1 Método REBA**

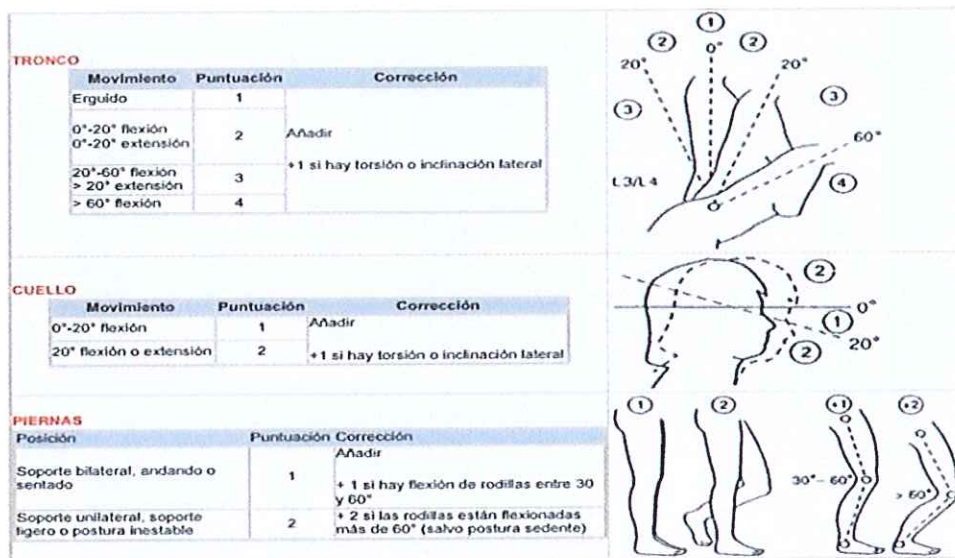
Permite evaluar las condiciones de trabajo y la carga postural, para estimar el riesgo de padecer desórdenes corporales relacionados con el trabajo, y evitar las posibles lesiones posturales. El método REBA evalúa el riesgo de posturas estáticas y dinámicas (acciones repetidas, como, por ejemplo, repeticiones que superen las 4 veces/minuto, excepto andar), adoptadas por brazo, antebrazo y muñeca (miembros superiores); y por tronco, cuello y piernas. (Valencia, 2015)

### **8.8.2 Desarrollo del método REBA**

(Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo , Junio 2003 ), establece los siguientes pasos:

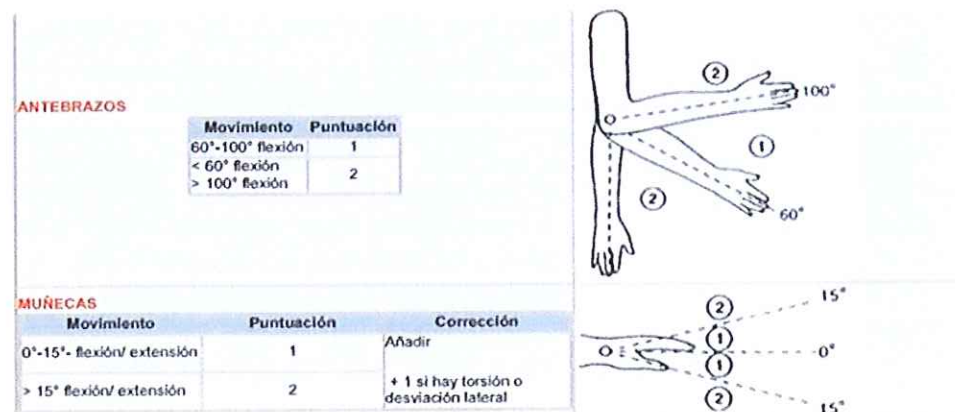
- Establecer el tiempo de observación del puesto a evaluar.
- Tomar fotografías al trabajador desempeñando sus actividades en el puesto de trabajo.
- Registrar la información obtenida
- Dividir el cuerpo en grupo A (tronco, cuello y piernas) y grupo B (brazo, antebrazo y muñecas), para poder dar puntuaciones individuales en sus tablas correspondientes.

Figura 3: Grupo A: Puntuación de tronco, cuello y piernas.



Fuente: INSHT (NTP 601)

Figura 4: Grupo B: Puntuación de miembros superiores



Fuente: INSHT (NTP 601)

Una vez obtenido las puntuaciones de los 2 grupos (A y B), se procede a visualizar las siguientes imágenes (Figura 5), en las cuales se detallan la puntuación del estudio y el nivel de riesgo al cual se encuentra expuesto el trabajador al momento de realizar una actividad, obteniendo la puntuación final. De esta manera, se podrá actuar en caso de que se precise.

Figura 5: Tabla C y puntuación final

<b>TABLA C</b>		<b>Puntuación B</b>											
<b>Puntuación A</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
<b>Actividad</b>	+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.												
<b>Nivel de acción</b>		<b>Puntuación</b>	<b>Nivel de riesgo</b>		<b>Intervención y posterior análisis</b>								
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										

Fuente: INSHT (NTP 601)

## 8.9. Riesgo Químico

Los documentos básicos de referencia que se han utilizado son la Norma UNE EN 689 Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición. (Leidel Busch y Lynch, 1977).

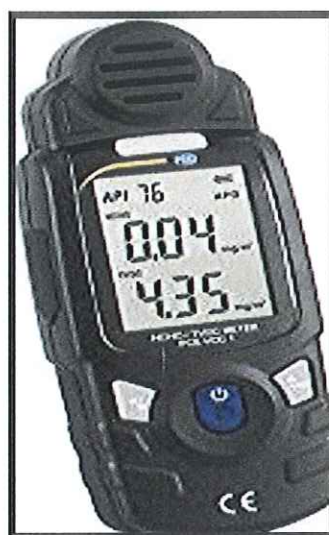
### 8.9.1. Equipo instrumento el PCE-VOC

El PCE-VOC 1 es un dispositivo para la medición indicativa de HCHO y TVOC.

Con su tecnología de sensores profesional, el aparato reconoce los gases en pocos segundos e indica su concentración.

El TVOC suministra información sobre la calidad del aire en interiores. El medidor COV destaca por su gran pantalla y su manejo sencillo. El dispositivo dispone de sólo tres teclas lo que permite trabajar de forma rápida. El usuario, además de ver el valor en pantalla, puede detectar una alarma de forma óptica, pues la pantalla se ilumina en rojo cuando alcanza un valor crítico COV o de HCHO.

Figura 6: Equipo instrumento el PCE-VOC



Fuente: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-cov-pce-voc-1.htm>

### 8.10. NTP 335: Calidad de aire interior: evaluación de la presencia de polen y espora fúngicas

El método que se describe en esta NTP permite, además del recuento e identificación de hongos, la identificación de esporas fúngicas y de granos de polen directamente por observación al microscopio óptico. Una variada gama de bacterias saprofitas y hongos se desarrollan en el interior de los edificios y pueden crecer en las superficies de recubrimiento de paredes, suelos y lugares donde se acumula polvo y en los sistemas HVAC (calefacción, ventilación, y aire acondicionado),

liberando esporas y células en el aire, siendo Cladosporium y Penicillium los mohos más abundantes.

El polen y las esporas son elementos reproductores de las plantas fanerógamas y los hongos, respectivamente que son liberados de las anteras y esporangios por dehiscencia de estos órganos. Esta liberación puede ser de forma explosiva, de una sola vez, o de forma gradual, dependiendo de la planta de que se trate. Por ello, podemos considerar a las plantas como centros emisores de partículas, en este caso de partículas biológicas.

El polen se origina principalmente en las plantas de exterior y su concentración en el interior de edificios es normalmente mucho más baja que en el exterior debido al denominado efecto escudo de los edificios. En consecuencia, problemas respiratorios asociables a la presencia de polen en interiores, aparecerán en situaciones de elevada concentración exterior.

En los edificios cerrados, la presencia de polen en el aire interior pondrá de manifiesto un mal funcionamiento del sistema de filtración del aire de renovación o bien que existen aberturas al exterior no controladas. (INSHT- William Torres, 2019)

### **8.11. Hoja MSDS**

Una ficha de datos de seguridad (FDS) (en inglés, Material safety data sheet o MSDS) es un documento que indica las particularidades y propiedades de una determinada sustancia para su uso más adecuado. El principal objetivo de esta hoja es proteger la integridad física del operador durante la manipulación de la sustancia.

Esta hoja o ficha contiene las instrucciones detalladas para su manejo y persigue reducir los riesgos laborales y medioambientales. Está pensada para indicar los procedimientos ordenadamente para trabajar con las sustancias de una manera segura. Las fichas contienen información física del producto, su punto de fusión,

punto de ebullición, su toxicidad, efectos a la salud, primeros auxilios, reactividad, almacenaje, disposición, protección necesaria, en definitiva, todos aquellos cuidados necesarios para manejar los productos peligrosos con seguridad. (Ministerio de fomento, 2000).

Figura 7: Hoja Técnica de Seguridad

Shell España, S.A. 	
FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	
<b>COMBUSTIBLES</b>	
<b>JET A-1</b>	
Ref.: FDS 065P	
<b>1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA / PREPARADO Y DE LA EMPRESA</b>	
Nombre del producto:	Jet A 1
Tipo de producto:	Combustible para turbinas motores de aviaci3n.
Suministrador:	Shell Espa1a S.A.
Direcci3n:	Paseo Suroeste, 2 28034 Madrid
Tel3fono de informaci3n:	537 0169 (horas de oficina) 537 0130 (Carretera)
Tel3fono de emergencia:	(977) 84 90 74
Tel3fono 24 horas al d3a:	(91) 537 0133
<b>2. COMPOSICI3N / INFORMACI3N SOBRE COMPONENTES</b>	
Sin3nimos:	Combustibles para motores Jet de Aviaci3n, Combustibles para motores de Turbina de Aviaci3n, Keros3n para Turbinas de Aviaci3n, ACP, Keros3n de aviaci3n.
Descripci3n del compuesto:	Mezcla de hidrocarburos paraf3nicos, cicloparaf3nicos, arom3ticos y saturados, donde predominan el 90 de alcanos de cadena en el intervalo C8 a C16. Tambi3n puede contener uno o m3s de los siguientes sustancias: Antioxidantes, Desactivadores met3licos, Disolventes de goma, aditivos, inhibidores de corrosi3n.
<b>3. IDENTIFICACI3N DE RIESGOS</b>	
Primera Edici3n:	Abril 99
P3gina 1 de 1	

Fuente: <https://www.google.com/search?q=Que+son+las+MSDS+Hoja+MSDS+jp1>.

### 8.11.1. M3todo Binario Simplificado

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo expone que la evaluaci3n inicial de riesgos deber3 hacerse para todos y cada uno de los puestos de trabajo de la empresa teniendo en cuenta las condiciones de trabajo existentes o previstas y la posibilidad de la ocupaci3n del puesto por un trabajador especialmente sensible. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1999)

### 8.11.2. Evaluaci3n General de Riesgos

- Clasificar las actividades de trabajo.

- Analizar los riesgos.
- Identificar los riesgos.
- Estimar los riesgos: -Severidad del daño.
- Probabilidad de que ocurra el daño.
- Valorar los riesgos.
- Plan de control de riesgos.
- Revisar el plan.

Para la estimación de los riesgos se utiliza un método binario similar al utilizado en la evaluación de riesgos de la empresa. (Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el trabajo, 1995)

Figura 8: Nivel de Riesgo

PROBABILIDAD DEL RIESGO	SEVERIDAD DEL RIESGO		
	LIGERAMENTE DAÑINO (1)	DAÑINO (2)	EXTREMADAMENTE DAÑINO (3)
<b>BAJA (1)</b>	Trivial (1) No significativo	Tolerable (2) No significativo	Moderado (3) No significativo
<b>MEDIA (2)</b>	Tolerable (2) No significativo	Moderado (4) No significativo	Importante (6) Significativo
<b>ALTA (3)</b>	Moderado (3) No significativo	Importante (6) Significativo	Intolerable (9) Significativo

Fuente: INSHT

## 9. VALIDACIÓN PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿Cómo la evaluación de riesgos contribuirá a la reducción de incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales en los técnicos que realizan actividades en espacios confinados en los tanques de combustible de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la FAE?

Por medio del estudio y las mediciones ejecutadas se logró determinar los factores de riesgos (ergonómico, químico, biológico, mecánico) y su nivel de exposición al



cual se encuentra expuesto los técnicos, permitiendo establecer medidas correctivas, puesto que la elaboración de un procedimiento de trabajo seguro para espacios confinados ayudará a realizar de manera confiable y saludable las actividades encomendadas.

## **10. METODOLOGÍA**

### **10.1. Tipos de investigación**

#### **10.1.1. Investigación de campo.**

Se recolectará información del lugar donde se producen los hechos, el desarrollo mismo del proyecto se efectuará directamente en la Dirección de la Industria Aeronáutica del Ecuador” OMA-DIAF” ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga Parroquia San Buena Ventura, Específicamente en la Av. Miguel Iturralde junto al Aeropuerto Internacional Cotopaxi que proporcionará los datos necesarios para la evaluación de exposición de riesgos en espacios confinados en un tanque de combustible de una aeronave.

El tema propuesto se fundamentará con una metodología a través de un estudio de campo, basada en observaciones del lugar del trabajo, la investigación descriptiva permitirá la caracterización del estudio de espacios confinados en los tanques de combustible, con el propósito de establecer su estructura de manera clara. De la misma manera la investigación explicativa aportará dentro del proyecto buscando el ¿Por qué? de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.

#### **10.1.2. Investigación bibliográfico - documental.**

La presente investigación se basa en la recolección de la información a través de fuentes primarias como son los documentos, así como también de las llamadas fuentes secundarias conformadas por libros, revistas, publicaciones y periódicos. La información de los requerimientos para la evaluación de riesgos en espacios

confinados en tanques de combustible de las aeronaves utilizará documentos digitales utilizados en aviación y sistemas aeronáuticos. Se buscarán trabajos realizados que se relacionen con la investigación e identificación de riesgos en espacios confinados relacionados al proyecto a desarrollarse de tal manera que permita guiarse por medio del mismo.

## **10.2. Métodos**

Para la elaboración del presente trabajo de investigación se utilizará los métodos que a continuación, junto con su respectiva descripción de aplicación, se muestran:

### **10.2.1. Método Cuantitativo**

Se lo utilizará al momento de trabajar con los datos de las mediciones de los riesgos obtenidas en el estudio de campo, el cual permitirá identificar la problemática y plantear soluciones que ayuden a reducir los riesgos.

### **10.2.2. Método Descriptivo**

Consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

Por lo descrito anteriormente y para la ejecución del presente tema de investigación será necesario comparar datos referenciales con los datos obtenidos en los lugares de trabajo, así como también se pretende conocer las situaciones y los procesos en donde se centran los problemas de espacios confinados dentro del tanque de combustibles de las aeronaves BOEING 737-200/300/400/500.

### **10.2.3. Método de Análisis y Síntesis**

Permite conocer más profundamente las realidades con las que nos enfrentamos, simplificar su descripción, descubrir relaciones aparentemente ocultas y construir nuevos conocimientos a partir de otros que ya poseíamos. Se utiliza para conocer el cumplimiento de los resultados con la aplicación de los diferentes métodos y su comparación con el valor permisible el cual se encuentra estipulado en la normativa legal vigente.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### A.) GESTIÓN DE RIESGOS

Es el proceso el cual permite la identificación de los peligros, la evaluación de los riesgos, para de esta manera determinar acciones de mitigación y control.

Los sistemas de gestión de riesgos están diseñados para cuantificar el riesgo y determinar su impacto en las actividades laborales. En consecuencia, el resultado es un riesgo aceptable o inaceptable. Si la gestión de riesgos es configurada como un proceso continuo y disciplinado de la identificación y resolución de un problema, entonces el sistema complementará con facilidad otros sistemas.

El análisis de riesgo es substancialmente un proceso de solución de problemas. El método a utilizarse en el siguiente estudio de identificación de riesgos es el método 5M, el cual es un sistema de análisis estructurado que se fija en cinco pilares fundamentales alrededor de los cuales giran las posibles causas de un problema, para determinar y priorizar riesgos de evaluación y resolución.

**a.) El método 5 M.-** Es un sistema de análisis estructurado que se fija cinco pilares fundamentales alrededor de los cuales giran las posibles causas de un problema.

Dando cumplimiento al objetivo 1 se planteó la identificación de los riesgos presentes en la ejecución de una actividad dentro de los tanques de combustible, por medio de cinco factores esenciales para la determinación de la exposición a la cual se encuentran expuesto un trabajador al momento de realizar una actividad, estos son 5 factores esenciales:

- **Materiales.** - Los materiales utilizados en el desarrollo de las diferentes actividades dentro de la OMA-DIAF, pueden ser focos en los que puede surgir la causa raíz de un problema. Es importante identificar los materiales que pudieran no cumplir ciertas especificaciones o ser defectuosas.

- **Entorno.** - El espacio laboral en el cual se desempeñan las funciones pueden afectar al resultado obtenido y provocar problemas.
- **Personal.** - El personal técnico puede ser el origen de un fallo, si no se toma las medidas correctivas necesarias y se informa en el momento adecuado, pueden surgir los problemas.
- **Información Técnica.** - Se presenta en la forma de hacer las cosas. Cuando se diseña un proceso, existen una serie de circunstancias y condicionantes que pueden variar a lo largo del tiempo y no ser válidos a partir de un momento dado.
- **Maquinaria y herramientas.** - Un análisis de las entradas y salidas de cada máquina que interviene en el proceso, así como de su funcionamiento de principio a fin y los parámetros de configuración, permitirán saber si la causa raíz de un problema está en ellas

Mediante el análisis de las actividades se detectó los factores estratégicos, los cuales permitirán conocer el grado de exposición en espacios confinados de los tanques de combustible de las aeronaves. Los procesos estratégicos son el Talento Humano, planificación estratégica e investigación de puestos de trabajo; estos procesos son aquellos que ayuda analizar las necesidades, condiciones de los trabajadores en los tanques de combustible para poder controlar la exposición en la Dirección de la Industria Aeronáutica “OMA – DIAF”.

### 11.1 Identificación De Peligro

Es el proceso mediante el cual se reconoce que existe un peligro y se definen sus características, determinado de esta manera el riesgo la cual es la combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso o exposición peligrosa y la severidad del daño o deterioro de la salud que puede causar el suceso o exposición.

## A.) MATERIALES

En las diferentes aeronaves, parte de las instalaciones están compuestas por compartimentos destinados al almacenaje y procesamiento de diversos productos químicos; entre ellos se tienen espacios confinados.

Los trabajadores al ingresar a un espacio confinado, están expuestos a una serie de riesgos perjudiciales para su salud y su bienestar, debido al desconocimiento de los peligros que existen y al incumplimiento de normas de seguridad previamente establecidas.

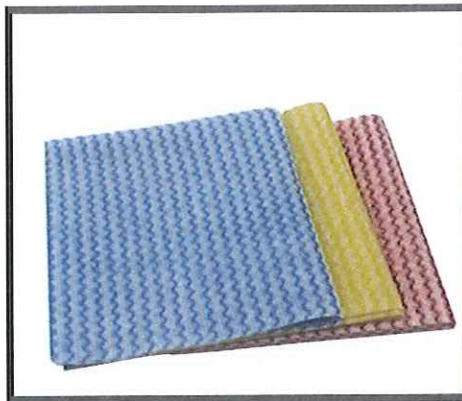
Los riesgos pueden llevar a serias lesiones temporales, permanentes o incluso la muerte causados por la presencia de sustancias tóxicas, atmósferas deficientes de oxígeno y productos o materiales inflamables; así como, por la presencia de agentes físicos como ruido, temperaturas elevadas, vibraciones y radiaciones que pueden ocasionar enfermedades profesionales.

Los materiales utilizados dentro de un tanque de combustible son los siguientes:

**a.1.) Combustible de avión (JP1).** – El combustible de aviación, combustible de jet, jet fuel es un tipo de combustible de aviación diseñado para su uso en aeronaves alimentadas por motores de turbina de gas, empleado en aviones de motores de pistón. Es de incoloro a color paja en aspecto. Los combustibles más comúnmente utilizados para la aviación comercial son Jet A y Jet A-1,3 que se producen a una especificación internacional estandarizada.

**a.2.) Telas absorbentes (wiper, poliester) o wipe.** - Se adecúan para todos los ámbitos de la industria, por ejemplo, para la limpieza y mantenimiento de máquinas de producción y herramientas, tiene una alta capacidad de absorción, no tiene pelusas y es ideal para su empleo con disolventes. Los trapos de microfibras se pueden usar tanto en seco como en húmedo. Además, absorben muy bien los líquidos.

Figura 9: Tela wiper



Fuente: [https://www.taringa.net/+offtopic/conoce-un-poco-mas-acerca-de-los-trapos\\_wn7b6](https://www.taringa.net/+offtopic/conoce-un-poco-mas-acerca-de-los-trapos_wn7b6).

**a.3.) Sellantes (PRC):** Es un tipo de sellante de uso aeromántico que se lo aplica en toda la superficie interna de los tanques de combustible con el fin de evitar fugas del JP1.

Figura 10: Sellante PRC



Fuente: Bodega OMA-DIAF

**a.4.) Solventes (MEK):** Es un tipo de solvente que se lo utiliza en aviación para limpieza de las superficies metálicas en este caso para la superficie del tanque previa a la aplicación de algún sellante o revestimiento con el fin de asegurar la adherencia.

Figura 11: Contenedor de solvente MEK



Fuente: Bodega de la OMA-DIAF

## B.) ENTORNO

Los factores de riesgo derivados del espacio de trabajo como fuente de alteraciones de la salud y el bienestar fueron señalados por las diferentes personas que labora en las áreas de la OMA- DIAF. Consideraron los espacios de trabajo degradados y estaban entre las principales fuentes de alteración de su salud y bienestar. En esta línea se seleccionaron otros factores, como son los equipos de trabajo inadecuados para las tareas que se han de hacer y la falta de espacio.

**b.1.) Señalética:** Es un sistema de comunicación captado por el órgano de la vista mediante simbologías, señales, etc., mismo que alertara u orientara a las personas sobre alguna actividad que se está ejecutando y sobre las respectivas medidas de precaución a tener en cuenta.

Figura 12: Señalética de Precaución de Tanques de combustible abiertos



Fuente: Hangar N.1 OMA-DIAF



**b.2.) Distribución de planta:** Consiste en cómo está divididas las instalaciones de una planta industrial, de forma ordenada permitiendo la libre circulación de las personas y vehículos, además de mantener las maquinarias y equipos distribuidos de manera adecuada que faciliten la ejecución de todo el proceso productivo de una planta. Una adecuada distribución de planta también ayudará en gran parte a salvaguardar la integridad de las personas y bienes materiales.

### **C.) PERSONAL**

En esta parte se hará énfasis al personal técnico inmerso directamente en las actividades que involucren ingresar a los tanques de combustible ya que son las que estarán sometidas a los diferentes riesgos presentes al realizar dichos trabajos. Para dicha actividad es necesario: el técnico designado a ingresar a los tanques, una persona que salvaguarde la integridad del técnico desde fuera del tanque, un supervisor y un inspector.

Además, de aquellas personas es necesaria la autorización del departamento de Seguridad Operacional (Técnico de SMS) por tratarse de un trabajo especial y de alto riesgo. Con todo el equipo de personas antes mencionadas se pudieron determinar los siguientes lineamientos.

**c.1.) Estudio médico previo:** Consiste en identificar las condiciones físicas y de salud específicas de las personas para un determinado puesto de trabajo y que son de carácter mandatorio dentro de las empresas previa a la contratación de dicha persona o personas. Una vez contratada la persona deberá ser sometida a revisiones médicas periódicas según lo determine la ley y la actividad que se realice a diario dentro de la empresa.

**c.2.) Inducción Previa (personal capacitado):** La inducción previa consiste en una capacitación o familiarización del trabajador con todas las actividades inmersas en una empresa. La capacitación también debe ser constante, retroalimentada y evaluada según la actividad que desempeñe cada equipo de trabajo más aún si el

trabajo es de alto riesgo.

#### **D.) INFORMACIÓN TÉCNICA**

Es la documentación donde se detalla cómo realizar un determinado trabajo en una aeronave; es por ello, que, las actividades en la industria aeronáutica se las cumplen bajo normativas de estricto cumplimiento, con el fin de garantizar y salvaguardar la aeronavegabilidad de las aeronaves; toda información técnica la emiten de los fabricantes, los operadores aeronáuticos, las OMA y las autoridades aeronáuticas que rigen en cada país. Se identificaron los diferentes manuales e instructivos:

**d.1.) Manual de mantenimiento (AMM):** Otorgado por el fabricante de cada aeronave, donde se detallan principalmente todas las precauciones para salvaguardar la integridad de las personas y aeronaves; además, de todos los pasos para realizar un trabajo en la aeronave, materiales específicos para cada tarea, valores de torques, etc.

**d.2.) Manual de procedimientos de la OMA DIAF:** Son los manuales propios de la empresa, aquí se encuentran los responsables y todos los pasos a realizar según las actividades asignadas, como por ejemplo el proceso de pintura, cambio de una rueda, peso y balance de una aeronave, etc.

**d.3.) Instructivos para trabajos especiales:** Propios de la empresa donde se detallan las actividades, medidas de protección para herramientas, equipos y personas al ejecutar un trabajo como puede ser en las alturas, espacios confinados, trabajos dentro de los tanques de combustible (no dispone) etc.

**d.4.) Instructivo de los equipos especiales utilizados antes durante y después de la ejecución del trabajo en las aeronaves:** Emitidos por el fabricante, aquí se describe cada herramienta y equipo, su número de parte, fabricante, etc. Que se necesitan para un determinado trabajo en una aeronave, como por ejemplo un tensiómetro, un equipo para la medición del nivel de los gases de combustible (JP1), etc.

## E.) MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Son dispositivos que ayudan a la ejecución de una determinada actividad, la cual no se la podría llevar a cabo o se tardaría demasiado tiempo sin la utilización de la diversidad de maquinarias y herramientas disponibles en la actualidad. Para realizar trabajos en los tanques de combustible se requieren de una serie de maquinarias especiales de tipo neumáticas, eléctricas, neumáticas, electrónicas; así como también herramientas de tipo manuales o de uso común. Dentro de las cuales se tienen:

**e.1.) Extractores de gases:** Previo al ingreso a los tanques de combustible se los debe ventilar hasta llegar a un nivel aceptable según las recomendaciones del manual de mantenimiento de la aeronave, se cuenta con dos tipos de extractores eléctricos y neumáticos

**e.2.) Equipo purificador de aire:** Es parte del conjunto de protección respiratoria del técnico que va a ingresar al tanque de combustible, dicho equipo purifica y provee aire limpio al técnico encargado que se encuentra dentro del tanque.

**e.3.) Tomas neumáticas:** Provee alimentación neumática para que funcionen las herramientas y equipos que son de tipo neumático, como, por ejemplo, el equipo de ventilación neumático, los taladros, las buterolas, etc. Las tomas neumáticas se encuentran distribuidas de manera adecuada por todo el hangar

**e.4.) Tomas eléctricas:** Provee de energía eléctrica a las diferentes herramientas y equipos de tipo eléctricos. Dentro de los cuales se puede mencionar el extractor de gases eléctrico, para los equipos de iluminación, etc. La distribución de las tomas eléctricas es similar a la de las tomas neumáticas.

**e.5.) Monitor multigas:** Es un dispositivo de tipo electrónico, con el cual se verifica el nivel de la calidad del aire, aspecto de vital importancia, para poder realizar un trabajo seguro y que este en concordancia a las recomendaciones del manual de

mantenimiento de la aeronave. Se lo debe enviar a calibración anualmente para garantizar un trabajo seguro.

**e.6.) Extintores:** Se los utiliza para extinguir el fuego. Es obligatorio tener un extintor cerca cuando se hagan actividades dentro de los tanques de combustible. Se debe tener en cuenta que el agente extintor sea el que está escrito en el AMM.

**e.7.) Extensiones eléctricas:** Sirven como transporte de la energía eléctrica esta compuestas por un enchufe en un extremo y al otro extremo una o varias tomas de corriente, donde se conectan las lámparas fluorescentes, el equipo de ventilación eléctrico, etc.

**e.8.) Extensiones neumáticas:** Transportan la energía neumática desde las tomas hasta donde el técnico así la requiera y puedan funcionar las herramientas y equipos de tipo neumáticos.

**e.9.) Taladro neumático:** Es una herramienta neumática que se la utiliza para hacer agujeros según la necesidad de los técnicos. Son sencillos de manejar, generan menos calor que un taladro eléctrico, por lo tanto, el taladro neumático es el más idóneo para realizar algún tipo de perforación dentro del tanque de combustible.

**e.10.) Buterola Neumática:** Es una herramienta de tipo neumática que se la utiliza principalmente para remachar. Cabe resaltar que el ruido generado por dicha herramienta es excesivo por lo tanto el técnico deberá utilizar protección auditiva obligatoriamente.

**e.11.) Herramientas manuales:** Se las utiliza para facilitar la ejecución de una determinada actividad, dentro de las cuales se tiene: Llaves mixtas, rachas, pinzas, martillos, multímetros, destornilladores, etc. La mayoría de trabajos que se hacen dentro de los tanques de combustible requieren de la utilización de dichas herramientas, como por ejemplo el cambio de abrazaderas, remover e instalar paneles de accesos, cañerías, ferretería, etc.

## F.) MATRIZ DE RIESGO

Tabla 4: Matriz de Evaluación de Riesgos


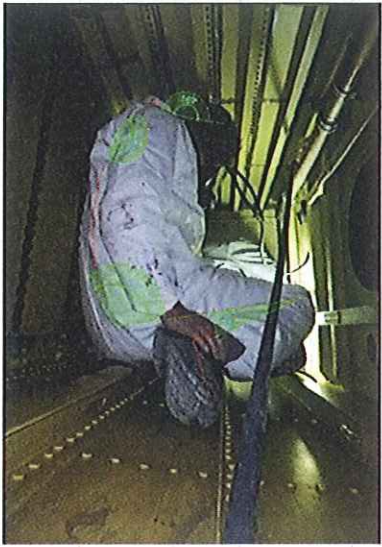
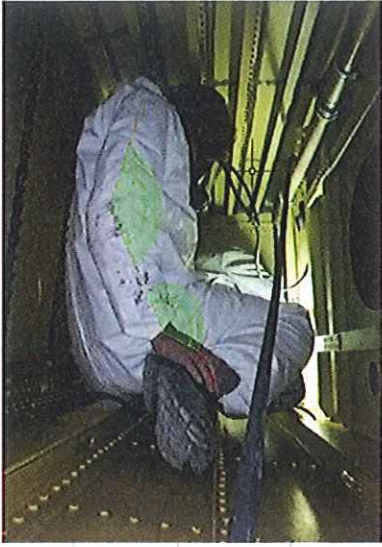
Peligro	Consecuencia	Evaluación del Riesgo			
		Método	Resultado	Criterio de valoración	Riesgo
Posturas Inadecuadas	Enfermedades musculoesqueléticas: Desviación de columna, síndrome cervical por tensión, lumbalgia.	REBA	N/A	N/A	Alto
Compuestos Orgánicos volátiles	-Enfermedades respiratorias: bronquiolitis, edema pulmonar.	Análisis en laboratorio	-HVOC: 24% -LEL: 20%	-Nivel de oxígeno: 19.5%. Según AMM. -LEL: Por debajo del 10%. Según AMM	Alto
Productos químicos tóxicos	-Enfermedades cutáneas: Dermatitis, irritación. -Sensibilización de las vías respiratorias	Análisis en laboratorio	N/A	N/A	Trivial
Gases volátiles	-Incendio -Explosión	Datos MSDS	Datos MSDS	Datos MSDS	Alto
Herramientas metálicas	-Calor por fricción	N/A	N/A	N/A	Trivial
Iluminación	-Trastornos oculares -Dolor e inflamación en los párpados.	INSTH	Dañino para la salud	N/A	Alto
Biológico	-Infecciones bacterianas -Hongos en la piel (manos).	MSDS	Tolerable	N/A	Tolerable

Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)

### 11.2 Método REBA



El presente método permite evaluar las condiciones de trabajo y la carga postural, para estimar el riesgo de tolerar desórdenes corporales relacionados con el trabajo, y evitar las posibles lesiones posturales.

Tabla 5: Evaluación del método REBA en el cambio de sellos

		DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DIAF					
		EVALUACIÓN MÉTODO REBA					
SECCIÓN	TÉCNICO DE ESTRUCTURA	CÓDIGO	PTE-01				
ÁREA	HANGAR	FECHA	12-nov-18				
AERONAVE	BOEING 737 500	TÉCNICO	TEC. RONY VERDEZOTO				
ZONA	2, 3, 4	ELABORADO POR	SELENA PACHECO				
TAREA	CAMBIO DE SELLOS A LOS PANELES DE ACCESO						
CÓDIGO DE POSTURA		PTE-01-P1					
GRUPO A				GRUPO B			
							
GRUPO	VARIABLE	PUNT.	ADICIONAL	PUNT. GRUPAL	PUNT. C	NIVEL	RIESGO
GRUPO A	TRONCO	4	0	9	10	3	ALTO
	CUELLO	3	0				
	PIERNAS	2	2				
INCREMENTO A	CARGA O FUERZA	0	0	0			
GRUPO B	BRAZO	4	0	5			
	ANTEBRAZO	2	0				
	MUÑECA	1	0				
INCREMENTO B	AGARRE	0	0	0			
INCREMENTO C	TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR				0		


Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)

Tabla 6: Evaluación método REBA aplicación de sellante



CÓDIGO DE POSTURA		PRA-01-P2					
GRUPO A				GRUPO B			
							
GRUPO	VARIABLE	PUNT.	ADICIONAL	PUNT. GRUPAL	PUNT. C	NIVEL	RIESGO
GRUPO A	TRONCO	3	1	9	9	3	ALTO
	CUELLO	2	1				
	PIERNAS	2	2				
INCREMENTO A	CARGA O FUERZA	0	0	0			
GRUPO B	BRAZO	1	0	2			
	ANTEBRAZO	1	0				
	MUÑECA	1	1				
INCREMENTO B	AGARRE	0	0	0			
INCREMENTO C	TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR				0		

Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)

Tabla 7: Evaluación método REBA, limpieza de los paneles de acceso

		DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DIAF	
		EVALUACIÓN MÉTODO REBA	
SECCIÓN	TÉCNICO DE ESTRUCTURA	CÓDIGO	PTE-02
ÁREA	HANGAR	FECHA	12-nov-18
AERONAVE	BOEING 737 500	TÉCNICO	TEC. RONY VERDEZOTO
ZONA	2, 3, 4	ELABORADO POR	SELENA PACHECO
TAREA	LIMPIEZA DE LOS PANELES DE ACCESO		

CÓDIGO DE POSTURA	PTE-02-P1
GRUPO A	
	
GRUPO B	
	


  

GRUPO	VARIABLE	PUNT.	ADICIONAL	PUNT. GRUPAL	PUNT. C	NIVEL	RIESGO
GRUPO A	TRONCO	2	0	5	4	2	MEDIO
	CUELLO	1	0				
	PIERNAS	2	2				
INCREMENTO A	CARGA O FUERZA	0	0	0			
GRUPO B	BRAZO	2	0	3			
	ANTEBRAZO	2	0				
	MUÑECA	1	1				
INCREMENTO B	AGARRE	0	0	0			
INCREMENTO C	TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR				0		

Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)



Tabla 8: Evaluación del método REBA, aplicación del sellante

CÓDIGO DE POSTURA		PTE2-02-P2					
GRUPO A				GRUPO B			
							
GRUPO	VARIABLE	PUNT.	ADICIONAL	PUNT. GRUPAL	PUNT. C	NIVEL	RIESGO
GRUPO A	TRONCO	4	0	8	9	3	ALTO
	CUELLO	2	0				
	PIERNAS	2	2				
INCREMENTO A	CARGA O FUERZA	0	0	0			
GRUPO B	BRAZO	2	0	4			
	ANTEBRAZO	2	0				
	MUÑECA	2	1				
INCREMENTO B	AGARRE	0	0	0			
INCREMENTO C	TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR				0		

Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)

## G.) ESTUDIO DE LUMINOSIDAD

La luminosidad dentro de los tanques de combustible es remota (90 luxes); por tal razón, la empresa posee lámparas con características especiales, diseñadas para trabajos dentro de los tanques de combustible; las mismas que brindan al técnico la luminosidad adecuada (1000 luxes), Para la cual la INSTH en su manual de iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos, exigencias visuales muy altas para actividades en los tanques de combustible, la aplicación de las mencionadas lámparas permitirá en este caso minimizar a un nivel aceptable la fatiga de visual.

Figura 13: Lámpara para ingreso a espacios confinados



Fuente: Equipos Operacionales OMA-DIAF

### 11.3 Medición Riesgo Químico

Los contaminantes químicos son todas aquellas sustancias orgánicas e inorgánicas, naturales o sintéticas que tienen probabilidades de lesionar la salud de las personas en alguna forma o causar otro efecto negativo en el medio ambiente laboral.

Los agentes químicos pueden aparecer en todos los estados físicos. Como riesgos químicos se deben entender todos aquellos riesgos tanto para la seguridad como para la salud de los trabajadores, debidos a la fabricación, utilización, manipulación y presencia de sustancias químicas, ya sea en estado más o menos puro, o

formando mezclas, como preparados químicos, y en general, todo material o agente de naturaleza química.

¿Qué son los COV? La abreviatura COV (en inglés VOC, Volatile Organic Compounds) designa al grupo de los compuestos orgánicos volátiles.

El COV define a sustancias en el aire en forma de gas o vapor de origen orgánico. Algunas de estas sustancias son hidrocarburos, alcoholes, aldehídos y ácidos orgánicos. Muchos disolventes, combustibles líquidos y sustancias elaboradas sintéticamente pueden presentarse como COV, pero también numerosos compuestos orgánicos que se forman en procesos biológicos. Cientos de diferentes compuestos individuales pueden presentarse juntos en el aire.

¿Cuáles son las fuentes del COV? Los COV proceden de fuentes muy diversas. Los procesos biológicos pueden ser una fuente en el aire exterior, como, por ejemplo, procesos en el metabolismo de plantas, procesos de descomposición y degradación. Otras fuentes en el aire exterior incluyen procesos técnicos en los que se generan sustancias debido a combustiones incompletas (especialmente emisiones de vehículos), o como subproductos volátiles de procesos industriales o comerciales.

Las posibles fuentes de espacios interiores son productos y materiales para la construcción de edificios y decoraciones en interiores, como materiales de suelo, paredes y techos, pinturas, barnices, pegamentos y materiales de decoración. También son significativos los productos de cosmética, limpieza y productos para aficionados, así como el humo de tabaco, e incluso la preparación de productos alimenticios y el metabolismo humano.

A diferencia de fuentes procedentes del aire exterior, las fuentes de espacios interiores en Centroeuropa suelen tener una mayor importancia en la salud, ya que la población se encuentra principalmente dentro de los edificios. Además, la distancia a una fuente de COV suele ser inferior en interiores que en exteriores. Sin embargo, al ventilar se reducen generalmente las concentraciones a sus valores iniciales.

¿Cómo llegan los COV al aire? Cuando se evaporan los disolventes o combustibles líquidos, y se secan productos líquidos o pastosos, se liberan grandes cantidades de COV al aire. Menos evidente es la propagación de diferentes sustancias que no están fijamente integradas en un producto. Estas pueden ser liberadas lentamente desde la superficie del producto al aire, y emitir desde el interior un flujo constante a la superficie (emisión de material). Este es el caso, por ejemplo, de disolventes sobrantes y componentes en plásticos (monómeros), sustancias auxiliares como suavizantes.

**El Decreto Ejecutivo 2393** en su Capítulo V Título MEDIO AMBIENTE Y RIESGOS LABORALES POR FACTORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS; En los artículos: Art 63. SUSTANCIAS CORROSIVAS, IRRITANTES Y TÓXICAS. PRECAUCIONES GENERALES indican lo siguiente:

**11.3.1. Instrucción a los trabajadores.** Los trabajadores empleados en procesos industriales sometidos a la acción de sustancias que impliquen riesgos especiales, serán instruidos teórica y prácticamente.

- a) De los riesgos que el trabajo presente para la salud.
- b) De los métodos y técnicas de operación que ofrezcan mejores condiciones de seguridad.
- c) De las precauciones a adoptar razones que las motivan.
- d) De la necesidad de cumplir las prescripciones médicas y técnicas determinadas para un trabajo seguro.

Estas normas serán expuestas en un lugar visible.

### **11.3.2 Dispositivos de alarma.**

En aquellas industrias donde se fabriquen, manipulen, utilicen o almacenen sustancias irritantes o tóxicas, se instalarán dispositivos de alarmas destinadas a advertir las situaciones de riesgo inminente, en los casos en que se desprendan cantidades peligrosas de dichos productos. Los trabajadores serán instruidos en las obligaciones y cometidos concretos de cada uno de ellos al oír la señal de alarma.

Cuando no sea factible eliminar la acción de los contaminantes sobre los trabajadores con las técnicas antedichas, incluida la protección personal, se establecerán períodos máximos de exposición que no queden sometidos a la acción del contaminante sobre los límites establecidos.

- TLV-TWA (Valor límite umbral-Media ponderada en el tiempo), es la concentración, como media ponderada temporal, durante una jornada laboral de ocho horas (40 horas a la semana) a la cual pueden estar expuestos de manera repetida los trabajadores sin sufrir efectos adversos.
- TLV - STEL (Valor límite umbral - Límite de exposición a corto plazo), es la exposición media ponderada en un tiempo de 15 minutos, que no se debe sobrepasar en ningún momento de la jornada laboral, aun cuando la media ponderada en el tiempo que corresponda a ocho horas sea inferior al TLV-TWA.
- Las exposiciones por encima del TLV-TWA hasta el valor STEL no deben tener una duración superior a 15 minutos ni repetirse más de cuatro veces al día. Debe haber por lo menos un período de 60 minutos entre exposiciones sucesivas de este rango. No es un límite de exposición independiente, sino que más bien completa al TLV-TWA cuando se admite la existencia de efectos agudos de una sustancia cuyos efectos tóxicos son, principalmente, de carácter crónico

#### **Para España:**

Los Límites de Exposición Profesional son valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo y, por lo tanto, para proteger la salud de los trabajadores.

Los Límites de Exposición Profesional se establecen para su aplicación en la

práctica de la Higiene Industrial y no para otras aplicaciones. Así, por ejemplo, no deben utilizarse para la evaluación de la contaminación medioambiental de una población, de la contaminación del agua o los alimentos, para la estimación de los índices relativos de toxicidad de los agentes químicos o como prueba del origen, laboral o no, de una enfermedad o estado físico existente. En este documento se considerarán como Límites de Exposición Profesional los valores límite ambiental. (VLA), contemplándose, además, como complemento indicador de la exposición, los Valores Límite Biológicos (VLB).

### **11.3.3 Exposición diaria (ED)**

Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida, o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias. Referir la concentración media a dicha jornada estándar implica considerar el conjunto de las distintas exposiciones del trabajador a lo largo de la jornada real de trabajo, cada una con su correspondiente duración, como equivalente a una única exposición uniforme de ocho horas.

### **11.3.4 Exposición de corta duración (EC)**

Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior, en la lista de Valores Límite.

Lo habitual es determinar las EC de interés, es decir, las del período o períodos de máxima exposición, tomando muestras de 15 minutos de duración en cada uno de ellos. De esta forma, las concentraciones muestrales obtenidas coincidirán con las EC buscadas. El principal objetivo es conocer las concentraciones de hidrocarburos a la que se expone los trabajadores de los puestos "Técnicos, supervisores e inspectores de las áreas de mantenimiento, estructuras, aviónica y NDT)".

## **H.) LEVANTAMIENTO, RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN:**

### **h.1.) Ubicación de la medición**

El muestreo personal, además de que el instrumental sea portátil, debe cumplir el requisito de que el soporte de muestreo, sonda de medición, sensor, etc., esté situado en la zona de respiración del individuo, esto es dentro de una semiesfera de radio 30 cm cuyo centro se halla en el centro de un eje imaginario que une las orejas. En la práctica se traduce en colocarlo en la solapa, o también, lo más cerca posible del cuello.

### **h.2.) Número mínimo de muestras por jornadas**

Vendrá fijado por el tiempo de duración de las muestras y el tipo de muestreo. Como criterio orientativo, se puede utilizar el que propone la norma UNE-EN 689 (Límites de exposición profesional para agentes químicos), válido cuando el periodo de exposición es uniforme (no se esperan fluctuaciones importantes de concentración).

### **h.3.) Muestreo del personal que labora en los tanques de combustible**

Los resultados son considerados como correspondientes a una única exposición y se tratan como tales. Se denomina entonces Grupo Homogéneo de Exposición (GHE). En general se piensa que la variación entre las exposiciones de varios individuos que aparentemente forman un GHE, es grande, y debe tenderse a evaluar Individualmente.

La UNE EN 689 recomienda descartar del GHE aquellos individuos cuya concentración hallada es menor que la mitad de la media o mayor que el doble de la media (se entiende que se refiere a datos individuales dentro del grupo). Dicha norma recomienda tomar un mínimo de 1 trabajador por cada 10 que constituyan

un GHE. La toma de datos se realiza en el Dirección de la industria aeronáutica hangar 1 durante un aproximado de 2 horas.

### I.) CARACTERIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

A continuación, se detallan los resultados obtenidos mediante el análisis respectivo para el estudio de los contaminantes químicos evaluados: El personal técnico realiza trabajos periódicos durante 3 – 4 días cada 3 meses aproximadamente, su horario laboral normal: 07h00 a 16h00, El técnico trabaja en el espacio confinado máximo dos horas y rota con otro compañero.

### J.) RESULTADOS DE LAS MEDICIONES Y EVALUACIÓN

Tabla 9: Gases muestreados en los puestos

Gases	N. de Muestras	T(s) muestreo c/u
CO	8	900
CO2	8	900
LEL	8	900
HVOC	8	900
TVOC	8	900

Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)

Tabla 10: Evaluación de riesgo

Gases	RESULTADO (mg/m3)	VLA-ED (mg/m3)	VLA-EC (mg/m3)	Riesgo
CO	0.00	23	117	Bajo
CO2	21.1 ppm	5.000 ppm	-	Bajo
LEL	0,02	00	-	Bajo
HVOC	0,24	0,12	0,37	Alto
TVOC	999	890	1480	Alto

Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)



Las concentraciones de los VOCs y HCHO se encuentran por encima de los límites máximos permisibles como se puede apreciar en las tablas límites de exposición de cada componente químico, para realizar trabajos de manera segura.

Además, debe recordar que la normativa nacional vigente determina como nivel de acción el 50% del TLV. En los casos en los que aplique este criterio se deberá aplicar las medidas de seguridad adoptadas y mantener el cumplimiento de procedimientos.

#### **11.4 Estudio de Riesgo Biológico**

En las MSDS del JP1 establece riesgos cutáneos que para la salud del técnico por tal virtud en las MSDS y en el AMM, recomienda la utilización de equipos de protección personal especiales para el ingreso a los tanques de combustible minimizando considerablemente los riesgos biológicos presentes en el puesto de trabajo. Es importante recalcar todos los WARNING descritos en los diferentes AMM uno de ellos dice claramente “NO HAY LÍMITE SEGURO PARA LA SALUD PARA EL COMBUSTIBLE JP-4 / JET-B QUE PUEDE CONTENER BENCENO. ES POSIBLE QUE EL BENCENO CAUSE CÁNCER”. Debido a aquello es indispensable que el técnico utilice todos los EPP's que recomiendan las MSDS y los AMM

Es importante recalcar que la empresa cuenta con equipos de protección específicos para el ingreso a los tanques de combustible, los mismos que son utilizados por el personal técnico designado a cumplir actividades encomendadas, debido a un deficiente control y su costosa adquisición el personal no posee su propio equipo de protección personal necesarios para la ejecución de trabajos en espacios confinados generando de esta manera un problema a la salud a causa de la utilización de un mismo traje por parte de varios colaboradores.

**Figura 13:** Traje especial para trabajos dentro de los tanques de combustible



Fuente: Bodega de la OMA-DIAF

## **12. IMPACTOS**

### **12.1. Impactos Económicos.**

El proyecto de investigación contribuye a la obtención de beneficios tanto para el técnico que labora en los tanques de combustible como también para su empleador al reducir la incidencia de accidentes, incidentes y posibles enfermedades ocupacionales generadas a causas de las actividades que se ejecutan en el mismo, de esta manera se logrará la ejecución de tareas de manera segura y se evitará gastos económicos a causa de daños a la salud de los trabajadores , a través de la elaboración de un procedimiento para trabajos en tanques de combustible de la aeronave Boeing 737, al reducir el grado de exposición al cual se encuentra expuestos los técnicos de la empresa OMA-DIAF en la ciudad de Latacunga.

### **12.2. Impactos Técnicos.**

Con la realización de esta investigación se pretende, reducir a un nivel aceptable el grado de exposición al cual se encuentran expuestos los técnicos en los tanques de combustible por medio de un procedimiento seguro de trabajo, cuidando la

integridad física, mental del trabajador en la cual se proyecta aumentará el conocimiento del técnico debido al uso de equipos especiales mismos que se utilizan previo, durante y después de la ejecución de la actividad. Además, que el trabajo de lo hará de forma técnica tal cual lo dice el AMM.

### **12.3. Impactos Social.**

A través de la elaboración de un procedimiento de trabajo en los tanques de combustible de la aeronave Boeing 737 de la OMA-DIAF, la empresa logrará tener un ambiente laboral adecuado lo que conlleva a los diferentes técnicos, desempeñarse de mejor manera en las actividades encomendadas, al realizar trabajos de manera confiable y a la vez permitirá la expansión de las actividades de manera sostenible y sustentable, con una promoción de buenas prácticas de responsabilidad social, para mejorar la calidad de vida de los trabajadores.

### **12.4. Impactos Ambientales**

La elaboración del proyecto permite un mayor aprovechamiento de los recursos de la dirección de la Industria Aeronáutica del Ecuador, evitando la contaminación del suelo, también con el estudio, evaluación y procedimiento que se realizó se pudo definir los materiales que realmente son necesarios en los diferentes procesos, logrando que no haya desperdicio de material, por ende reduciendo el impacto ambiental, cabe recalcar que la DIAF tiene implementado un sistema de manejo de desechos líquidos por tal razón no es necesario profundizar en dicho aspecto, evitando la degradación ambiental y la sobreexplotación de los recursos de la empresa, con acciones que fomentan el adecuado uso de las instalaciones a corto, mediano y largo plazo.

### 13. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO:

Tabla 11. Presupuesto para la elaboración del proyecto.

<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b>					
<b>Recurso</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Unitario \$</b>	<b>V. Total \$</b>
<b>Equipos y software</b>	Computadora	1	Unidad	\$ 900.00	\$ 900.00
	Alquiler del instrumento el PCE-VOC	1	Unidad	\$ 500.00	\$ 500.00
	Cámara go pro	1	Unidad	\$ 250.00	\$ 250.00
	Internet	100	Hora	\$0.50	\$50.00
	Flash memory	1	Unidad	\$6.00	\$6.00
	mouse	1	Unidad	\$7.00	\$7.00
	Impresora	1	Unidad	\$200.00	\$200.00
<b>Útiles de oficina</b>	Impresiones	500	Unidad	\$0.05	\$25.00
	Esferos	2	Unidad	\$0.35	\$0.70
	Copias	200	Unidad	\$0.02	\$4.00
	Perforadora	1	Unidad	\$1.75	\$1.75
	Grapadora	1	Unidad	\$1.85	\$1.85
	Carpetas folder	4	Unidad	\$0.65	\$2.60
	Anillados	4	Unidad	\$1.10	\$4.40
	Borrador	1	Unidad	\$0.35	\$0.35
Portaminas	1	Unidad	\$1.75	\$1.75	
<b>Análisis de estudio</b>	Medición de emisiones de gases detallada (Formaldehído HFX205)	1	N/a	\$2.000	\$2.000
<b>TOTAL</b>					<b>\$3955.40</b>

Elaborado por: Pacheco, Alba (2020)

En el cuadro del presupuesto se puede apreciar la valoración económica del proyecto considerando cada uno de los recursos necesarios para la ejecución de dicho proyecto como lo fue la adquisición de un equipo para medir el nivel de los gases de combustible y una cámara especial tipo go pro mismos que cuentan con las especificaciones requeridas para trabajos en los tanques de combustible de las aeronaves Boeing en base al AMM.

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 14.1. Conclusiones

- Se identificó factores de riesgos tales como ergonómicos, químicos, biológicos, mecánicos en las diferentes actividades dentro de los tanques de combustible, partiendo de la gestión de riesgos, la cual permitió cuantificar el riesgo y determinar en un nivel alto de exposición el impacto en las diferentes acciones desempeñadas, para de esta manera tomar acciones correctivas inmediatas.
- Se evaluó los riesgos, mediante mediciones realizadas en el campo de trabajo de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real referida a una jornada estándar de ocho horas diarias. Detectándose los riesgos químicos y ergonómicos como principal causa de enfermedades profesionales al momento ejecutar una actividad en los tanques de combustibles, los mismos que afectan a la seguridad y salud del técnico que se encuentra laborando.
- Una vez obtenidos y analizados los resultados del estudio, se elaboró un procedimiento de trabajos dentro de los tanques de combustible, basado en los materiales, equipos, personal técnico, entorno y en la información técnica que dispone la DIAF, para reducir al máximo los riesgos detectados, evitar posibles enfermedades laborales producidas y garantiza un ambiente de trabajo seguro en la realización de dicha actividad.

## 14.2. Recomendaciones

- Realizar capacitaciones periódicas a los técnicos que laboran en los tanques de combustible de tal manera que se concienticen el peligro que presenta la ejecución de actividades dentro del mismo, con la finalidad de evitar posibles incidentes, accidentes u enfermedades ocupacionales.
- Proceder con un estudio detallado de los productos químicos presentes en el ambiente para determinar según ese estudio cuáles serán las medidas específicas que se deberán tomar, la sustitución de productos, cuando las características toxicológicas del agente en cuestión (cancerígenos, sensibilizantes) justifiquen la búsqueda de alternativas a las sustancias químicas utilizadas.
- Elaboración de procedimientos específicos para el desarrollo de cada tarea en la que se utilice químicos para el desarrollo de dicha actividad, con instrucciones específicas que deberán ser acatadas por el personal y aplicados en cada momento de su desarrollo con el fin de evitar pérdidas humanas como materiales, estableciendo protocolos en caso de emergencia con el fin de que el personal sepa actuar de manera correcta ante cualquier situación.
- A la empresa brindar todas las facilidades para que los técnicos puedan ejecutar trabajos de alto riesgo como lo ingresar a los tanques de combustible en este caso. Disponer de los materiales, EPP's, herramientas y equipos adecuados y recomendados por los manuales y las MSDS.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Alberto Marti Ezpeleta. (1993). *CIIFEN*. Obtenido de [http://www.ciifen.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=336&lang=es](http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=336&lang=es)
- AVANCE GRUPO . (17 de Octubre de 2017). *AVANCE GRUPO* . Obtenido de <http://www.grupoavance.eu/7-tipos-de-riesgos-laborales/>
- Besterfiel, D. H. (2009). *Control de Calidad del Proceso* . Mexico : PEARSON EDUCACIÓN.
- BOEING, C. (1999). CHAPTER 28 (FUEL). En *AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL*. USA.
- Camilo José Cela . (2013). *Business school*.
- Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2016). Gestión de la Calidad: Conceptos, Enfoques , Modelos Y Sistemas. En C. Camisón, S. Cruz, & T. González, *Gestión de la Calidad: Conceptos, Enfoques , Modelos Y Sistemas* (págs. 1266- 1268). Madrid: PEARSON EDUCACIÓN.
- Carro, R., & Gonzalez, D. (2014). Control Estadístico de Procesos. En R. Carro, & D. Gonzalez, *Control Estadístico de Procesos* (págs. 6-8). Mexico : Nueva Librería.
- Cuatrecasas, L. (2010). Gestión Integral de la Calidad. En L. Cuatrecasas, *Gestión Integral de la Calidad* (págs. 78-80). España: PROFIT.
- Cuatrecasas, L. (2015). Gestión Integral de la Calidad. En L. Cuatrecasas, *Gestión Integral de la Calidad* (págs. 65- 66). Barcelona: Profit.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. (2008). Administración y Control de la Calidad. En J. R. Evans, & W. Lindsay, *Administración y Control de la Calidad* (págs. 662-667). México: Cengage Learning Editores, SA.
- fly-news.es. (11 de Octubre de 2019). Obtenido de <https://fly-news.es/aviacion-comercial/aviones/boeing-737-max-asi-avion/>
- Guillò, J. J. (2009). Calidad Total Fuente de ventaja Competitiva . En J. J. Guillò, *Calidad Total Fuente de ventaja Competitiva* (págs. 174-176). Murcia : Publicaciones Universidad de Alicante.
- Gutierrez Ganchola, M. (2014). Administrar para la Calidad. En G. M. Gutierrez,

- Administrar para la Calidad* (pág. 51). Mexico: Limusa.
- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2014). Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. En H. Gutiérrez, & R. de la Vara, *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (pág. 7). México: Mc Graw Hill.
- Harrison M. Wadsworth, K. S. (2005). Métodos de control de Calidad. En K. S. Harrison M. Wadsworth, *Métodos de control de Calidad* (pág. 360). México: Continental.
- INSHT- William Torres. (17 de Julio de 2019). *PREVENCION, SEGURIDAD Y SALUD LABORAL*. Obtenido de <https://prevencionseguridadysaludlaboral.blogspot.com/2019/07/ntp-335.html>
- Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el trabajo. (1995). *INSTH*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias\\_Ev\\_Riesgos/Ficheros/Evaluacion\\_riesgos.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo . (Junio 2003 ). *NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA*. España: Applied Ergonomics.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1999). NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente. *Riesgo: Probabilidad y consecuencias*.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. (2014). *Trabajos en espacios confinados* . Europa.
- Ishikawa, K. (1989). Introducción al control de Calidad . En K. Ishikawa, *Introducción al control de Calidad* (págs. 145-146).
- JORGE. (19 de Abril de 2009). Obtenido de <http://esufac007.blogspot.com/2009/04/sistema-de-combustible-en-aeronaves.html>
- Leidel Busch y Lynch. (1977). *Occupational exposure sampling strategy*. AENOR
- libre, w. l. (11 de Octubre de 2019). *wikipedia.org*. Obtenido de [wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_737](https://es.wikipedia.org/wiki/Boeing_737)
- López Lemos, P. (2016). Herramientas para la Mejora de la Calidad . En P. López



- Lemos, *Herramientas para la Mejora de la Calidad* (pág. 27). Madrid : FC
- Ministerio de fomento. (2000). Fichas de intervención en situaciones de emergencia, actuación de los servicios operativos en caso de accidente en el transporte de mercancías peligrosas. pág. Artículo 23. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Ficha\\_de\\_datos\\_de\\_seguridad](https://es.wikipedia.org/wiki/Ficha_de_datos_de_seguridad)
- Montgomery, D. (2014). Control Estadístico de la Calidad . En D. Montgomery, *Control Estadístico de la Calidad* (pág. 57). Mexico : Limusa Wiley .
- NTE INEN 2801, N. D. (1997). NTE INEN 2801, NORMA DEL CODEX PARA EL BANANO. Quito, Quito, Ecuador.
- OHSAS 18001. (24 de Julio de 2015). *ISO TOOLS*. Obtenido de <https://www.isotools.cl/riesgo-laboral-definicion/>
- PLAN NACIONAL PARA EL BUEN VIVIR*. (2009-2013). Obtenido de [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan\\_Nacional\\_para\\_el\\_Buen\\_Vivir\\_\(version\\_resumida\\_en\\_espanol\).pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_para_el_Buen_Vivir_(version_resumida_en_espanol).pdf)
- Tania Berlana Llorente. (2016). *INSHT*. Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Aplicaciones/ficherosCuestionarios/CUEST%20C006%20ESPACIOS%20CONFINADO>
- TODO UNA VIDA*. (2017-2021). Obtenido de <https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/EcuadorPlanNacionalTodaUnaVida20172021.pdf>
- UNESCO. (2015). *ACADEMIA*. Obtenido de [https://www.academia.edu/31245831/C%C3%93DIGOS\\_UNESCO\\_Nomenclatura\\_Internacional\\_de\\_la\\_UNESCO\\_para\\_los\\_campos\\_de\\_Ciencia\\_y\\_tecnolog%C3%ADa](https://www.academia.edu/31245831/C%C3%93DIGOS_UNESCO_Nomenclatura_Internacional_de_la_UNESCO_para_los_campos_de_Ciencia_y_tecnolog%C3%ADa)
- UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI*. (2015-2020). Obtenido de <http://www.utc.edu.ec/INVESTIGACION/Sistema-de-Investigacion/lineas-investigacion>
- Valencia, I. d. (30 de Diciembre de 2015). *ERGO /IBV*. Obtenido de <http://www.ergoibv.com/blog/metodo-reba-evita-las-lesiones-posturales-2/>

## 16. ANEXOS

## ANEXO I. Hoja de vida del autor

**DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS Y NOMBRES:** Pacheco Cajas Alba Selena  
**FECHA DE NACIMIENTO:** 12 de noviembre del 1995  
**CÉDULA DE CIUDADANÍA:** 050407140-8  
**DIRECCIÓN DOMICILIO:** Calle Oriente e Isla Marcheno  
**ESTADO CIVIL:** Soltero  
**CELULAR:** +593 968615192  
**E-MAIL:** alba.pacheco1408@utc.edu.ec

**ESTUDIOS REALIZADOS**

**NIVEL PRIMARIO:** Escuela "Fiscal Francisco Miranda"  
**NIVEL SECUNDARIO:** Colegio "Nacional Técnico Once de Noviembre"  
**NIVEL SUPERIOR:** Universidad Técnica de Cotopaxi/ Ing. Industrial Décimo Semestre

**CURSOS Y SEMINARIOS**

- SEMINARIO LEAN SIX SIGMA WHITE BELT (4 HORAS) (AÑO 2019).
- CURSO DE PLC'S (LOGO APLICADO A REDES INDUSTRIALES, MONITOREO Y CONTROL REMOTO) (40 HORAS) (AÑO 2019).
- CURSO DE TRABAJO EN ALTURAS (18 HORAS) (AÑO 2019).
- SEMINARIO INTERNACIONAL DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA (40 HORAS) (AÑO 2019).
- SEMINARIO PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS PSICOSOCIAL- MANEJO DEL SUT (4 HORAS) (AÑO 2019).
- CURSO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS (60 HORAS) (AÑO 2018).
- SEMINARIO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL (40 HORAS) (AÑO 2017)
- CURSO NACIONAL DE AUDITORIA FINANCIERA (40 HORAS) (AÑO 2017).

- CURSO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA CALIDAD, AMBIENTE Y SEGURIDAD LABORAL (16 HORAS) (AÑO 2017).
- SEMINARIO XXVI CONGRESO LATINOAMERICANO DE ESTUDIANTES E INGENIEROS INDUSTRIALES Y AFINES (40 HORAS) (AÑO 2017).
- TALLER ISO 14001:2015 (4 HORAS) (AÑO 2017).
- TALLER LOS PERMISOS DE TRABAJO EN SEGURIDAD INDUSTRIAL (4 HORAS) (AÑO 2017).
- TALLER ISO 9001:2015 (4 HORAS) (AÑO 2017).
- CURSO DE FACTORES DE RIESGOS Y CONTROL- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (10 HORAS) (AÑO 2016).
- SEMINARIO GENERACIÓN DE CONOCIMIENTOS CONTABLES, LABORALES Y TRIBUTARIOS A LOS ARTESANOS (48 HORAS) (AÑO 2016).

#### **EXPERIENCIA LABORAL**

- **Empresa:** Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (OMA/DIAF)  
**Cargo:** Practicas Prepro-fesionales en el Departamento Sistemas Integrados de Gestión de Seguridad.  
**Duración:** Del 08 de abril hasta el 26 de julio del 2019  
**Jefe Inmediato:** Sgos. Cesar Guizado Narea
- **Empresa:** GrupoBuilders Cia. Ltda  
**Cargo:** Jefe de Seguridad Industrial  
**Duración:** Desde el 01 de enero del 2017 hasta el 31 de diciembre del 2018  
**Jefe Inmediato:** Ing.MsC. Jorge Salazar Cueva

#### **REFERENCIAS PROFESIONAL**

- **Nombre:** Ing. Luis Lagos Cruz  
**Empresa:** Gerente SIS-DIAF  
**Teléfono:** 0987396952
- **Nombre:** Dr. Carlos Luis Anastacio Rodríguez  
**Empresa:** Anestésialo Hospital Básico Militar de Latacunga  
**Teléfono:** 0992601132

## ANEXO II. Hoja de vida del tutor



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE**

**DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** SALAZAR CUEVA**NOMBRES:** EDISON PATRICIO**ESTADO CIVIL:** CASADO**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0501843171**NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES:** 2**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** 5 DE JUNIO 1975**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** AMAZONAS Y ANTONIO JOSÉ DE SUCRE**TELÉFONO CONVENCIONAL:** N/A **TELÉFONO CELULAR:**0983304033**EMAIL INSTITUCIONAL:** edison.salazar@utc.edu.ec**TIPO DE DISCAPACIDAD:** NINGUNA**# DE CARNET CONADIS:** NO**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

<b>NIVEL</b>	<b>TITULO OBTENIDO</b>	<b>FECHA DE REGISTRO</b>	<b>CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT</b>
<b>TERCER</b>	INGENIERO INDUSTRIAL	2007-04-23	1045-07-753308
<b>CUARTO</b>	MAGISTER EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO	2011-12-09	1020-11-739376

**HISTORIAL PROFESIONAL**

UNIDAD ACADÉMICA EN LA QUE LABORA: CIENCIAS DE INGENIERÍA Y APLICADAS; INGENIERÍA INDUSTRIAL

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTE.

### **CURSOS Y SEMINARIOS**

- CURSO DE PLC'S (LOGO APLICADO A REDES INDUSTRIALES, MONITOREO Y CONTROL REMOTO) (40 HORAS) (AÑO 2019).
- IER CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS HUMANAS Y EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (40 HORAS) (AÑO 2018).
- HERRAMIENTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (40 HORAS) (AÑO 2017).
- JORNADAS CIENTÍFICAS INTERNACIONALES DE LA UTC 2016, CAMINO A LA VISIBILIDAD "PRODUCCIÓN CIENTÍFICA", UCAB – UTC - UCV. (60 HORAS) (AÑO 2016).
- II JORNADAS CIENTÍFICAS DE LA UTC 2015, CULTURA CIENTÍFICA COLABORATIVA EN LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (24 HORAS) (AÑO 2015).

### **EXPERIENCIA LABORAL**

- **Empresa:** Universidad Técnica de Cotopaxi  
**Cargo:** Docente a nombramiento (Carrera De Ingeniería Industrial)  
**Duración:** 2007 hasta la presente.
- **Empresa:** Universidad Técnica de Cotopaxi  
**Cargo:** Docente Investigador  
**Duración:** 2007 hasta la presente.

### **REFERENCIAS PROFESIONAL**

- **Nombre:** Diana Marín Vélez Msc  
**Empresa:** Decana de la Facultad Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas  
**Teléfono:** 0984 055-131

	<b>PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DENTRO DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE</b>	Rev.: Org.
		Fecha: 16 de diciembre del 2019

### ANEXO III. PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DENTRO DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE BOEING 737

#### 1. Referencia

BOEING 737-300-400-500 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL.  
 APPLICABLE FOR BOEING.  
 MANUAL DE FORMATOS OMA DIAF  
 MSDS JP1

#### 2. Introducción

Dentro de los tanques de combustible los riesgos de espacio confinado se incrementan por eso se debe garantizar un trabajo seguro al personal técnico que se le asigne ingresar a los tanques de combustible.

#### 3. Alcance

Aplica a todo el personal de la DIAF que tenga que realizar trabajos dentro de los tanques de combustible, así como también al personal de seguridad operacional.

#### 4. Responsabilidad

El Técnico calificado y autorizado para efectuar trabajos dentro de los tanques de combustible es responsable del cumplimiento de este procedimiento.

#### 5. Procedimiento

**5.1. Etapa previa:** Se deben verificar las siguientes condiciones previo al ingreso a los tanques de combustible, desde que se procede a remover los paneles de acceso hasta que se los cierra:

	<b>PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DENTRO DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE</b>	Rev.: Org.
		Fecha: 16 de diciembre del 2019

- a) Todo trabajo de espacios confinados en la DIAF debe poseer un permiso de trabajo por la Unidad de Seguridad y salud Ocupacional de acuerdo al *PSSO 6* (Ver anexo III.1). Además, el personal designado para la tarea en espacios confinados, misma que es un trabajo de alto riesgo deberá llenar el formulario de permiso de trabajos especiales DIAF FORM SSO 12 (Ver Anexo III.2)
- b) Tener disponible la información técnica necesaria y actualizada referente a la actividad a ejecutar.
- c) Que el personal técnico a ejecutar este capacitado.
- d) El avión deberá estar permanentemente conectado a tierra.
- e) Las herramientas y equipos deberán estar calibrados de ser el caso y usar los requeridos en el AMM.
- f) Que los tacos y los pines de seguridad de los trenes de aterrizaje de la aeronave se encuentren colocados.
- g) Que en la aeronave este colocado el PARKING BRAKE
- h) La aeronave deberá estar totalmente desenergizada, desconectada la batería y colocada la tarjeta roja “DANGER” (DIAF FORM QC 043) en los puertos de conexión de la planta externa y batería.

**5.2. Antes de iniciar el trabajo:** Se deberán verificar las siguientes condiciones.

- a) Tener cerca un extintor: desde que se remuevan los paneles de acceso, durante el ingreso a los tanques y hasta finalmente el cierre y torqueado de los paneles de acceso.
- b) Toda el aérea deberá ser cercada con las cintas de peligro; además de colocar la respectiva señalética que informe sobre los tanques abiertos a todo el personal que circule por el aérea.
- c) Tener listos y en perfectas condiciones todos los equipos de protección personal que se describen en el AMM (CAP: 28 -10 - 00) y en las MSDS del JP1.
- d) Revisar el correcto funcionamiento de los equipos requeridos para la tarea. Principalmente del “**Multigas monitor**”, revisar la vigencia de los certificados

	<b>PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DENTRO DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE</b>	Rev.: Org.
		Fecha: 16 de diciembre del 2019

de calibración. De igual forma el equipo purificador de aire, que las lámparas sean las adecuadas “fluorescentes”.

- e) Una vez dados los accesos requeridos y drenados los residuos del JP1, se deberá ventilar los tanques hasta un nivel aceptable según el AMM. “Durante el mantenimiento del tanque de combustible, debe asegurarse que exista una ventilación mecánica continua, y se debe mantener los niveles de oxígeno entre 19.5%. El flujo de aire de equipo de ventilación debe limitarse entre 23.5% por volumen y los niveles de vapor de combustible (LEL) por debajo del 10% (seguro contra incendios)”. El equipo para ventilar no debe generar ningún riesgo de tipo eléctrico por tal razón se recomienda utilizar el ventilador neumático.
- f) Las áreas designadas para la circulación hacia el ingreso al tanque de combustible deberán estar despejadas sin ningún tipo de residuo.
- g) Es recomendable y según el AMM que los técnicos realicen un “chek list” donde conste todos los equipos, materiales y herramientas que vayan a ser ingresadas al tanque de combustible.

**5.3. Durante la realización del trabajo:** La comunicación deberá ser siempre constante en el proceso, además es imprescindible seguir lo siguiente:

- a) Se deberá realizar dicha actividad entre dos técnicos, uno será el que ingrese y el otro será quien esté pendiente de controlar el nivel de los gases del JP1, la ventilación, el equipo purificador de aire, cumplir con los requerimientos del técnico que se encuentra al interior del tanque. La comunicación entre los dos tendrá que ser constante.
- b) Para garantizar y salvaguardar la integridad de los técnicos y de las aeronaves se debe tener protocolos de comunicación con las entidades de asistencia en caso de presentarse una emergencia.
- c) Se deberá seguir al pie de la letra con todos los WARNING y los CAUTION del AMM.
- d) Las herramientas u objetos que pudieren generar chispa deben ser ingresados



	<b>PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DENTRO DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE</b>	Rev.: Org.
		Fecha: 16 de diciembre del 2019

en una funda especial de material aislante. Para la salida se los debe sacar en la misma funda.

- e) La ventilación mecánica debe ser constante.
- f) Durante cualquier entrada al tanque de combustible, el registro del nivel de concentración del vapor debe mantenerse actualizado desde el inicio hasta el final del trabajo y las entradas deben realizarse cada 30 minutos. Si la concentración de vapor en cualquier momento excede el 10% del límite inferior de explosión, se debe detener el trabajo, se debe evacuar a las personas dentro del tanque y se debe aumentar la ventilación antes de reanudar el trabajo.
- g) Los overoles que están recubiertos con SARANEX 23P mantendrá el calor corporal. Asegurarse que la temperatura en el tanque de combustible no sea demasiado elevada. Si la temperatura del tanque de combustible se calienta demasiado una persona con el overol SARANEX 23P puede tener calor y trastornos relacionados. Si una persona está demasiado caliente, la persona debe permanecer fuera del tanque de combustible y averiguar si la asistencia médica es necesaria.
- h) En caso de inhalación o contacto con cualquier parte del cuerpo humano seguir con las indicaciones del AMM o de las MSDS para poder evitar accidentes o incidentes mayores en los técnicos.
- i) Una vez que el técnico salga del tanque de combustible se deberá verificar que todos los ítems de la “check list” hayan sido extraídos. Con la finalidad de salvaguardar la integridad del sistema de combustible.

**5.4.** Después de realizado el trabajo: Se deberá verificar lo siguiente.

- a) Una última inspección dentro del tanque de combustible previo al cierre de los paneles de acceso debe ser realizada por parte de un inspector designado.
- b) Se revisarán las condiciones de los equipos utilizados durante la ejecución del trabajo y en caso de algún tipo de anomalía por diversas causas se deberá informar al personal encargado de bodega para que tome las medidas correctivas.

	<b>PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DENTRO DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE</b>	Rev.: Org.
		Fecha: 16 de diciembre del 2019

c) Se dejará la aeronave en condiciones de operación normal.

## 6. Archivo

La documentación generada de este procedimiento será archivada en el Departamento de Seguridad Operacional.

## 7. Anexos

PSSO 6

DIAF FORM SSO 12

### ANEXO III.1: PSSO 6. TRABAJOS DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO DE ALTO RIESGO.


ORD.	TRABAJOS	DETALLE
1	PINTADO DE AERONAVES	Pintado de aeronaves, alas fuselaje, estabilizadores, bodegas y cabinas
2	REMOCIÓN DE PINTURA	Actividades de remoción de pintura mediante lijado o decapado
3	TRATAMIENTO ANTICORROSIVO	Aplicación general de productos químicos (alodinne, alumiprep) para tratamiento anticorrosivo en fuselaje de aeronaves
4	CORRIDA DE MOTORES	Chequeos operacionales de motores
5	INSPECCIÓN / MANTENIMIENTO EN	Trabajos de inspección, mantenimiento y reparación interna de los tanques de

	<b>PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DENTRO DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE</b>	Rev.: Org.
		Fecha: 16 de diciembre del 2019


	TANQUES DE COMBUSTIBLE	combustible de aeronaves
6	TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE	Transferencia de combustible de un tanque a otro tanque
7	PESO Y BALANCE DE AERONAVES	Peso y balance de aeronaves
8	EXTENSIÓN – RETRACCIÓN DE TRENES DE ATERRIZAJE	Chequeos operacionales de trenes de aterrizaje
9	REMOCIÓN – INSTALACIÓN DE RUDDER	Remoción e instalación de rudder de aeronaves
10	REMOCIÓN - INSTALACIÓN DE TRENES DE ATERRIZAJE	Remoción e instalación de trenes de aterrizaje
11	REMOCIÓN INSTALACIÓN DE MOTORES	Remoción instalación de trenes de aterrizaje
12	ENCENDIDO DE APU	Encendido de APU

**ANEXO III.2: DIAF FORM SSO 12. PERMISO DE TRABAJOS ESPECIALES.**







	<b>PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DENTRO DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE</b>	Rev.: Org.
		Fecha: 16 de diciembre del 2019









	<b>DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DIAF</b>		REV: ORG
	<b>PERMISOS DE TRABAJO ESPECIALES</b>		FECHA: 2017
<b>CENTRO:</b>	<b>PERMISO N°:</b>		
<b>SECCIÓN:</b>	<b>SUPERVISOR:</b>		
<b>LUGAR:</b>	<b>AERONAVE:</b>		
<b>DESDE</b>		<b>HASTA</b>	
FECHA: ___/___/___ HORA: ___:___		FECHA: ___/___/___ HORA: ___:___	
<b>A. TIPO DE TRABAJO</b>		<b>B. DESCRIPCIÓN BREVE DEL TRABAJO</b>	
MANTENIMIENTO AERONÁUTICO DE ALTO RIESGO <input type="checkbox"/>	COMISIÓN <input type="checkbox"/>		
TRABAJOS NUEVOS <input type="checkbox"/>	INSTALACIONES <input type="checkbox"/>		
<b>Solicitante</b>		<b>Ejecutor (es)</b>	
Nombre: _____ Firma: _____		N°	Nombre
		Firma	
		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
<b>C. PRECAUCIONES</b>			
<b>PRECAUCIONES GENERALES</b> (Si no cumple con todas las precauciones generales no podrá autorizarse el permiso de trabajo)		<b>PRECAUCIONES ADICIONALES</b>	
INFORMACIÓN TÉCNICA ACTUALIZADA O ART/AST <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
EQUIPOS, HERRAMIENTAS SUFICIENTES Y CALIBRADOS <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
PERSONAL INVOLUCRADO SUFICIENTE CAPACITADO/CALIFICADO/HABILITADO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
CHARLA DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>		<b>SEÑALES DE SEGURIDAD</b>	
	SI	N/A	SI
CASCO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PROHIBICIÓN <input type="checkbox"/>
BARBIQUEJO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	USO OBLIGATORIO <input type="checkbox"/>
PROTECCIÓN VISUAL; Gafas, Pantalla <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRECAUCIÓN <input type="checkbox"/>
PROTECCIÓN AUDITIVA; Tapones, Orejeras <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	EVACUACIÓN <input type="checkbox"/>
RESPIRADORES; Media Cara /Cara completa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	OTRAS: _____ <input type="checkbox"/>
MASCARILLA <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
FILTROS; 6003, 2097, Otros <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
OVEROL; Pintura, Combustible, Otro <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
MANDIL; Cuero, P. Químico <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ARNÉS, EMBLACA <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
LÍNEA DE VIDA TEMPORAL <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
GUANTES; P. Mecánica/P. Químico <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
RODILLERAS <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CALZADO DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CHALECO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
EPI'S EN BUEN ESTADO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
OTROS: _____ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> <b>ESPECIALES DE MANTTO AERONÁUTICO</b> <input type="checkbox"/> <b>N/A</b>	
		SI	N/A
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



	<b>PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DENTRO DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE</b>	Rev.: Org.
		Fecha: 16 de diciembre del 2019

	<b>DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DIAF</b>		REV: ORG	
	<b>PERMISOS DE TRABAJO ESPECIALES</b>		FECHA: 2017	
<input type="checkbox"/> <b>TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS</b>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> <b>TRABAJO EN ALTURAS</b>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> N/A	
VENTILACIÓN PREVIA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ÁREA LIBRE DE GENERADORES DE CHISPA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> TARJETAS DE BLOQUEO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ÁREA DRENADA COMPLETAMENTE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MEDICIÓN DE GASES <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> EXTINTOR DE CO2 CERCANO AL ÁREA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ASIGNACIÓN DE DOS PERSONAS MÍNIMO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> HERRAMIENTAS SUFICIENTES Y ADECUADAS (EXPLOSION PROOF / APE) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> CONDICIÓN FÍSICA DE TRABAJADORES APTA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		ESCALERA ANDAMIO APROPIADA A LA TAREA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> BARANDAS MÓVILES COLOCADAS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> BARANDAS FIJAS EN BUEN ESTADO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> LÍNEA DE VIDA FIJA EN BUEN ESTADO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> FRENO EN BUEN ESTADO Y FUNCIONALES <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PLATAFORMAS Y ESCALONES LIMPIOS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PLATAFORMAS SIN OBSTRUCCIONES <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> LÍNEA DE VIDA TEMPORAL COLOCADA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PUNTOS DE ANCLAJE EN BUEN ESTADO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACCESORIOS DE SISTEMA ANTIÁCIDAS EN BUEN ESTADO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> <b>MATERIALES PELIGROS</b>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> <b>TRABAJOS DE PINTURA</b>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> N/A	
VERIFICAR MSDS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MSDS ACTUALIZADA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACERCAMIENTO DE EXTINTOR CO2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ETIQUETA DE PRODUCTO QUÍMICO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RECIPIENTE ADECUADO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> EXTINTOR CERCANO AL ÁREA DE TRABAJO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		SISTEMA DE AIRE ASISTIDO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN CONTINUA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ILUMINACIÓN A PRUEBA DE EXPLOSIONES <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> TEMPERATURA ADECUADA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NOTIFICACIÓN A GRUPOS ALEDANOS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> HERRAMIENTAS, EQUIPOS, ADECUADOS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> SISTEMA DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> VENTILACIÓN NATURAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<b>D. APROBACIÓN</b>				
JEFE UNIDAD / RESPONSABLE BSO Nombre: _____ Firma: _____		DELEGADO VERIFICACIÓN PREVIA Nombre: _____ Firma: _____		
APROBADO: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Motivo: _____ _____ _____				
<b>E. VERIFICACIÓN</b>				
FECHA	HORA	RESPONSABLE	OBSERVACIÓN	FIRMA
<b>SUSPENSIÓN</b>		<b>EXTENSIÓN</b>		
Suspendido por: Nombre: _____ Firma: _____		Solicitante: Nombre: _____ Firma: _____		
Motivo de Suspensión: _____ _____ _____		Desde: ___/___/___ : ___ Hasta: ___/___/___ : ___ APROBADO: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> FIRMA: _____		
<b>F. CIERRE DE PERMISO</b>				
SOLICITANTE		JEFE UNIDAD / RESPONSABLE BSO		
FIRMA: _____		FIRMA: _____		

## Anexo IV. Matriz de Equipos de Protección Personal.

MATRIZ DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS									
CÓDIGO	EPP	IMAGEN	PICTOGRAMA	DESCRIPCIÓN	APROBACIONES	NORMAS	UTILIZA	SECCIÓN/ÁREA	ACTIVIDAD/TAREA
V002	Gafas de seguridad tipo goggle			Protege los ojos contra salpicadura de líquidos y proyección de partículas	NIOSH	ANSI Z87.1	1. Personal técnico 2. Personal administrativo de bodegas	1. Hangar especializados 2. Taller de baterías NDT 3. Laboratorio de Aeronaves	1. Actividades con uso de productos químicos líquidos y/o lubricantes 2. Actividades con proyección de partículas y presencia de polvo
R002	Respirador media cara			Protege vías respiratorias de aerosoles, gases y vapores, requiere de cartuchos para su uso	MSHA NIOSH	NTC 3852 42CFR84	1. Personal técnico	1. Hangar especializados	1. Pintura 2. Lijado 3. Remoción de pintura por ácidos 4. Aplicación de sellante 5. Toda actividad para el uso de productos químicos
R003	Panel purificador de aire			Equipo purificador de aire neumático. Provee flujo de aire asistido, requiere uso de respirador		ANSI Z88.2	1. Personal técnico de pintura 2. Personal técnico de estructuras 3. Personal técnico de mantenimiento 4. Personal técnico de inspectores	1. Hangar 2. Aeronaves	1. Mantenimiento tanques de combustible 2. Espacios confinados

R005			Protege vías respiratorias de vapores orgánicos y gases ácidos, complemento de los respiradores 3M serie 600	NIOSH	N95 42CRF84	1. Personal técnico	1. Hangar 2. Talleres especializados 3. Aeronaves	1. Pintado de partes de aeronaves 2. Remociones de pintura 3. Tratamientos anticorrosivos 4. Mantenimiento de tanques de combustible 5. Mantenimiento de baterías
R006			Protege vías respiratorias de polvos y partículas líquidas sin aceite, requiere adaptador y complemento de respiradores 3M	NIOSH	N95 42CRF84	1. Personal técnico	1. Hangar 2. Talleres especializados 3. Aeronaves	1. Lijado 2. Actividades generadoras de polvos 3. Exposición indirecta a polvos
R007			Protege vías respiratorias de partículas, niveles molestos de vapores orgánicos y ozono	NIOSH	P100 42CRF84	1. Personal técnico 2. Personal de soldadura	1. Hangar 2. Aeronaves 3. Talleres de soldadura 4. Talleres especializados	1. Todas las actividades de soldadura 2. Actividades de limpieza con químicos 3. Actividades de exposición indirecta a vapores y humos
G002			Protege manos contra productos químicos abrasivos		UNE-EN 420	1. Personal técnico 2. Personal de bodegas	1. Hangar de baterías 2. Cuarto de pintura 3. Taller de pequeñas piezas 4. Bodega de productos químicos	1. Todas las actividades y/o se utilicen productos químicos abrasivos como: Combustible, JP1, alodine, etc.

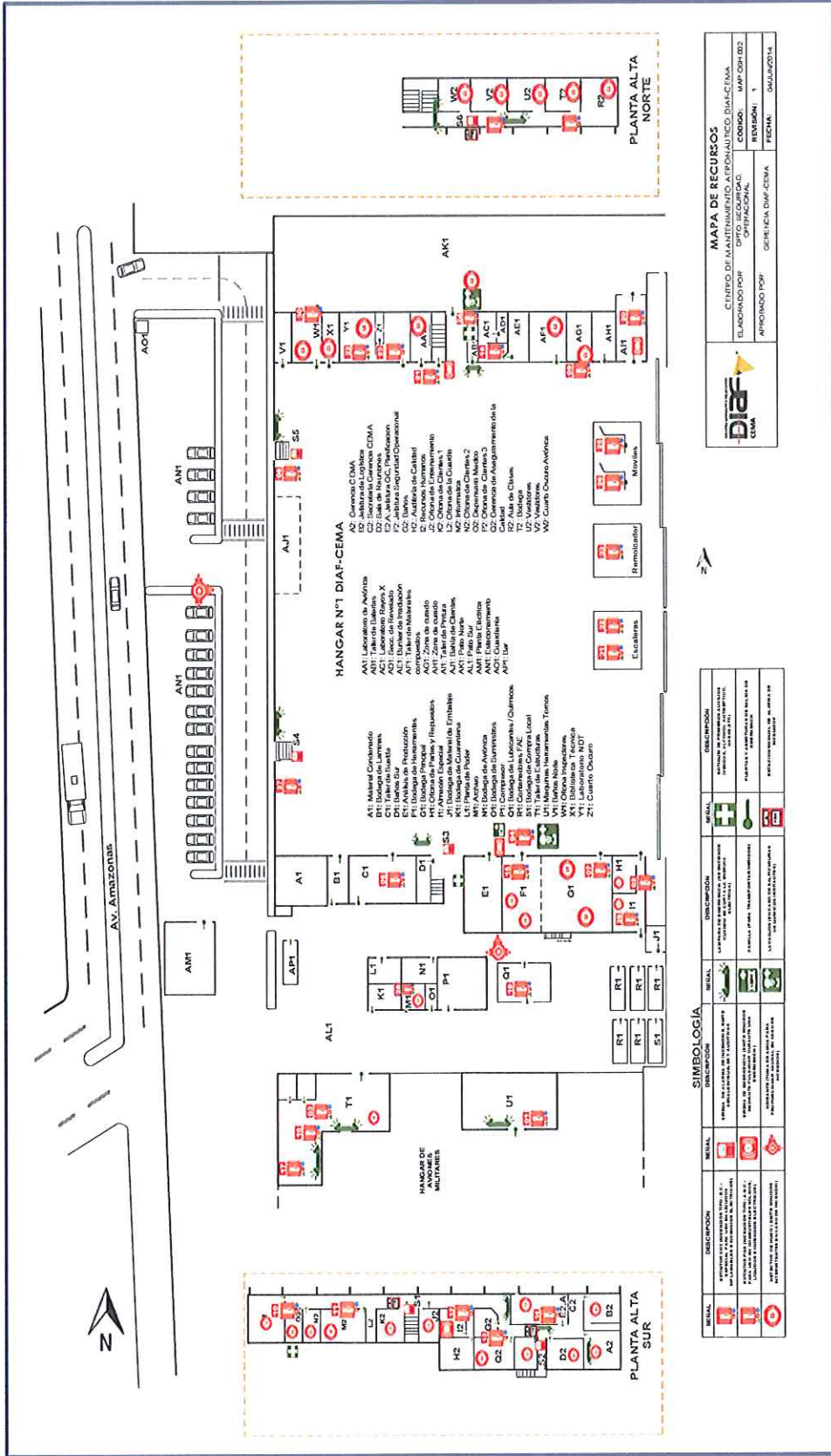
P007	Overol para tanques de combustible e			Protege el cuerpo de la exposición directa a combustible	ACTM	1. Personal técnico	1. Tanques de combustible	1. Mantenimiento e inspección en tanques de combustible de aeronaves
------	--------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	------	---------------------	---------------------------	----------------------------------------------------------------------








Anexo VII. Mapa de Recursos



## ANEXO VIII. FORMATOS PARA CAPACITACIONES

		DIAF-01 Rev.: 0		
<b>Tema:</b>				
CAPACITACIÓN		INDUCCIÓN	INFORMACIÓN	REUNIÓN
<b>Lugar:</b>		<b>Dirigido:</b> Personal Interno: <input type="checkbox"/>		Otros <input type="checkbox"/>
<b>Fecha:</b> _____		Contratistas: <input type="checkbox"/>		
<b>Hora:</b>	<b>Inicio:</b>	<b>Cierre:</b>	<b>Duración:</b>	
<b>Personal asistente:</b>				
<b>Item</b>	<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>N° Cédula / Pasaporte</b>	<b>Empresa / Área</b>	<b>Firma</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
<b>Observaciones:</b>				<b>HORAS HOMBRE</b>

FACILITADOR

Nombre:

C.I.

Firma:

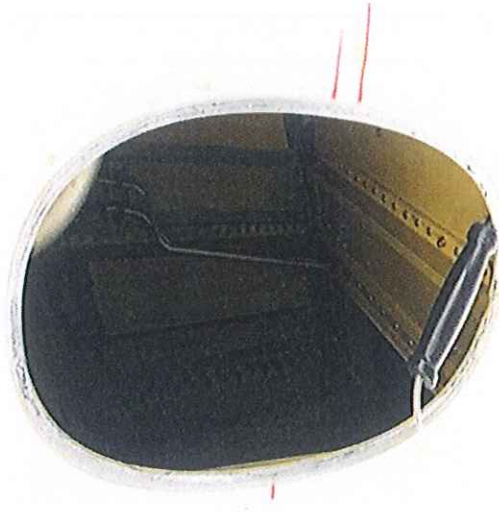
	<b>MANUAL DE ENTRENAMIENTO</b>	REVISION: 3
		FECHA: 16/FEB/2017

DIAF FORM TM 002  
CALENDAR OF THE EVENT

<b>DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA (DIAF)</b>		
PHYSICAL ADDRESS: AEROPUERTO INTERNACIONAL COTOPAXI HANGAR No. 1 LATACUNGA-ECUADOR		FAA REPAIR/STATION NUMBER: Q06Y-444Y DGAC No. N-01-DIAF INAC OMAC-E No. 512 OTHERS: _____
CALENDAR OF THE EVENT:		
1. PARTICIPANTS No.:	_____	2. DATE:
3. INSTRUCTOR:		4. COMPANY:
5. PLACE OF THE EVENT:		
6. PURPOSES OF THE EVENT:		
10. INSTRUCTOR'S SIGNATURE: ...		

## ANEXO IX. Fotografías del Estudio de Campo

Medición de gases con el explosímetro dentro del tanque de combustible de la aeronave Boeing 737



Verificación de los datos en el detector de gases, tiempo las oscilaciones de concentración de los gases detectados.



Ingreso del técnico a los tanques de combustible con los instrumentos de medición de riesgos químico.



Registro de datos evaluados en el interior del tanque de combustible, gases es un aparato dirigido por un microprocesador que emite una alarma al detectar un gas.



Valores reales de la medición de riesgos químicos, captadas en el interior del tanque de combustible de la aeronave BOEING 737.

