



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DEL COMERCIO**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE**  
**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**  
**TECNÓLOGO EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE**

**TEMA: “RIESGOS QUÍMICOS EN LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE JET A-1 DEL AVIÓN BOEING 737 Y SU INFLUENCIA EN ENFERMEDADES PROFESIONALES EN LOS AEROTÉCNICOS DEL ALA DE TRANSPORTE No.11 F.A.E.”**

**AUTOR: CHILUIZA RUIZ, JUAN CARLOS**

**DIRECTOR: ING. SAAVEDRA ACOSTA, GALO ROBERTO**

**LATACUNGA 2021**





**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



*“Si Dios no es tu Piloto....Estas en el vuelo equivocado”*  
(Anónimo)





## ANTECEDENTES

IMPORTANCIA DE  
SEGURIDAD PARA  
LOS AEROTÉCNICOS



INCREMENTO DE  
TRANSPORTE QUE  
UTILIZAN  
COMBUSTIBLE



CONTAMINACIÓN  
AMBIENTAL Y A LA  
SALUD HUMANA



MAYOR USO DE  
COMBUSTIBLE –  
MAYOR  
CONTAMINACIÓN





## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



ALA DE TRANSPORTE N° 11  
Realiza trabajos de mantenimiento aeronáutico, el transporte de tropas a la frontera norte, transporte aéreo sanitario, evacuaciones aéreas de población, vuelos logísticos y de integración en beneficio del personal y de la comunidad civil,



TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE TANQUES DE COMBUSTIBLE (TASK CARD TIPO C)

EXPOSICIÓN A GASES EMITIDOS POR EL COMBUSTIBLE

RIESGOS DE ENFERMEDADES POR DIFERENTES VÍAS DE INGRESO





# JUSTIFICACIÓN



Contar con un estudio y medición de los gases emitidos por el combustible Jet A-1



Los beneficiarios del presente proyecto son los aerotécnicos de mantenimiento de la aeronave del Ala de Transporte No.11



Afectación a la salud de los aerotécnicos que laboran en las tareas de mantenimiento de aeronaves.



Seguridad de los operarios al momento de realizar el mantenimiento de los tanques de combustible.



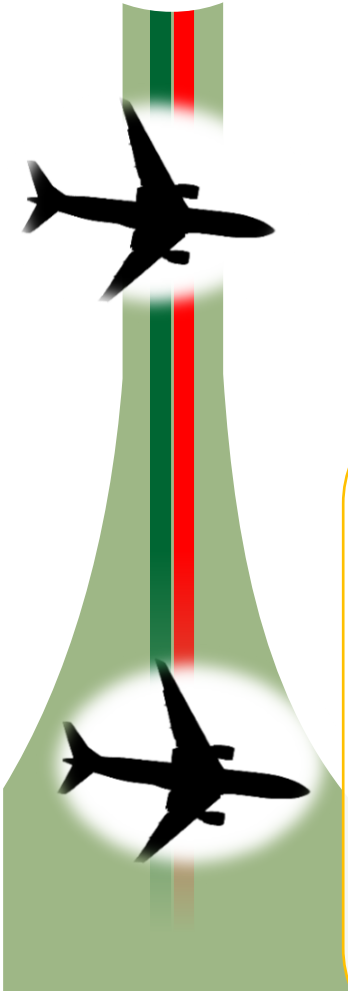


### Objetivo General

- Determinar los riesgos químicos en los tanques de combustible Jet A-1 del avión Boeing 737 y su influencia en enfermedades profesionales en los aerotécnicos del ala de transporte No.11 F.A.E

### Objetivos Específicos

- Evaluar las emisiones de vapores emitidos en los tanques del combustible Jet A-1 de la aeronave Boeing 737, durante su respectivo mantenimiento, mediante un detector de gases con sensores de fotoionización.
- Determinar los principales efectos a la salud de los aerotécnicos expuestos a los peligros del combustible Jet A-1 acorde a las estadísticas de las historias clínicas de los trabajadores del área de mantenimiento del Ala de Transporte No.11 F.A.E
- Elaborar un programa de prevención en riesgos químicos con el objetivo de dar a conocer los posibles riesgos y enfermedades que se pueden producir durante el mantenimiento de tanques de combustible Jet A.1 de la aeronave Boeing 737 en el ala de transporte No.11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.





## MARCO LEGAL



### Constitución Política del Ecuador 2008

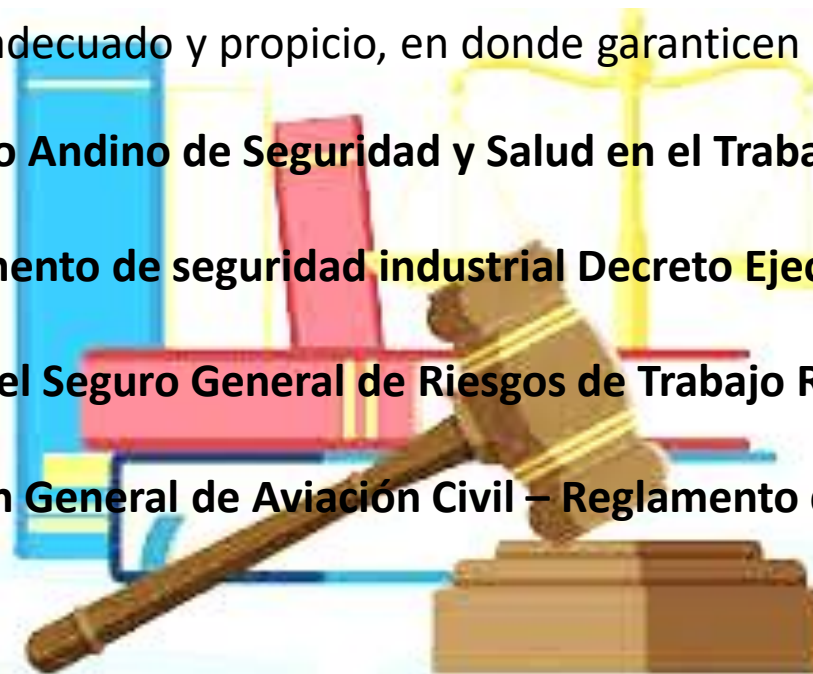
Art. 326, numeral 5, deduce que, “Todas las personas tendrán el derecho a desarrollarse en sus ambientes laborales en adecuado y propicio, en donde garanticen su salud, integridad” (p.152).

### Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo Decisión 584

### Reglamento de seguridad industrial Decreto Ejecutivo 2393

### Reglamento del Seguro General de Riesgos de Trabajo Resolución C.D 513

### Dirección General de Aviación Civil – Reglamento de Seguridad



## MARCO TEÓRICO

- Riesgo Laboral
- Riesgo Químico
- Factores de Riesgo
- Accidentes de Trabajo
- Combustible de aeronaves



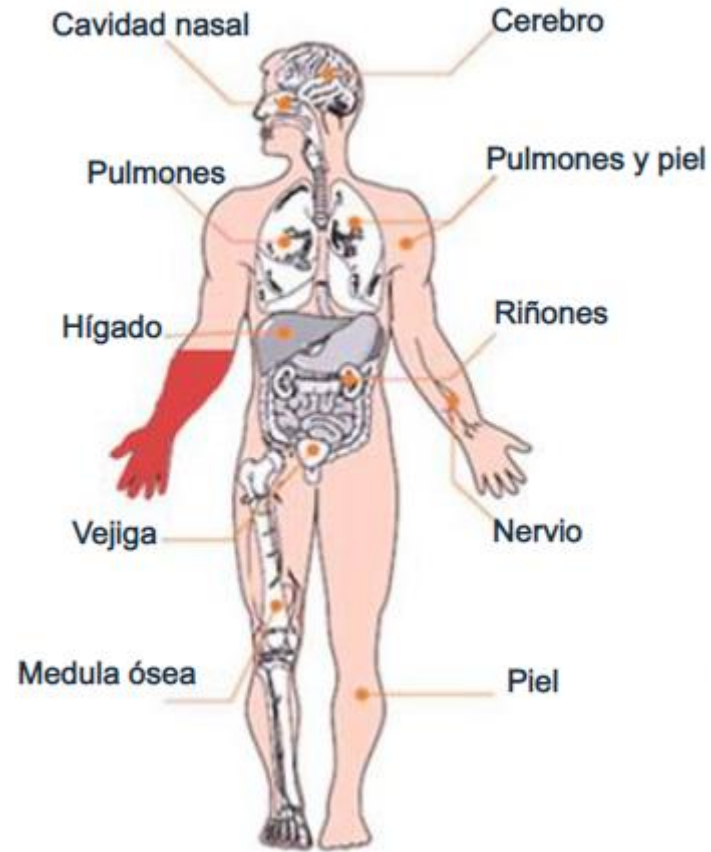
- Salud ocupacional de los trabajadores
- Enfermedades ocupacionales
- Formas de las vías de ingreso





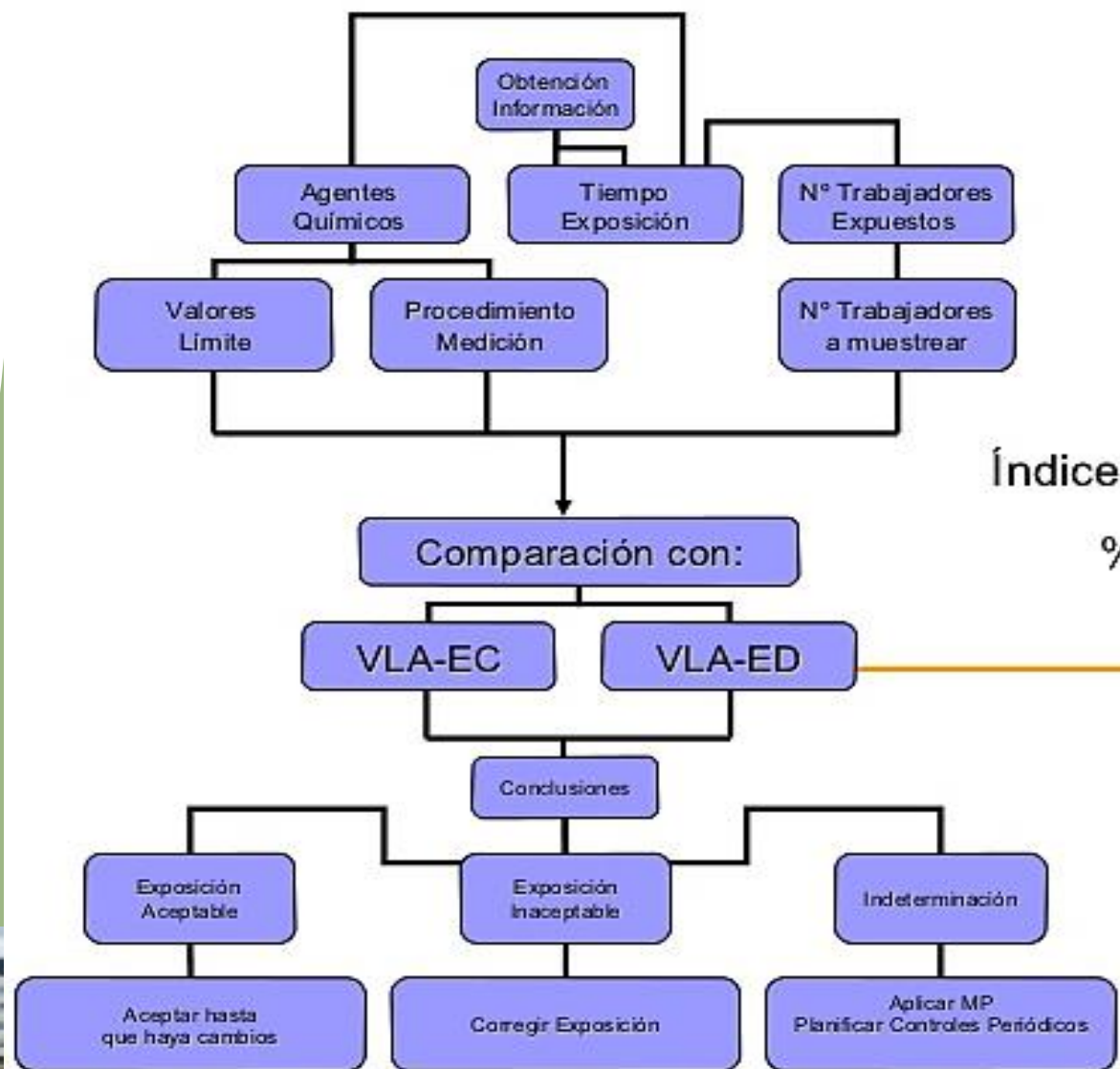
## VÍAS DE INGRESO DE LOS AGENTES QUÍMICOS

- Absorción por vías respiratorias
- Ingestión
- Absorción a través de la piel
- Inyección



- Por inhalación: dolor de cabeza, vértigo, náuseas, irritación de los ojos y vías respiratorias altas, anomalías cardíacas, convulsiones, asfixia.
- Ojos / piel: irritación de la piel, inflamación de los ojos
- Ingestión: Irritación de garganta, esófago, náuseas y vómitos





EINECS	CAS	AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS				NOTAS	FRASES R
			VLA-ED		VLA-EC			
			ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>		
		Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1- C4) y sus mezclas, gases	1000					
231-595-7	7647-01-0	Cloruro de Hidrógeno	5	7.6	10	15		
205-583-8	142-82-5	n-Heptano	500	2085				
203-777-6	110-54-3	N- Hexano	20	72				
203-905-0	111-76-2	2-butoxietanol	20	98	50	245		
205-500-4	141-78-6	Acetato de etilo	400	1460				
201-185-2	79-20-9	Acetato de Metilo	200	616	250	770		
215-535-7	1330-20-7	Xilenos, mezcla isómeros	50	221	100	442		



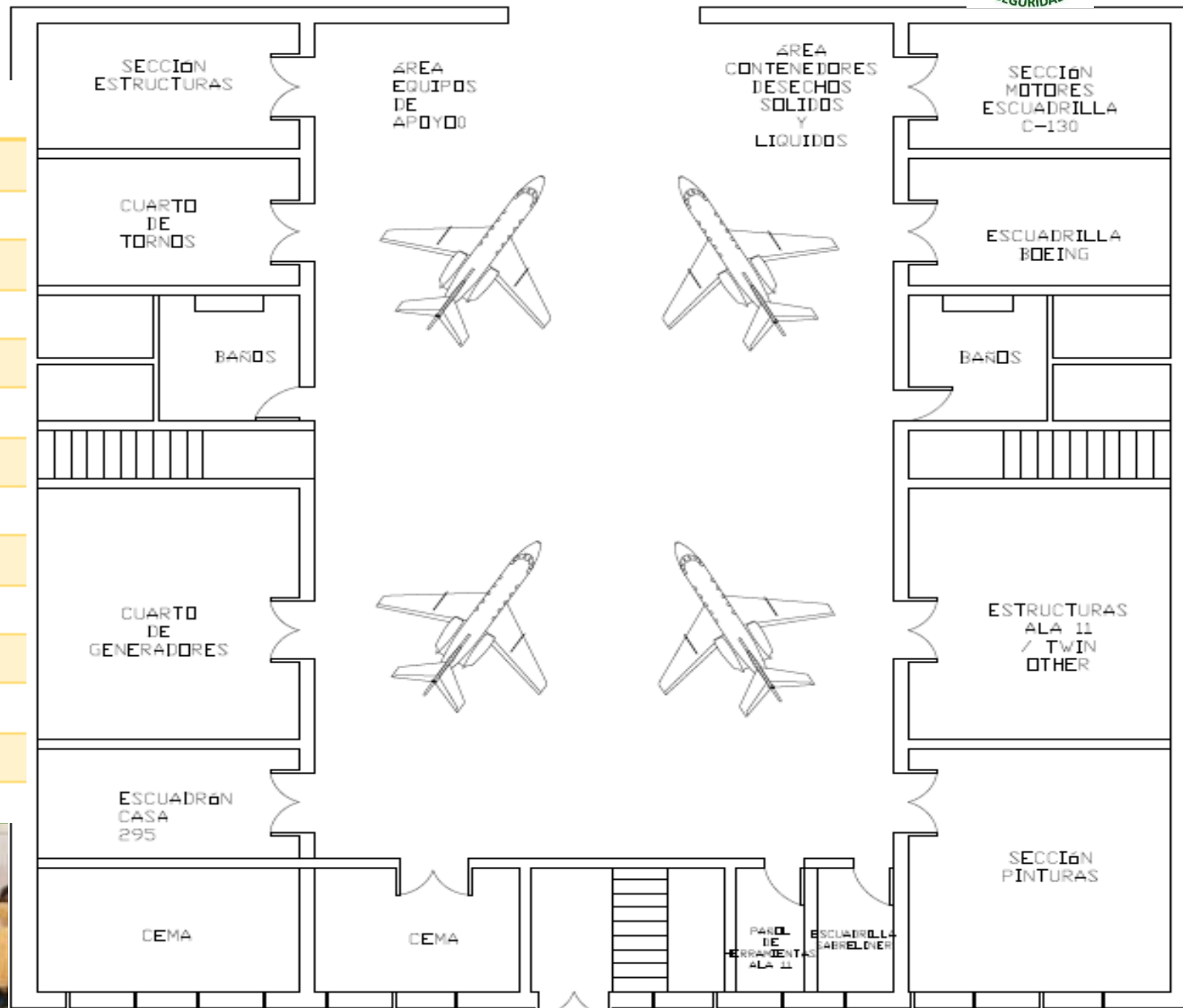


## CARACTERÍSTICAS DE LA AERONAVE



## DESARROLLO DEL TEMA - LAYOUT

Aeronave	Boeing 737
Modelo	400
Altura.	11.13 m
Envergadura	28.88 m
Peso en vacío	34270 kg
Superficie de las alas	105.40 m <sup>2</sup>
Velocidad de crucero	813 km/h
Velocidad máxima	912 km/h
Techo	11300 m
Rango de la carga máxima	3850 km
Motores	2 <u>turboreactor</u> CFM internacional CFM56-3B-2
Longitud de despegue:	2540 m
Longitud de la trayectoria	1540 m
Nº de Tanques de combustible	3 tanques, ubicados en las alas de la aeronave y en el fuselaje
País Propietario	Venezuela



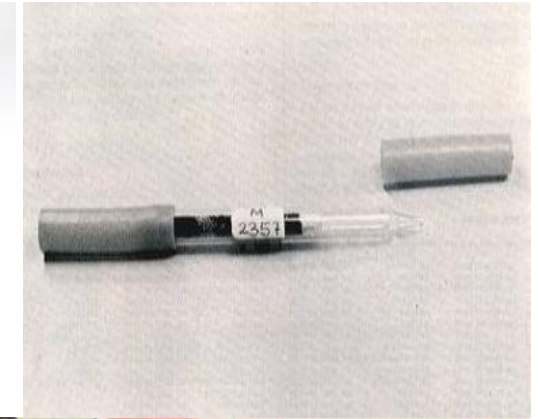


### Equipo de Medición TUFF 4 PLUS

Lugar y período de muestreo:

El muestreo se realizó el día jueves 7 de Enero a las 12:00 am del 2021 en el Ala de Transporte N° 11 de las Fuerza Aérea Ecuatoriana, en el área de mantenimiento de la aeronave (Hangar). La toma de cada muestra duró 20 minutos

El día viernes de 5 Febrero a las 11:00 am del 2021, se realizó una cuarta muestra en la actividad de reabastecimiento de la aeronave





## DESARROLLO DEL TEMA



### RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

Tipo de medición realizada: Gases y vapores químicos

Área evaluada:	Hangar Aviones
Puesto de Trabajo:	Operador
Descripción del puesto de trabajo:	Encargado de chequeo y mantenimiento de aviones

VALORES  
CONCENTRACIÓN  
OBTENIDOS  
MUESTRA : 01  
OPERADOR



Registro fotográfico del puesto de trabajo evaluado:

AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS				VALOR OBTENIDO	Uexp K=2 (+/-)
	VLA-ED		VLA-EC			
	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3		
Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1 - C4) y sus mezclas, gases	1000				171 ppm	0,1





## DESARROLLO DEL TEMA



### RESULTADOS DE LA SEGUNDA MUESTRA

Tipo de medición realizada:

- Gases y vapores químicos

Área evaluada:	Hangar Aviones
Puesto de Trabajo:	Tanque ala derecha
Descripción del puesto de trabajo:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encargado de chequeo y mantenimiento de aviones</li> </ul>

Registro fotográfico del puesto de trabajo evaluado:



#### VALORES

CONCENTRACIÓN

OBTENIDOS

MUESTRA : 02

TANQUE DERECHO



AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS				VALOR OBTENIDO	Uexp K=2 (+/-)
	VLA-ED		VLA-EC			
	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3		
Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1 - C4) y sus mezclas, gases	1000				482 ppm	0,1





### RESULTADOS DE LA TERCERA Y CUARTA MUESTRA

VALORES

CONCENTRACIÓN

OBTENIDOS

MUESTRA : 03

TANQUE IZQUIERDO



LÍMITES ADOPTADOS

VALOR U<sub>exp</sub>

AGENTE QUÍMICO

VLA-ED

VLA-EC

OBTENIDO

K=2

ppm

mg/m<sup>3</sup>

ppm

mg/m<sup>3</sup>

microgramo(ug)

(+/-)

Hidrocarburos alifáticos

1000

501 ppm

0,1

alcanos (C1 - C4) y sus

mezclas, gases

VALORES

CONCENTRACIÓN

OBTENIDOS

MUESTRA : 04

TANQUE DERECHO

ABASTECIMIENTO



LÍMITES ADOPTADOS

VALOR

U<sub>exp</sub>

AGENTE QUÍMICO

VLA-ED

VLA-EC

OBTENIDO

K=2

%

ppm

mg/m<sup>3</sup>

ppm

mg/m<sup>3</sup>

microgramo

(+/-)

Hidrocarburos alifáticos

1000

984 ppm

0,1

98.4

alcanos (C1 - C4) y sus

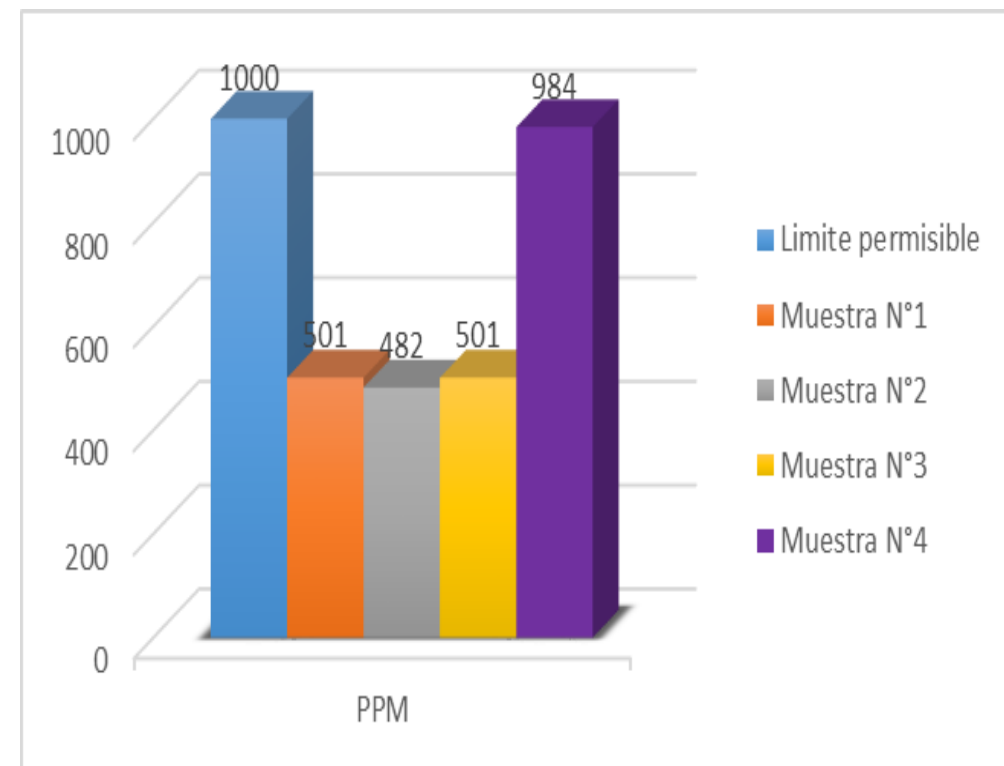
mezclas, gases



## DESARROLLO DEL TEMA

### Análisis y resultados (RESUMEN)

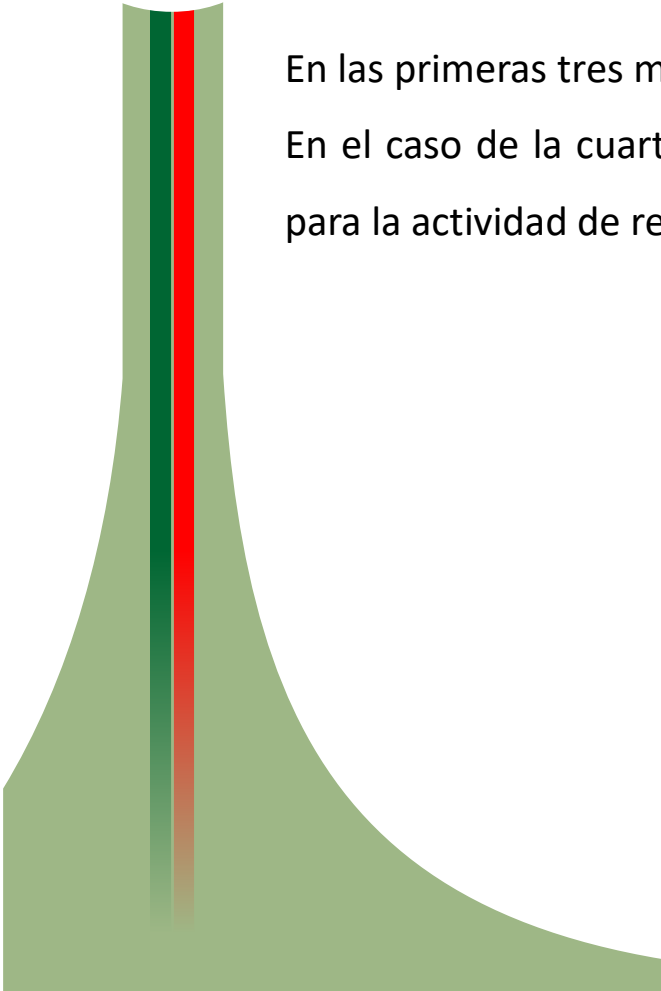
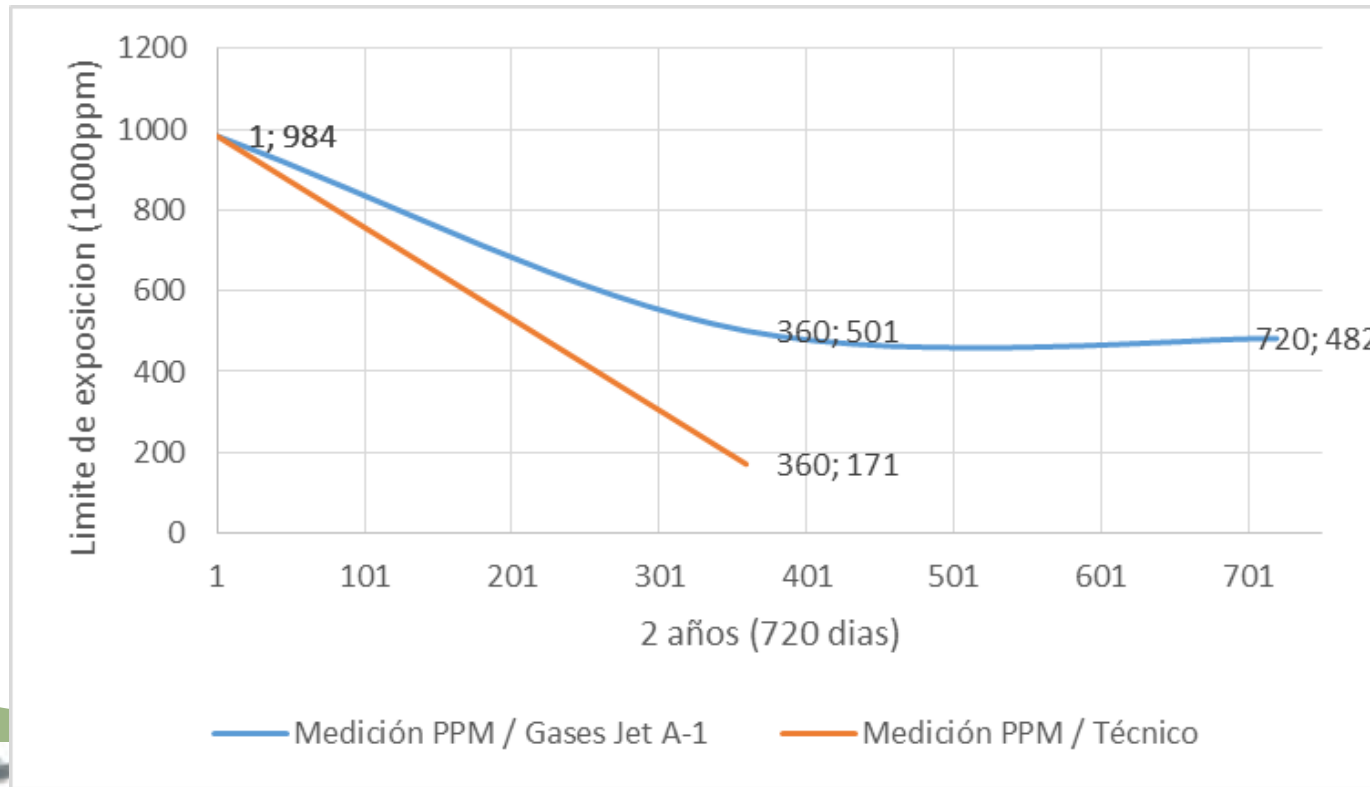
N°	AGENTE QUIMICO	LIMITES ADOPTADOS				VALOR OBTENIDO		Uex p K=2 (+/-)
		VLA-ED		VLA-EC		DO microgramo(ug)	%	
		ppm	mg/m3	ppm	mg/m3			
1	Hidrocarburos alifáticos alcanos (primera muestra)	1000				171 ppm	17.1	0,1
2	Hidrocarburos alifáticos alcanos (segunda muestra)	1000				482 ppm	48.2	0,1
3	Hidrocarburos alifáticos alcanos (tercera muestra)	1000				501 ppm	50.1	0,1
4	Hidrocarburos alifáticos alcanos (uarta muestra)	1000				984 ppm	98.4	0.1





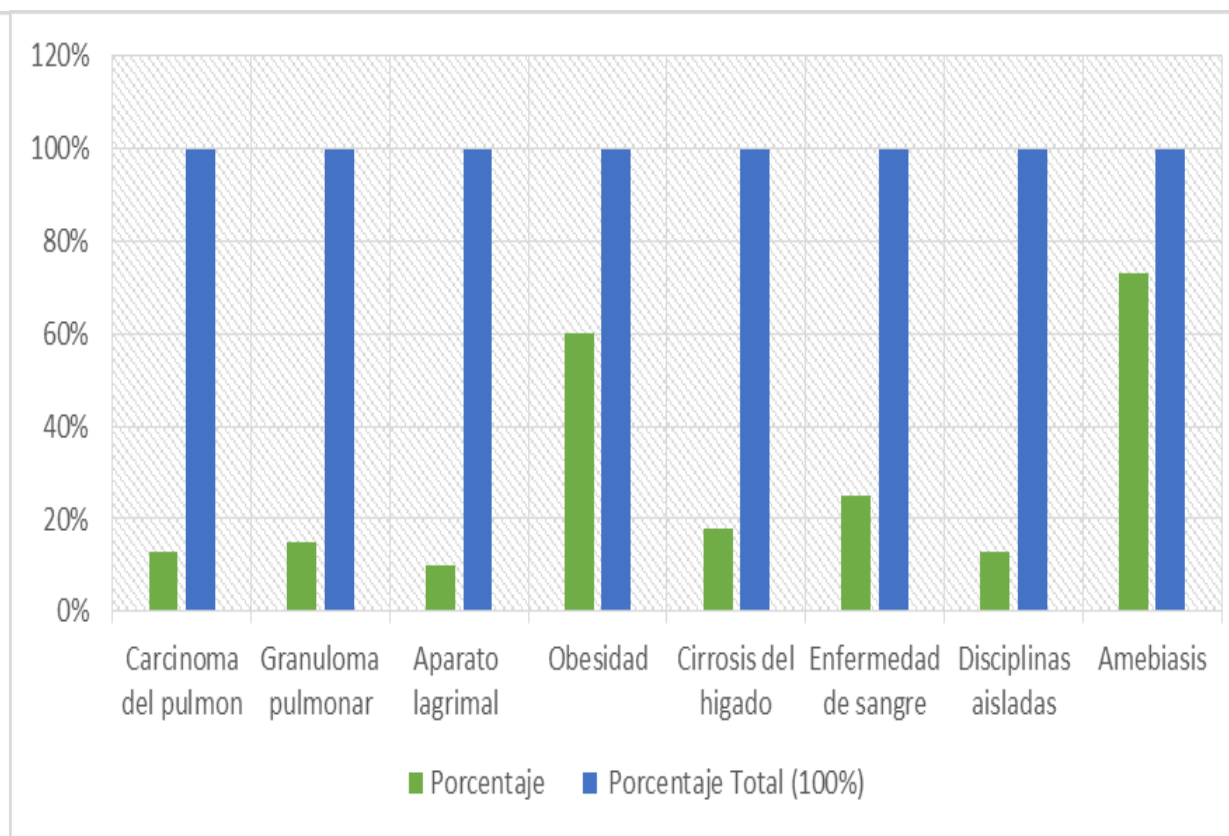
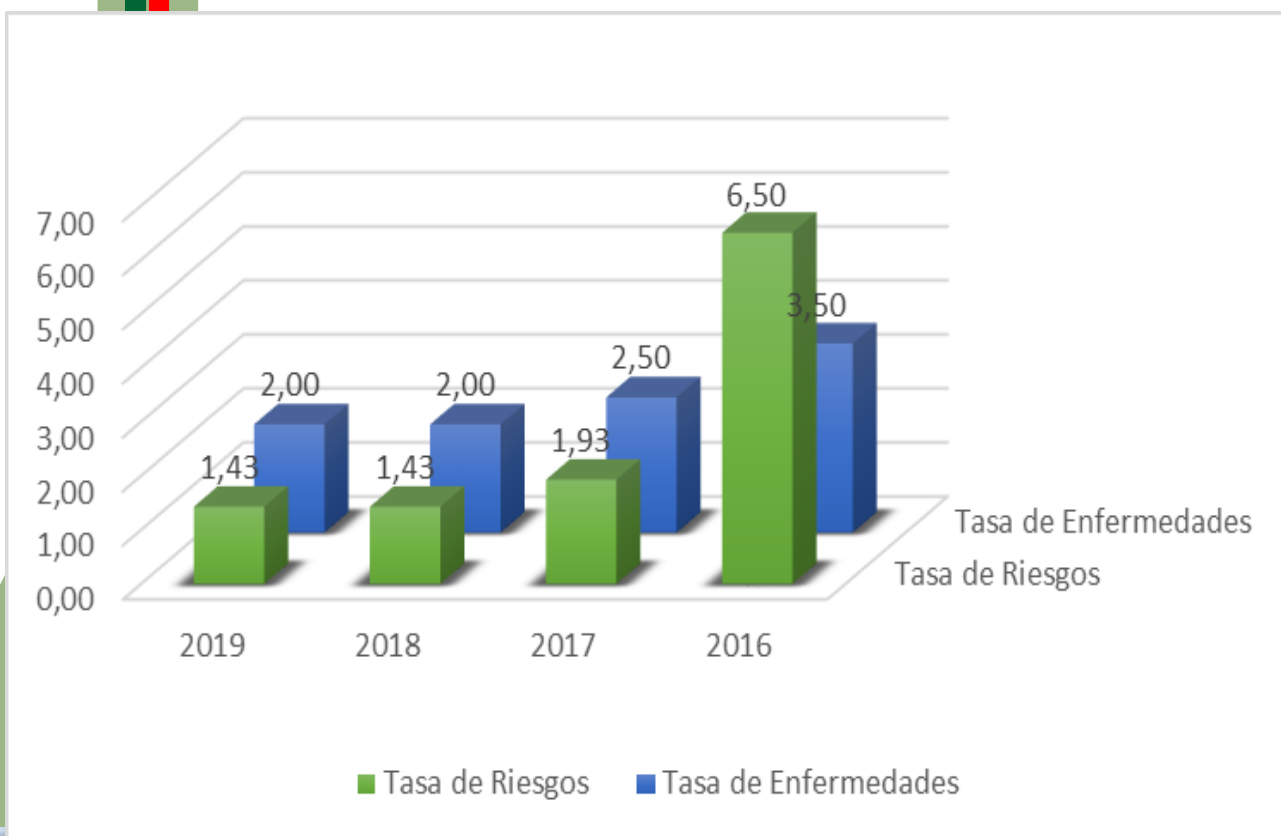


En las primeras tres muestras no se detecta un índice de riesgo debido al tiempo de la aeronave en mantenimiento.  
En el caso de la cuarta muestra se realizó en el preciso momento de abrir la tapa de los tanques de combustible para la actividad de reabastecimiento, por lo cual el valor de medida de la concentración fue mayor.





De acuerdo a la información emitida por el Centro de Mantenimiento DIAF y el centro médico de la Fuerza Aérea Ecuatoriana en relación al grupo Ala de Transporte N° 11





### Entrevista

En base a entrevistas a los aerotécnicos encargados del mantenimiento de aeronaves, y juntamente con la información brindada en la ficha técnica del combustible Jet A-1,

- Dolor de cabeza
- Irritación en los ojos
- Irritación vías respiratorias
- Resequedad en manos / piel
- Náuseas

Pregunta	Respuesta
1. ¿ Ha sufrido dolor de cabeza a la hora del mantenimiento de los tanques de combustible	Si en varias ocasiones
2. ¿ Ha sufrido irritación en los ojos a la hora del mantenimiento de tanques de combustible	No frecuentemente, pero si se ha presentado
3. ¿ Ha sufrido irritación en la garganta a la hora del mantenimiento de los tanques de combustible	Se presenta un ardor en la garganta
4. ¿ Ha sufrido resequedad en mano a la hora del mantenimiento de los tanques de combustible	No muy a menudo, pero se ha presentado resequedad
5. ¿ Ha sufrido náuseas o vómitos a la hora del mantenimiento de los tanques de combustible	Normalmente se produce náuseas dentro de los tanques





PREGUNTA	AFIRMATIVAS	NEGATIVAS
¿Es importante realizar una medición de los gases emitidos por el combustible antes de realizar una actividad de mantenimiento?	100 %	0 %
¿Conoce usted las medidas de seguridad que se debe emplear al momento de realizar el mantenimiento de los tanques de combustible?	94 %	6 %
¿Conoce usted que gases se concentran en los tanques de combustible?	8 %	92 %
¿Conoce cuáles son las enfermedades profesionales que pueden causar la exposición a los gases del combustible?	24 %	76 %
¿Ha recibido capacitaciones acerca de los riesgos y enfermedades profesionales por exposición de gases de combustible?	4 %	96 %





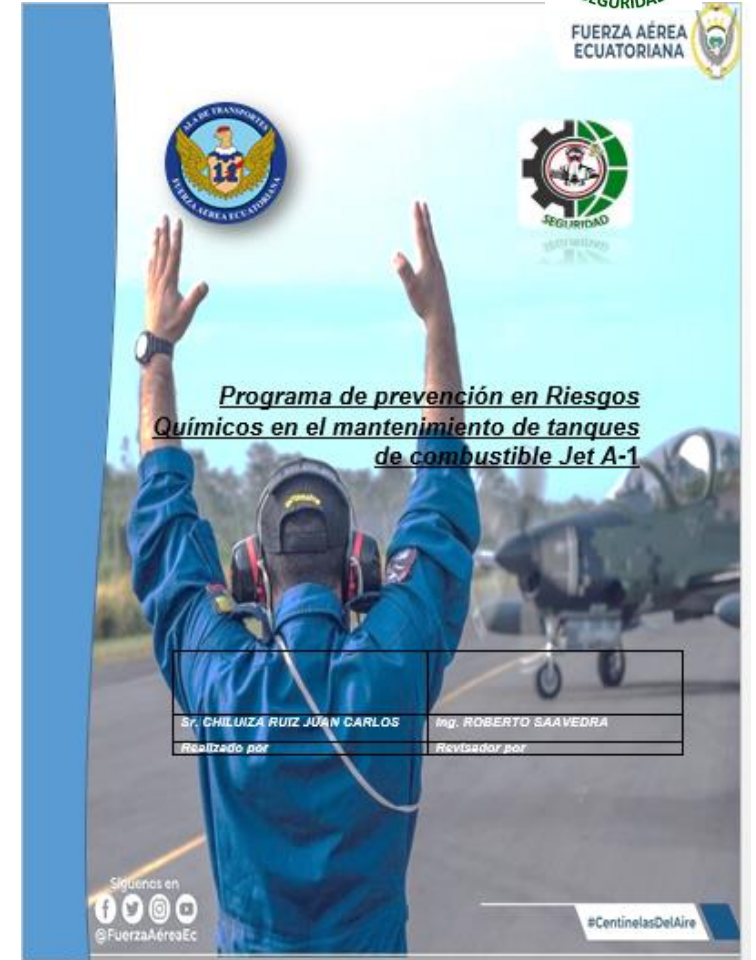
# DESARROLLO DE LA PROPUESTA



## Programa de prevención en Riesgos Químicos

- Dotación de Equipos de Protección Personal (EPP)
- Capacitación de seguridad e higiene industrial
- Medidas preventivas, correctivas y de control
- Exámenes ocupacionales
- Previsión de la Evaluación

Valor total de inversión \$ 1,965.00

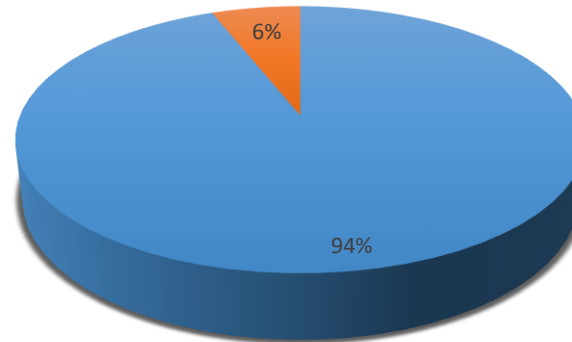




## ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO

	Cantidad	Costo de valor unitario	Costo total
Presupuesto del programa de prevención en riesgos químicos	1	\$1.965,00	\$1.965,00
Enfermedad producida (muerte)	2	\$12,000	\$12,000

Análisis costo - beneficio



- Programa de prevención de sustancias químicas peligrosas
- Enfermedad producida





**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES





## CONCLUSIONES

Se evaluó las emisiones de vapores utilizando el equipo TUFF 4 PLUS en los tanques de combustible de la aeronave Boeing 737, en el cual se determinó los criterios de valoración de Hidrocarburos alifáticos alcanos (ppm 1000), donde la primera muestra obtenida en el aerotécnico de mantenimiento fue 171 ppm en un 17,1 %, en la segunda muestra del tanque ubicado en el ala derecha fue de 482 ppm en un 48,2%, la tercera muestra del tanque ubicado en el ala izquierda fue de 501 ppm en un 50,1 % y la cuarta muestra tomada en la actividad de abastecimiento de la aeronaves fue de 984 ppm en un 98,4 % en referencia al valor límite permisible.

## RECOMENDACIONES

Al presentarse niveles medios en la actividad de abastecimiento de una aeronave y en mantenimiento de tanques en el momento que se abren los tanques de combustible, se recomienda implementar la propuesta programada y entregada al Ala de Transporte N° 11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.







## CONCLUSIONES

Se determinó los efectos en la salud de los aerotécnicos tales como; dolor de cabeza, irritación en los ojos y vías respiratorias, resequedad en manos / piel, inflamación en garganta y náuseas, en donde la tasa de enfermedades profesionales y riesgos ha permanecido constante al 2%, en los dos últimos periodos.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar los equipos de protección personal y realizar exámenes médicos periódicos determinados por el médico ocupacional de acuerdo a los químicos a los que los trabajadores se encuentran expuestos de manera que se tenga un control sobre los niveles de toxicidad que han absorbido y realizar planes de prevención de enfermedades ocupacionales debido a la absorción de contaminantes químicos ya sea por vía dérmica o respiratoria en coordinación con el área de Seguridad y Salud en el Trabajo.





## CONCLUSIONES

Se realiza el programa de prevención en riesgos químicos el cual contiene información de riesgos y enfermedades profesionales a causa de las emisiones de gases del combustible, medidas preventivas, correctivas, y capacitaciones, las cuales deben ser implementadas en el Ala de transporte No.11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar las medidas preventivas y de control expuestas en el programa de prevención en riesgos químicos, dar revisión, seguimiento, actualización y mejora continua del programa propuesto.





**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



*¡Gracias!*

