

IMPACTO ACÚSTICO DE LAS OPERACIONES AÉREAS EN EL ALA DE TRANSPORTES N° 11 DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA

Jessica Moreno Ayala✉ jessica.moreno@epoch.edu.ec
✉ jessfma@hotmail.comEscuela Superior Politécnica de Chimborazo –
Ecuador**Geoconda Velasco Castelo**✉ geoconda.velasco@epoch.edu.ec
✉ geocovelasco@hotmail.comEscuela Superior Politécnica de Chimborazo –
Ecuador**Cristhian Villacis Betancourt**✉ cristhian_villacis_b@hotmail.com
Investigador Independiente – Ecuador

RESUMEN

El cuidado del medio ambiente es un tema de suma importancia, tomando en cuenta todas las actividades que los seres humanos realizan en pro de la naturaleza, debido a la importancia es necesario saber cuál es el impacto que las diferentes actividades y así poder encontrar una solución o paleativo para los mismos. En la presente investigación se ha realizado la medición del impacto acústico que las diferentes actividades aéreas militares del Ala de Transportes N°11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, domiciliada en el Aeropuerto de Cotopaxi, genera como punto inicial la creación de alternativas mitigadoras amigables con el ambiente. Para determinar las afectaciones se zonificó el hangar militar en 16 puntos y se efectuaron medidas de niveles de presión sonora de acuerdo a los procedimientos establecidos en las diferentes normativas nacionales e internacionales, obteniendo finalmente curvas de nivel de ruido; las mismas que permiten claramente visualizar hasta que punto a nivel auditivo afectan las actividades diarias de la parte militar del aeropuerto en la población cercana. Para finalizar se han planteado soluciones estratégicas para implementadas sobre el talento humano que labora en el hangar militar y la población de las zonas cercanas al mismo.

Palabras clave: Impacto acústico, ruido, operaciones aéreas, isófonas, planificación.

ABSTRACT

Caring for the environment is a matter of utmost importance, but for them it is necessary to know what is the impact that the different activities generate and thus be able to find a solution or paleative for them. In the present investigation, the measurement of the acoustic impact that the different military air activities of the Transportation Wing No. 11 of the Ecuadorian Air Force, located at the Cotopaxi Airport, generates, as a starting point towards the creation of friendly mitigating alternatives with the environment. To determine the effects, the military hangar was zoned in 16 points and sound pressure levels were measured according to the procedures established in the different national and international regulations, finally obtaining noise level curves; the same ones that allow to clearly visualize to what extent at the auditory level they affect the daily activities of the military part of the airport in the nearby population. Finally, strategic solutions are proposed to be implemented on the personnel working in the military hangar and the population of the areas close to it.

KEYWORDS: Acoustic impact, noise, air operations, isophones, planning.

Fecha recepción: septiembre 2020
Fecha aceptación: diciembre 2020

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica que generan las aeronaves durante su operación diaria puede afectar significativamente al personal que trabaja en el entorno aeroportuario así como también a la población circundante sobre todo si ésta se encuentra muy cerca al mismo. Si bien la industria aeronáutica desde aproximadamente 30 años ha empleado diversos métodos y procedimientos para reducir los valores generados por las operaciones aéreas, es importante en primer lugar tener una delimitación del área afectada y de esta manera proponer alternativas de solución a este problema. (Di Bernardi et al., 2014)

Una forma de visualizar el diagnóstico del impacto acústico en las inmediaciones del predio aeroportuario es construir mapas de ruido, estos son utilizados para indicar mediante curvas del mismo nivel de presión sonora (isófonas) los valores que existen en áreas específicas. Estos mapas de ruido sirven para tomar decisiones respecto de algunos temas como: desarrollo de planes maestros de los aeropuertos, programas y proyectos preventivos, correctivos o de seguimiento. Deben utilizarse y aplicarse en la elaboración, desarrollo y actualización de los proyectos de ordenamiento territorial. (Miño, 2013)

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) mediante su Anexo 16 – Protección del Medio Ambiente, Volumen I – Ruido de las Aeronaves emite directrices respecto de la certificación de aeronaves bajo parámetros establecidos de máximos niveles de ruido, medidos en decibeles, que deben emitir las mismas. Además brinda parámetros de medición del ruido en los entornos aeroportuarios,

indicando instrumentos de medida, puntos de medición, y demás lineamientos para realizar un correcto diagnóstico del impacto acústico en un entorno aeroportuario. (OACI – Anexo 16, 2014).

La contaminación debida al ruido se da cuando las vibraciones del sonido son excesivas y llegan al oído humano, causando fatiga auditiva, sordera, diferentes molestias y perturbaciones ocasionadas por las actividades humanas diarias, como pueden ser las operaciones aéreas en plataforma y pista llevadas a cabo por las aeronaves militares del Ala N°11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. Al ser el ruido un contaminante invisible, es imprescindible usar una técnica adecuada de medición y además ponderar adecuadamente todas las mediciones efectuadas y utilizar los instrumentos adecuados en cada una de ellas. (Vásquez, 2017)

El Ala de Transportes N°11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, efectúa operaciones aéreas militares en el Aeropuerto Internacional Cotopaxi, ubicado en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi – Ecuador. Es una unidad operativa del Comando de Operaciones Aéreas y Defensa, baluarte de la patria. Constituye uno de los pilares del sistema de defensa del Ecuador junto con las demás bases aéreas del país, en ella se realizan además de despegues y aterrizajes de aeronaves, tareas de mantenimiento sobre las aeronaves militares. (Rosero, 2017)

Las mediciones del impacto acústico se realizaron en la plataforma militar del Aeropuerto Internacional Cotopaxi, se muestra a continuación la ubicación de la misma (con una aeronave en color verde) y la de la plataforma civil (con un avión de color azul) dentro del predio aeroportuario:

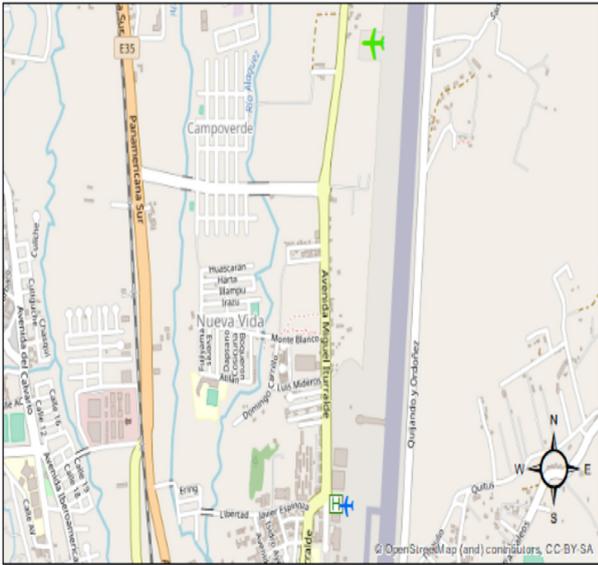


Ilustración 1. Ubicación de la plataforma civil y militar en el Aeropuerto Internacional Cotopaxi

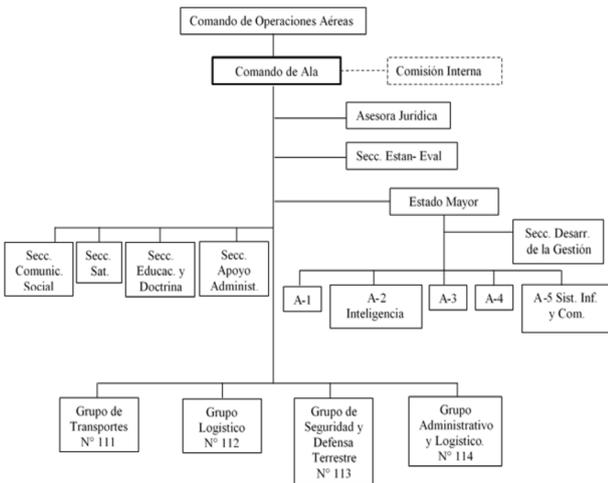


Ilustración 2. Organigrama del Ala N°11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana

En la Ilustración 2 se muestra el organigrama del Ala N°11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, para entender su forma de operación, además se debe mencionar que las instalaciones de la misma están compuestas por:

a) Hangar

El hangar es un lugar utilizado para guardar las aeronaves ya sean de grandes

dimensiones y su ubicación es cercana a la pista de aterrizaje. (Ministerio del Ambiente, 2007, pág. 79)

b) Plataforma civil

La plataforma es un área definida ubicada en un aeródromo terrestre, dedicado para dar cabida a las aeronaves con fines de embarque o desembarque de pasajeros, estacionamiento, mantenimiento y abastecimiento de combustible. (Ministerio del Ambiente, 2007, pág. 79)

c) Plataforma militar

La plataforma militar es una instalación del reparto en donde se realizan inspecciones, servicios, reemplazo de componentes de las aeronaves con el propósito de conservarlas en una condición aeronavegable.

d) Pista de aviación

La pista de aviación es un área rectangular determinada en un aeródromo terrestre dispuesta para las operaciones aéreas como aterrizaje y despegue de aeronaves. (Ministerio del Ambiente, 2007, pág. 79)

En las instalaciones del Ala N°11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana realizan operaciones aéreas las aeronaves que se muestran en la tabla 1:

TIPO DE AERONAVE	Nº DE AERONAVES OPERATIVAS	CAPACIDAD	TRIPULACIÓN
Boeing 737-200	1	107 Pax	6
DHC – 6 Twin Otter	2	20 pax	3
Beechcraft	1	7 pax	3
Casa C – 295 M	3	71 pax	4
TOTAL	7	205 pax	16

Fuente: Ala de Transportes N°11

En la tabla 2 se muestra el personal que trabaja en el Ala N°11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, que comprende: oficiales, aerotécnicos y servidores públicos distribuidos de la siguiente manera:

Personal	Número
Oficiales	12
Aerotécnicos	171
Servidores Públicos	1
Total	184

Fuente: Ala de Transportes N°11

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar la medición del impacto acústico en el Ala de Transportes N°11 de la Fuerza Aérea ecuatoriana, en primer lugar se realiza una zonificación del área donde se tomarán las medidas de presión sonora en decibeles (dBA), según se sugiere en la Norma Técnica de Aeropuertos.



Esta normativa también indica que el método de 15 segundos se tomará y reportarán un mínimo de cinco muestras, de 15 segundos cada una obtenidas por un

equipo de medición que es el sonómetro integrador clase 1 o 2, del cual se brindan las especificaciones en la Tabla 3.

Especificaciones	Sonómetro
Marca	Pro'sKit
Modelo	MT-4008
Clase	Tipo 2
Precisión	± 1.5 dB
Rango de frecuencia	31.5 Hz – 8 Hz
Filtros de ponderación	A/C
Respuesta	Fast / slow
Rangos de medida	30 dB – 80 dB 50 dB – 100 dB 80 dB – 130 dB
Micrófono	Condensador eléctrico de ½ pulgada

Tabla 3. Especificaciones técnicas del Sonómetro usado para la medición de la presión sonora.

Se definen los puntos críticos de afectación como sitios o lugares cercanos a una fuente fija de ruido los cuales son ocupados por humanos. (Ministerio del Ambiente, 2017, pág. 139)

La fuente fija de ruido se considera a la fuente emisora de ruido o a un conjunto de las mismas situado dentro de los límites físicos de un predio que está en un lugar fijo. (Ministerio del Ambiente, 2017, pág. 140)

Con los puntos críticos y una vez establecidas las fuentes emisoras de ruido, es necesario traducir estos valores a la sensación sonora que percibe el oído humano al percibir las vibraciones de sonido, los niveles de sensación se detallan en la tabla 4:

Nivel de Presión Sonora (dB)	Sensación Subjetiva
menos de 20 dB	Silencioso
20 dB – 49 dB	Poco ruidoso
50 dB – 79 dB	Ruidoso
80 dB – 109 dB	Muy ruidoso
Más de 110 dB	Intolerable

Tabla 4: Nivel de presión Sonora en base a la sensación subjetiva del ruido.

Fuente: Organización Mundial para la Salud.

3. RESULTADOS

Para garantizar una buena lectura se efectuaron las cinco mediciones detalladas anteriormente en la metodología, en cuatro ocasiones y en tres horarios diferentes del día: mañana (9h00), tarde (13h00) y noche (19h00). A continuación se presentan los resultados obtenidos:

a) Mediciones en la mañana

PUNTOS	X	Y	MAÑANA: 09h00					Prom
			Decibeles dbA					
1	765026	9898464	68,5	68,7	69,1	70,5	71,8	69,7
2	765012	9898466	66,0	66,6	67,4	68,1	69,4	67,5
3	764992	9898467	55,7	55,9	56,4	57,7	58,9	56,9
4	764976	9898468	54,0	54,3	55,7	56,4	57,6	55,6
5	764973	9898451	53,0	53,4	54,4	55,7	55,8	54,5
6	764970	9898431	51,4	51,5	52,8	52,9	53,6	52,4
7	764970	9898413	50,7	50,9	51,4	51,9	54,0	51,8
8	764984	9898413	51,2	51,5	53,1	53,4	54,9	52,8
9	765004	9898411	66,0	66,5	67,4	68,3	69,5	67,5
10	765021	9898410	67,8	70,0	70,6	71,0	71,6	70,2
11	765023	9898433	67,3	68,3	68,7	68,9	69,0	68,4
12	765024	9898453	60,0	62,9	63,2	64,6	64,9	63,1
13	765011	9898453	63,5	64,1	65,2	65,4	66,0	64,8
14	764995	9898442	57,7	57,9	58,4	59,1	60,4	58,7
15	764982	9898432	50,4	50,7	51,8	51,9	54,8	51,9
16	764983	9898461	52,0	52,4	53,7	54,6	55,3	53,6
17	765009	9898431	63,0	63,5	64,6	65,6	66,4	64,6

Tabla 5. Medición del Nivel de Presión Sonora. Primera medición.

La tabla 5 contiene las mediciones de los 17 puntos del hangar militar, se adjuntan las coordenadas de los mismos, las cinco mediciones efectuadas y el promedio de las mismas; observando que los puntos 1, 10 y 11 alcanzan los valores más altos. Estas mediciones corresponden a la primera toma efectuada en el horario de la mañana.

PUNTOS	X	Y	MAÑANA: 09h00					Prom
			Decibeles dbA					
1	765026	9898464	67,8	68,8	69,3	70,5	70,6	69,4
2	765012	9898466	65,7	66,4	66,7	68,5	69,4	67,3
3	764992	9898467	54,7	54,8	55,7	57,0	57,6	56
4	764976	9898468	54,7	54,8	55,3	55,6	57,1	55,5
5	764973	9898451	52,6	53,4	54,2	54,7	55,6	54,1
6	764970	9898431	52,3	52,6	53,2	53,6	54,4	53,2
7	764970	9898413	49,9	50,3	50,5	51,5	52,1	50,9

8	764984	9898413	51,4	51,5	52,3	53,1	53,6	52,4
9	765004	9898411	65,7	65,8	66,1	66,7	68,3	66,5
10	765021	9898410	68,1	68,5	69,6	70,0	70,3	69,3
11	765023	9898433	68,4	68,7	69,3	69,7	70,7	69,4
12	765024	9898453	61,9	62,5	62,7	63,8	64,5	63,1
13	765011	9898453	62,6	64,1	64,6	64,7	65,3	64,3
14	764995	9898442	58,6	58,8	59,1	59,3	60,4	59,2
15	764982	9898432	49,7	49,8	50,1	50,2	51,4	50,2
16	764983	9898461	51,7	52,4	52,7	53,4	54,2	52,9
17	765009	9898431	61,1	61,5	62,3	63,1	64,0	62,4

Tabla 6. Medición del Nivel de Presión Sonora. Segunda medición.

En la tabla 6 se pueden observar los datos obtenidos de la segunda medición en la mañana; se puede apreciar que los puntos 1, 10 y 11 presentan los valores más grandes, superando incluso los 70db.

PUNTOS	X	Y	MAÑANA: 09h00					Prom
			Decibeles dbA					
1	765026	9898464	69,4	69,7	70,4	70,6	71,4	70,3
2	765012	9898466	67,1	67,5	68,4	69,3	69,7	68,4
3	764992	9898467	54,5	54,7	55,6	56,2	56,8	55,6
4	764976	9898468	58,6	58,9	59,1	59,7	60,6	59,4
5	764973	9898451	53,1	53,2	54,4	54,7	56,0	54,3
6	764970	9898431	51,6	51,8	52,9	53,6	54,2	52,8
7	764970	9898413	48,8	48,9	49,5	50,0	51,4	49,7
8	764984	9898413	50,9	51,4	51,7	52,2	53,9	52
9	765004	9898411	67,6	67,8	68,1	68,5	69,1	68,2
10	765021	9898410	72,9	73,1	73,7	74,2	74,7	73,7
11	765023	9898433	71,7	71,3	72,5	74,0	74,6	72,8
12	765024	9898453	68,3	68,5	69,2	69,6	70,3	69,2
13	765011	9898453	62,5	62,6	63,5	63,7	64,0	63,3
14	764995	9898442	56,4	56,7	57,1	57,4	58,4	57,2
15	764982	9898432	51,4	51,5	51,6	52,5	53,6	52,1
16	764983	9898461	54,0	54,3	55,1	55,5	56,8	55,1
17	765009	9898431	60,3	60,4	61,8	61,7	63,1	61,5

Tabla 7. Medición del Nivel de Presión Sonora. Tercera medición.

En la tabla 7 se pueden observar los resultados de la tercera medición efectuada en la mañana, manteniendo la tendencia que en los puntos 1, 10 y 11 se alcanzaron los mayores valores de nivel de presión sonora.

PUNTOS	X	Y	MAÑANA: 09h00					Prom
			Decibeles dbA					
1	765026	9898464	68,7	68,8	69,0	69,4	70,1	69,2
2	765012	9898466	50,2	51,4	51,5	52,4	53,1	51,7
3	764992	9898467	55,7	55,9	56,4	57,7	58,9	56,9
4	764976	9898468	53,2	53,5	54,8	54,9	55,6	54,4
5	764973	9898451	49,9	50,2	50,4	51,6	52,7	51,0
6	764970	9898431	52,1	52,5	54,0	54,5	55,1	53,6
7	764970	9898413	50,7	50,9	51,4	51,9	54,0	51,8
8	764984	9898413	51,2	51,5	53,1	53,4	54,9	52,8

9	765004	9898411	66,0	66,5	67,4	68,3	69,5	67,5
10	765021	9898410	68,7	68,9	69,6	70,1	70,4	69,5
11	765023	9898433	71,3	71,5	72,5	72,9	73,4	72,3
12	765024	9898453	65,6	65,7	67,0	67,2	68,3	66,8
13	765011	9898453	59,9	60,2	60,3	61,4	61,6	60,7
14	764995	9898442	56,2	56,4	57,2	57,8	58,1	57,1
15	764982	9898432	46,7	46,9	47,5	48,1	48,7	47,6
16	764983	9898461	48,5	48,9	49,4	50,3	51,6	49,7
17	765009	9898431	67,1	67,4	68,5	68,7	69,1	68,2

Tabla 8. Medición del Nivel de Presión Sonora. Tercera medición.

La tabla 8 indica los resultados obtenidos en la cuarta medición de la mañana; al igual que en las mediciones anteriores los puntos 1, 10 y 11 tienen los valores más altos de presión sonora.

En las tablas anteriores se puede apreciar que todas las mediciones efectuadas, arrojan valores en el rango de 50 a 70 decibeles, con lo cual se puede calificar el hangar militar como un lugar ruidoso.

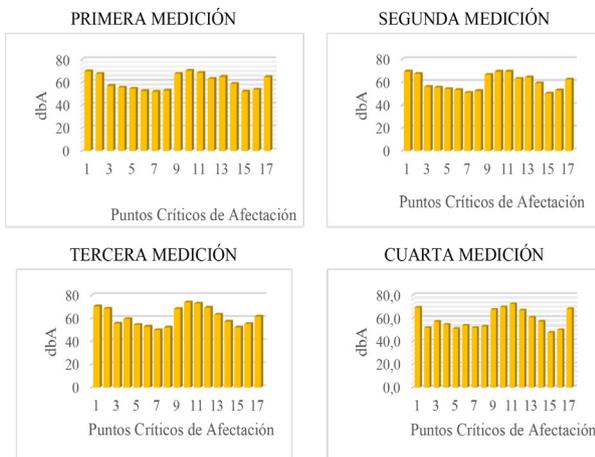


Tabla 9. Nivel Sonoro dentro del Hangar Militar – Mediciones de la mañana.

La tabla 9 indica los histogramas de las mediciones realizadas en la mañana, en ella se puede apreciar que los puntos críticos de mayor afectación para el horario de la mañana se consideran los puntos 1, 10 y 11.

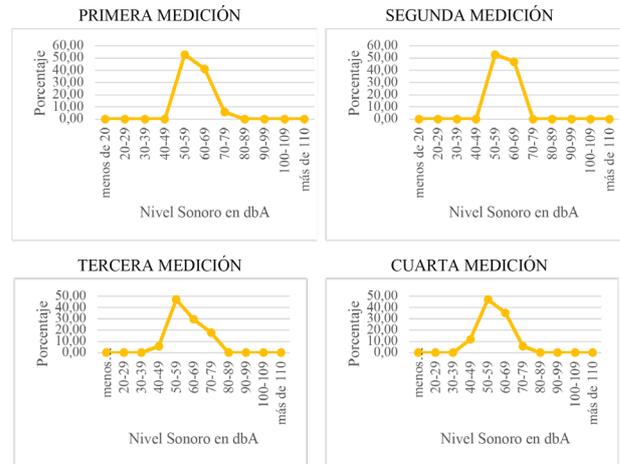


Tabla 10. Distribución del nivel sonoro en % de la mañana.

La tabla 10 indica la distribución del nivel sonoro en el hangar en las mediciones efectuadas en el horario de la mañana. Se observa que en promedio el nivel sonoro se mantiene entre 40 y 80 db.

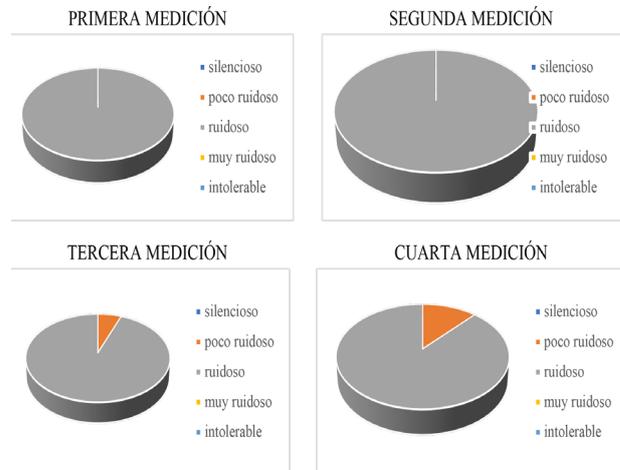


Tabla 11. Molestias producidas según el nivel sonoro dbA en la mañana.

En la tabla 11 se refleja la sensación subjetiva de ruido de acuerdo a las mediciones efectuadas. En el horario de la mañana el hangar se considera un lugar ruidoso y en algunos puntos poco ruidoso.

b) Mediciones de la tarde

PUNTOS	X	Y	TARDE: 13h00					Prom
			Decibeles dbA					
1	765026	9898464	67,8	68,2	69,1	69,9	70,6	69,1
2	765012	9898466	58,3	59,5	60,4	61,7	62,9	60,6
3	764992	9898467	53,8	54,1	54,9	55,3	56,6	54,9
4	764976	9898468	52,4	52,6	53,5	54,3	55,8	53,7
5	764973	9898451	50,4	50,9	51,3	51,9	53,9	51,7
6	764970	9898431	50,1	50,3	52,2	53,0	54,8	52,1
7	764970	9898413	50,2	50,5	51,4	51,9	53,6	51,5
8	764984	9898413	67,4	67,7	68,4	69,8	70,5	68,8
9	765004	9898411	70,9	71,4	71,4	72,8	73,0	71,9
10	765021	9898410	64,9	65,4	65,5	66,3	67,4	65,9
11	765023	9898433	82,5	83,4	83,9	84,5	85,1	83,9
12	765024	9898453	67,1	67,3	67,4	68,1	69,2	67,8
13	765011	9898453	61,5	61,5	62,2	64,7	65,6	63,1
14	764995	9898442	50,1	50,9	52,8	51,9	54,0	51,9
15	764982	9898432	51,5	51,6	52,4	53,6	53,8	52,6
16	764983	9898461	57,1	57,4	57,8	58,5	58,6	57,9
17	765009	9898431	67,1	67,6	68,7	68,9	70,2	68,5

Tabla 12. Medición del Nivel de Presión Sonora. Primera medición.

En la tabla 12 se pueden observar los datos obtenidos de la primera medición en la tarde; se puede apreciar que los puntos 1, 9 y 11 presentan los valores más grandes, superando incluso los 70db.

PUNTOS	X	Y	TARDE: 13h00					Prom
			Decibeles dbA					
1	765026	9898464	67,4	67,6	67,9	68,5	69,7	68,2
2	765012	9898466	67,5	68,0	69,5	69,7	69,9	68,9
3	764992	9898467	57,9	58,1	59,4	59,6	60,3	59,1
4	764976	9898468	52,1	52,8	53,3	54,7	55,7	53,7
5	764973	9898451	52,0	52,4	52,8	53,2	54,4	53
6	764970	9898431	50,6	50,7	51,4	51,9	52,6	51,4
7	764970	9898413	49,3	49,6	50,3	51,8	53,5	50,9
8	764984	9898413	50,1	50,4	51,5	51,7	52,0	51,1
9	765004	9898411	67,4	67,7	68,1	68,5	69,3	68,2
10	765021	9898410	69,5	69,8	70,4	70,7	70,9	70,3
11	765023	9898433	70,9	71,1	71,5	72,6	72,7	71,8
12	765024	9898453	80,7	80,9	81,3	82,0	82,5	81,5
13	765011	9898453	67,3	67,5	68,3	68,1	69,2	68,1
14	764995	9898442	60,5	61,1	61,6	62,1	63,4	61,7
15	764982	9898432	49,3	49,5	50,3	51,9	51,4	50,5
16	764983	9898461	50,6	50,9	51,4	52,5	52,6	51,6
17	765009	9898431	54,6	54,7	55,1	55,4	56,3	55,2

Tabla 13. Medición del Nivel de Presión Sonora. Segunda medición.

En la tabla 13 se pueden observar los datos obtenidos de la segunda medición en la tarde; se puede apreciar que los puntos 10, 11 y 12 presentan los valores más grandes, superando en dos de ellos los 80db.

PUNTOS	X	Y	TARDE: 13h00					Prom
			Decibeles dbA					
1	765026	9898464	68,3	68,6	69,4	70,6	71,5	69,7
2	765012	9898466	67,8	68,2	69,1	69,9	70,6	69,1
3	764992	9898467	56,6	56,8	57,3	58,7	59,1	57,7
4	764976	9898468	56,3	56,8	57,2	58,1	58,6	57,4
5	764973	9898451	52,5	52,7	54,0	54,3	55,2	53,7
6	764970	9898431	49,6	50,3	50,7	51,4	52,7	50,9
7	764970	9898413	49,1	49,7	50,3	51,0	51,6	50,3
8	764984	9898413	50,3	50,9	51,4	51,5	52,7	51,4
9	765004	9898411	65,6	65,8	66,3	66,8	68,0	66,5
10	765021	9898410	72,1	72,4	73,6	73,7	74,2	73,2
11	765023	9898433	67,1	67,3	68,2	68,4	69,1	68
12	765024	9898453	72,4	72,5	73,6	74,0	74,4	73,4
13	765011	9898453	66,5	66,8	67,2	67,5	68,6	67,3
14	764995	9898442	60,3	60,6	61,2	61,5	62,1	61,1
15	764982	9898432	49,9	50,3	50,6	51,5	52,4	50,9
16	764983	9898461	53,0	53,4	54,1	54,7	55,0	54
17	765009	9898431	54,8	54,9	55,2	55,8	56,1	55,4

Tabla 14. Medición del Nivel de Presión Sonora. Tercera medición.

En la tabla 14 se pueden observar los datos obtenidos de la tercera medición en la tarde; se puede apreciar que los puntos 1, 10 y 12 presentan los valores más grandes, alcanzando valores de 73,4 db.

PUNTOS	X	Y	TARDE: 13h00					Prom
			Decibeles dbA					
1	765026	9898464	72,4	72,5	73,6	74,0	74,4	73,4
2	765012	9898466	64,6	64,7	64,8	65,7	66,2	65,2
3	764992	9898467	58,3	59,5	60,4	61,7	62,9	60,6
4	764976	9898468	56,3	56,4	56,7	57,1	57,3	56,8
5	764973	9898451	54,0	54,2	55,2	55,6	56,8	55,2
6	764970	9898431	49,6	49,7	50,4	50,6	51,3	50,3
7	764970	9898413	50,1	50,3	52,2	53,0	54,8	52,1
8	764984	9898413	50,2	50,5	51,4	51,9	53,6	51,5
9	765004	9898411	67,4	67,7	68,4	69,8	70,5	68,8
10	765021	9898410	69,8	69,9	70,2	70,3	71,2	70,3
11	765023	9898433	66,5	66,7	67,1	67,4	68,3	67,2
12	765024	9898453	80,0	80,3	81,6	81,7	82,6	81,2
13	765011	9898453	69,8	69,9	70,1	70,4	70,6	70,2
14	764995	9898442	62,4	62,6	63,0	63,5	64,1	63,1
15	764982	9898432	46,1	46,3	47,4	47,8	48,1	47,1
16	764983	9898461	45,9	46,7	46,8	47,2	48,5	47
17	765009	9898431	54,6	54,8	56,0	56,8	57,1	55,9

Tabla 15. Medición del Nivel de Presión Sonora. Cuarta medición.

En la tabla 15 se pueden observar los datos obtenidos de la primera medición en la tarde; se puede apreciar que los puntos 10, 12 y 13 presentan los valores más grandes, superando incluso los 80db.

En las tablas anteriores se puede apreciar que todas las mediciones efectuadas, arrojan valores en el rango de 50 a 85 decibeles, con lo cual se puede calificar el hangar militar como un lugar ruidoso o muy ruidoso en el horario de la tarde.

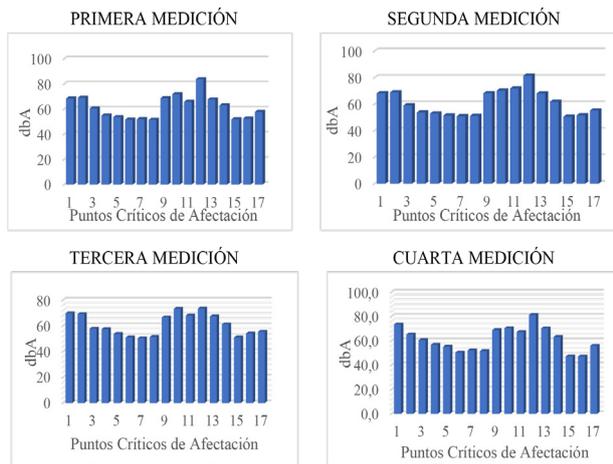


Tabla 16. Nivel Sonoro dentro del Hangar Militar en la tarde.

En la tabla 16 se muestran los histogramas correspondientes a las mediciones realizadas en el horario de la tarde, se aprecia que los puntos críticos de mayor afectación para el horario de la tarde se consideran los puntos 11 y 12 que alcanzan valores que superan los 80 dB, con lo cual otorgan la calificación al hangar de un lugar muy ruidoso en esta banda horaria.

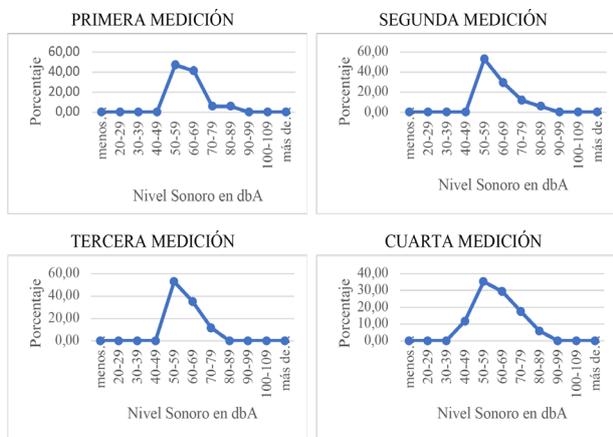


Tabla 17. Distribución del nivel sonoro en % de la tarde.

La tabla 17 indica la distribución del nivel sonoro en el hangar en las mediciones efectuadas en el horario de la tarde. Se observa que en promedio el nivel sonoro se mantiene entre 40 y 89 db.

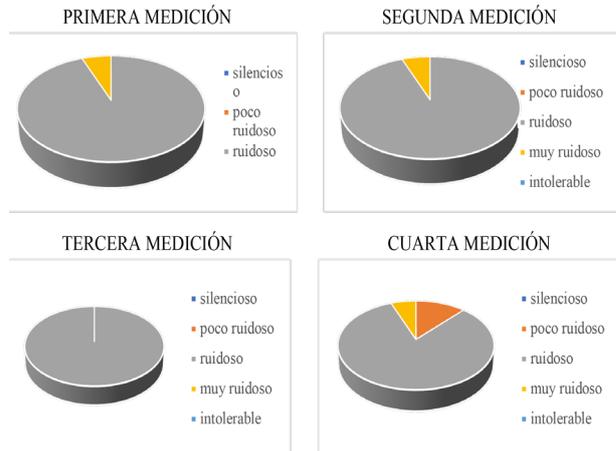


Tabla 18. Molestias producidas según el nivel sonoro dbA – Mediciones de la mañana.

En la tabla 18 se refleja la sensación subjetiva de ruido de acuerdo a las mediciones efectuadas. En el horario de la tarde el hangar se considera un lugar ruidoso y en algunos puntos poco ruidoso y en algunos otros se lo considera como poco ruidoso.

c) Mediciones en la noche

PUNTOS	X	Y	NOCHE: 19h00					Prom	Prom Total
			Decibeles dbA						
1	765026	9898464	68,0	69,1	69,5	70,4	71,3	69,7	69,3
2	765012	9898466	68,8	68,9	69,3	70,3	72,4	69,9	68,9
3	764992	9898467	54,3	55,7	56,6	57,5	58,1	56,4	58,0
4	764976	9898468	52,8	53,6	54,2	54,8	55,9	54,3	54,9
5	764973	9898451	52,3	52,9	54,6	54,8	55,3	54,0	54,1
6	764970	9898431	50,5	50,9	52,0	52,7	53,9	52,0	52,0
7	764970	9898413	49,4	49,9	50,5	52,3	53,8	51,2	51,7
8	764984	9898413	50,3	50,9	51,4	52,5	53,9	51,8	52,0
9	765004	9898411	68,4	68,6	69,8	70,4	71,6	69,8	68,7
10	765021	9898410	68,5	68,8	69,4	70,6	71,9	69,8	70,6
11	765023	9898433	64,9	65,4	69,1	66,3	67,4	66,6	67,0
12	765024	9898453	76,3	77,0	77,6	78,5	79,2	77,7	74,9
13	765011	9898453	66,1	66,3	64,4	65,7	66,2	65,7	66,1
14	764995	9898442	58,1	58,4	58,7	59,6	60,0	59,0	60,3
15	764982	9898432	49,6	49,9	50,4	51,8	52,5	50,8	51,6
16	764983	9898461	59,4	59,6	60,1	60,3	61,6	60,2	55,5
17	765009	9898431	67,2	67,6	69,1	69,7	69,9	68,7	

Tabla 19. Medición del Nivel de Presión Sonora. Primera medición.

En la tabla 19 se pueden observar los datos obtenidos de la primera medición en la noche; se puede apreciar que los puntos 2, 10 y 12 presentan los valores más grandes, alcanzando valores de 77,7 db.

PUNTOS	X	Y	NOCHE: 19h00					Prom	Prom Total
			Decibeles dbA						
1	765026	9898464	68,0	68,5	68,6	70,1	71,6	69,4	69,0
2	765012	9898466	67,5	67,8	68,3	70,4	70,7	68,9	68,4
3	764992	9898467	54,3	54,6	54,8	55,9	56,8	55,3	56,8
4	764976	9898468	52,5	52,6	53,6	54,7	54,9	53,7	54,3
5	764973	9898451	56,6	56,7	57,9	59,4	59,6	58,0	55,0
6	764970	9898431	51,3	51,7	52,1	52,4	53,1	52,1	52,3
7	764970	9898413	50,5	50,9	51,5	52,3	52,7	51,6	51,1
8	764984	9898413	50,1	50,5	51,4	52,5	52,6	51,4	51,6
9	765004	9898411	67,5	67,7	68,0	68,3	69,4	68,2	67,6
10	765021	9898410	69,4	69,7	69,9	70,3	71,1	70,1	69,9
11	765023	9898433	65,1	65,4	66,4	67,4	68,1	66,5	69,2
12	765024	9898453	75,8	76,1	76,8	77,3	78,4	76,9	73,8
13	765011	9898453	66,4	66,6	67,8	67,9	68,2	67,4	66,6
14	764995	9898442	58,3	58,4	59,2	59,6	60,1	59,1	60,0
15	764982	9898432	49,9	50,3	50,4	50,8	51,5	50,6	50,4
16	764983	9898461	60,1	60,5	61,5	62,5	63,6	61,6	55,4
17	765009	9898431	65,5	65,8	66,2	67,5	68,5	66,7	61,4

Tabla 20. Medición del Nivel de Presión Sonora. Segunda medición.

En la Tabla 20 se pueden observar los datos obtenidos de la segunda medición en la noche; se puede apreciar que los puntos 1, 10 y 12 presentan los valores más grandes, alcanzando valores de 73,4 db.

PUNTOS	X	Y	NOCHE: 19h00					Prom	Prom Total
			Decibeles dbA						
1	765026	9898464	71,2	71,4	72,1	72,5	73,5	72,1	70,7
2	765012	9898466	68,8	68,9	69,3	70,3	72,4	69,9	69,2
3	764992	9898467	52,5	52,8	53,6	54,7	55,7	53,9	55,7
4	764976	9898468	54,6	54,7	55,1	55,6	56,3	55,3	57,3
5	764973	9898451	53,5	53,6	54,1	54,7	56,1	54,4	54,1
6	764970	9898431	46,7	46,9	47,8	47,9	49,5	47,8	50,5
7	764970	9898413	49,9	50,3	50,5	51,9	52,2	52,5	51,4
8	764984	9898413	50,0	50,6	51,9	52,2	52,5	51,4	51,6
9	765004	9898411	67,8	67,9	68,0	68,1	68,4	68,0	67,6
10	765021	9898410	67,4	67,9	68,9	69,3	69,7	68,6	71,9
11	765023	9898433	65,2	65,4	66,1	66,5	67,3	66,1	69,0
12	765024	9898453	75,3	75,6	76,0	76,3	77,9	76,2	72,9
13	765011	9898453	68,7	68,8	69,0	69,4	70,1	69,2	66,6
14	764995	9898442	58,7	58,9	59,1	59,5	59,7	59,2	59,2
15	764982	9898432	50,4	50,6	51,4	52,3	53,5	51,6	51,6
16	764983	9898461	47,1	47,3	48,5	49,5	50,0	48,5	52,6
17	765009	9898431	64,8	64,9	65,2	65,7	66,1	65,3	60,7

Tabla 21. Medición del Nivel de Presión Sonora. Tercera medición..

En la Tabla 21 se pueden observar los datos obtenidos de la tercera medición de la noche; se puede apreciar que los

puntos 1, 2 y 12 presentan los valores más grandes, alcanzando valores de 76,2 db.

PUNTOS	X	Y	NOCHE: 19h00					Prom	Prom Total
			Decibeles dbA						
1	765026	9898464	64,9	65,6	65,8	66,1	66,3	65,7	69,4
2	765012	9898466	68,4	68,7	69,4	70,5	70,6	69,5	62,1
3	764992	9898467	54,3	55,7	56,6	57,5	58,1	56,4	58,0
4	764976	9898468	50,0	50,6	51,9	52,2	52,5	51,4	54,2
5	764973	9898451	53,5	53,7	54,6	54,8	55,0	54,3	53,5
6	764970	9898431	50,5	50,9	52,0	52,7	53,9	52,0	52,0
7	764970	9898413	49,4	49,9	50,5	52,3	53,8	51,2	51,7
8	764984	9898413	50,3	50,9	51,4	52,5	53,9	51,8	52,0
9	765004	9898411	65,6	65,7	66,3	66,8	68,0	66,5	67,6
10	765021	9898410	67,5	67,9	68,8	69,1	69,4	68,5	69,5
11	765023	9898433	62,8	62,9	63,7	63,8	64,5	63,5	67,7
12	765024	9898453	73,9	74,3	74,6	75,1	75,7	74,7	74,2
13	765011	9898453	63,5	63,7	64,1	64,3	65,0	64,1	65,0
14	764995	9898442	54,6	54,8	55,2	55,6	56,7	55,4	58,5
15	764982	9898432	46,9	47,1	47,3	48,5	49,2	47,8	47,5
16	764983	9898461	56,7	56,9	58,1	58,4	59,3	57,9	51,5
17	765009	9898431	65,6	66,1	66,4	67,2	67,4	66,5	63,5

Tabla 22. Medición del Nivel de Presión Sonora. Cuarta medición.

En la Tabla 22 se pueden observar los datos obtenidos de la cuarta medición en la noche; se puede apreciar que los puntos 2, 10 y 12 presentan los valores más grandes, alcanzando valores de 74,7 db.

En las tablas anteriores se puede apreciar que todas las mediciones efectuadas, arrojan valores en el rango de 45 a 80 decibeles, con lo cual se puede calificar el hangar militar como un lugar ruidoso.

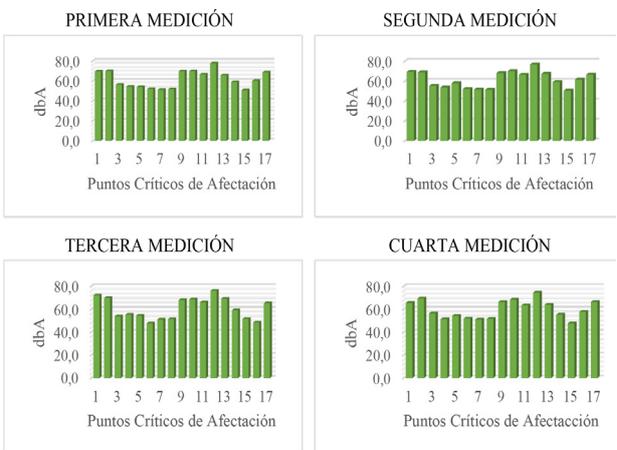


Tabla 23. Nivel Sonoro dentro del Hangar Militar en la noche.

La tabla 23 indica los histogramas con los valores obtenidos de las mediciones de la tarde, se puede apreciar que los puntos críticos de mayor afectación para el horario de la tarde se consideran los puntos 1, 2, 9, 10, 12 y 17 que alcanzan valores que superan los 70 dB, con lo cual otorgan la calificación al hangar de un lugar ruidoso en esta banda horaria.

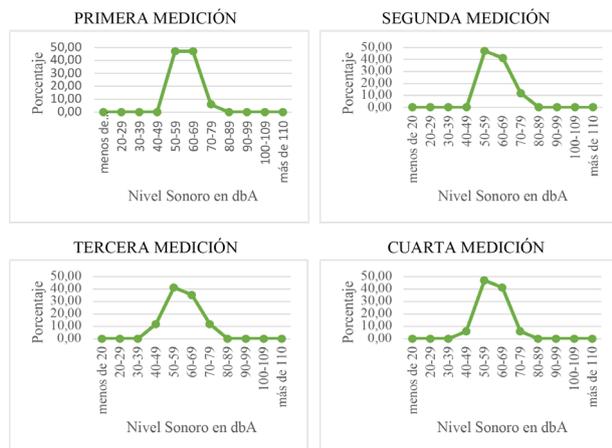


Tabla 24. Distribución del nivel sonoro en % de la noche.

La tabla 24 indica la distribución del nivel sonoro en el hangar en las mediciones efectuadas en el horario de la noche. Se observa que en promedio el nivel sonoro se mantiene entre 30 y 89 db.

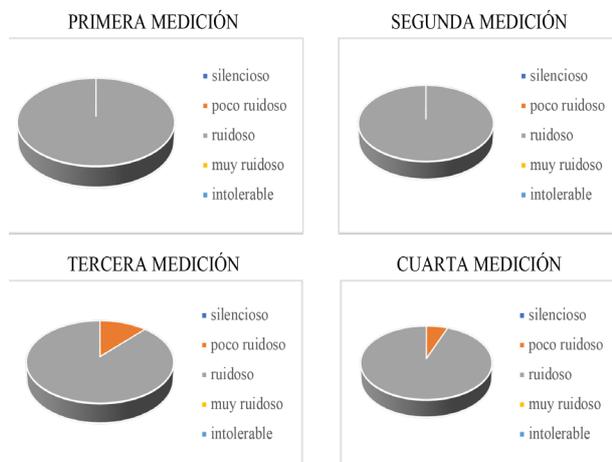


Tabla 25. Molestias producidas según el nivel sonoro dbA en la noche.

En la tabla 25 se refleja la sensación subjetiva de ruido de acuerdo a las mediciones efectuadas. En el horario de la noche el hangar se considera un lugar ruidoso y en algunos puntos poco ruidoso.

En la Ilustración 4 y la Ilustración 5 se muestra el mapa de ruido construido con el programa ArcGIS, en el mismo se muestran curvas de nivel de igual presión sonora (isófonas) en color verde las de menor valor y hacia el rojo con los valores mayores.

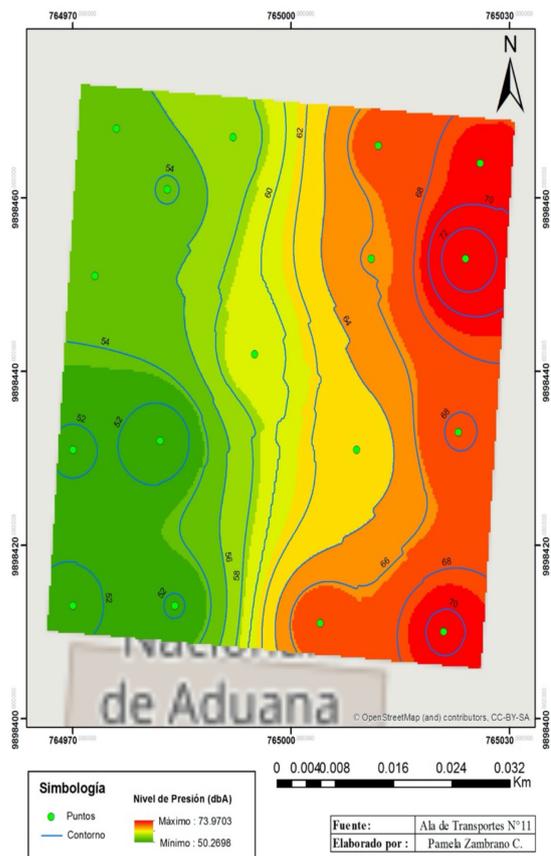


Ilustración 4. Mapa de Ruido – Hangar Militar. Ala N° 11 de Transportes.

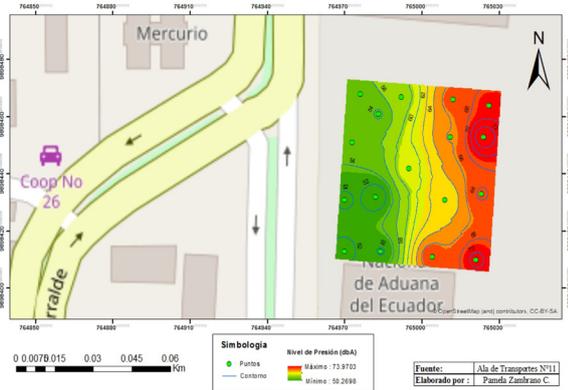


Ilustración 5. Impacto acústico del hangar militar del Ala N° 11 de Transportes.

4. DISCUSIÓN

El impacto acústico que se genera en las instalaciones de los centros aeroportuarios y sus inmediaciones es de suma importancia y preocupación para los operadores aeroportuarios, sean estos civiles o militares ya que afecta directamente el desempeño y salud del personal aeroportuario así como la calidad de vida de la población colindante a los aeropuertos.

Ante estos eventos el sector de la aviación necesita avances en la investigación de algunos aspectos del impacto ambiental: posibilidad de nuevos elementos certificables (CO₂, partículas no visibles), otros elementos distintos del CO₂ en el cambio climático, desarrollo de combustibles alternativos (biocombustibles), otras fuentes de energía (solar, eléctrica, hidrógeno); además de la necesidad de definir objetivos ambientales a medio y largo plazo, y una clara distinción entre resultados experimentales y su aplicación. (Alonso & Benito, 2012)

Una parte de los resultados evaluados

lo constituyen ciertamente los obtenidos en la presente investigación en el Ala N° 11 de Transportes de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, particularmente en el hangar militar donde se llevan a cabo tareas de mantenimiento, aterrizaje y despegue de aeronaves, entre otros. Es evidente que la actividad normal del Ala de transportes hace que el hangar sea de forma permanente un lugar catalogado como ruidoso a lo largo del día; esta categorización hace necesario el uso de implementos adecuados de protección auditiva y atenuación de ruido para el personal que trabaja en el sitio.

Existen puntos críticos de afectación, en los cuales el nivel de presión sonora se eleva por sobre los 70 dB, valor que, en recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) constituye un valor crítico a partir del cual se empiezan a evidenciar problemas auditivos si los trabajadores se exponen a períodos largos con ruidos de este o un nivel mayor. Se debe aclarar además que fuera de las mediciones oficiales, en tareas de mantenimiento sobre las aeronaves, se llegaron a registrar medidas de hasta 109 dB, lo cual está próximo al máximo nivel audible por el ser humano en el umbral del dolor del oído. Ante esta aclaración es necesario mantener un monitoreo constante del ruido para evitar que el personal aeronáutico y civil del hangar militar evite exponerse por tiempos prolongados y sin protección a este nivel de presión sonora.

5. CONCLUSIONES

- En el Ala N°11 de Transportes de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, que desempeña sus actividades de operación y mantenimiento de

aeronaves en el hangar militar del Aeropuerto Internacional Cotopaxi en la ciudad de Latacunga, se ha realizado un monitoreo de ruido para medir el impacto acústico y la sensación auditiva perceptible para el personal que trabaja en estas instalaciones. Se ha determinado que tanto en horarios de la mañana, tarde y noche en los cuales se efectuaron las mediciones, los valores de Nivel de Presión Sonora (NPS) oscilan entre los 45 y 80 db; esto hace que el hangar militar califique como un lugar ruidoso, de acuerdo a la tabla de valoración emitida por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

- En la zonificación efectuada para este trabajo de investigación se determinó que los puntos de mayor afectación de los 17 establecidos son los puntos: 1, 2, 9, 10, 11, 12 y 17; los mismos que en todos los casos han registrado los valores más altos de NPS, registrándose en algunos momentos valores por sobre los 80 dB, lo que hace que el lugar por momentos reciba la clasificación de lugar muy ruidoso.
- Con los valores encontrados se construyó un mapa de ruido para visualizar de mejor manera mediante isófonas el impacto acústico que se genera en las instalaciones del Ala N° 11 de Transportes de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. Ante este estudio es importante además de mantener un monitoreo permanente del NPS, exhortar a los trabajadores a mantener y mejorar el uso de equipos de protección y atenuación del ruido; asimismo que este estudio sea parte de los estudios y planificaciones de uso

de suelo de la ciudad de Latacunga para asegurar el menor impacto en los ciudadanos que habitan cerca del aeropuerto y se llegan a ver afectados por las actividades del mismo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OACI. Anexo 16 – Protección del Medio Ambiente, Volumen I – Ruido de las Aeronaves (Séptima edición, 2014)
2. Norma Internacional ISO 14001. Tercera edición, 2015.
3. CFR. 15 Part 140: Airport noise compatibility planning. (2014). <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/textid.x?SID=42e48825f681d0f23ae3c12156f68e1f&node=pt14.3.150&rgn=div5>
4. Di Bernardi, C., D'lorio, J., Coppa, M., Monteagudò, J. & Tomassini, N. (2014). Contaminación acústica y gaseosa en el aeropuerto internacional de Guarulhos y su impacto en la planificación de usos de suelo, 49-57. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/74029>
5. Seguí, J., Martínez, M., Ruiz, M. & Martí, J. (2004). El problema del ruido en los entornos aeroportuarios. El caso del Aeropuerto de Palma de Mallorca, 225-244. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1079145>
6. Miño, A. (2013). Evaluación del impacto de ruido de tráfico aéreo en las zonas de influencia del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de la ciudad de Quito, Ecuador. 1-11. <http://marketing.udla.edu.ec/ojs/index.php/sonac/article/view/55/56>

7. Acuña, A. & Virguez, J. (2019). Evaluación del impacto de la contaminación acústica por las actividades del aeropuerto el dorado sobre la localidad de Fontibón – Bogotá D.C. <http://hdl.handle.net/20.500.12558/2782>.
8. Asamblea Nacional de Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito.
9. dBA Tecnología acústica. (16 de Octubre de 2014). Tabla Comparativa de Decibelios. Obtenido de <http://www.dba-acustica.com/blog/tabla-comparativa-de-decibelios/>
10. Fuerza Aérea Ecuatoriana. (2010). Doctrina Aeroespacial Básica. Quito.
11. Ministerio del Ambiente. (2004). Ley de Gestión Ambiental . Quito.
12. Ministerio del Ambiente. (2004). Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Quito.
13. Ministerio del Ambiente. (2007). Normas Técnicas Ambientales en Puertos y Aeropuertos. Quito.
14. Ministerio del Ambiente. (2017). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. Quito.
15. Muñoz, M. (2018). Nociones Básicas de Vuelo. España. Obtenido de <http://www.manualvuelo.com/ZIPS/Manual%20de%20vuelo.pdf>
16. Rosero, D. (2017). Sistema de cooperación de la Fuerza Aérea Ecuatoriana en la región insular. Caso: Operaciones de las aeronaves del Ala de Transportes N°11. Tesis de Ingeniería, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ciencias Económicas Administrativas y de Comercio - MED, Sangolquí.
17. Vázquez, R. (2017). Ecología y Medio Ambiente (Tercera ed.). México: Grupo editorial Patria. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/reader.action?docID=5213550&ppg=3>
18. Acuña, J. (2006). Recomendaciones para la Evaluación del Impacto Acústico de Proyectos Aeroportuarios. Valdivia – Chile. Universidad Austral de Chile.
19. Organización Mundial de la Salud – OMS (2018). Environmental Noise Guidelines.
20. Alonso, G. & Benito, A. (2012). El Impacto Ambiental del Transporte Aéreo y las medidas para mitigarlo.
21. OACI (2010). Environmental Report 2010. <https://www.icao.org>