



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

“PLAN DE MANEJO DE RUIDO PARA LA ZONA DE INFLUENCIA DEL AEROPUERTO
INTERNACIONAL COTOPAXI.”

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para
optar por el título de Ingeniero en Sonido y Acústica.

Profesor Guía:
Ing. Christiam Garzón

Autores:
Edwin Javier Gualotuña Benitez
Hugo Alexander Tapia Játiva

2012

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA:

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Christiam Santiago Garzón Pico

Máster en Acústica

CI: 1713644621

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE:

;

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Edwin Javier Gualotuña Benitez

CI. 1718191495

Hugo Alexander Tapia Játiva

CI. 0503208480

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que a lo largo de esta etapa de estudio han sabido darnos el apoyo necesario, especialmente a nuestros padres, quienes han sido y serán un pilar fundamental en nuestras vidas,

A nuestros hermanos, por el apoyo incondicional brindado durante todos los años de estudio.

Agradecemos de manera especial por toda la ayuda brindada durante el proceso y desarrollo de este proyecto al Ing. Christiam Garzón, Tutor de Tesis, al Ing. Luis Bravo, Director de Carrera.

Agradecemos de igual manera a todas las personas, que se han sabido guiarnos y apoyarnos durante la consecución del objetivo de culminar nuestra carrera.

A Dios, por permitirnos cumplir nuestros objetivos, por ayudarnos a seguir creciendo como personas y por habernos entregado el regalo más valioso: la vida.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a nuestros padres, hermanos y familiares, quienes nos han apoyado desde el inicio de nuestra carrera hasta lograr culminarla.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, fue desarrollado para evaluar la situación actual de la zona de influencia del Aeropuerto Internacional Cotopaxi y de esta manera identificar si existen o no problemas causados por el funcionamiento del mismo. Para ello, se tomó el ruido que genera el funcionamiento del aeropuerto, que es dependiente del número de operaciones que se realizan, razón por la cual se hizo uso de las operaciones realizadas durante los meses de Abril, Mayo y Junio del 2012, con la finalidad de tener una base de datos en la que se pueda observar: frecuencia de vuelos, modelos de aeronaves, horarios y destinos, y de esta manera estar en capacidad de predecir el comportamiento del ruido en los alrededores del aeropuerto. Para la predicción del ruido del aeropuerto fue necesario utilizar el INM (*Integrated Noise Model*), programa que permite realizar el cálculo aproximado del ruido producido por las operaciones del aeropuerto, que requiere el ingreso de ciertos parámetros como: coordenadas de las pistas, las rutas, operaciones, etc., y permite obtener una visión de las curvas de ruido producidas como resultado de los datos ingresados. Para la evaluación de los resultados mostrados por el programa, se tomó en cuenta el Anexo 9 del libro VI de la Norma de Ruido de Aeropuertos vigente en Ecuador, con la finalidad de que el desarrollo del presente proyecto pueda ser aplicable, debido a que está basado en la realidad del mencionado aeropuerto. Una vez evaluada la situación actual del aeropuerto, en lo que a operaciones se refiere, se hizo una predicción de las consecuencias que podrían generarse al incrementarse el número de operaciones en el mismo. Finalmente, después de realizar un análisis de la situación actual y una posible situación futura en la que podría encontrarse el aeropuerto, se llegó a determinar qué; de incrementarse el grado de operatividad en el mismo, será necesario tomar acciones en beneficio de los habitantes del sector.

ABSTRACT

This research was made to evaluate the current situation in the influence area of International Cotopaxi Airport and identify the existence of problems caused by the airport operations. In order to do this, we took the noise generated by the operation of the airport, which is dependent of the number of operations performed during April, May and June 2012 to have a database which can be observed: flights frequency, aircraft models, schedules and destinations, and be able to predict the behavior of the noise around the airport. To predict the airport noise, we used the INM (Integrated Noise Model), a program that allows calculate the noise produced by airport operations, which requires some parameters such as tracks coordinates, routes , operations, etc., and allows a view of noise contours produced as a result of the input data .To evaluate the results shown by the program was taken into account Annex9 of Book VI of the Standard Noise Airports force in Ecuador, in order that the development of this project may be applicable, because it is based on the reality of that airport .After evaluating the current situation of the airport, as far as operations are concerned, It was a prediction of the consequences that could be generated |by increasing the number of operations in the same. Finally, after an analysis of the current situation and a possible future situation of the airport, we noted that if the operations number is increased, it could be necessary to take actions in benefit of people.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Alcance.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Hipótesis.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Acústica.....	5
2.2 Sonido.....	5
2.2.1 Decibel.....	5
2.2.2 Onda Sonora.....	6
2.2.2.1 Definición de Onda.....	6
2.2.2.2 Clasificación de las ondas.....	6
2.2.3 Parámetros que definen una onda.....	7
2.2.3.1 Elongación (E).....	7
2.2.3.2 Amplitud (A).....	7
2.2.3.3 Período (T).....	7
2.2.3.4 Frecuencia (F).....	7
2.2.3.5 Longitud de Onda (λ).....	7
2.2.4 Interacción entre la onda sonora y el medio.....	7
2.2.4.1 Absorción.....	7
2.2.4.2 Transmisión.....	7
2.2.4.3 Reflexión.....	7
2.2.4.4 Difracción.....	8
2.2.4.5 Refracción.....	8
2.4 Definición de ruido.....	8
2.4.1 Ruido según la intensidad y el periodo.....	8
2.4.1.1 Ruido continuo o constante.....	8
2.4.1.2 Ruido Fluctuante.....	8
2.4.1.3 Ruido Impulsivo.....	9
2.4.2 Ruido según la fuente que lo produce.....	9
2.4.2.1 Fuentes móviles (Vehículos a motor).....	9

2.4.2.2	Ferrocarriles.....	9
2.4.2.3	Ruido industrial	9
2.4.2.4	Tráfico aéreo.....	10
2.5	Acústica ambiental.....	10
2.6	Psicoacústica.....	10
2.6.1	Parámetros psicoacústicos.....	10
2.6.1.1	Sonoridad.	10
2.6.1.2	Altura.	10
2.6.1.3	Timbre.....	10
2.7	Magnitudes Acústicas.....	10
2.7.1	Nivel de Presión Sonora.....	11
2.7.2	Nivel de Potencia Sonora	11
2.8	Descriptoros usados en la evaluación de ruido.....	11
2.8.1	Nivel sonoro equivalente (LAEQ,T)	12
2.8.2	Nivel sonoro día-noche (LDN).	12
2.8.3	Nivel sonoro día-tarde-noche (LDEN).	12
2.8.4	Nivel sonoro máximo (LMAX).	13
2.8.5	Ponderación de frecuencias.	13
2.9	Propagación del sonido al aire libre.	14
2.10	Mapa de ruido.....	14
2.11	Simulación acústica.	15
2.11.1	Simulación de ruido aéreo mediante el software INM 7.0	15
2.12	Coordenadas geográficas.....	16
2.13	Aeródromo.....	16
2.13.1	Aeropuerto.....	16
2.13.3	Cabecera de un aeropuerto.....	17
2.13.4	Aterrizaje y despegue.....	17
2.13.6	Trayectoria (Standard terminal arrival route).	18
2.13.7	Fuentes de Ruido de las Aeronaves.	18
2.13.8	Ruido de Motores Turborreactores.....	18
2.13.9	Ruido de Motores Turboventiladores.	19
2.13.10	Ruido Aerodinámico.	19
2.13.11	Características del ruido de vuelo.	20
2.13.11.1	Vuelo Subsónico (Aviación Convencional).	20
2.14	Efectos de la exposición al ruido.....	22
2.14.1	Efectos fisiológicos auditivos.....	22
2.14.1.1	Déficit o incapacidad auditiva.	23

2.14.1.2 Desplazamiento temporal del umbral de audición. (TTS)	23
2.14.1.3 Desplazamiento permanente de umbral de audición. (PTS)	23
2.14.1.4 Interferencia en la comunicación oral.	23
2.14.1.5 Fatiga auditiva.	23
2.14.2 Efectos fisiológicos no auditivos.....	23
2.14.2.1 Efectos sobre el Sistema Nervioso Central.....	24
2.14.2.2 Efectos sobre el Sistema Cardiovascular.	24
2.14.2.3 Efectos sobre el Aparato Respiratorio.	24
2.14.2.4 Efectos sobre el Aparato Digestivo.....	24
2.14.2.5 Efectos en el equilibrio.....	24
2.14.2.6 Efectos sobre la Visión.	25
2.14.2.7 Efectos Psicológicos.....	25
2.14.2.8 Efectos sobre el sueño.	25
2.14.2.9 Alteraciones psíquicas producidas por el ruido...	25
2.14.2.10 Efectos sobre la conducta.....	25
2.14.2.11 Efectos en la memoria.	25
2.14.2.12 Efectos en la atención.....	26
2.14.2.13 Estrés.....	26
3. SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR.	27
3.1 Adquisición de datos y recursos.	27
3.2 Selección de zonas de estudio.	28
3.2.1 Zona 2	28
3.2.2 Zona 3.....	29
3.2.3 Zona 4.....	30
3.2.4 Zona 5.....	30
3.2.5 Zona 10	31
3.3 Situación actual del sector por percepción de la población.....	31
3.3.1 Cálculo del número de encuestas	31
3.3.2 Resultados de la encuesta.	33
3.3.3 Análisis de resultados de la encuesta.	42
3.4 Modelamiento del mapa de ruido generado por el aeropuerto mediante el uso del Software INM 7.0.	44
3.4.1 Mapa de ruido de la situación actual.....	45

3.5	Análisis predictivo.	48
3.5.1	Mapa de ruido predictivo.	48
3.5.2	Análisis de compatibilidad de usos de suelo.	50
3.5.2.1	Incompatibilidad zona 2.	50
3.5.2.2	Incompatibilidad zona 3.	51
3.5.2.3	Incompatibilidad zona 4.	52
3.5.2.4	Incompatibilidad zona 5.	53
3.5.2.5	Incompatibilidad zona 10.	54
3.5.2.6	Incompatibilidad zona 11.	55
3.5.2.7	Incompatibilidad zona 16.	56
3.5.2.8	Resumen general de posibles incompatibilidades de usos de suelo.	57
4.	PLAN DE CONTROL DE RUIDO.	60
4.1	Plan de control de ruido durante las Operaciones.	60
4.2	Propuesta de medidas aplicables para la mitigación de ruido.	62
4.2.1	Capacitación a los funcionarios del aeropuerto del problema del ruido.	62
4.2.2	Implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).	62
4.2.3	Restricciones en el uso de aeronaves ruidosas.	62
4.2.5	Reducción de potencias de las aeronaves.	63
4.2.6	Ángulo de subida modificado.	64
4.2.7	Prohibición de vuelos nocturnos.	64
4.2.8	Prohibición de operaciones de mantenimiento durante la noche.	64
4.2.9	Construcción de Barreras acústicas para prueba y calibración de motores.	64
4.2.10	Reducción de los tiempos de espera.	65
4.2.11	Restricciones de velocidad a vehículos terrestres.	65
4.2.12	Utilización de rutas alternativas de acceso al aeropuerto.	65

4.2.13 Limitación del uso de suelo alrededor de un aeropuerto.	65
4.2.14 Utilización de árboles como barreras acústicas...	66
4.2.15 Utilización de tapones protectores.....	67
4.2.16 Aislamiento Acústico dentro de las edificaciones sensibles al ruido	68
5. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	69
5.1 Costo.....	69
5.1.1 Etapa de evaluación.	69
5.1.2 Etapa de predicción.	69
5.1.3 Etapa de propuesta de soluciones.....	70
5.2 Beneficios.....	70
6. CONCLUSIONES.....	71
6.1 Recomendaciones.....	74
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ponderación de frecuencia.....	15
<i>Figura 2.</i> Sección transversal de un motor turborreactor mostrando las fuentes de ruido.....	19
<i>Figura 3.</i> Sección transversal de un motor turboventilador mostrando las fuentes de ruido.....	20
<i>Figura 4.</i> Ruido aerodinámico de un avión turboventilador.....	21
<i>Figura 5.</i> Nivel global presión sonora en función del tiempo para despegue de un avión comercial.....	22
<i>Figura 6.</i> Espectros en bandas de tercio de octava del avión de la figura 5 a 10, 0 y +10 segundos del paso por encima del observador.....	22
<i>Figura 7.</i> Ingreso principal al Aeropuerto.....	29
<i>Figura 8.</i> Zona 2.....	31
<i>Figura 9.</i> Zona 2.....	31
<i>Figura 10.</i> Zona 4.....	32

<i>Figura 11.</i> Zona 5.....	32
<i>Figura 12.</i> Zona 10.....	33
<i>Figura 13.</i> Rango de edades de los encuestados.....	35
<i>Figura 14.</i> Resultados pregunta 1.....	36
<i>Figura 15.</i> Resultados pregunta 2.....	36
<i>Figura 16.</i> Resultados pregunta 3.....	37
<i>Figura 17.</i> Resultados pregunta 4.....	37
<i>Figura 18.</i> Resultados pregunta 5.....	38
<i>Figura 19.</i> Resultados pregunta 6.....	38
<i>Figura 20.</i> Resultados pregunta 7.....	39
<i>Figura 21.</i> Resultados pregunta 8.....	39
<i>Figura 22.</i> Resultados pregunta 9.....	40
<i>Figura 23.</i> Resultados pregunta 10.....	40
<i>Figura 24.</i> Resultados pregunta 11.....	41
<i>Figura 25.</i> Resultados pregunta 12.....	41
<i>Figura 26.</i> Resultados pregunta 13.....	42
<i>Figura 26.</i> Resultados pregunta 14.....	42
<i>Figura 27.</i> Resultados pregunta 15.....	43
<i>Figura 28.</i> Resultados pregunta 16.....	43
<i>Figura 29.</i> Mapa de ruido de la situación actual.....	47
<i>Figura 30.</i> Mapa de ruido predictivo.....	59
<i>Figura 31.</i> Predicción Zona 2.....	52
<i>Figura 32.</i> Predicción Zona 3.....	53
<i>Figura 33.</i> Predicción Zona 4.....	54
<i>Figura 34.</i> Predicción Zona 5.....	55
<i>Figura 35.</i> Predicción Zona 10.....	56
<i>Figura 36.</i> Predicción Zona 11.....	57
<i>Figura 37.</i> Predicción Zona 16.....	58
<i>Figura 38.</i> Esquema Despegue con baja Potencia.....	65
<i>Figura 39.</i> Modelos de barrera acústica en sector de calentamiento de turbinas.....	66
<i>Figura 40.</i> Corte transversal de Bosque aislante.....	68
<i>Figura 41.</i> Absorción acústica según las especies de árboles.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Niveles de ruido originados por distintos tipos de aviones.....	23
<i>Tabla 2.</i> Número de Habitantes por zona.....	34
<i>Tabla 3.</i> Numero de encuestas por zona.....	35
<i>Tabla 4.</i> Edificaciones sensibles en incumplimiento de la Normativa.....	59
<i>Tabla 5.</i> Acciones del proyecto que generan impacto por el ruido en la etapa de operación de un aeropuerto.....	63
<i>Tabla 6.</i> Zonas de limitación de usos de suelos en un aeropuerto.....	66

1. Introducción.

El presente trabajo de investigación basado en la acústica y en los principios de control de ruido, pretende analizar la situación actual en los aeropuertos del Ecuador en lo que a tratamiento de ruido aeroportuario se refiere, centrando el mencionado análisis en el Aeropuerto Internacional “Cotopaxi” de la ciudad de Latacunga. El ruido aeroportuario puede ser muy variable debido a que depende de varios factores, siendo el más influyente de ellos el motor de las aeronaves, al ser la fuente que mayor ruido genera al momento del despegue y aterrizaje. La molestia que genera el ruido aeroportuario depende además de la frecuencia con que se realicen las actividades y su distribución durante el período de funcionamiento diario de los aeropuertos.

La acústica es de vital importancia en el desarrollo del presente proyecto debido a que estudia al sonido desde su producción, transmisión y percepción, tanto en el rango de la audición humana como en las frecuencias ultrasónicas e infrasónicas. El control de ruido es una rama importante de la acústica ya que en la actualidad se considera al ruido como un factor de contaminación ambiental que afecta seriamente a la salud.

El valioso aporte de varios científicos y matemáticos, a través de los años, han hecho posible que la acústica se haya ido desarrollando mucho desde sus inicios permitiendo que en la actualidad se puedan desarrollar equipos de análisis basados en los principios de la acústica. Es así que, para el presente estudio, se hará uso tanto de cálculos matemáticos así como de softwares que harán posible y facilitarán el análisis y diagnóstico del estado actual del ruido aeroportuario en la ciudad de Latacunga.

1.1 Antecedentes.

En la actualidad, la contaminación ambiental generada por el ruido, en este caso ruido aeroportuario, es un fenómeno inherente a toda área urbana, y constituye un factor ambiental de gran impacto sobre la calidad de vida de los habitantes del sector donde se genera el tipo de ruido en mención. El desarrollo de las ciudades trae inmersa consigo la necesidad de uso de

nuevos tipos de transporte que permitan agilizar el traslado de la población o de carga ya sea dentro o fuera del país.

El transporte aéreo, es el principal generador de ruido. La aviación es la que genera mayor cantidad de niveles de presión sonora, que junto a las dependencias de los aeropuertos, hacen que las molestias que se ocasionan en las localidades situadas en las inmediaciones de éstos sean realmente importantes. El factor de mayor emisión de ruido de un aeropuerto es el motor de las aeronaves, su intensidad y naturaleza es muy variable, dependiendo del tipo de motor y de la operación que realice.

Las molestias ocasionadas, dependen además, de la frecuencia de las actividades y su distribución diurna. El ruido aeroportuario representa una constante amenaza para la salud de los empleados, y de los habitantes de las zonas aledañas a los aeropuertos, quienes se encuentran expuestos por mucho tiempo al ruido intenso producido por las aeronaves.

1.2 Alcance.

El desarrollo del presente estudio consiste en crear un plan que permita mitigar el impacto ambiental sonoro generado por el funcionamiento del aeropuerto en mención, analizando su situación real, y mediante procesos técnicos y analíticos estar en capacidad de poder predecir las consecuencias que podrían generarse como resultado de la operación del aeropuerto y poder plantear posibles soluciones con el fin de reducir el impacto ambiental que genera el ruido aeroportuario.

Como proceso complementario a la creación del plan en mención, se realizará un análisis de la legislación existente en el país y se determinará si es aplicable, luego de compararla con los resultados obtenidos. La zona en la que está enfocado el estudio es la zona cercana al aeropuerto, al existir un gran número de viviendas como también instituciones educativas, las cuáles serían las que mayor afectación tendrían en el momento que funcione de manera regular el aeropuerto. El propósito de analizar el problema existente es

proponer una nueva tendencia de diseño o tratamiento acústico aplicable a los aeropuertos del Ecuador y zonas cercanas a los mismos, que en este caso se aplicará al Aeropuerto Internacional Cotopaxi; puesto que al tener la característica de ser internacional debería cumplir con legislaciones internacionales.

Adicional al estudio de la situación actual de las zonas de influencia del aeropuerto, se hará una predicción de una situación futura, tomando en cuenta un posible incremento en las operaciones en el mismo, con la finalidad de analizar consecuencias y posibles soluciones aplicables en busca de mitigar el problema existente de ser el caso.

1.3 Justificación.

El ruido generado por una estación aeroportuaria está considerado como un contaminante ambiental, debido a los elevados niveles de presión sonora que emite el accionar de cada uno de los miembros que la conforman, motivo por el cual se vio la necesidad de analizar este tipo de fuentes emisoras de ruido. En este caso, se realizará el análisis de las zonas de influencia del aeropuerto, ya que se encuentra ubicado en la zona urbana de la ciudad.

A través de una indagación previa realizada en el Municipio de la ciudad de Latacunga y en el Departamento de Medio Ambiente , se pudo determinar que se realizaron estudios de impacto ambiental ajenos a lo que impacto ambiental por ruido se refiere, al momento de realizar modificaciones en las instalaciones del actual aeropuerto, razón por la cual se vio necesario realizar un análisis predictivo de los problemas que se pueden generar como consecuencia del funcionamiento del aeropuerto en zonas cercanas al mismo.

Además, uno de los propósitos del análisis de la problemática que genera el funcionamiento del aeropuerto, es determinar si el desarrollo de esta actividad afecta positiva o negativamente al bienestar de las personas que habitan en el sector y de esta manera poder plantear posibles soluciones, que de ser el caso, permitan mantener o mejorar el bienestar colectivo de los habitantes.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Diseñar un modelo de gestión de ruido generado por el funcionamiento del “Aeropuerto Internacional Cotopaxi”.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Determinar niveles de presión sonora existentes en sectores cercanos al aeropuerto haciendo uso del software de Modelamiento de aeropuertos INM 7.0
- Crear el mapa de ruido del aeropuerto, tomando en cuenta su situación actual, mediante el software antes mencionado, así como también el mapa de la ciudad de Latacunga, para identificar las zonas de influencia del aeropuerto y el grado de afección en cada una de ellas.
- Identificar posibles afecciones que podrían generarse, a través de la evaluación de la situación actual y real en las zonas cercanas al aeropuerto, para mostrar las consecuencias que la exposición a elevados niveles de ruido produce.
- Crear un mapa de ruido, que contenga una situación futura basada en el incremento de operaciones del aeropuerto, mediante el uso del software descrito anteriormente, para poder visualizar las consecuencias futuras que podrían generarse al incrementar la actividad del aeropuerto.
- Proponer posibles soluciones aplicables, tanto para la situación actual como para una situación futura, analizando los resultados obtenidos mediante los objetivos anteriores, con la finalidad de minimizar el grado de impacto ambiental que el ruido aeroportuario pueda generar.

1.5 Hipótesis

El crecimiento de las ciudades, trae consigo la necesidad de emplear nuevos medios de transporte, que agilicen la movilidad de carga y de personas, trayendo inmerso el incremento de niveles de ruido. Una de las fuentes más grandes emisoras de ruido, son las aeronaves, y el funcionamiento frecuente

de un aeropuerto podría incrementar el nivel de ruido en una ciudad. El aeropuerto internacional Cotopaxi, al iniciar sus actividades, está considerado como una fuente sonora que produce impacto ambiental por ruido, y el no cumplir con la normativa que regula el ruido aeroportuario vigente en el país, genera un problema crítico que demanda procesos que permitan evaluar y mitigar el mismo. El desarrollo de un plan ejecutable que contenga las acciones descritas anteriormente, puede ser utilizado como un instrumento de gestión.

2. Marco Teórico.

Para una mejor comprensión del presente proyecto, es necesario definir varios términos que ayudarán a comprender el contenido del mismo, los cuales serán descritos a continuación.

2.1 Acústica.

Es una rama de la física que estudia la propagación de las ondas a través de todo tipo de materia sólida, líquida o gaseosa, a través de modelos físicos y matemáticos.

2.2 Sonido.

Perturbación que se propaga en un medio elástico, produciendo vibraciones, que pueden ser percibidas en cierto rango de frecuencia por el oído humano o detectadas por ciertos instrumentos en un rango más amplio.

2.2.1 Decibel.

Generalmente la presión se expresa en Pascales, dinas/cm² o bares, y la potencia en vatios, pero cuando se trata de un rango de presiones y potencia acústica que los humanos perciben, resulta demasiado amplio, por ejemplo, se pueden oír niveles de presión sonora desde $20 \cdot 10^{-6}$ Pa hasta 100 Pa., y como solución a esto, ha sido conveniente emplear una escala logarítmica, para lo que se hizo uso del decibel (dB), que es la razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la definición descrita en la fórmula 1.

$$\text{Log}R = \frac{1}{10}$$

(Fórmula 1)

Para expresar una relación en decibelios (dB), es necesario determinar un valor de referencia como se muestra en la fórmula 2 y luego aplicar la definición descrita en la fórmula 1.

$$\text{Nivel en dB} = 10 \text{Log} \left(\frac{\text{cantidad}}{\text{cantidad, de referencia}} \right)$$

(Fórmula 2)

2.2.2 Onda Sonora.

2.2.2.1 Definición de Onda.

La propagación de las ondas se origina por la transmisión del movimiento vibratorio en un medio elástico. En general, una onda es una perturbación que se propaga desde su punto de origen hacia el medio que se encuentra a su alrededor.

2.2.2.2 Clasificación de las ondas.

- **Onda Longitudinal.**

Tipo de onda que se produce cuando el movimiento de las partículas es paralelo al desplazamiento de la onda, generalmente se da en medios líquidos, gaseosos, y posiblemente en medios sólidos.

- **Onda Transversal.**

Tipo de onda que se produce cuando las partículas del medio se mueven en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Generalmente se produce en medios sólidos.

- **Onda Plana.**

Tipo de onda producida por la propagación de los frentes de onda como planos paralelos unos respecto de los otros.

- **Onda Cilíndrica.**

Tipo de onda que se genera cuando los frentes de una onda se propagan en forma de cilindros paralelos.

- **Onda Esférica.**

Tipo de onda que se propaga en forma de esferas concéntricas.

2.2.3 Parámetros que definen una onda.

2.2.3.1 Elongación (E).

Distancia entre la posición de reposo a posición instantánea de una partícula oscilante.

2.2.3.2 Amplitud (A).

Máxima elongación que experimenta una partícula en vibración.

2.2.3.3 Período (T).

Tiempo en que se produce un ciclo completo, generalmente expresado en segundos u otra unidad de tiempo.

2.2.3.4 Frecuencia (F).

Número de veces que se produce un ciclo por unidad de tiempo. Sus unidades son ciclos por segundo o Hertz(Hz).

2.2.3.5 Longitud de Onda (λ).

Distancia recorrida por una onda sonora durante cierto período de tiempo.

2.2.4 Interacción entre la onda sonora y el medio.

2.2.4.1 Absorción.

Fenómeno que afecta a la propagación del sonido, ya que al incidir una onda acústica sobre un material, un porcentaje de ésta es absorbida por el mismo debido a sus características.

2.2.4.2 Transmisión.

Fenómeno que consiste en transmitir parte de una onda que incide sobre cierta superficie. Por ejemplo: Cuando una onda incide en una pared, parte de esta es transmitida hacia el otro lado.

2.2.4.3 Reflexión.

Propagación de una onda sonora en el mismo medio en el que incide pero con sentido diferente.

2.2.4.4 Difracción.

Fenómeno característico de las ondas que consiste en la dispersión y curvado aparente de las ondas cuando encuentran un obstáculo. Este fenómeno se produce en todo tipo de ondas, desde ondas sonoras, ondas en la superficie de un fluido y ondas electromagnéticas.

2.2.4.5 Refracción.

Variación de la velocidad y dirección de la onda como consecuencia del cambio de densidad del medio en el que se está propagando. Cuando la densidad del medio refractante es mayor que la del incidente, la onda se separa de la normal, siendo mayor el ángulo refractado y aumentando la velocidad de propagación y cuando la densidad del medio refractante es menor que la del incidente, la onda se acerca de la normal haciéndose menor el ángulo refractado y disminuyendo la velocidad de propagación.

2.3 Rango audible.

Conjunto de frecuencias que el oído humano puede percibir y se extiende, aproximadamente, de 20 Hertz (Hz) a 20000 Hertz (Hz).

2.4 Definición de ruido.

Sonido no deseado percibido por el oyente, que resulta de una mezcla compleja de diferentes vibraciones, compuesta de frecuencias fundamentales y armónicas que propagadas a través del aire, son percibidas por el oído humano y provocan molestia o dolor.

2.4.1 Ruido según la intensidad y el periodo.

Al ruido, por sus características, se lo puede clasificar en función de la intensidad y el periodo.

2.4.1.1 Ruido continuo o constante.

Ruido cuya intensidad es constante o presenta pequeñas variaciones entre 5 decibeles durante determinado tiempo, tiene la característica de ser homogéneo.

2.4.1.2 Ruido Fluctuante.

Ruido de intensidad variable a lo largo de un determinado periodo tiempo, estas variaciones pueden ser periódicas o aleatorias.

2.4.1.3 Ruido Impulsivo.

Ruido de breve duración, dependiente de un impulso. Su duración es menor al tiempo que transcurre entre un impulso y otro.

2.4.2 Ruido según la fuente que lo produce.

Existen fuentes de ruido importantes, de las cuales se destacan las siguientes:

2.4.2.1 Fuentes móviles (Vehículos a motor).

Por lo general, los vehículos más grandes y pesados emiten más ruido que los vehículos más pequeños y ligeros.

El ruido de los vehículos se genera esencialmente en el motor y por la fricción entre el vehículo, el suelo y el aire. En general, el ruido de contacto del vehículo con el suelo supera al del motor a velocidades superiores a los 60 km/h. El índice de tráfico, la velocidad de los vehículos, la cantidad de vehículos pesados y el tipo de superficie de la carretera, determinan el nivel de presión sonora generado por el tráfico y son usados para predecirlo mediante el uso de modelos.

2.4.2.2 Ferrocarriles

El ruido que generan es dependiente de la velocidad pero varía según el tipo de motor, los vagones, los rieles y sus fijaciones, así como de la rugosidad de ruedas y rieles.

Las curvas de radio pequeño pueden conducir a muy altos niveles de sonido de alta frecuencia producidos por el chirrido de las ruedas. El ruido puede ser producido en las estaciones por motores encendidos, silbatos y altavoces y fuera de ellas por el cambio de vías.

2.4.2.3 Ruido industrial

La industria genera problemas de ruido en el exterior y en el interior de sus instalaciones, razón por la cual la legislación en cuanto a ruido está destinada a la protección de los trabajadores frente al ruido industrial. En ambientes industriales el ruido es producido por la maquinaria y aumenta con la potencia de las máquinas, y puede contener predominantemente bajas o altas frecuencias, componentes tonales, ser impulsivo o desagradable.

2.4.2.4 Tráfico aéreo

Los vuelos y operaciones aéreas generan ruido en la vecindad de aeropuertos. Los despegues producen ruido intenso y vibraciones. Los aterrizajes producen ruido en largas zonas de vuelo a baja altitud. El ruido se produce a causa de los mecanismos de aterrizaje y la regulación automática de potencia y también cuando se aplica propulsión inversa, por medidas de seguridad. Los aviones más grandes y pesados producen mayores niveles de ruido. El nivel de presión sonora de los aviones puede predecirse por el número de aviones, tipos, rutas de vuelo, frecuencias de despegues y aterrizajes y por condiciones atmosféricas.

2.5 Acústica ambiental.

Se entiende por acústica ambiental al estudio de la relación del hombre con el sonido, tanto en su entorno natural, como en el construido.

2.6 Psicoacústica.

Se encarga del estudio de la relación existente, entre la sensación percibida por determinado sonido y sus parámetros.

2.6.1 Parámetros psicoacústicos.

2.6.1.1 Sonoridad.

Percepción subjetiva de la intensidad (amplitud) sonora.

2.6.1.2 Altura.

Está relacionada con la percepción de la frecuencia fundamental de la señal.

2.6.1.3 Timbre.

Es la capacidad que nos permite diferenciar los sonidos. El timbre está caracterizado por la forma de la onda, es decir, por su componente armónico.

2.7 Magnitudes Acústicas.

Se utilizan para evaluar el sonido, ayudan a comprender el fenómeno del mismo y da una idea de cómo afecta al ser humano según los niveles que se emiten.

2.7.1 Nivel de Presión Sonora

Medida que, a través de la fórmula 3, relaciona logarítmicamente, una presión de referencia y una presión emitida por cualquier fuente. Debido a que el oído humano, escucha un amplio rango de frecuencias, se establece una relación que va desde 0dB (mínimo nivel que se puede escuchar una frecuencia de 1[khz] hasta los 120 dB (umbral del dolor para las personas).

$$L_P = 20 * \log \frac{P}{P_{ref}} [dB]$$

(Fórmula 3)

Donde:

Pref. = Presión de referencia.

Pref.= $2 \cdot 10^{-5}$ [Pa]

2.7.2 Nivel de Potencia Sonora

Energía que emite una fuente sonora durante determinado periodo de tiempo. Para mayor facilidad, su valor se lo define sobre una escala logarítmica, expresada en decibelios mediante la ecuación descrita en la fórmula 4.

$$L_W = 10 * \log \frac{W}{W_{ref}} [dB]$$

(Fórmula 4)

Donde:

W= Potencia de la fuente sonora emitida en Watts [W].

Wref.= potencia de referencia igual a 10^{-12} [W]

2.8 Descriptores usados en la evaluación de ruido.

El estudio del ruido, implica el análisis de varias métricas que se deben tener en cuenta, ya que son y dan resultados muy diferentes, razón por la cual, al

querer ejecutar un estudio de este tipo, previamente se deben seleccionar y comprender las métricas a emplear, según el enfoque que se la vaya a dar.

2.8.1 Nivel sonoro equivalente (LAEQ,T)

Parámetro de mucha utilidad al analizar ruidos variables, como el tráfico, ya que permite realizar una media de la energía sonora durante un tiempo T. De esta forma se obtiene la presión sonora equivalente a la de un ruido continuo.

La ecuación que define este nivel sonoro, esta expresada mediante la fórmula 5.

$$L_{Aeq} = 10 \text{Log} \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (\text{Fórmula 5})$$

Donde:

L_i =Es el nivel de ruido que se tiene en el intervalo i.

i= Son los intervalos de estudio que van desde 1 hasta el tiempo T total de la medida.

T=Es el tiempo de medida [s].

2.8.2 Nivel sonoro día-noche (LDN).

Este parámetro refleja el nivel sonoro equivalente, definido en el apartado anterior, tomando en cuenta que durante la noche el ruido resulta más molesto, razón por la cual durante el horario desde las 22h hasta las 7h se incrementa el ruido calculado en 10 dB.

2.8.3 Nivel sonoro día-tarde-noche (LDEN).

Este parámetro vuelve a mostrar un nivel sonoro equivalente pero esta vez para mostrar el nivel de molestia no sólo en la noche sino también en la tarde.

De esta forma, se obtiene una media que tiene en cuenta que el ruido no resulta molesto en el mismo horario para todas las personas.

Para este caso, el multiplicador en dB que se utiliza es de 0 dB en el día (12horas), 5 dB para la tarde (4 horas) y 10 dB para la noche (8 horas).

Cabe destacar que, como el cálculo en dB es logarítmico, el multiplicador lo que hace es sumar los dB descritos. Mediante la fórmula 6 se relaciona LDEN

con $L_{día}$, L_{tarde} y L_{noche} .

$$L_{DEN} = 10 \cdot \log \frac{1}{T} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{día}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{tarde}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{noche}+10}{10}} \right) \quad (\text{Fórmula 6})$$

Donde:

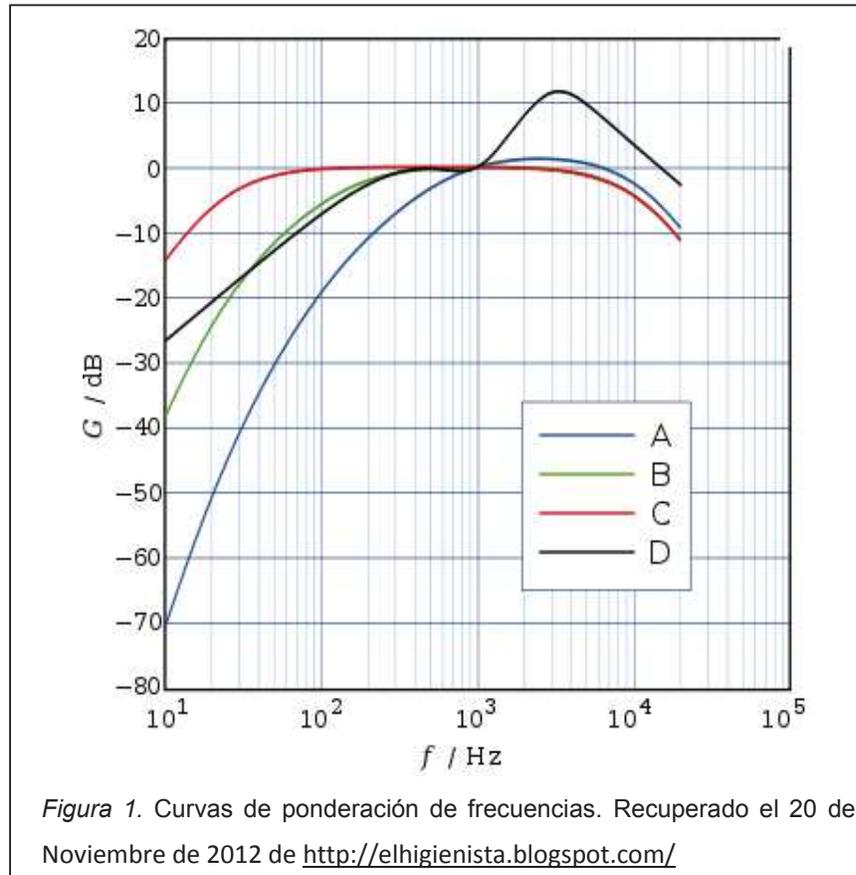
T: es igual al tiempo y en este caso es igual a 24.

2.8.4 Nivel sonoro máximo (LMAX).

Este parámetro refleja el máximo de ruido que se llegará a tener, es decir, en vez de realizar el cálculo de una media de todo el ruido creado según el tiempo, este parámetro muestra los picos de ruido que se han originado. Esto permite tener una perspectiva total del ruido visualizando el alcance que tiene el mismo.

2.8.5 Ponderación de frecuencias.

Parámetro de gran importancia, al existir diferentes tipos de compensaciones de frecuencia, esto depende principalmente de la fuente a evaluar y son cuatro curvas de ponderación, definidas con las letras: A, B, C y D. La curva de ponderación **A** es la que más se asemeja al comportamiento del oído humano con respecto a las frecuencias dentro del rango audible. La curva de ponderación **B** es muy poco utilizada, aunque representa la atenuación en niveles intermedios (55-85 dB). La curva de ponderación **C** es utilizada para mediciones de ruido producido por maquinaria, al ser la más lineal y entregar los valores de la misma manera como se genera el nivel de ruido en la fuente. La curva de ponderación **D** es utilizada para evaluación de ruido aeronáutico al presentar una amplificación en frecuencias altas. En la figura 1, se puede observar cada curva de ponderación con respecto a cada frecuencia.



2.9 Propagación del sonido al aire libre.

La propagación del sonido que se da en exteriores por medio de la atmósfera, generalmente produce una disminución del nivel de ruido al aumentar la distancia fuente-receptor. Esta disminución se da por la divergencia geométrica desde la fuente de sonido, la absorción de la energía acústica al propagarse las ondas sonoras por el aire y el efecto de propagación que se produce en el suelo, también contribuye a la atenuación, la vegetación y reflexión producida por los edificios. El viento y la temperatura, también influyen en la propagación del sonido a distancias por sobre los 100 metros.

2.10 Mapa de ruido.

Es la representación cartográfica de los niveles de presión sonora (ruido) existentes en una zona concreta durante un período determinado. La utilidad del mapa de ruido es determinar la exposición de la población al ruido

ambiental, para así adoptar planes de acción necesarios para prevenir o reducir el ruido ambiental, y en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana.

2.11 Simulación acústica.

El proceso de simulación acústica permite anticipar el comportamiento de las ondas sonoras, sin existencia ni de las fuentes de ruido ni de los elementos implicados. Otra línea de aplicación, permite calcular con bastante aproximación el comportamiento de recintos como: teatros, cines, auditorios ruido de tráfico o aeropuertos, en aquellos aspectos relacionados con la calidad de la audición en diferentes puntos de los mismos. Los resultados de la simulación acústica se presentan en mapas de ruido en los que se pueden observar los niveles de ruido esperados, o en animaciones que representan el comportamiento de las ondas sonoras en el tiempo.

La simulación acústica reduce el índice de gastos, al anticipar la recepción o emisión de ruido en edificios, procesos de urbanización, de infraestructuras, etc., Permitiendo determinar, dependiendo del caso, la necesidad de aplicar medidas correctoras, o determinar las características de los materiales que se vayan a utilizar para cumplir con la legislación vigente con respecto al ruido.

2.11.1 Simulación de ruido aéreo mediante el software INM 7.0

Algunas de las instituciones como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), encargadas de evaluar el ruido generado por el funcionamiento de aeropuertos, han utilizado en predicciones, el Modelo Integrado del Ruido (INM). Elaborado por la Administración Federal de la Aviación (FAA), apareció con su primera versión en 1978 y desde ahí ha sido utilizado en varios países en la planificación del uso el suelo con respecto a los aeropuertos. Una de las características por las cuáles sobresale el INM en cualquier estudio de impacto sonoro de un aeropuerto es la extensa base de datos de aeronaves con la que cuenta.

La aplicación del INM está enfocada en aquellos estudios en que se necesita determinar los impactos sonoros producidos por la construcción de nuevas

pistas, variaciones del tráfico aeroportuario, la ubicación de un nuevo aeropuerto, la ubicación de servicios en zonas cercanas a un aeropuerto, la planificación del uso del suelo, etc. El INM es un programa creado por la FAA de Estados Unidos, razón por la cual, su uso está optimizado más para aeropuertos norteamericanos, ya que solo basta con seleccionar el aeropuerto a estudiar, para tener toda la información necesaria.

A diferencia de lo mencionado anteriormente, al aplicarlo en análisis de aeropuertos no norteamericanos, se deben ingresar algunos valores que definirán al aeropuerto. Estos valores definen coordenadas de la pista, coordenadas de las cabeceras, la temperatura y la altura del aeropuerto.

El INM requiere la descripción de las trayectorias utilizadas en las operaciones de vuelo en un aeropuerto. A lo largo de la evolución del programa, se han ido adicionando utilidades que facilitan el ingreso de las trayectorias.

En versiones actuales del programa, es posible introducirlas por medio de información suministrada por radar.

2.12 Coordenadas geográficas.

Son un sistema de referencia que utiliza las dos coordenadas angulares, latitud (Norte y Sur) y longitud (Este y Oeste) y sirve para determinar los ángulos laterales de la superficie terrestre y ayudan a determinar un punto exacto en el planeta.

2.13 Aeródromo.

Se considera como un aeródromo un área definida de tierra o de agua, que incluye edificaciones, instalaciones y equipos, destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

2.13.1 Aeropuerto.

Es el aeródromo civil destinado al servicio público que cuenta con autoridades y servicios de control de tránsito aéreo, cuerpo de rescate y emergencias.

2.13.2 Aeronave.

Máquina capaz de mantenerse en la atmósfera por reacciones del aire que no

sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

2.13.3 Cabecera de un aeropuerto.

La cabecera de un aeropuerto son los puntos extremos de la pista de aterrizaje y despegue que en idioma inglés se lo denomina *runway*, cada pista es nombrada por dos números, uno para cada una de las cabeceras y eventualmente una letra para cada número. Esto permite que los pilotos puedan identificar con facilidad la pista y el lado en el que se les autoriza a despegar y a aterrizar. El número significa la dirección en grados (redondeado a la decena más cercana y recortado en el último dígito) con respecto al norte magnético a la que se encuentra dirigida la pista (en una cabecera) y respectivamente la cabecera opuesta, estará denominada con el ángulo de complemento (dirección contraria, es decir 180° de diferencia).

2.13.4 Aterrizaje y despegue.

De las dos fases del vuelo, el despegue y el aterrizaje son críticos, al ser los momentos en que la aeronave está más cerca del suelo. En el despegue, el avión depende en gran mayoría de los motores que de la sustentación producida por sus alas, generándose un importante aporte de ruido a las operaciones del aeropuerto. Por otra parte, en el aterrizaje, aunque depende de la sustentación para que el avión se acerque a la pista con una tasa de descenso adecuada y a una velocidad como para tener control del avión y que no entre en pérdida, y lo suficientemente baja como para no utilizar demasiada longitud de pista o reventar los neumáticos del tren de aterrizaje, muchas de las veces en el proceso de aterrizaje se deben poner las turbinas de las aeronaves en reversa para poder tener un frenado eficaz siendo así un aporte más de ruido durante el aterrizaje.

2.13.5 Carta de navegación aeronáutica.

Es la representación de una porción de la tierra, su relieve y construcciones, está diseñada para satisfacer los requisitos de la navegación aérea. Se trata de un mapa en el que se muestran las rutas que deben seguir las aeronaves en procesos de despegue o aterrizaje, y se facilitan las ayudas, los procedimientos y otros datos imprescindibles para el piloto.

2.13.6 Trayectoria (Standard terminal arrival route).

La trayectoria que sigue un avión, está definida como el conjunto de puntos del espacio por los cuales pasa la aeronave durante su vuelo.

2.13.7 Fuentes de Ruido de las Aeronaves.

Las fuentes principales de ruido de un avión convencional son:

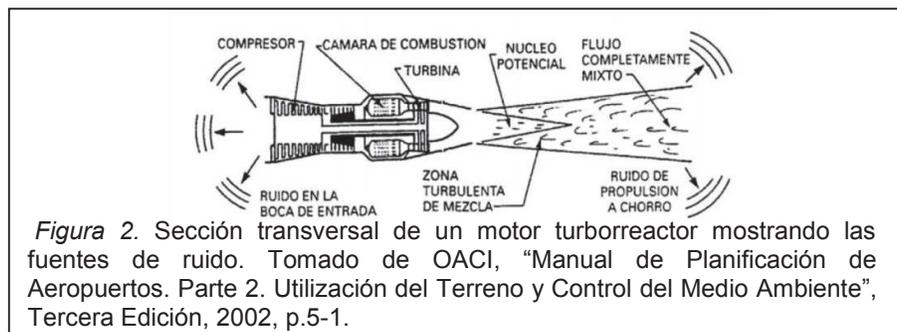
El sistema de propulsión.

El ruido aerodinámico.

2.13.8 Ruido de Motores Turborreactores.

Los motores de propulsión a chorro actúan gracias a la aceleración de masas de aire. En un motor turborreactor, el aire se comprime en un compresor mecánico axial o centrífugo, se calienta en una cámara de combustión, y a continuación es acelerado por expansión a través de una tobera de chorro. Una turbina de gas situada en la trayectoria del gas expandido sirve exclusivamente para guiar el compresor, como se puede observar en la figura 2.

Estos procesos dan origen a tres tipos de ruido: el primero es el ruido en la boca de entrada provocado por la toma de aire, especialmente como resultado del compresor más el ruido aerodinámico, el segundo es el ruido emitido por las vibraciones del armazón del motor, y finalmente el ruido del escape

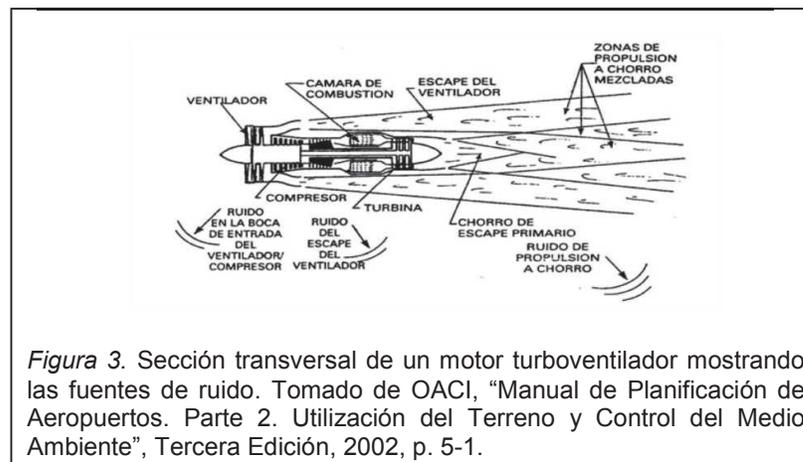


El ruido de escape incluye aportaciones de fuentes sonoras del interior del motor, tales como el ruido de combustión y turbinas, pero se origina sobre todo en el área exterior de la tobera, donde se mezclan el chorro del aire a alta velocidad y el aire circundante. Este ruido, denominado *ruido de reacción aerodinámica* es el más importante producido por los turborreactores, en condiciones normales de trabajo y a plena potencia, superando en mucho a los demás ruidos en cuanto a potencia sonora, y siendo el responsable de los problemas críticos que existen hoy día con el ruido de los reactores.

2.13.9 Ruido de Motores Turboventiladores.

El motor turboventilador, como se puede observar en la figura 3, se diferencia del motor turboreactor en dos aspectos primordiales. Primero, el motor turboventilador incorpora un ventilador de empuje, y además produce una velocidad de escape de chorro menor que el turboreactor, donde domina el ruido aerodinámico del escape, y puede por tanto funcionar con menos niveles sonoros a una potencia de empuje dada.

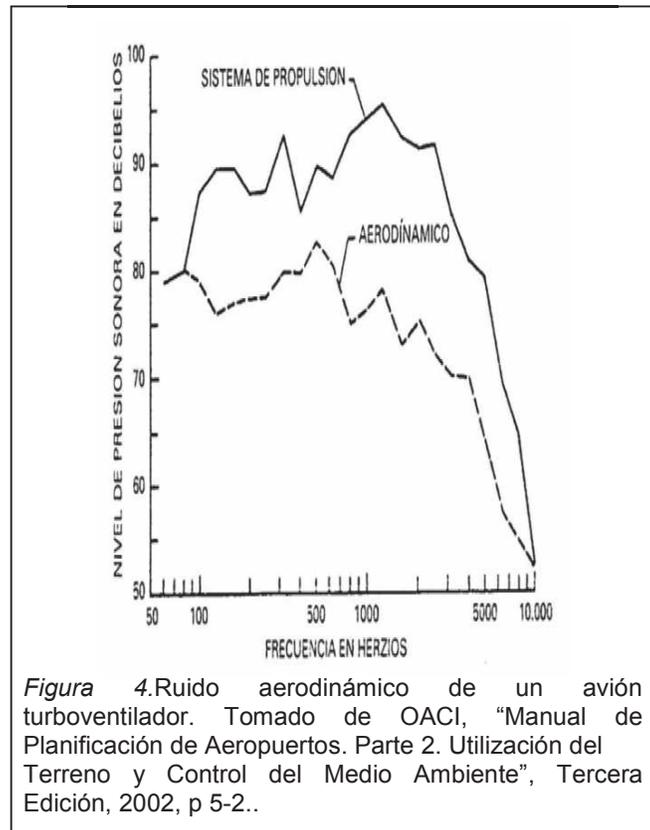
Sin embargo, en el espectro del sonido de un motor turboventilador funcionando a plena potencia todavía predomina el ruido aerodinámico del escape de banda ancha. Si se redujeran las fuentes de ruido de escape disminuyendo los niveles conseguidos para los motores turboventiladores actuales, una gran parte de espectro total del ruido del avión estaría dominado por parte de otros mecanismos, tales como ventiladores, turbinas o procesos de combustión.



2.13.10 Ruido Aerodinámico.

El ruido aerodinámico, conocido también como *ruido de fuselaje*, es el ruido producido por el flujo de aire sobre el fuselaje, a través de sus cavidades, de las superficies de control y el tren de aterrizaje. En aviones modernos de alta velocidad con propulsión a chorro este ruido aerodinámico es la causa principal de ruido por encima de los 600 Hz a la velocidad de crucero. No obstante, durante el aterrizaje y el despegue, cuando la velocidad del avión es mucho menor que la de crucero, el nivel global de presión sonora del ruido aerodinámico es de unos 10 dB menor que el ruido del sistema de propulsión,

como se puede ver en la figura 4. La importancia del ruido aerodinámico en condiciones de crucero radica en que es la causa dominante de ruidos en el interior del avión. En operaciones realizadas cerca del aeropuerto, el ruido aerodinámico representa un problema menor en las exigencias de reducción de ruidos, haciéndose más importante a medida que disminuye el ruido del sistema propulsor.

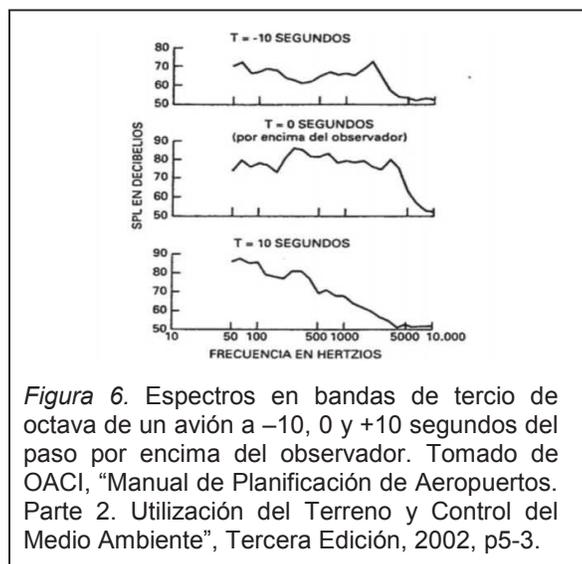
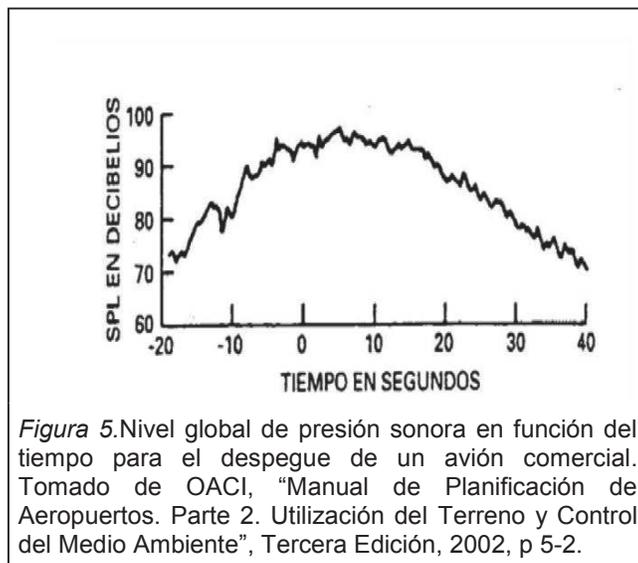


2.13.11 Características del ruido de vuelo.

2.13.11.1 Vuelo Subsónico (Aviación Convencional).

Un avión en vuelo produce al nivel del suelo un ruido que supera el nivel sonoro medioambiental, alcanza su cuota máxima cuando el avión se encuentra aproximadamente en el punto por encima del observador, y va por fin disminuyendo hasta quedar reducido a niveles por debajo del sonido ambiental. El espectro del ruido emitido por el avión varía a lo largo del sobrevuelo. Habitualmente predomina el ruido de alta frecuencia a medida que el avión se va aproximando, y de baja frecuencia cuando pasa por encima y se

retira. En las Figuras 5 y 6 se muestran las características del ruido de vuelo durante el despegue de un avión comercial de propulsión a chorro con motores turboventiladores de poca capacidad de derivación, medidos en un lugar situado a 5500 metros del punto de frenada (el lugar de comienzo del trayecto en tierra) con el avión situado aproximadamente a una altitud de 350 metros. En la Figura 5 se muestran los niveles globales de presión sonora en función del tiempo. Cuando $t = 0$ el avión se encuentra exactamente por encima de la posición de medida. Los valores negativos de (t) reflejan la aproximación del avión, y los positivos a su alejamiento. La duración del aumento de sonido respecto del sonido ambiental es de unos 60 segundos.



En resumen, los ruidos producidos por las aeronaves son de gran intensidad, siendo los de aterrizaje, y sobre todo, los de despegue, las operaciones que causan mayores de ruido, por encima de casi siempre los 100 dB(A). Para una mayor comprensión, a continuación se presenta la Tabla 1 como un ejemplo numérico de esta clase de ruido producido por distintos tipos de aviones.

Tabla 1. Niveles de ruido originados por distintos tipos de aviones.

Aparato	Valor medio dB(A)	Valor máximo dB(A)
BAC-1-11	119	123
Boeing 727	113	120
Boeing 737	111	118
Boeing 747	115	122
Caravelle	112	122
DC-8	112	120
DC-9	112	120
DC-10	111	120
Trident	120	124
Tristar	105	107
VC-10	120	123

Tomado de MOPT, "Guías Metodológicas para la Elaboración de EIA (Aeropuertos)", 1992.

2.14 Efectos de la exposición al ruido.

Los efectos que produce el ruido en la salud humana no han sido investigados científicamente a profundidad, a excepción de estudios realizados en lo referente al sistema auditivo, en el que produce pérdidas temporales o permanentes de sensibilidad.

En la actualidad, se ha dado gran importancia al problema del ruido en sociedades desarrolladas, observando el avance que han experimentado en los últimos años las investigaciones sobre los efectos del ruido, especialmente en lo que respecta a los "no auditivos".

2.14.1 Efectos fisiológicos auditivos.

Según la Organización Mundial de la Salud (1999, Guías para el Ruido Urbano, OMS), el ruido no debe exceder valores considerados como tolerables para la salud humana, con el fin de evitar generar las afecciones descritas a

continuación.

2.14.1.1 Déficit o incapacidad auditiva.

Incapacidad provocada por la exposición a elevados niveles de ruido, ocasionando sordera parcial, es decir es una incapacidad social.

2.14.1.2 Desplazamiento temporal del umbral de audición. (TTS)

El desplazamiento temporal del umbral de audición consiste en un incremento del nivel de umbral producido por la presencia de ruido, existiendo recuperación total al cabo de un período de tiempo, siempre que no se repita la exposición al ruido.

2.14.1.3 Desplazamiento permanente de umbral de audición. (PTS)

El fenómeno del desplazamiento temporal del umbral de audición se va agravando con el paso del tiempo y la exposición al ruido. Cuando un individuo ha estado expuesto a numerosos TTS y durante largos períodos de tiempo (varios años), la recuperación del umbral se vuelve más lenta y parcial, al extremo de volverse irreversible, situación denominada PTS.

2.14.1.4 Interferencia en la comunicación oral.

La palabra es el medio de comunicación más importante entre los seres humanos. Para que esta comunicación sea correcta, para que exista una perfecta comprensión del mensaje, la inteligibilidad de la comunicación se reduce por efecto del ruido de fondo. El oído es únicamente un transductor, no discrimina entre fuentes de ruido. La separación e identificación de las fuentes sonoras ocurre en el cerebro, por lo que se cree que la interferencia en la comunicación oral durante las actividades laborales puede provocar accidentes causados por la incapacidad de oír llamadas de advertencia u otras indicaciones. Tanto en oficinas, escuelas y hogares, la interferencia en una conversación constituye una fuente importante de molestias.

2.14.1.5 Fatiga auditiva.

Es la disminución temporal de la capacidad auditiva provocada por exposición al ruido. El tiempo de recuperación depende de la intensidad del ruido y de la duración de la exposición, pudiendo oscilar entre horas y semanas.

2.14.2 Efectos fisiológicos no auditivos.

Además de las afecciones producidas por el ruido al oído, éste actúa

negativamente sobre otras partes del organismo, donde se ha comprobado que bastan 50 a 60 dB(A) para que se produzcan enfermedades relacionadas al estímulo sonoro. En presencia de ruido, el organismo toma una postura defensiva y hace uso de sus mecanismos de protección.

2.14.2.1 Efectos sobre el Sistema Nervioso Central.

Se han realizado estudios en encefalografía observándose que el ruido provoca modificaciones del ritmo de las corrientes cerebrales y una reducción e incluso supresión de la relación al estímulo luminoso. Las alteraciones del electroencefalograma se presentan con bastante regularidad durante la exposición a ruidos continuos del orden de 90 dB. Ruidos del orden de 130 dB modifican las corrientes cerebrales, asemejándose a la curva encontrada en estado agónico.

2.14.2.2 Efectos sobre el Sistema Cardiovascular.

Produce, por lo general, alteraciones en el ritmo cardiaco, aunque no hay un acuerdo común entre las investigaciones, ya que estas alteraciones se deban al efecto de alarma producido sobre el organismo.

Según estudios realizados, se ha constatado en personas mayores de 40 años, con una larga exposición al ruido, un aumento significativo de morbilidad cardiovascular por infarto de miocardio.

2.14.2.3 Efectos sobre el Aparato Respiratorio.

En general, se produce un aumento de la frecuencia respiratoria y aunque la influencia del ruido sobre el sistema respiratorio es real, no se manifiesta sino hasta luego del paso de unos años. Cuando el ruido cesa, la frecuencia respiratoria vuelve a la normalidad. Se ha descartado que estos efectos sean de origen emocional, ya que aparecen aunque la persona esté dormida.

2.14.2.4 Efectos sobre el Aparato Digestivo.

El ruido puede generar alteraciones en la secreción ácida del estómago.

Hay mayor incidencia de úlceras, cólicos y otros trastornos gastrointestinales en personas sometidas a ruido que en las que no lo están.

2.14.2.5 Efectos en el equilibrio.

Se necesitan niveles de ruidos muy intensos, superiores a 110 dB para provocar vértigos, pérdida de equilibrio, marcha inestable y náuseas. Ruidos

aún más intensos que los anteriores, pueden dar lugar a cuadros más o menos graves. Cesado el ruido intenso, las náuseas y los mareos pueden persistir algún tiempo.

2.14.2.6 Efectos sobre la Visión.

En personas expuestas a 110 dB se observa a un estrechamiento del campo visual y modificaciones en la percepción del color.

2.14.2.7 Efectos Psicológicos.

La Psicoacústica es un área que se dedica a investigar sobre las alteraciones psíquicas que provoca el ruido en tareas de vital importancia para el desenvolvimiento humano.

2.14.2.8 Efectos sobre el sueño.

El ruido puede provocar dificultades para conciliar el sueño y también despertar a quienes ya están dormidos. Existen muchos estudios de campo y de laboratorio acerca de los efectos de los sonidos sobre el sueño y se ha comprobado que sonidos del orden de los 60 dbA, reducen la profundidad del sueño.

2.14.2.9 Alteraciones psíquicas producidas por el ruido.

Se pueden citar como expresión de las alteraciones psicológicas producidas por el ruido la irritabilidad, la astenia, la susceptibilidad exagerada, alteraciones del carácter, alteraciones de la personalidad, trastornos mentales, disminución de la concentración, inseguridad, inquietud, etc., y que, con prolongadas exposiciones a ruidos de alta intensidad, conduce en un elevado número de casos a auténticos trastornos de la personalidad.

2.14.2.10 Efectos sobre la conducta.

La aparición súbita de un ruido, o la presencia y persistencia de un agente sonoro molesto para la persona, pueden producir alteraciones en su conducta que, al menos momentáneamente, puede hacerse más agresiva, o mostrar la persona un mayor grado de desinterés o irritabilidad.

2.14.2.11 Efectos en la memoria.

En tareas donde se utiliza la memoria, se observa un mejor rendimiento en personas que no han estado sometidas al ruido. Ya que con el ruido crece el nivel de activación de la persona, que en un inicio puede ser ventajoso, en

relación con el rendimiento en cierto tipo de tareas, resulta que lo que produce es una sobre-activación que conlleva un descenso en el rendimiento.

2.14.2.12 Efectos en la atención.

El ruido afecta a la atención, focalizándola hacia los aspectos más importantes de la tarea, en perjuicio de aquellos otros aspectos considerados de menor importancia.

2.14.2.13 Estrés.

Está casi probado que el ruido se considera como un elemento estresante y no sólo los ruidos de alta intensidad son los nocivos. Ruidos incluso débiles, pero repetitivos pueden generar perturbaciones neurofisiológicas aún más importantes que los ruidos intensos.

El ruido de baja intensidad, donde su fuente, repetición o significación, introduce una percepción subjetiva, puede causar molestias psicológicas y dolencias graves que no están relacionadas a los aspectos físicos del oído.

3. Situación actual del sector.



Figura 7. Fotografía del ingreso principal al Aeropuerto Internacional Cotopaxi.

Tomada de Google Earth 6.1

Debido al enfoque del tema en desarrollo, antes de proceder a realizar la evaluación de la situación actual de las zonas de influencia del aeropuerto de la Ciudad de Latacunga, fue necesario realizar varios procedimientos que facilitarían el desarrollo del proyecto en mención, ya que el aeropuerto, además forma parte de las instalaciones de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, las mismas que están consideradas como una Base Militar restringida, situación por la cual se complicaría, en cierto porcentaje, la adquisición de ciertos datos técnicos.

3.1 Adquisición de datos y recursos.

Los procedimientos necesarios para iniciar la evaluación de las zonas de influencia del aeropuerto son los siguientes:

- Solicitar a la Dirección General de Aviación Civil, se autorice iniciar el estudio en mención, para poder acceder a las instalaciones del aeropuerto y solicitar datos técnicos necesarios.
- Solicitar al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos el número de habitantes y la distribución por zonas del sector de influencia del

aeropuerto para realizar el cálculo del número de encuestas que deben efectuarse y posteriormente evaluar el número de personas que, de ser el caso, resultarían afectadas.

- Adquirir el software de modelamiento de aeropuertos INM 7.0 para la elaboración del mapa de ruido que genera el aeropuerto.
- Solicitar al Director de Planificación Urbana del Municipio de Latacunga, autorice la entrega del mapa de la ciudad en formato *.dxf* (Formato de archivo del software Autocad), para ubicar las zonas de estudio y posteriormente analizar el grado de afección que tiene cada una, de acuerdo al mapa de ruido del aeropuerto generado por el software antes mencionado.

Una vez que fueron completados todos los procedimientos descritos anteriormente, se procedió a iniciar con la evaluación de las zonas mencionadas, para lo cual se tuvo que seguir cierto orden de ejecución de procesos descritos en las siguientes secciones.

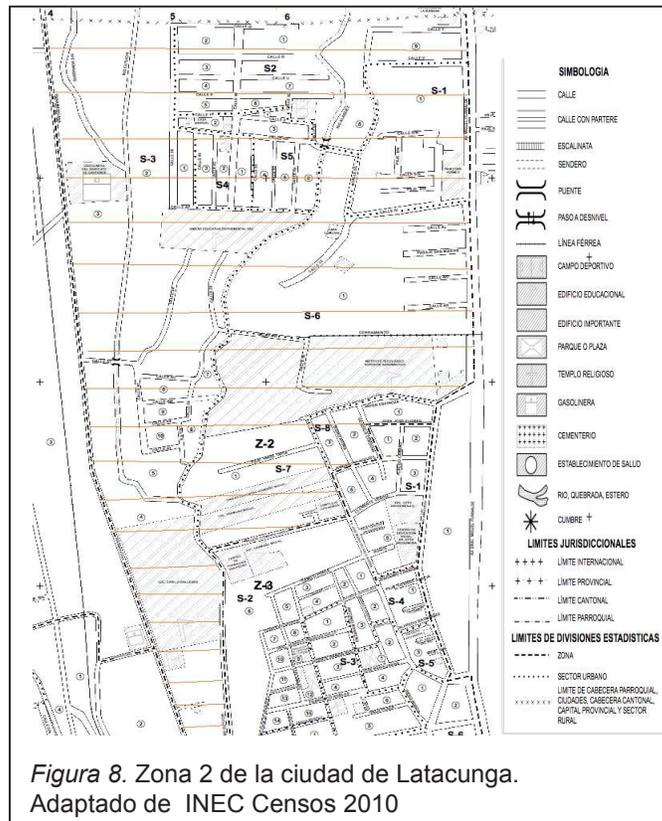
3.2 Selección de zonas de estudio.

La selección de las zonas de estudio, en este tipo de proyectos, depende de lo que se vaya a evaluar y los resultados que se deseen obtener, en este caso las zonas a estudiar, son aquellas ubicadas alrededor del aeropuerto, en las que se pretende evaluar el grado de afección que puede generar el ruido producido por el funcionamiento del aeropuerto.

De esta manera se procede a ubicar en el mapa de la ciudad las zonas consideradas de mayor afección.

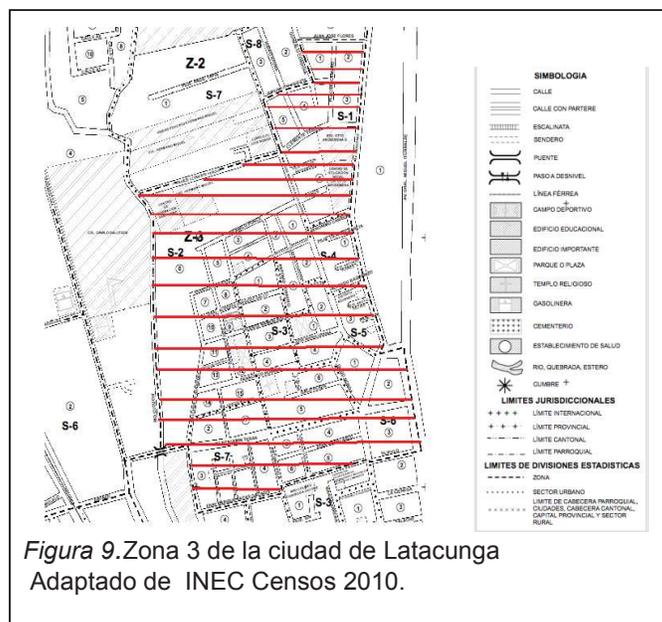
3.2.1 Zona 2

Sector Norte-Occidente con respecto al aeropuerto



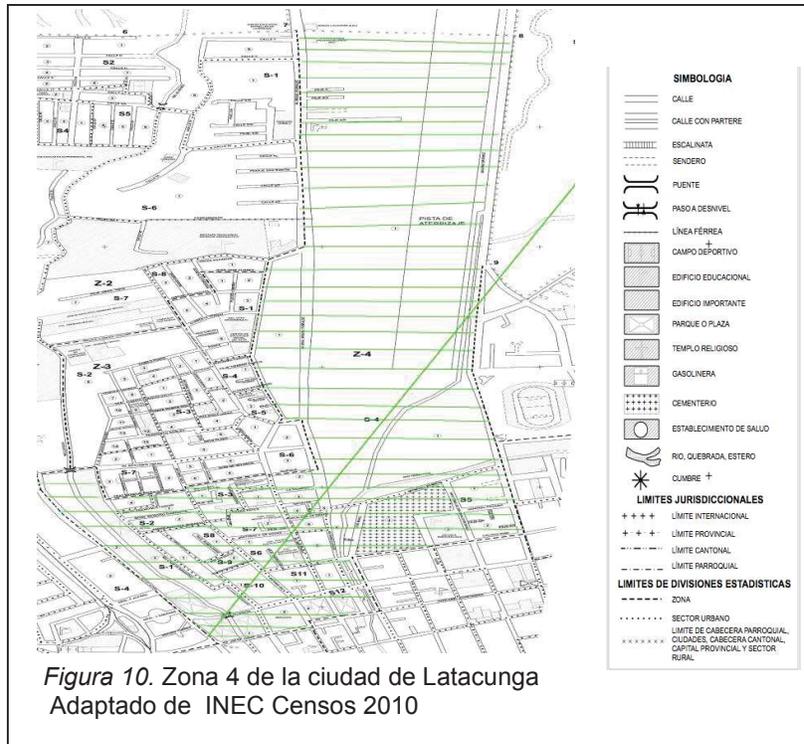
3.2.2 Zona 3.

Sector Sur-Occidente con respecto al aeropuerto.



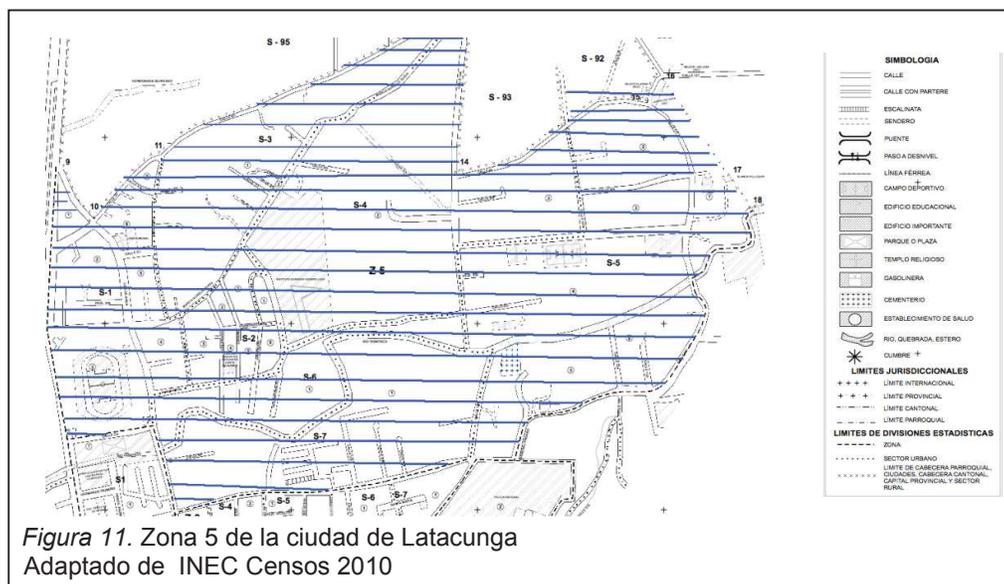
3.2.3 Zona 4.

Sector adyacente y parte del sector sur con respecto al aeropuerto



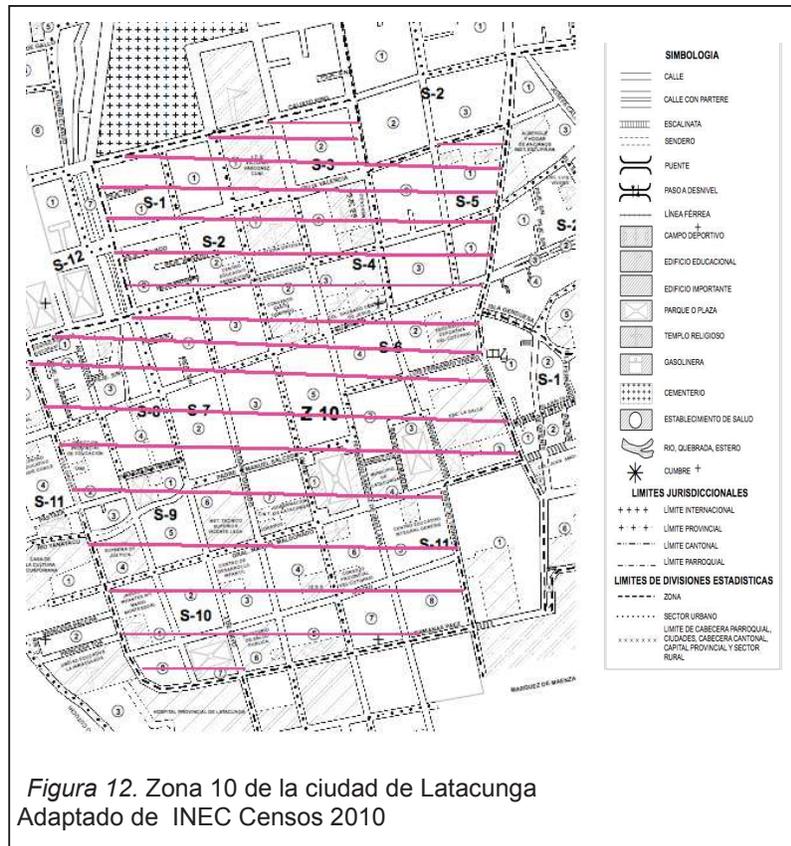
3.2.4 Zona 5.

Sector Oriental con respecto al aeropuerto.



3.2.5 Zona 10

Sector sur con respecto al aeropuerto.



3.3 Situación actual del sector por percepción de la población.

Los datos que se presentaran a continuación están basados en resultados obtenidos mediante el testeo a la población residente en las zonas descritas en la sección 3.1, a través de la encuesta que se realizó los días 18, 19, 20 de Julio del 2012, que tiene por objeto obtener información de la percepción que la población tiene en relación al ruido generado por el Aeropuerto Internacional Cotopaxi, y las actividades que en él se desarrollan.

3.3.1 Cálculo del número de encuestas

Según datos obtenidos a través del INEC año 2010, la población existente en las zonas de influencia del aeropuerto, está distribuida como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Número de Habitantes por zona.

Zonas	No. Habitantes
Zona 2	3015
Zona 3	2977
Zona 4	4182
Zona 5	1361
Zona 10	1589
TOTAL:	13124

Para determinar el número de encuestas que debían realizarse en las distintas zonas, se utilizó la fórmula 7, con la finalidad de calcular el número de la muestra (Número de encuestas a realizar).

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq} \quad (\text{Fórmula7})$$

Donde:

- n= Es el tamaño de la muestra.
- Z= Es el nivel de confianza (95%)
- p= Es la variabilidad positiva (50%).
- q= Es la variabilidad negativa (50%).
- N= Es el tamaño de la población.
- E= Es el error (5%)

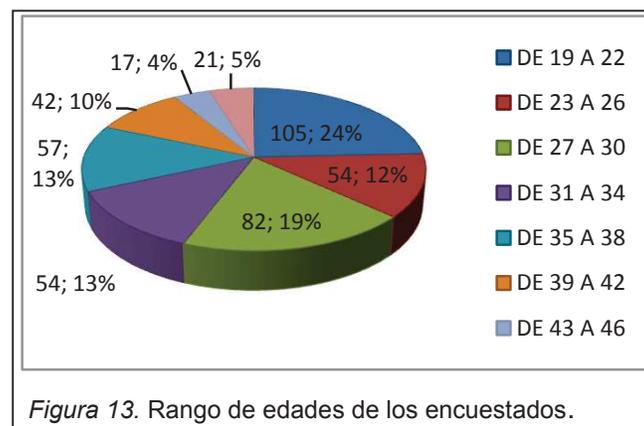
Una vez hechos los cálculos necesarios, el número de encuestas a realizarse en cada zona, se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Numero de encuestas por zona.

Zonas	No. Encuestas
Zona 2	88
Zona 3	86
Zona 4	88
Zona 5	85
Zona 10	85
TOTAL:	432

3.3.2 Resultados de la encuesta.

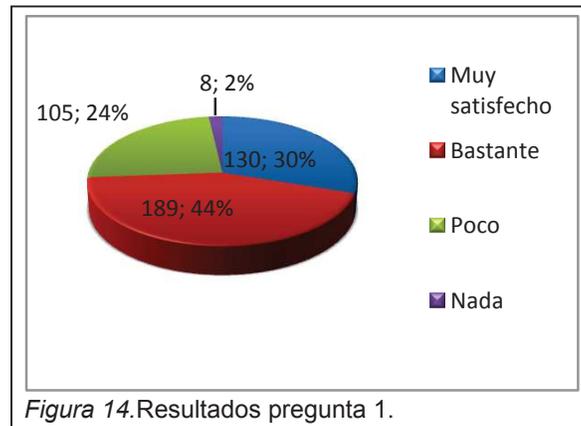
De un total de 432 encuestados, en la figura 13, se puede observar en número y porcentaje de encuestados en cada rango de edad.



Se decidió encuestar a la población dentro del rango de los 19 a 50 años de edad, ya que a partir de los 19 años, las personas empiezan a tomar conciencia de los efectos negativos que podría causar la exposición a elevados niveles de ruido, ya que en edades menores, no se toma en cuenta dichos efectos e incluso se hacen uso de audífonos, se escucha música en niveles altos, etc., sin tomar en cuenta el daño que pueden ocasionar al sistema auditivo. Por otra parte se estableció el análisis hasta personas de 50 años, ya

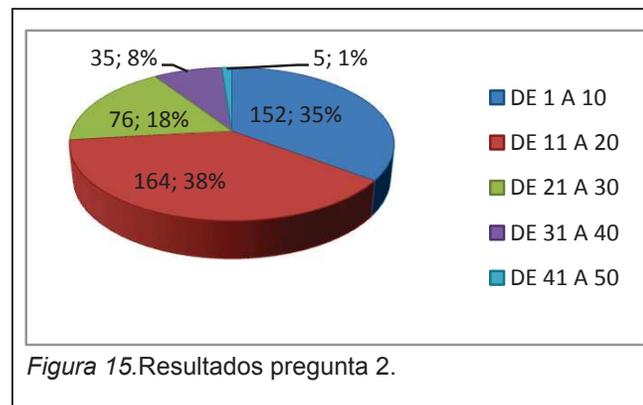
que según estudios médicos, como consecuencia del envejecimiento de las personas, el sistema auditivo empieza a perder su capacidad, resultando así varios sonidos molestos para unas personas o imperceptibles para otras.

De 432 encuestados, la figura 14 muestra el grado de satisfacción del lugar de residencia que perciben los habitantes de las zonas evaluadas.



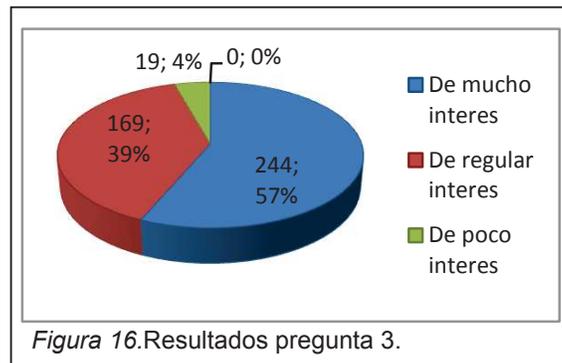
De lo que se puede observar que el 44% de los encuestados, están bastante satisfechos y el 30% están muy satisfechos de su barrio, esto debido a factores de desarrollo económico, actividades comerciales, etc., sin importar las consecuencias negativas que el ruido generado por el funcionamiento del aeropuerto podría ocasionar en la población, mientras que el 24% y 2% están poco y nada satisfechos respectivamente.

Se muestra a continuación en la figura 15, en porcentaje y numero el tiempo de residencia de las personas encuestadas.



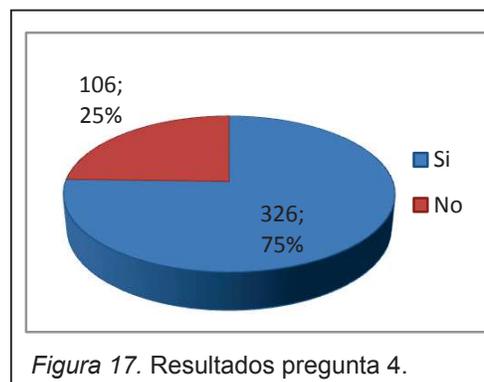
El tiempo de residencia, se lo dividió en periodos de 10 años, de acuerdo a las respuestas obtenidas, de lo que se puede observar que el mayor porcentaje de residencia lo tiene el periodo de 11 a 20 años con un 38% del total, seguido del periodo de 1 a 10 años con un 35% del total, siendo un tiempo idóneo de residencia para detectar la existencia de algún problema en determinada zona.

En la figura 16, se puede observar el rango de interés que tienen los habitantes sobre el medioambiente.



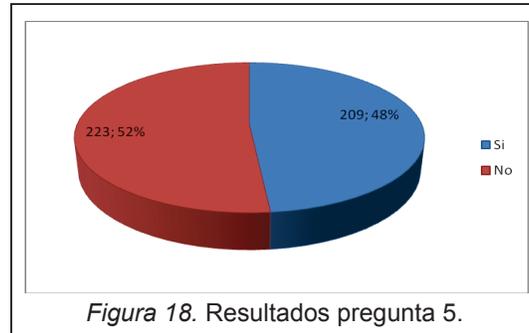
Del gráfico anterior, se puede observar que, del total de encuestados, el 57% considera de mucho interés al medio ambiente, seguido del 39% que lo considera de regular interés, mientras que un 4% lo considera de poco interés, resultados que muestran que para la mayoría de encuestados, el medio ambiente es de vital importancia por lo que se debería procurar no degradarlo.

En la figura 17, se pueden observar en número y porcentaje, el nivel de conocimiento de los encuestados sobre los factores que producen contaminación ambiental.



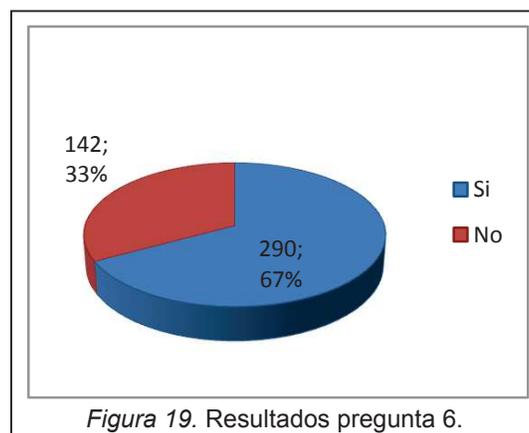
De acuerdo al grafico anterior se puede notar que un 75% de los encuestados tienen conocimiento de los factores que producen contaminación ambiental, mientras que un 25% ignoran los mencionados factores.

Se puede observar en la figura 18, en número y porcentaje el conocimiento que tienen los habitantes sobre el ruido como contaminante ambiental.



Datos que muestran que el 48% de los encuestados conocían que el ruido es un contaminante ambiental, mientras que el 52% lo desconocían, viéndose necesario realizar actividades que permitan dar a conocer los efectos que puede causar el ruido en la salud de las personas.

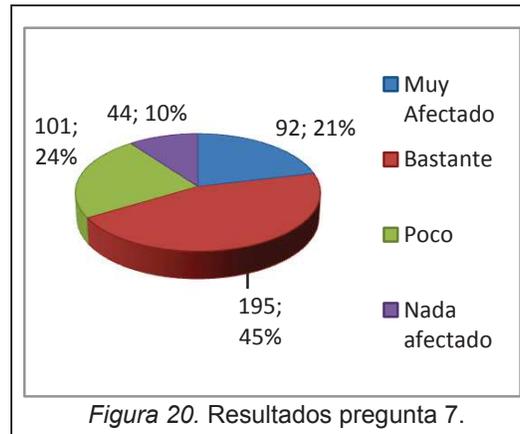
En la figura 19, se presenta la existencia o no de problemas de ruido causadas por el aeropuerto, según la percepción de los habitantes



De donde el 67% de los encuestados consideran que en determinadas zonas, existen problemas de ruido a causa del funcionamiento del aeropuerto,

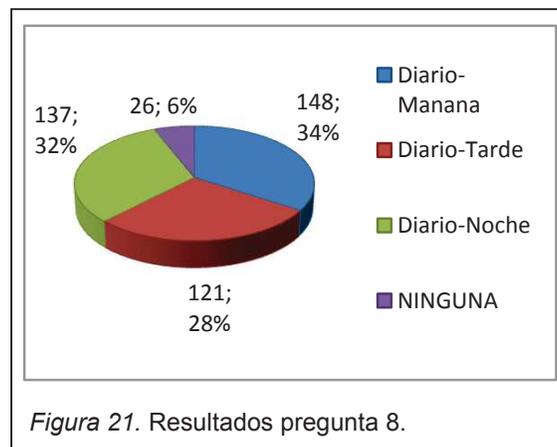
mientras que un 33% considera que no, de lo que se puede deducir que es necesario tomar acciones para mitigar esos problemas.

En la figura 20, se muestra el grado de afección que tiene la gente que considera la existencia de problemas de ruido debido al aeropuerto.



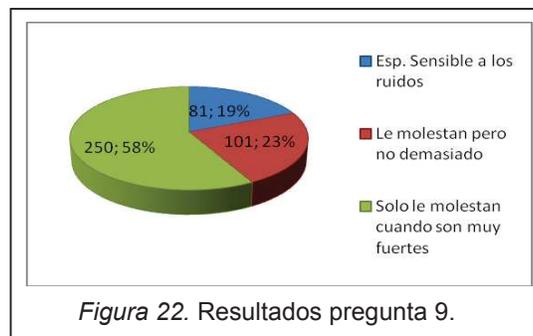
De donde se puede observar que el 45% de los encuestados, consideran estar bastante afectados, mientras que el 24% considera estar poco afectado, el 21% muy afectado y el 10% nada afectado, de lo que se puede deducir que el problema de ruido a causa del aeropuerto ya es percibido y afecta en cierto grado a la población no siendo crítico y constante, debido al poco tiempo de funcionamiento regular del aeropuerto.

Se muestra en la figura 21, el periodo del día en el cual los habitantes consideran más molesto el ruido generado por el aeropuerto.



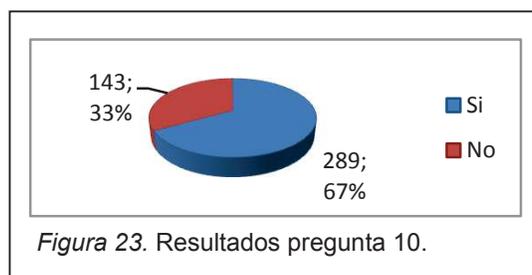
De acuerdo al gráfico anterior el 34% de los encuestados considera estar afectado por problemas de ruido por el funcionamiento del aeropuerto en la mañana, debido a que en ese horario, existe mayor frecuencia de vuelos, mientras que el 32% considera estar afectado en la noche, ya que los aviones de carga que arriban con mayor frecuencia en la noche, emiten un nivel de ruido mayor. El 30% considera estar afectado en la tarde, nivel menor a los anteriores, ya que la operación del aeropuerto en ese horario es escasa, mientras que el 6% considera no estar afectado en ninguno de los horarios.

La figura 22 muestra la sensibilidad de los habitantes ante el ruido



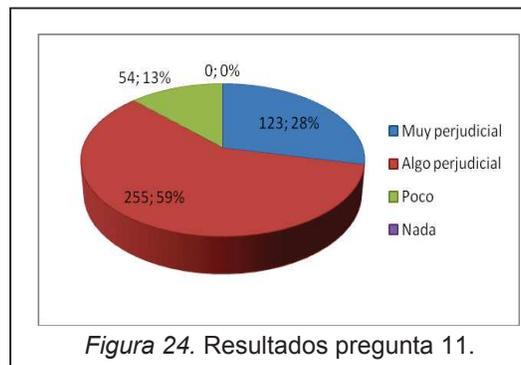
El 58% de los encuestados considera que los ruidos solo les molestan cuando son muy fuertes, mientras que el 23% considera que les molestan pero no demasiado y un 19% consideran ser especialmente sensibles a los ruidos. De lo que se puede deducir que el ruido del aeropuerto puede resultar molesto para el 58% de los encuestados por los niveles de ruido que emiten los aviones al despegar o aterrizar.

La figura 23, muestra el grado de conocimiento de los habitantes sobre los efectos del ruido en la salud.



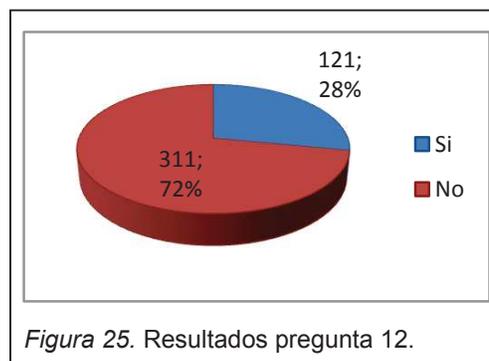
De lo que el 67% de los encuestados conocen que exponerse a determinados niveles de ruido, podría causar problemas de salud, mientras que el 33% lo ignoran, siendo evidente que deberían tomarse acciones que permitan minimizar la presencia de ruido.

La figura 24, muestra el grado en el que los habitantes consideran perjudicial el funcionamiento del aeropuerto en su entorno.



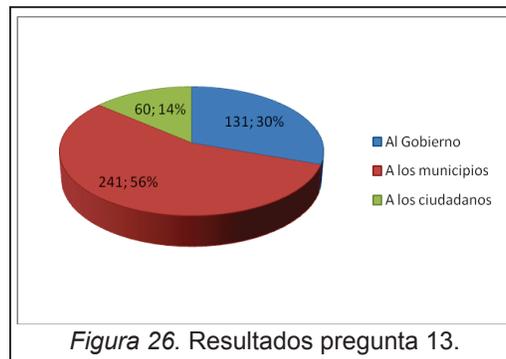
De lo que el 59% de los encuestados, considera que el ruido generado por el funcionamiento de un aeropuerto es algo perjudicial debido a que aún no es un problema constante en determinadas zonas por el poco tiempo de funcionamiento regular del aeropuerto, mientras que el 28% lo considera como muy perjudicial y 13% como poco perjudicial.

La figura 25, muestra la satisfacción de los habitantes ante la legislación actual que controla el ruido.



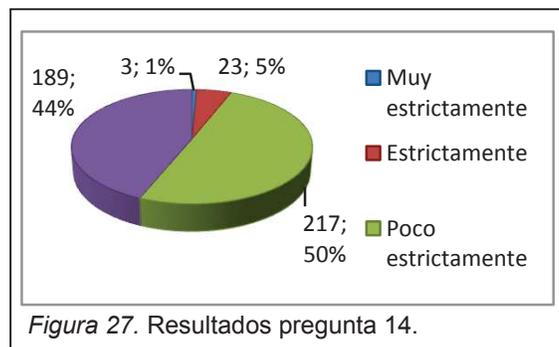
De lo que el 72% de los encuestados considera que la legislación actual que regula el tema de ruido y contaminación acústica no es suficiente, y el 28% restante considera que sí, de lo que se puede deducir que es necesario tener una legislación de ruido aplicable en el medio, que permita controlar de manera real la contaminación ambiental por ruido.

La figura 26, muestra sobre quien recae la responsabilidad de hacer frente a los problemas de ruido según el criterio de la población.



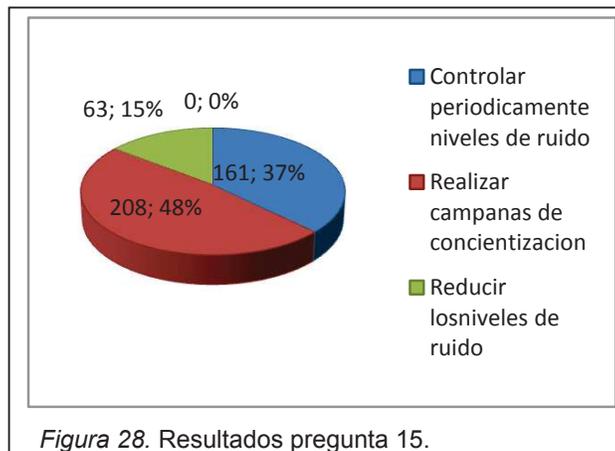
De lo que el 56% de los encuestados considera que a los municipios son a quienes corresponde hacer frente a los problemas de ruido y contaminación acústica y velar por el bienestar común de sus habitantes. El 30% de encuestados considera que a quien corresponde esa responsabilidad es al gobierno, como autoridad máxima a nivel nacional y el 14% considera que esa responsabilidad le corresponde a los ciudadanos.

La figura 27, muestra la severidad con que los habitantes consideran se aplica la normativa.



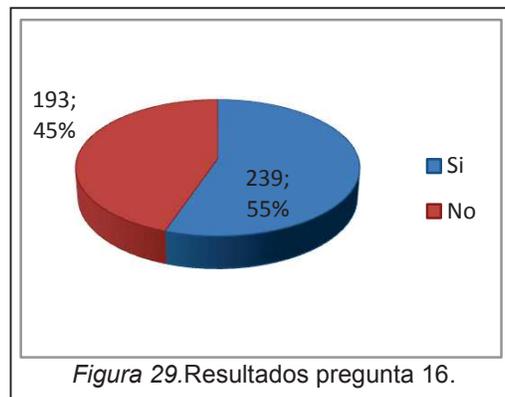
Del gráfico anterior se pudo determinar que el 50% de los encuestados considera que en la práctica las leyes y normas, que regulan el tipo de problemas mencionados anteriormente, no se aplican a cabalidad, al no ser evidente la toma de acciones reales que hagan cumplir las mismas, seguido del 44% de encuestados que consideran que no se aplican, debido a la existencia de elevados niveles de ruido en el medio. El 5% de los encuestados consideran que se aplican estrictamente y el 1% muy estrictamente, siendo notoria la necesidad de que sean más drásticas las sanciones que se impongan a quienes no cumplan la ley.

La figura 28, muestra a consideración de los encuestados, las medidas que se deberían tomar ante el ruido.



De lo que el 48% de los encuestados considera que una medida útil para luchar contra el ruido es realizar campañas de concientización de los efectos del ruido en las personas, el 37% considera que una posible solución es controlar periódicamente los niveles de ruido, y el 15% considera que se deberían reducir los niveles de ruido. Soluciones posibles que deberían ser tomadas en cuenta por las autoridades correspondientes, ya que son datos reales obtenidos mediante opinión de la ciudadanía.

La figura 29, muestra los resultados de los encuestados ante la posibilidad de un cambio de vivienda a causa del ruido.



De lo que el 55% de los encuestados respondió que si cambiaría su vivienda por una ubicada en una zona más tranquila y silenciosa, mientras el 45% restante respondió que no.

Estos resultados se deben a que la mayoría de personas prefieren residir en una zona de mayor actividad, en la que se puedan desarrollar económicamente, aun sin importar los riesgos que esto puede implicar, como es el caso de la zona del aeropuerto, ya que se ha incrementado el número y tipo de negocios en la misma.

3.3.3 Análisis de resultados de la encuesta.

Luego de analizar los resultados obtenidos en la encuesta, se determinó lo siguiente.

- La edad de los encuestados está dentro del rango establecido de interés por las causas descritas en la sección 3.3.2.

Mediante los resultados obtenidos en las preguntas 1, 2, 6, 7, 8,16, se pudo determinar que, de acuerdo al tiempo de residencia, la mayoría de los encuestados percibe la existencia de problemas de ruido en las zonas descritas la sección 3.,1 y el grado de afección producido varía según el horario de operación del aeropuerto pero, pese a ello, la mayor parte de los encuestados muestran estar satisfechos del barrio en el que residen debido al mayor desarrollo que experimenta una zona en donde funciona un aeropuerto; sin

embargo, la mayoría de los encuestados considera que de ser posible cambiaría de barrio de residencia.

En relación a los resultados obtenidos en las preguntas 3,4,5, se pudo determinar que la mayoría de los encuestados considera que el medio ambiente es de vital importancia, y la mayor parte de ellos conoce los factores que producen contaminación ambiental, pero un gran porcentaje ignora que el ruido está considerado como contaminante ambiental.

En cuanto a los resultados obtenidos en las preguntas 12, 13, 14, 15 se pudo determinar que la mayoría de los encuestados considera que la responsabilidad de controlar el ruido, en este caso, le corresponde al Municipio de la ciudad como principal institución encargada de velar por el bienestar común de los habitantes, y un gran porcentaje de los encuestados considera que sería de gran utilidad realizar campañas de concientización de los efectos que produce el ruido en las personas para minimizar la presencia del mismo, considerando la mayor parte de ellos que la legislación actual que regula el tema de ruido no es suficiente y tampoco cumple con el objetivo de controlar el ruido y sancionar a quienes infrinjan la ley.

En cuanto a las preguntas 9, 10, 11, la mayoría de los encuestados conocen que exponerse a determinados niveles de ruido podría ocasionar problemas de salud, por lo que la mayor parte de ellos considera molesto al ruido cuando tiene un nivel muy fuerte. En el caso de ruido generado por el funcionamiento de un aeropuerto, la mayoría considera que es algo perjudicial, al influir en su opinión, el ruido que produce el funcionamiento del aeropuerto de Latacunga, al tener una frecuencia de operaciones mínima durante el desarrollo del presente estudio.

Después de haber analizado y relacionado los resultados obtenidos a través de la encuesta aplicada, se concluyó que es necesario realizar un estudio que permita evaluar la situación actual, en relación a la afectación que produce el

ruido generado por el funcionamiento del aeropuerto, en la que se encuentran las zonas mencionadas en la sección 3.1, llevando a cabo procesos que serán descritos más adelante.

3.4 Modelamiento del mapa de ruido generado por el aeropuerto mediante el uso del Software INM 7.0.

Para la elaboración del mapa de ruido por medio del software INM 7.0, fue necesario adquirir varios datos necesarios para el modelamiento, detallados a continuación.

- Resumen de operaciones de las aeronaves de Abril a Junio del 2012, información obtenida en las oficinas del departamento técnico del aeropuerto, necesaria para configurar el tipo de operaciones y frecuencia en el software.
- Modelos y tipos de aeronaves que operan frecuentemente en el aeropuerto, información obtenida en el departamento técnico del aeropuerto.
- Cartas de aproximación por instrumentos (IAC), cartas de salida por instrumentos normalizadas (SID), obtenidas en las oficinas del departamento técnico del aeropuerto, necesarias para establecer las trayectorias que se deben seguir para realizar operaciones de aterrizaje y despegue.
- Información geográfica de la pista, obtenida en las oficinas del departamento técnico del aeropuerto, necesaria para configurar, modelar y ubicar la pista en el software.
- Información meteorológica (Temperatura, Humedad relativa, Velocidad del viento, Dirección del viento).

- Dimensiones de la pista.

3.4.1 Mapa de ruido de la situación actual.

La figura 30, describe los contornos de ruido generados por el aeropuerto, realizados únicamente a través del software INM 7.0 basado en las operaciones cuantificadas como se puede observar en el anexo 2, durante los meses de Abril, Mayo y Junio del 2012, como consecuencia de que no existen estaciones fijas de medición de niveles de presión sonora, de las cuales se puedan obtener datos que permitan compararlos con los resultados obtenidos mediante el software, ya que para compararlos se deberían realizar mediciones de nivel de presión sonora durante un año, esto como consecuencia que, los resultados entregados por el software, son un cálculo de un promedio anual de valores de niveles de presión sonora, dependientes del grado de operatividad de un aeropuerto, y en el caso del Aeropuerto Internacional Cotopaxi, el tiempo de operatividad continua, al momento de realizar el estudio era de 6 meses, siendo lo mencionado anteriormente, las razones principales para haber hecho uso solamente del software de modelamiento de aeropuertos INM 7.0.

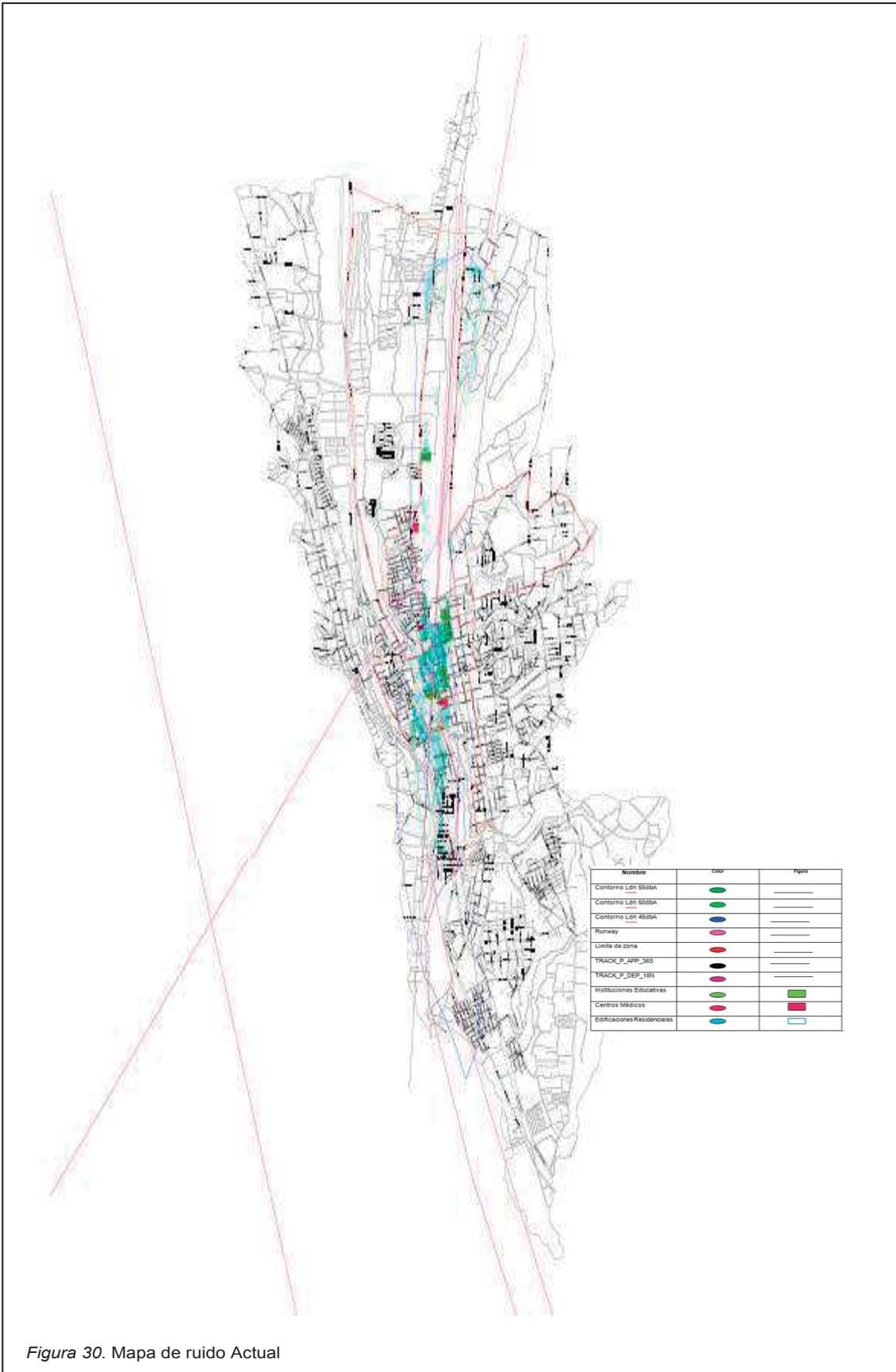


Figura 30. Mapa de ruido Actual

Al evaluar la situación actual, en la que el aeropuerto funciona con dos frecuencias de vuelo diarias, mediante el análisis de los contornos de nivel obtenidos por el software, se pudo determinar que el contorno de mayor nivel generado es el de 65dB, debido a que los valores de los contornos obtenidos en este mapa, se basan en el cálculo de operaciones anuales promedio que realiza el aeropuerto.

En cuanto a los resultados obtenidos al realizar la encuesta, en los que la población considera que si existen problemas de ruido como consecuencia del funcionamiento del aeropuerto, se debe a que este último entró en una etapa de operatividad en la cual las operaciones han ido aumentando paulatinamente, generando molestias a los habitantes especialmente en el despegue y aterrizaje diario de las aeronaves, momentos en los cuales las personas perciben molesto al ruido, razón por la cual no es posible relacionar los resultados obtenidos en el mapa, ya que para la elaboración del mismo se hace uso del promedio anual de operaciones efectuadas, mas no el número de operaciones diarias, mensuales, trimestrales o semestrales.

Por todo lo descrito anteriormente, se llegó a determinar que en la actualidad el ruido que genera el aeropuerto no alcanza niveles que superen los especificados en la tabla 1 del anexo 1, en las zonas descritas en la sección 3.2 , por lo tanto ninguna de ellas presenta incompatibilidad de usos de suelo, siempre y cuando se mantengan la misma cantidad de operaciones, trayectorias y tipo de aviones con los que está funcionando actualmente el aeropuerto, ya que al variar alguno de ellos, podrían generarse cambios drásticos en los niveles de los contornos de ruido.

Una vez que se evaluó la situación actual, así como también las causas y condiciones que la generaron, se decidió realizar un análisis predictivo de las consecuencias que se podrían presentar, al incrementarse el número de operaciones de dos a cien frecuencias de vuelo diarias, número estimado, en base a las frecuencias de vuelo diarias que se realizan en un aeropuerto

internacional, con la finalidad de determinar, si en estas condiciones el ruido que generaría el aeropuerto tendría mayores niveles en las zonas de influencia del mismo.

3.5 Análisis predictivo.

La predicción del comportamiento del ruido del aeropuerto, se realizó mediante la elaboración y análisis de un mapa de ruido predictivo que generaría el aeropuerto, considerando solamente un incremento en el número de frecuencias de vuelo diarios, que para este caso se determinó que serían 100, número estimado en base al número de vuelos diarios que se efectúan en un Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de la ciudad de Quito, al no contar con información adicional que se necesita para poder predecir con mayor exactitud el comportamiento de los contornos de ruido a través del INM 7.0, ya que se desconoce el tipo y número de operaciones que a futuro se van a realizar en el aeropuerto, así como también el tipo y modelo de aeronaves que harán uso frecuente del mismo.

Cabe destacar que, el incremento de operatividad del aeropuerto trae consigo un aumento del tráfico terrestre en sus alrededores, así como también demanda el uso frecuente de maquinaria dentro del aeropuerto, siendo estos dos últimos dos factores importantes que se deberían tomar muy en cuenta ya que, podrían elevar los niveles de ruido existentes, hasta el momento, en las zonas en las que se enfoca el estudio. Por esta razón, más adelante se plantean posibles soluciones que podrían ser aplicadas.

3.5.1 Mapa de ruido predictivo.

La figura 30, de acuerdo con lo descrito en el punto 3.4, muestra las zonas que estarían incumpliendo con el uso de suelos asignado a cada una de ellas y que por lo tanto estarían siendo afectadas a causa del incremento de operatividad del aeropuerto.

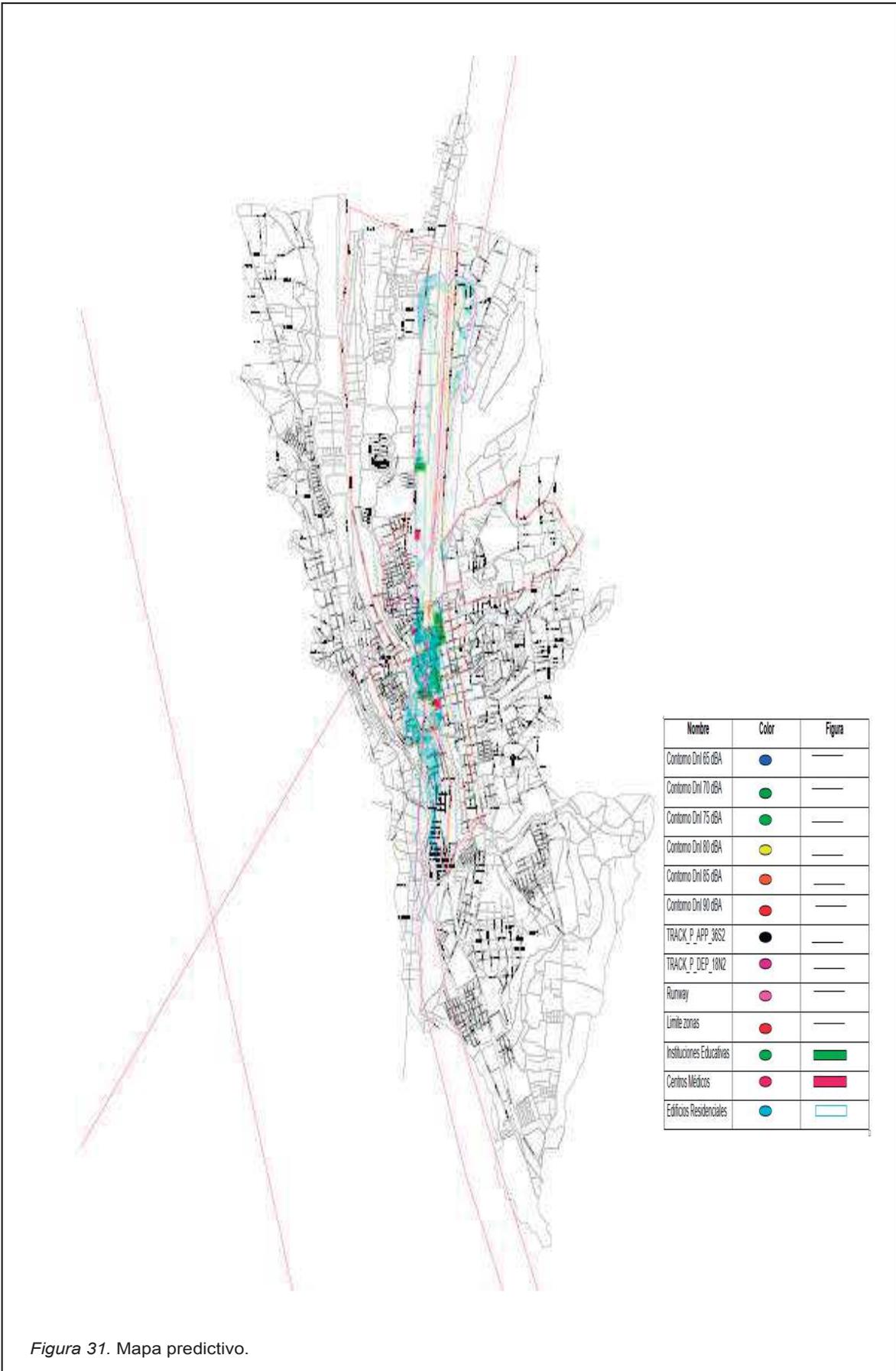


Figura 31. Mapa predictivo.

Del gráfico anterior, se pudo deducir que es necesario realizar un análisis exhaustivo, debido que se produjeron cambios en los niveles de los contornos, como consecuencia del incremento de actividad en el aeropuerto, razón por la cual se debió seguir la siguiente secuencia de análisis.

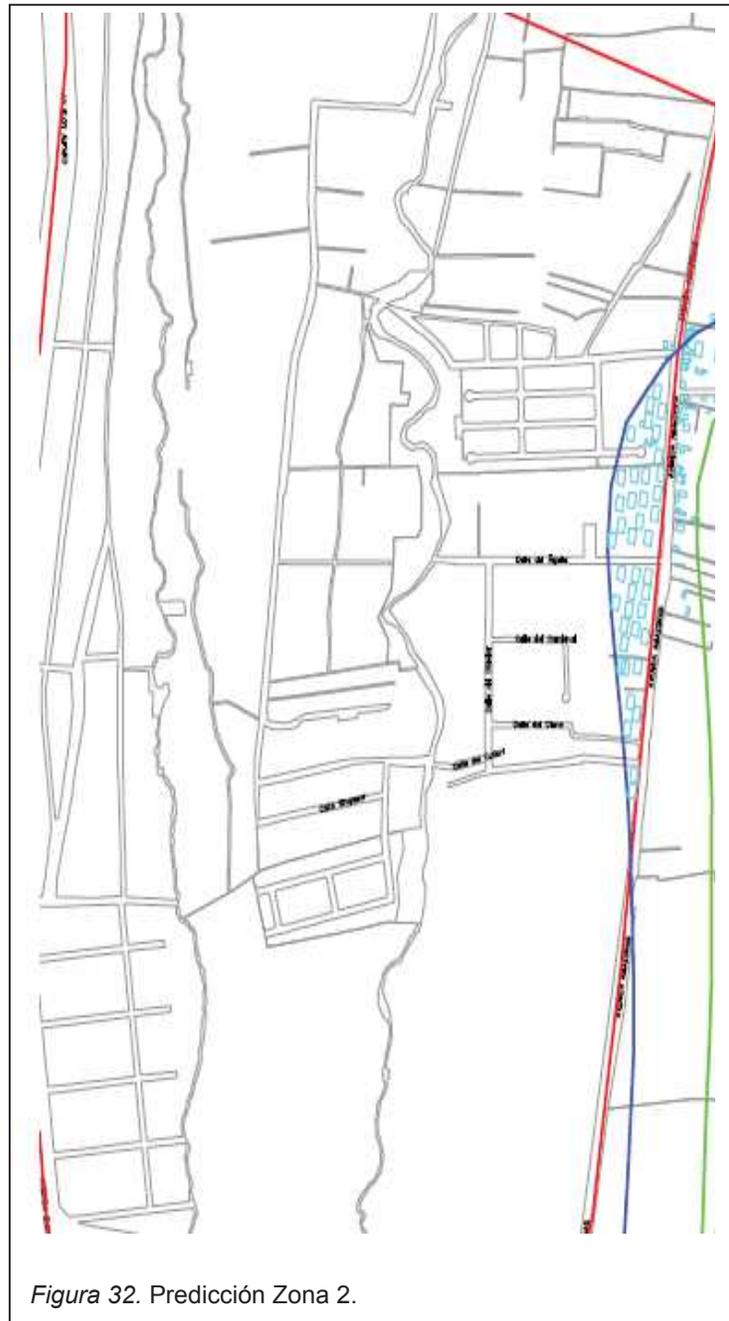
3.5.2 Análisis de compatibilidad de usos de suelo.

Mediante el uso de los contornos de ruido predictivos, generados por el software INM 7.0, la tabla 1 del Anexo 2 de la norma ambiental ecuatoriana del libro VI de la norma de ruido de aeropuertos MAE1 2006-06, se procedió a determinar si las zonas en las que está enfocado el estudio, presentan variaciones con respecto a los resultados obtenidos en la evaluación de la situación actual.

3.5.2.1 Incompatibilidad zona 2.

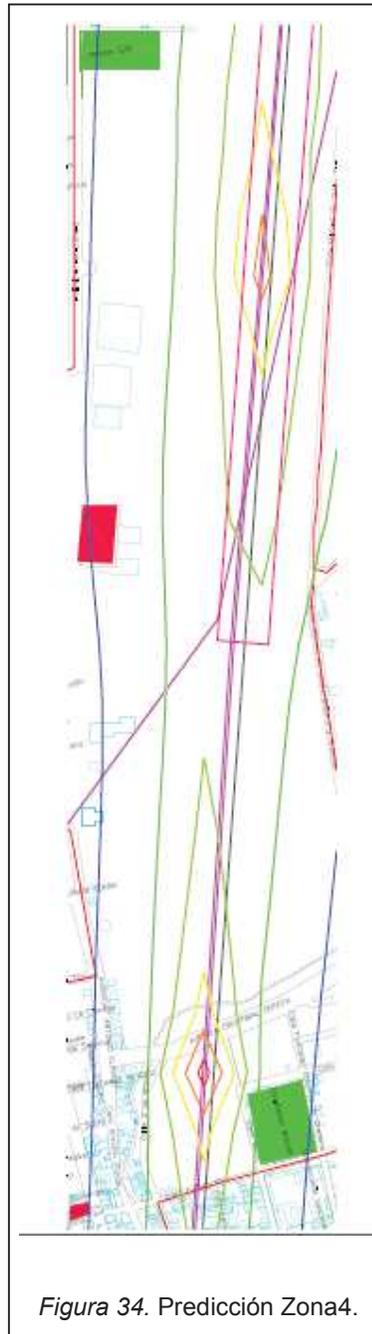
Se pudo determinar, a través de la figura 32 que, en la Zona 2, pese a que pudiera ser considerada como una de las zonas con mayor afección por influencia del ruido del aeropuerto por su ubicación se determinó que tan solo aproximadamente un 2% de su área total, incumple con el uso de suelos asignado a esta. Esta zona en particular, mediante el mapa de ruido, se puede observar que es de uso para viviendas unifamiliares, por lo que mediante la normativa se debería tener un nivel menor a 65dB (decibeles).

Al conocer, que existen 3015 personas habitando esta zona, se puede decir que aproximadamente 62 personas estarían habitando la sección incompatible, de acuerdo al contorno de ruido que tiene influencia en esta zona. Además, se puede observar que en esta parte de la zona que no cumple con el uso de suelos asignado, no existen edificios sensibles al ruido como lo especifica la normativa.



3.5.2.2 Incompatibilidad zona 3.

En este caso, la zona 3, de acuerdo a la figura 33, pese a que se consideró que podría resultar afectada por influencia del aeropuerto, por su ubicación, resultó no incumplir con el uso de suelos asignado a la misma, al no estar expuesta a ningún contorno de ruido mayor a 65dB.



3.5.2.4 Incompatibilidad zona 5.

Del total del área de la zona 5, a través de la figura 35, se puede observar en el mapa de los contornos de ruido que tan solo un 5% resulta presentar incompatibilidad de usos de suelo, y al tener un total de 1361 habitantes se estima que alrededor de 68 personas estarían siendo afectadas por el contorno

Tabla 4. Edificaciones sensibles en incumplimiento de la Normativa.

EDIFICACION	ZONA	NOMBRE	PERMITIDO POR LA NORMATIVA	Ldn 75	Ldn 70	Ldn 65	CONTORNO ACTUAL (Ldn)
Educativa	4	Colegio S/N	Bajo 65 dBA	N	N(1)	N(1)	65
Centro Médico	4	Policlínico FAE	Bajo 65 dBA	N	30	25	65
Centro Médico	4	Clínica Santa Cecilia	Bajo 65 dBA	N	30	25	65
Educativa	4	Colegio Simón Bolívar	Bajo 65 dBA	N	N(1)	N(1)	65-70
Educativa	10	Colegio Victoria Vascones Cuvi	Bajo 65 dBA	N	N(1)	N(1)	65
Educativa	10	Escuela Elvira Ortega	Bajo 65 dBA	N	N(1)	N(1)	65
Educativa	10	Centro educativo Parvulitos	Bajo 65 dBA	N	N(1)	N(1)	65
Educativa	10	Instituto Superior Vicente León	Bajo 65 dBA	N	N(1)	N(1)	65
Educativa	11	Unidad Educativa la Inmaculada	Bajo 65 dBA	N	N(1)	N(1)	70
Educativa	10	Jardín de Infantes María Montessori	Bajo 65 dBA	N	N(1)	N(1)	70
Educativa	10	Centro Infantil	Bajo 65 dBA	N	N(1)	N(1)	65
Centro Médico	11	Hospital Provincial Latacunga	Bajo 65 dBA	N	30	25	65-70

Nota: Para una mejor comprensión del contenido de la tabla, referirse al Anexo 1 literal 4.2.3.2.2.

a. 30, 25, 20= referirse Notas Tabla Anexo 1

Se puede determinar un total de 12 edificaciones sensibles al ruido, a continuación se realiza un análisis detallado.

-Dentro del contorno DNL 65 se puede determinar la existencia de las siguientes instituciones educativas.

- Colegio S/N.
- Colegio Simón Bolívar.
- Colegio Victoria Vascones Cuvi.
- Escuela Elvira Ortega.
- Centro educativo Parvulitos
- Instituto Superior Vicente León.
- Centro Infantil

De acuerdo con la normativa estas edificaciones sensibles al ruido deberían estar bajo los 65dB por lo que se especifica que, de ser considerado necesario por el municipio la existencia de estas unidades educativas dentro de este contorno, se deben aplicar medidas de atenuación sonora para lograr una reducción de niveles de ruido (RNR) desde el exterior hacia el interior de al menos 25 o 30dB.

Dentro del contorno DNL 70 se puede determinar la existencia de las siguientes instituciones educativas.

- Unidad Educativa la Inmaculada.
- Jardín de Infantes María Montessori.

Estas 2 unidades educativas estarían incumpliendo en mayor grado con la normativa vigente, al estar en el contorno DNL 70, al estar ubicadas en una zona en la que lo permitido por la normativa es un valor menor a los 65dB, por lo que sería necesario aplicar medidas de atenuación sonora para lograr una reducción de niveles de ruido (RNR) desde el exterior hacia el interior de al menos 25 o 30dB.

Se pudo identificar además, los siguientes centros de atención médica dentro de los contornos DNL 65 y 70:

- Policlínico FAE
- Clínica Santa Cecilia.
- Hospital Provincial Latacunga.

Según la normativa vigente, los centros de atención médica en este caso requieren la incorporación de medidas para lograr una reducción de niveles de ruido(RNR) de 20, 30 o 35 dbA, como parte del diseño o construcción de la estructura. Luego de analizar todo lo descrito, se pudo determinar que el total aproximado de personas que resultarían directamente afectadas por el ruido del aeropuerto, debido al incremento de sus operaciones, es de 3246.

4. Plan de control de ruido.

El propósito de un Plan de Manejo Ambiental no es solamente de mejorar el entorno y la calidad de vida de la población, sino fundamentalmente de prevenir y minimizar los potenciales impactos que el sistema de manejo genere durante su construcción y posterior operación, siendo varias las acciones que podrían tomarse. Tomando en cuenta normas internacionales descritas en el Manual de Planificación de aeropuerto de la OACI, se determino que existen tres etapas en las cuales se puede generar un plan de control de ruido, siendo estas las siguientes:

- Etapa de construcción
- Etapa de Operaciones
- Etapa de Abandono

Debido a que en la etapa de construcción, para este caso, no se pudo tener influencia, se considerara tomar a la etapa de operaciones como principal punto para considerar el plan de control de ruido que es necesario en muchas de las zonas de afección determinadas en el anterior capítulo.

4.1 Plan de control de ruido durante las Operaciones.

Se debe considerar que no solo el despegue y aterrizaje de un recinto

aeroportuario es el que genera el impacto, ambiental además se debe considerar el completo funcionamiento de las instalaciones, aspecto muy importante a la hora de proponer posibles soluciones para disminuir los índices de ruido en las zonas de afección.

En la tabla 5, se puede observar un resumen de las actividades que se realizan durante la operación de un aeropuerto, indicando cuales de estas originan un aumento del nivel de ruido.

Tabla 5. Acciones del proyecto que genera impacto por el ruido en la etapa de operación de un Aeropuerto.

Acciones del proyecto	Tipología de proyectos aeroportuarios			
	Aeródromos			
	Comerciales Existentes	Civiles Existentes	Comerciales Nuevos	Civiles Nuevos
Tráfico de aeronaves	X	X	X	X
Tráficos de vehículos de tierra	X	X	X	X
Servicios básicos a pasajeros	-	-	-	-
Movimiento de carga	X	-	X	-
Mantenimiento y limpieza general	-	-	-	-
Mantenimiento de infraestructura horizontal	-	-	-	-
Mantenimiento de aeronaves	X	X	X	X

Tomado de MIDEPLAN, "Manual para la Evaluación Ambiental de Proyectos Aeroportuarios en la etapa de Pre inversión", 1998.

Además se debe considerar que las actividades descritas en la tabla 5, generan contaminación ambiental por ruido, debido a las maquinarias que se utilizan durante su ejecución y la frecuencia con que se realizan.

Las molestias que podrían ser percibidas por los habitantes dentro de las zonas de afección, dependen de muchos factores, entre los cuales figuran: el nivel de presión acústica, distribución de las frecuencias dentro del rango audible, duración del ruido, trayectoria del vuelo, incluyendo los perfiles de despegue y aterrizaje, número de operaciones, procedimientos operacionales e incremento de tráfico terrestre, etc.

Se considera que las acciones adoptadas durante la etapa de operación de un aeropuerto, pueden resultar ser más directas en el receptor, ya que actúan sobre las pistas, las rutas y las operaciones.

4.2 Propuesta de medidas aplicables para la mitigación de ruido.

4.2.1 Capacitación a los funcionarios del aeropuerto del problema del ruido.

Es importante como primera acción capacitar a los funcionarios de un aeropuerto sobre las afecciones que puede producir la exposición al ruido de los aviones y de las formas de prevenir este impacto en la salud, y así poder crear conciencia del problema real que ocasiona el ruido.

4.2.2 Implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Al aplicar un SGA como la ISO 14000 que es una norma aceptada internacionalmente, en la que se indica cómo establecer un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) efectivo, está diseñada para conseguir una reducción de los impactos en el ambiente y, con el apoyo de las organizaciones e instituciones, podría ser aplicable. La norma ISO 14000 está enfocada a organizaciones o instituciones de cualquier tipo, que busquen reducir los impactos en el ambiente y cumplir con la legislación vigente. En el caso del Aeropuerto Internacional Cotopaxi, la aplicación de un SGA, puede generar una serie de beneficios que ayudarán a mitigar todos los impactos ambientales que ocasiona el funcionamiento del mismo, entre ellos el ruido, ya que al adoptar un SGA en este medio, se verían obligados a cumplir con las normas medio ambientales vigentes.

No solo es importante aplicar un SGA para mitigar los impactos generados por el ruido, sino que con su aplicación aumenta la eficacia de la organización o institución, en este caso, aseguraría que el aeropuerto funcione correctamente y se mantenga conforme a la ley, y obligando a evaluar factores de importancia para la actividad laboral, como: la salud y capacitación de los funcionarios, aspectos importantes para crear conciencia de las verdaderas consecuencias que puede producir la exposición al ruido.

4.2.3 Restricciones en el uso de aeronaves ruidosas.

Es posible utilizar las normas de homologación de ruido para la protección del medioambiente incluidas en el Anexo 16 de la OACI, esto con el objetivo de imponer restricciones al uso de aeronaves excesivamente ruidosas,

además se puede conceder incentivos como por ejemplo en las tasas de uso del aeropuerto a las líneas que utilicen flotas menos ruidosas.

4.2.4 Reducción del ruido emitido por el chorro del turboreactor.

Unas de las recomendaciones importantes en el manual de planeamiento de aeropuertos, consiste en la reducción del ruido por el chorro del turboreactor, se puede intentar disminuir la velocidad de los gases de escape y su turbulencia, mediante los posibles siguientes métodos:

- Transformación del flujo de los gases de salida de Alta velocidad y pequeña masa, en un flujo de baja velocidad y elevada masa, mediante difusora y aspiradora, pantallas perpendiculares al chorro o toberas de doble flujo.
- Aumento del espesor de la zona de tobera, donde se mezclan los gases de combustión y el aire atmosférico, mediante dispositivos de tipo dentado o con toberas corrugadas.

4.2.5 Reducción de potencias de las aeronaves.

Es posible, según el manual poder utilizar procedimientos de reducción de potencia de las aeronaves, justo antes de sobrevolar la zona habitada, como se muestra en la Figura 39.

Este procedimiento es efectivo si esa zona habitada está situada a una distancia media, ya que si no se podrían generar riesgos de seguridad en dichas zonas, solución que en este caso es viable, en el caso que las operaciones de despegue y aterrizaje se den en la cabecera norte del aeropuerto, ya que es escasa la presencia de edificaciones y viviendas en ese sector.

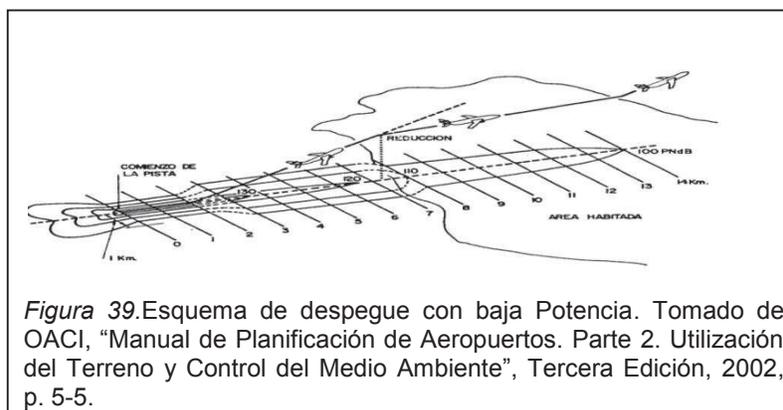


Figura 39. Esquema de despegue con baja Potencia. Tomado de OACI, "Manual de Planificación de Aeropuertos. Parte 2. Utilización del Terreno y Control del Medio Ambiente", Tercera Edición, 2002, p. 5-5.

4.2.6 Ángulo de subida modificado.

Este método se usa para poder elevar la aeronave con mayor rapidez, de este modo se puede reducir la influencia del ruido en áreas más lejanas al aeropuerto, sin embargo esto demanda del uso de más potencia en los motores siendo esto un problema en las zonas más cercanas del mismo y así aumentando los índices de ruido en zonas cercanas, solución que sería viable en el caso de que las operaciones de despegue y aterrizaje, se efectúen en la cabecera norte del aeropuerto, donde es escaso el número de viviendas y edificaciones.

4.2.7 Prohibición de vuelos nocturnos

Varios aeropuertos Europeos usan este tipo de medidas, de esta manera se elimina por completo las posibles molestias nocturnas, sin embargo se hace necesario la aplicación de restricciones a esta medida por temporadas y no afectar al sector comercial del aeropuerto, solución que resulta viable en la actualidad por la escasa frecuencia de vuelos del aeropuerto, pero de incrementarse la operatividad del mismo sería posible solamente en ciertas épocas en las que no se afecte en gran magnitud a la actividad comercial.

4.2.8 Prohibición de operaciones de mantenimiento durante la noche.

Al igual que con los vuelos se prohibir operaciones de mantenimiento a los motores de las aeronaves durante periodos nocturnos los cuales generan importantes índices de contaminación.

4.2.9 Construcción de Barreras acústicas para prueba y calibración de motores.

La construcción de barreras acústicas para las operaciones de las aeronaves en tierra tales como, calentamiento de turbinas y calibraciones en los talleres, en este caso, sería de mucha utilidad para disminuir el ruido en los alrededores y su diseño dependerá del tipo y modelos de aviones que hagan uso frecuente de las instalaciones del aeropuerto, y de esta manera poder conocer cuántos decibeles se deben atenuar y con esto los materiales que se deberían emplear para lograrlo.



Figura 40. Modelos de barrera acústica en sector de calentamiento de turbinas, Stopson, (9 de septiembre de 2012). Pantallas, barreras y persianas acústicas. Recuperado de <http://www.stopson.com/webs/barreras.html>

4.2.10 Reducción de los tiempos de espera.

Una solución recomendable para reducir los niveles de ruido en un aeropuerto consiste en disminuir los tiempos de espera en tierra de esta manera se reduce el tiempo en que los aviones están en las instalaciones con las turbinas encendidas.

4.2.11 Restricciones de velocidad a vehículos terrestres.

El incremento de actividad en un aeropuerto, genera un aumento del tráfico terrestre en sus alrededores, contribuyendo a que se eleve el nivel de ruido en zonas cercanas, razón por la cual, una posible solución es reducir a la mitad la velocidad de los automotores con lo que se podría reducir hasta 9 dB, siendo esta una manera eficaz de reducir los niveles de ruido.

4.2.12 Utilización de rutas alternativas de acceso al aeropuerto.

La canalización del tráfico por vías alternas que proporcionan acceso al aeropuerto, pueden descongestionar algunas zonas de esta manera reduciendo el índice de ruido por tráfico rodado.

4.2.13 Limitación del uso de suelo alrededor de un aeropuerto.

Uno de los métodos más apropiados para reducir los impactos por el ruido en la vecindad del los aeropuertos, es aplicar una planificación adecuada del uso

de suelos. Sin embargo, este es un proceso aplicable más en la etapa de construcción, una alternativa podría ser la adquisición de las edificaciones que presenten mayor grado de afección por parte del operador aeroportuario o por las autoridades competentes. A continuación se presenta una tabla generada por la OACI, en la cual se ha establecido tres zonas para la limitación del uso de suelo de un aeropuerto.

Tabla 6. Zonas de limitación de uso de suelos en un aeropuerto.

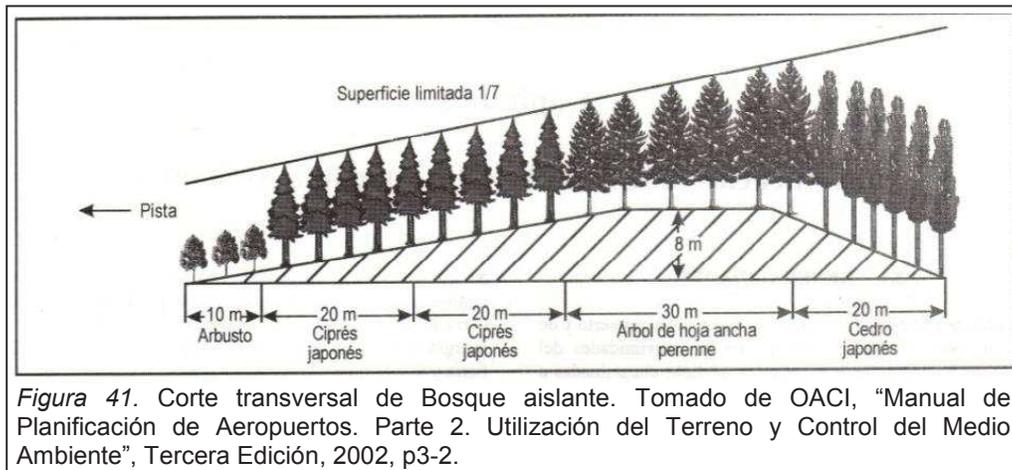
ZONA	CARACTERÍSTICAS
A	Los diferentes usos de suelo no están necesariamente limitados por problemas de exposición al ruido.
B	Pueden hallarse niveles moderado de exposición al ruido y puede ser necesario las utilizations de terrenos.
C	Puede encontrarse altos niveles de exposición al ruido y, en consecuencia, puede ser necesario limitar la mayoría de los usos de los terrenos y prohibir gran parte de las construcciones.

Tomado de OACI, "Manual de Planificación de Aeropuertos. Parte 2. Utilización del Terreno y Control del Medio Ambiente", Tercera Edición, 2002, p3-5.

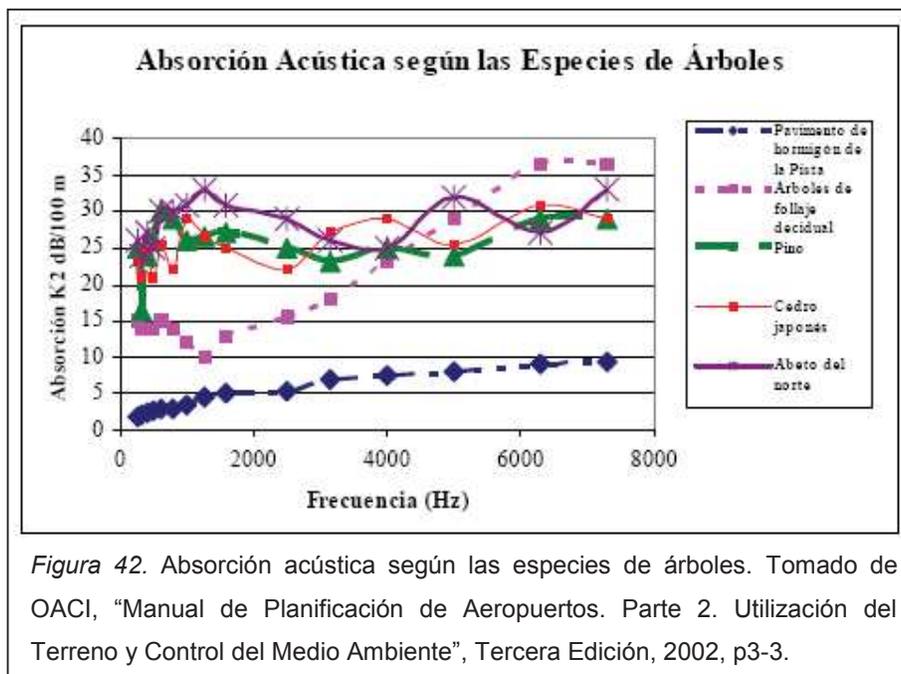
No debe permitirse el uso de suelo en una zona expuesta a niveles de ruido más altos que los que se estiman aceptables para dicho uso. Las curvas de que se generan el presente estudio, deben ser de dominio público, ya que la población está en el derecho de ser informada acerca del ruido del sector.

4.2.14 Utilización de árboles como barreras acústicas

La creación de zonas boscosas, puede proporcionar una buena protección ante el ruido generado en tierra durante las pruebas de motores y la etapa de toma de pista en un aeropuerto. En la figura 40, se muestra las recomendaciones de construcción de un talud y la siembra ordenada de diferentes especies de árboles para crear un bosque aislante, solución que es viable en el Aeropuerto Internacional Cotopaxi debido a que, se cuenta con el espacio adecuado para poder ejecutarla.



Se presenta además en la figura 41, la absorción por banda de frecuencia que se obtiene por medio del uso diferentes especies de árboles.



4.2.15 Utilización de tapones protectores.

Esta resulta una medida necesaria en especial para los funcionarios que laboran dentro de las instalaciones del aeropuerto, de esta manera, se puede disminuir los efectos a la salud propios de un aeropuerto.

4.2.16 Aislamiento Acústico dentro de las edificaciones sensibles al ruido

Resulta ser el método más efectivo para la reducción de niveles en edificaciones sensibles al ruido en las que sea necesaria una corrección, en este caso el Hospital Provincial de Latacunga y unidades educativas que incumplirían con la normativa.

Durante la etapa de aislamiento acústico será necesario un previo análisis para determinar en cada edificación los niveles que se deberán reducir dependiendo de esto, la aplicación de las diferentes técnicas conocidas de aislamiento acústico.

5. Análisis Costo-Beneficio.

5.1 Costo.

En cuanto al costo que tendría la aplicación del plan de manejo de ruido generado por el Aeropuerto Internacional Cotopaxi, no se lo puede expresar en valores numéricos, debido a que son muchas variables de las cuales dependería el costo total de ejecución del mismo, que serían analizadas al momento de ponerlo en marcha. Para una mejor comprensión de lo mencionado en el párrafo anterior, es necesario analizar el costo que podría tener la ejecución del estudio en diferentes etapas.

5.1.1 Etapa de evaluación.

El costo de desarrollo de esta etapa es dependiente de los gastos ocasionados por:

- Adquisición de un computador de buena capacidad y calidad.
- Adquisición de *software* de predicción de ruido aeroportuario (En caso de ser requerido).
- Adquisición de software de dibujo (Autocad2012).
- Contratación de la empresa que va a realizarla evaluación (Dependiente de los servicios brindados y recursos utilizados).
- Transporte y alimentación del personal requerido para realizar el estudio.
- Traslado de equipamiento.

Todo lo mencionado anteriormente resulta necesario al momento de ejecutar la etapa de evaluación. El costo de ejecución de la misma tendría un valor elevado, ya que en esta etapa, por medio de los resultados obtenidos, se determina el estado de la situación actual de determinada zona, siendo el punto de partida para la toma de decisiones en busca de plantear soluciones aplicables, que de ser el caso, permitan mitigar los niveles de ruido en las zonas de influencia de un aeropuerto.

5.1.2 Etapa de predicción.

El desarrollo de esta etapa es opcional, y depende de los resultados de la etapa de evaluación ya que será desarrollada en el caso de ser necesario predecir el comportamiento del ruido, suponiendo un gran incremento en la

actividad de un aeropuerto, con la finalidad de determinar si se producen cambios con respecto a la situación actual.

El costo de ejecución de esta etapa, sería moderado, debido a que depende solamente del valor adicional que se tenga que gastar en el pago a la empresa encargada de ejecutarla, ya que los recursos adicionales necesarios están incluidos en la etapa de evaluación.

5.1.3 Etapa de propuesta de soluciones.

Etapa que no tendría costo alguno, ya que estaría incluida en una o en las dos etapas descritas anteriormente, luego de haber analizado los resultados obtenidos y tratando de que las soluciones propuestas sean efectivas al momento de ser aplicadas, con la finalidad de que el aeropuerto cumpla con la normativa de control de ruido aeroportuario vigente en el Ecuador, en el caso que no la estuviera cumpliendo. En general, el costo que implicaría el desarrollo del plan de manejo de ruido para la zona de influencia del aeropuerto sería elevado por todo lo descrito anteriormente y por la complejidad de ejecución del mismo, pero sobre todo por el grado de responsabilidad que implica realizar un estudio de este tipo, ya que de los resultados que se obtengan dependerá el éxito del mismo.

5.2 Beneficios.

En cuanto a los beneficios, el desarrollo del plan en mención es de mucho beneficio ya que a través de los resultados obtenidos durante su desarrollo se podrían tomar acciones anticipadas a la presencia de problemas de ruido por influencia del funcionamiento del aeropuerto en zonas cercanas al mismo, contribuyendo positivamente, ya que en el supuesto caso de que se realice un control por parte de las autoridades pertinentes, el aeropuerto ya estaría cumpliendo con ciertos requisitos que exige la normativa de control de ruido aeroportuario vigente en el Ecuador.

6. Conclusiones

- Se pudo determinar que es necesario tomar acciones que permitan atenuar el nivel de ruido generado por el funcionamiento de un aeropuerto en zonas cercanas al mismo, por los elevados niveles de ruido que se generan.
- Se pudo evidenciar que es necesario capacitar a los funcionarios del aeropuerto del problema de ruido que ocasionan los aviones, y debería consistir en la explicación de cuáles son las principales fuentes de ruido de un aeropuerto, de los efectos que ocasiona en la salud y de las medidas que pueden mitigar sus efectos, especialmente aquellas que dependen de los mismos funcionarios.
- Se pudo concluir que, el mayor impacto, en la etapa de operación de un aeropuerto, depende del grado de operatividad del mismo, ya que a mayor número de operaciones, incrementa el nivel de ruido en zonas cercanas al aeropuerto.
- Se pudo concluir, que el grado de molestia que produce el ruido generado por las aeronaves depende de las frecuencias de vuelo, tipo de aeronaves, duración del ruido, trayectoria de vuelo (incluyendo los perfiles de despegue y aterrizaje), número de operaciones, procedimientos operacionales, diversidad de aeronaves; utilización de las pistas, horario de operación, y condiciones meteorológicas.
- Se determinó que para el despegue y aterrizaje de las aeronaves se debe seguir estrictamente las trayectorias definidas en las cartas IAC, que posee cada aeropuerto, ya que en ellas se definen operaciones estrictas que los pilotos deben realizar.
- Se pudo determinar, que los niveles de ruido resultantes en las zonas cercanas al aeropuerto, son dependientes de las trayectorias que deban tomar las aeronaves, en el despegue y aterrizaje de las mismas, razón por la cual, en el caso del Aeropuerto Internacional Cotopaxi, los niveles de ruido de mayor nivel se generan en las cabeceras norte y sur de la pista.

- Se pudo determinar que las instalaciones de un aeropuerto y la vecindad del mismo, deberían ser construidas, de tal modo, que su nivel interior de ruido sea satisfactorio, a través de la implementación de métodos de aislamiento acústico.
- Los elevados niveles de ruido que generan las aeronaves, afectan directamente a la salud de los trabajadores y a la población cercana un aeropuerto, fisiológica y psicológicamente, sobre todo a aquellos que están expuestos por mucho tiempo al ruido intenso de los aviones.
- Las características del impacto producido por el ruido, depende de la cantidad de población que trabaja o vive en el área de influencia de un aeropuerto, del nivel de tratamiento acústico de los lugares de trabajo o habitación, de la cantidad de tráfico aéreo y del tipo de avión que opere en el aeropuerto.
- Se pudo determinar, que para la atenuación del ruido, más importante, que las medidas tomadas por los fabricantes de aeronaves, en busca de desarrollar aeronaves silenciosas, es la aplicación, de medidas simples, en los aeropuertos, por ejemplo; la disminución de las velocidades de los vehículos en tierra.
- Se logró determinar que, la limitación del uso de suelo en zonas aledañas a un aeropuerto, es la medida de ruido más efectiva, ya que la zonificación de las mismas, debe estar regida por leyes nacionales. El control de uso de suelo, de un aeropuerto nuevo o de uno existente, puede ejecutarse por las autoridades pertinentes, mediante procesos de planificación, zonificación, compra de derechos y adquisiciones.
- Se logró desarrollar un plan de manejo de ruido para la zona de influencia del Aeropuerto Internacional Cotopaxi, analizando la situación actual, así como también una posible situación futura.
- Se pudo concluir, que es necesario realizar procesos de evaluación de ruido que genera un aeropuerto, desde su fase de construcción, ya que en la etapa de operación, la aplicación de procesos en busca de mitigar los efectos negativos causados por el ruido, resultaría más complicado y tendría un mayor costo, debido a que tendrían que tomarse acciones

tanto en las instalaciones del aeropuerto, así como también en las zonas y específicamente en los edificios que resultarían sensibles al ruido, como sucedió en el estudio predictivo realizado para el posible caso del incremento de actividades en el aeropuerto de la ciudad de Latacunga.

- Se pudo determinar que un incremento en la actividad del Aeropuerto Internacional Cotopaxi, incrementaría los niveles de ruido en zonas cercanas, generando afecciones en la salud de los habitantes de los sectores de influencia del mismo, en caso de no tomarse acciones preventivas que a futuro permitan minimizar el problema de ruido.
- Se logró determinar que, el aumento de operatividad del aeropuerto de la ciudad de Latacunga, y el desarrollo de urbanizaciones en zonas cercanas al mismo, por el mal manejo de usos de suelos, podría incrementar el número de personas expuestas a niveles de ruido elevados.
- Se pudo identificar, mediante el análisis actual y predictivo, que resultan con mayor afección, las zonas ubicadas por debajo de las trayectorias que deben seguir las aeronaves, especificadas en las cartas IAC del aeropuerto de Latacunga, durante operaciones de despegue o aterrizaje.
- Se pudo notar, mediante al análisis predictivo, que resultarían afectados por el ruido, edificios de uso comunitario, especialmente escuelas y centros de atención médica, los mismos que necesitarían un mayor grado de aislamiento acústico que los edificios residenciales, ya que requieren un nivel de ruido más bajo, para la utilización de su interior.
- Se pudo concluir, que el uso de programas de modelamiento de ruido de aeropuertos, es de mucha utilidad, ya que permite obtener resultados en base a la actividad de un aeropuerto, mediante los cuales se puede evaluar la situación actual y además se puede predecir una situación futura, estando en capacidad de poder analizar las posibles consecuencias y proponer soluciones anticipadas.
- Se llegó a la conclusión, que el programa INM 7.0, es uno de los programas más aplicable en el modelamiento de ruido aeroportuario, al disponer de una amplia base de datos, y presentando facilidad en su

manejo, siendo posible modelar el ruido de aeropuertos de todo el mundo.

- Se pudo notar, que la veracidad de los resultados obtenidos dependerá de la correcta configuración de los parámetros que requiere el programa, ya que de existir algún error la configuración, se obtendrán resultados erróneos.

6.1 Recomendaciones.

- Sería de mucha utilidad, que las Instituciones Públicas, faciliten el desarrollo de este tipo de proyectos, ya que son de gran aporte para la sociedad.
- Sería conveniente, que se realice este tipo de estudios, en todos los aeropuertos del país, y que los resultados obtenidos, sean de carácter público, ya que es un derecho que la población que reside en zonas cercanas a un aeropuerto, informarse del nivel de ruido existente.
- Se recomienda, además el desarrollo del presente estudio en el resto de aeropuertos del país, con la finalidad de que se cumpla con la normativa vigente, en lo que a control de ruido aeroportuario se refiere.
- Se recomienda, el control periódico de los niveles de ruido, existentes en zonas cercanas a un aeropuerto, ya que no siempre se tendrán los mismos niveles, debido a dependen del grado de actividad del aeropuerto.
- Se recomienda, tomar muy en cuenta, la información que presentan las cartas IAC, al momento de modelar el ruido de cualquier aeropuerto, ya que de ellas dependerán, en su mayoría, la veracidad de los resultados.
- Se recomienda, tomar en cuenta la normativa vigente de control de ruido aeroportuario, al momento de realizar un estudio de este tipo, ya que la misma podría presentar cambios.

REFERENCIAS.

Delgado, S., García, M., García, M., Guillamon, J., Recuero, M., San Martín, C. (2002). *La Actividad Aeroportuaria y el Medio Ambiente*. Madrid: Edición Arena.

Harris, Cyril M. (1977). *Manual de Control de Ruido*. New York: 1ª. Edición, McGraw-Hill.

INM 7.0. (2007). *Manual de Usuario*. Versión en inglés.

Norma Ambiental Ecuatoriana. (2005). *Norma de ruido en Aeropuertos, Anexo 9, Libro VI*.

Organización de Aviación Civil Internacional.(1993). *Normas y métodos recomendados internacionales. Protección del Medio Ambiente. Anexo 16 al convenio sobre Aviación Civil Internacional, Volumen I. Ruido de las Aeronaves*. Montreal: 3ª. Edición, OACI.

OACI, ICAO, NKAO. (1997). *Manual-Guía de Protección ambiental para Aeropuertos*. Edición Preliminar.

OACI, ICAO, NKAO. (2005). *Protección del medio ambiente, Anexo 16 al convenio sobre Aviación Civil Internacional, Volumen I Ruido de aeronaves*. 4ª. Edición.

Anexos

**ANEXO I. NORMA AMBIENTAL ECUATORIANA LIBRO IV NORMA DE
RUIDO DE AEROPUERTOS MAE1 2006 06.**

4.2 De la evaluación de los niveles de ruido originados por el tráfico aéreo.

4.2.3 Criterios de usos de suelos compatibles y no-compatibles.

4.2.3.1 Para propósitos de esta norma técnica se deben identificar los usos compatibles o no-compatibles con los niveles de exposición en DNL en los alrededores de aeropuertos, de acuerdo a la Tabla 1. Esta tabla define diferentes usos de suelo a los presentados en el Anexo 5, Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas Y Fuentes Móviles, y para Vibraciones del Reglamento de Ley de Gestión Ambiental para la prevención y Control de la Contaminación. Los usos de suelo aquí definidos son independientes de aquellos establecidos en la norma ambiental citada así como en cualquier otra normativa nacional o sectorial u ordenanza municipal en vigencia al momento de la publicación de la presente norma o que se encuentre a futuro por establecerse. Si se identifica más de un uso de suelo actual o futuro, se deberá evaluar la compatibilidad en función del uso de suelo más afectado negativamente por el ruido o el más sensible al ruido durante horario nocturno o por requerimientos de descanso.

Tabla 1. Niveles sonoros promedios día-noche que definen

USO DE SUELO	NIVELES SONOROS PROMEDIOS DÍA-NOCHE (DNL) EN DECIBELES A					
	BAJO 65	65-70	70-75	75-80	80-85	MAYOR 85
Residencial						
Residencial, que no sean casas rodantes u otros alojamientos móviles	S	N ⁽¹⁾	N ⁽¹⁾	N	N	N
Parques de casas rodantes	S	N	N	N	N	N
Alojamientos móviles	S	N ⁽¹⁾	N ⁽¹⁾	N ⁽¹⁾	N	N
Uso Público						
Colegios	S	N ⁽¹⁾	N ⁽¹⁾	N	N	N
Hospitales y casas asistenciales	S	25	30	N	N	N
Iglesias, auditorios y salones de concierto	S	25	30	N	N	N
Servicios gubernamentales	S	S	25	30	N	N
Transporte	S	S	S ⁽²⁾	S ⁽³⁾	S ⁽⁴⁾	S ⁽⁴⁾
Estacionamientos	S	S	S ⁽²⁾	S ⁽³⁾	S ⁽⁴⁾	N
Uso Comercial						
Oficinas, negocios y profesionales	S	S	25	30	N	N
Ventas globales y de materiales de construcción y de granja	S	S	Y ⁽²⁾	S ⁽³⁾	S ⁽⁴⁾	N
Comercio en general	S	S	25	30	N	N
Instalaciones de empresas de distribución eléctrica y de alcantarillado y agua potable	S	S	S ⁽²⁾	S ⁽³⁾	S ⁽⁴⁾	N
Comunicaciones	S	S	25	30	N	N
Manufactura y Producción						
Manufactura en general	S	S	S ⁽²⁾	S ⁽³⁾	S ⁽⁴⁾	N
Equipos fotográficos y ópticos	S	S	25	30	N	N
Agricultura (excepto ganado) y silvicultura	S	S ⁽⁶⁾	S ⁽⁷⁾	S ⁽⁸⁾	S ⁽⁸⁾	S ⁽⁸⁾
Granjas y crianza de ganado	S	S ⁽⁶⁾	S ⁽⁷⁾	N	N	N
Minería y pesca, extracción y producción de recursos	S	S	S	S	S	S
Recreacional						
Coliseos cubiertos, con uso previsto de deportes sensibles al ruido	S	S ⁽¹⁾	S ⁽¹⁾	N	N	N
Conchas de música en exteriores, anfiteatros	S	N	N	N	N	N
Exhibiciones naturales y zoológicos	S	S	N	N	N	N
Sitios de diversión, parques y campos	S	S	S	N	N	N

Notas

Las acotaciones incluidas en la tabla se encuentran explicadas en siguiente artículo de esta norma

S(Si)=Uso de suelo y estructuras relacionadas compatibles sin restricción.

N(No)=Uso de suelos y estructuras relacionadas no compatible y debería ser prohibido.

20,30,35=Uso de suelo y estructuras relacionadas generalmente compatibles, y que requieren la incorporación de medidas para lograr Reducción de Niveles de Ruido(RNR) de 20 30 o 35 dBA como parte del diseño o construcción de la estructura

4.2.3.2 En la aplicación de la Tabla 1 se emplearan las siguientes acciones.

4.2.3.2.1 La principal medida de reducción de niveles de ruido a fin de reducir usos de suelo no-compatibles, consistirá en la regulación por parte de la DGAC de los niveles de ruido generados por determinados tipos de aeronaves. De esta manera, la autoridad aeronáutica ejecutara las acciones competentes que permitan la modificación o reemplazo de determinadas aeronaves que no cumplen con los requisitos establecidos en los convenios internacionales de OACI.

4.2.3.2.2 De no alcanzarse cumplimiento con los valores DNL. Para los usos de suelo establecidos en la anterior Tabla 1, mediante la aplicación de medidas de control de ruido en aeronaves, entonces los diferentes usos de suelo deberán adecuar medidas de reducción de ruido, según los siguientes criterios, que se corresponden con las notas de la Tabla 1.

- (1) En donde el gobierno municipal determine que el uso residencial o escolar debe ser permitido, se deberían incorporar medidas de atenuación sonora para lograr una reducción de niveles de ruido(RNR) desde el exterior hacia el interior de al menos 25 o 30dB. Estas medidas serán consideradas para aprobación individual, por caso específico. Las construcciones residenciales normales pueden llegar a proveer de RNR de 20 dB, así que las RNR Adicional es de 5,10 o 15 dB sobre la construcción normal. Se asume operación de edificios con ventilación mecánica, acondicionamiento de aire y ventanas cerradas durante todo el año. Sin embargo los criterios de RNR no eliminaran los problemas del ruido en espacios abiertos
- (2) Medidas para alcanzar RNR de al menos 25 dB se deben incorporar en el diseño u construcción en las porciones de estos edificios en donde se atiende al público, en áreas de oficina y en arreas sensibles donde normalmente se requieren bajos niveles sonoros.

- (3) Medidas para alcanzar RNR de al menos 30 dB se deben incorporar en el diseño u construcción en las porciones de estos edificios en donde se atiende al público, en áreas de oficina y en áreas sensibles donde normalmente se requieren bajos niveles sonoros.
- (4) Medidas para alcanzar RNR de al menos 35 dB se deben incorporar en el diseño u construcción en las porciones de estos edificios en donde se atiende al público, en áreas de oficina y en áreas sensibles donde normalmente se requieren bajos niveles sonoros.
- (5) Uso de suelo compatible una vez que sistemas de insonorización sean instalados.
- (6) Edificios residenciales requieren una RNR de 25 dB
- (7) Edificios residenciales requieren una RNR de 30 dB
- (8) Edificios residenciales no son permitidos.

4.4 Del monitoreo de niveles de ruido en aeropuertos y alrededores.

El monitoreo de niveles de ruido puede ser utilizado para adquirir y refinar datos, pero no es un requerimiento de esta norma. De ejecutarse acciones de monitoreo de niveles de ruido entonces se deberá cumplir con los requisitos expresados en esta norma.

4.4.1 De las unidades de medición

4.4.1.1 El ruido de un aeropuerto y alrededores debe ser medido en niveles de presión sonora (NPS) en decibeles con ponderación A (dBA).

4.4.2 De los equipos y procedimientos de medición.

4.4.2.1 La medición de niveles de ruido se realizará utilizando equipos de Tipo q con ponderación A, ajustado a respuesta lenta.

4.4.2.2 La medición y documentación de niveles de ruido deberá ser llevada a cabo con metodologías de medición descritas en la normativa ambiental en vigencia aceptadas internacionalmente.

4.4.2.3 Se deberá reportar las mediciones en niveles de presión sonora máxima en decibeles A (dbA) y DNL, además de algún otro requerimiento de la legislación local.

4.4.2.4 Los sitios de monitoreo serán seleccionados razonables, la elección del número y ubicación de sitios deberá ser justificada. El número de sitios no podrá ser menor al número de cabeceras de pista, y estos sitios estarán ubicados a una distancia adecuada de cada cabecera sobre el eje de la pista hacia el exterior del aeropuerto.

4.4.3 De la frecuencia de monitoreo y el reporte a la autoridad.

4.4.3.1 La medición de niveles sonoros será llevada a cabo de acuerdo a lo proyectado en el Plan de Manejo Ambiental del Aeropuerto. Si no se contare con dicho plan, entonces se definirán la frecuencia de monitoreo en acuerdo con la autoridad ambiental local.

4.4.3.2 El reporte de monitoreo de niveles de ruido será presentado cada vez que se lleven a cabo monitoreo puntuales de niveles de ruido. Si el monitoreo de niveles de ruido es continuo se presentara un reporte trimestral.

4.4.3.3 Para el reporte a la autoridad se deberá presentar como mínimo los siguientes parámetros: nivel de presión sonora equivalente diurno, nivel de presión equivalente nocturno, nivel día-noche DNL y niveles de presión sonora máximo, todos expresados en decibeles en ponderación A.

ANEXO 2. TABLAS DE DATOS DEL NÚMERO DE HABITANTES POR ZONA DE LA CIUDAD DE LATACUNGA, PROPORCIONADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (Censo 2010).

Zona 2			
Código sector	Hombre	Mujer	Total
1	157	172	329
2	238	275	513
3	175	168	343
4	155	148	303
5	155	165	320
6	261	232	493
7	254	226	480
8	109	125	234
Total	1.504	1.511	3.015

Zona 3			
Sector	Hombre	Mujer	Total
1	181	203	384
2	263	284	547
3	243	269	512
4	136	145	281
5	117	129	246
6	238	247	485
7	244	278	522
Total	1.422	1.555	2.977

Zona 4			
Sector	Hombre	Mujer	Total
1	151	164	315
2	185	212	397
3	157	182	339
4	401	268	669
5	263	284	547
6	179	215	394
7	125	158	283
8	144	175	319
9	127	150	277
10	118	132	250
11	105	143	248
12	70	74	144
Total	2.025	2.157	4.182

Zona 5			
Sector	Hombre	Mujer	Total
1	234	277	511
2	220	266	486
3	187	177	364
Total	641	720	1.361

Zona 10			
sectores	Hombre	Mujer	Total
1	128	112	240
2	172	180	352
3	119	135	254
4	113	128	241
5	233	269	502
Total	765	824	1.589

Zona 11			
Sector	Hombre	Mujer	Total
1	69	59	128
2	145	165	310
3	169	197	366
4	258	280	538
5	72	67	139
6	163	177	340
7	139	173	312
8	192	186	378
Total	1.207	1.304	2.511

ANEXO 3. TABLA DEL CÁLCULO DE NÚMERO DE ENCUESTAS.

<i>Numero de encuestas por zona</i>	
Zonas	No. Encuestas
Zona 2	88
Zona 3	86
Zona 4	88
Zona 5	85
Zona 10	85
Total:	432

ANEXO 4. FORMATO DE LA ENCUESTA.

Sexo: [M] [F]

Edad: _____

Fecha: _____

Barrio: _____

1. ¿Qué tan satisfecho se siente Ud. en su barrio?

Muy satisfecho	
Bastante	
Poco	
Nada satisfecho	

2. ¿Cuánto tiempo reside en él?

.....

3. ¿En qué rango de interés considera Ud. al medio ambiente?

De mucho interés	
De regular interés	
De poco interés	
De ningún interés	

4. ¿Conoce Ud. los factores que producen contaminación ambiental?

Si	
No	

5. ¿Sabía UD. que el ruido está considerado como contaminante ambiental?

Si	
No	

6. ¿Considera Ud. que en su barrio existen problemas de ruido a causa del funcionamiento del aeropuerto?

Si	
No	

7. ¿Al considerar que en su barrio existen problemas causados por el ruido que genera el aeropuerto, en qué nivel considera estar por dicho problema?

Muy afectado	
Bastante	
Poco	
Nada afectado	

8. ¿En qué momento del día le resulta más molesto el ruido que genera el aeropuerto?

Diario – Mañana	
Diario – Tarde	
Diario - Noche	

9. No todas las personas perciben los ruidos y sonidos molestos de la misma manera. Ud, personalmente, diría que es una persona...

Especialmente sensible a los ruidos	
Le molestan pero no demasiado	
Solo le molestan cuando son muy fuertes	

10. ¿Sabia UD. que la exposición a determinados niveles de ruido podrían causar problemas de salud?

Si	
No	

11. ¿En qué grado cree Ud. que el ruido generado por el funcionamiento de un aeropuerto puede ser nocivo para la salud de las personas?

Muy perjudicial	
Algo perjudicial	
Poco	
Nada	

12. Cree Ud. que la legislación actual que regula el tema de ruido y contaminación acústica es suficiente?

Si	
No	

13. A quien cree Ud. que corresponde la responsabilidad a la hora de hacer frente a los problemas de ruido y contaminación acústica?

Al Gobierno	
A los Municipios	
A los ciudadanos	

14. Cree Ud. que en la práctica las leyes y normas que regulan este tipo de problemas se aplican?

Muy estrictamente		Estrictamente		Poco estrictamente		No se aplican	
-------------------	--	---------------	--	--------------------	--	---------------	--

15. ¿Cuál de estas medidas considera que serían útiles para luchar contra el ruido?

Controlar periódicamente los niveles de ruido.	
Realizar campañas de concientización de los efectos del ruido en las personas.	
Reducir los niveles de ruido.	
Ninguna	

16. Si fuese posible ¿cambiaría su vivienda por otra ubicada en una zona más tranquila y silenciosa?

Si	
No	

ANEXO 5. TABULACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA.

Pregunta 1:

ZONA	Muy satisfecho	Bastante	Poco	Nada
Zona 2	48	33	7	0
Zona 3	46	28	12	0
Zona4	6	30	46	6
Zona 5	21	47	17	0
Zona 10	9	51	23	2
TOTALES:	130	189	105	8
TOTAL ENCUESTADOS:	432			

Pregunta 2:

ZONA	DE 1 A 10	DE 11 A 20	DE 21 A 30	DE 31 A 40	DE 41 A 50
Zona 2	35	25	17	10	1
Zona 3	39	30	9	6	2
Zona4	15	33	31	8	1
Zona 5	40	34	7	4	0
Zona 10	23	42	12	7	1
TOTALES:	152	164	76	35	5
TOTAL ENCUESTADOS:	432				

Pregunta 3:

ZONA	De mucho interés	De regular interés	De poco interés	De ningún interés
Zona 2	53	27	8	0
Zona 3	48	36	2	0
Zona4	53	32	3	0
Zona 5	44	41	0	0
Zona 10	46	33	6	0
TOTALES:	244	169	19	0
TOTAL ENCUESTADOS:	432			

Pregunta 4:

ZONA	Si	No
Zona 2	62	26
Zona 3	53	33
Zona4	68	20
Zona 5	70	15
Zona 10	73	12
TOTALES:	326	106
TOTAL ENCUESTADOS:	432	

Pregunta 5:

ZONA	Si	No
Zona 2	53	35
Zona 3	36	50
Zona4	37	51
Zona 5	46	39
Zona 10	37	48
TOTALES:	209	223
TOTAL ENCUESTADOS:		432

Pregunta 6:

ZONA	Si	No
Zona 2	42	46
Zona 3	39	47
Zona4	78	10
Zona 5	74	11
Zona 10	57	28
TOTALES:	290	142
TOTAL ENCUESTADOS:		432

Pregunta 7:

ZONA	Muy Afectado	Bastante	Poco	Nada afectado
Zona 2	3	42	41	2
Zona 3	20	21	29	16
Zona4	37	39	3	9
Zona 5	15	52	13	5
Zona 10	17	41	15	12
TOTALES:	92	195	101	44
TOTAL ENCUESTADOS:			432	

Pregunta 8:

ZONA	Diario-Mañana	Diario-Tarde	Diario-Noche	NINGUNA
Zona 2	31	22	35	0
Zona 3	31	19	36	0
Zona4	39	15	25	9
Zona 5	15	52	13	5
Zona 10	32	13	28	12
TOTALES:	148	121	137	26
TOTAL ENCUESTADOS:			432	

Pregunta 9:

ZONA	Esp. Sensible a los ruidos	Le molestan pero no demasiado	Solo le molestan cuando son muy fuertes
Zona 2	9	23	56
Zona 3	14	29	43
Zona4	27	8	53
Zona 5	10	15	60
Zona 10	21	26	38
TOTALES:	81	101	250
TOTAL ENCUESTADOS:	432		

Pregunta 10:

ZONA	Si	No
Zona 2	52	36
Zona 3	48	38
Zona4	62	26
Zona 5	61	24
Zona 10	66	19
TOTALES:	289	143
TOTAL ENCUESTADOS:	432	

Pregunta 11:

ZONA	Muy perjudicial	Algo perjudicial	Poco	Nada
Zona 2	27	48	13	0
Zona 3	33	41	12	0
Zona4	28	50	10	0
Zona 5	15	65	5	0
Zona 10	20	51	14	0
TOTALES:	123	255	54	0
TOTAL ENCUESTADOS:	432			

Pregunta 12:

ZONA	Si	No
Zona 2	36	52
Zona 3	27	59
Zona4	21	67
Zona 5	10	75
Zona 10	27	58
TOTALES:	121	311
TOTAL ENCUESTADOS:	432	

Pregunta 13:

ZONA	Al Gobierno	A los Municipios	A los ciudadanos
Zona 2	28	42	18
Zona 3	28	36	22
Zona4	34	48	6
Zona 5	18	59	8
Zona 10	23	56	6
TOTALES:	131	241	60
TOTAL ENCUESTADOS:	432		

Pregunta 14:

ZONA	Muy estrictamente	Estrictamente	Poco estrictamente	No se aplican
Zona 2	0	2	53	33
Zona 3	0	3	44	39
Zona4	0	7	46	35
Zona 5	1	0	31	53
Zona 10	2	11	43	29
TOTALES	3	23	217	189
TOTAL ENCUESTADOS:	432			

Pregunta 15:

ZONA	Controlar periódicamente niveles de ruido	Realizar campañas de concientización	Reducir los niveles de ruido	Ning una
Zona 2	38	46	4	0
Zona 3	33	47	6	0
Zona4	36	29	23	0
Zona 5	27	46	12	0
Zona 10	27	40	18	0
TOTALES:	161	208	63	0
TOTAL ENCUESTADOS:	432			

Pregunta 16:

ZONA	Si	No
Zona 2	46	42
Zona 3	47	39
Zona4	46	42
Zona 5	54	31
Zona 10	46	39
TOTALES:	239	193
TOTAL ENCUESTADOS:	432	

ANEXO 6. DATOS DE LAS OPERACIONES DEL AEROPUERTO DURANTE LOS MESES DE ABRIL, MAYO Y JUNIO DEL 2012.

ABRIL 2012

SALIDA							LLEGADA							TOTAL	TOTAL
TIPO ACFT	MATRICULA	EXPLOTADOR	ATD	DESTINO	REP	PI	TIPO ACFT	MATRICULA	EXPLOTADOR	ATA	ORIGEN	REP	PI	SALIDAS	LLEGADAS
DOMINGO, 01 DE ABRIL DE 2012														0	0
NIL														0	0
LUNES, 02 DE ABRIL DE 2012														0	0
C130	893	FAE	18:02	SELT			C130	893	FAE	22:51	SELT			1	1
MARTES, 03 DE ABRIL DE 2012														0	0
NIL														0	0
MIERCOLES, 04 DE ABRIL DE 2012														0	0
H500	118	POLICIA	13:03	SESM			H500	118	POLICIA	12:27	SERB			1	1
A350	128	POLICIA	12:51	SEQU			A350	128	POLICIA	12:45	SEQU			1	1
JUEVES, 05 DE ABRIL DE 2012														0	0
NIL														0	0
VIERNES, 06 DE ABRIL DE 2012														0	0
B212	CIX	AEROMASTER	17:53	SESM			B212	CIX	AEROMASTER	17:20	SESM			1	1
SABADO, 07 DE ABRIL DE 2012														0	0

SALIDA							LLEGADA							TOTAL	TOTAL
TIPO ACFT	MATRICULA	EXPLOTADOR	ATD	DESTINO	REP	PI	TIPO ACFT	MATRICULA	EXPLOTADOR	ATA	ORIGEN	REP	PI	SALIDAS	LLEGADAS
VIERNES, 13 DE ABRIL DE 2012														0	0
AT45	CLT	TAME	15:22	SECO			AT45	CLT	TAE101	14:29	SEGU			0	0
AT45	CLT	TAE102	17:36	SEGU			AT45	CLT	TAME	17:12	SECO			0	0
SABADO, 14 DE ABRIL DE 2012														0	0
DHC6	452	FAE	12:28	SELT			DHC6	452	FAE	11:43	SEQU			0	0
DHC6	452	FAE	14:28	SELT			DHC6	452	FAE	13:22	SELT			0	0
DHC6	452	FAE	16:20	SEQU			DHC6	452	FAE	15:17	SELT			0	0
DOMINGO, 15 DE ABRIL DE 2012														0	0
NIL														0	0
LUNES, 16 DE ABRIL DE 2012														0	0
							B721	620	FAE	13:46	SEQU			0	1
AT45	CLT	TAME	15:25	SECO			AT45	CLT	TAE101	14:40	SEGU			1	0
AT45	CLT	TAE102	17:50	SEGU			AT45	CLT	TAME	17:19	SECO			1	1
C130	893	FAE	17:56	SELT			C130	893	FAE	20:05	SELT			1	0
C130	893	FAE	21:22	SEQU										0	0
							DHC6	452	FAE	23:26	SESM		PI	0	0

MIERCOLES, 18 DE ABRIL DE 2012											0	0	
AT45	CMH	TAME	15:17	SECO		AT45	CMH	TAE101	14:41	SEGU		1	0
AT45	CMH	TAE102	17:49	SEGU		AT45	CMH	TAME	17:16	SECO		1	1
						DHC6	452	FAE	20:52	SESM		0	0
JUEVES, 19 DE ABRIL DE 2012											0	0	
DHC6	452	FAE	12:10	SESM								0	0
AT45	CLT	TAME	15:16	SECO		AT45	CLT	TAE101	14:44	SEGU		0	0
AT45	CLT	TAE102	17:44	SEGU		AT45	CLT	TAME	17:12	SECO		1	1
VIERNES, 20 DE ABRIL DE 2012											0	0	
AT45	CLT	TAME	15:10	SECO		AT45	CLT	TAE101	14:32	SEGU		1	1
AT45	CLT	TAE102	17:36	SEGU		AT45	CLT	TAME	17:06	SECO		1	1
SABADO, 21 DE ABRIL DE 2012											0	0	
NIL											0	0	
DOMINGO, 22 DE ABRIL DE 2012											0	0	
NIL											0	0	

SALIDA							LLEGADA							TOTAL	TOTAL
TIPO ACFT	MATRICULA	EXPLOTADOR	ATD	DESTINO	REP	PI	TIPO ACFT	MATRICULA	EXPLOTADOR	ATA	ORIGEN	REP	PI	SALIDAS	LLEGADAS
LUNES, 23 DE ABRIL DE 2012														0	0
DHC6	452	FAE	13:45	SEQU			DHC6	452	FAE	13:29	SEQU			0	0
AT45	CMB	TAME	15:12	SECO			AT45	CMB	TAE101	14:31	SEGU			1	0
AT45	CMB	TAE102	17:24	SEGU			AT45	CMB	TAME	16:57	SECO			1	1
							DHC6	452	FAE	23:14	SESM			0	0
MARTES, 24 DE ABRIL DE 2012														0	0
DHC6	452	FAE	12:27	SESM										1	0
AT45	CMB	TAME	15:23	SECO			AT45	CMB	TAE101	14:45	SEGU			1	0
AT45	CMB	TAE102	17:58	SEGU			AT45	CMB	TAME	17:31	SECO			1	1
MIERCOLES. 25 DE ABRIL DE 2012														0	0
AT45	CMB	TAME	15:22	SECO			AT45	CMB	TAE101	14:48	SEGU			1	1
AT45	CMB	TAE102	17:45	SEGU			AT45	CMB	TAME	17:18	SECO			1	1
JUEVES, 26 DE ABRIL DE 2012														0	0
DHC6	452	FAE	13:05	SELT			DHC6	452	FAE	12:14	SEQU			0	0
DHC6	452	FAE	14:52	SELT			DHC6	452	FAE	13:55	SELT			0	0
AT45	CMH	TAME	15:30	SECO			AT45	CMH	TAE101	14:50	SEGU			1	1
DHC6	452	FAE	16:50	SEQU			DHC6	452	FAE	15:54	SELT			0	0
AT45	CMH	TAE102	18:32	SEGU			AT45	CMH	TAME	17:17	SECO			1	1

VIERNES, 27 DE ABRIL DE 2012												0	0		
AT45	CMB	TAME	15:07	SECO			AT45	CMB	TAE101	14:28	SEGU			1	1
DHC6	452	FAE	15:31	SELT			DHC6	452	FAE	14:45	SEQU			0	0
DHC6	452	FAE	17:10	SELT			DHC6	452	FAE	16:25	SELT			0	0
AT45	CMB	TAE102	17:33	SEGU			AT45	CMB	TAME	17:01	SECO			1	1
DHC6	452	FAE	18:31	SEQU			DHC6	452	FAE	18:06	SELT			0	0
SABADO, 28 DE ABRIL DE 2012												0	0		
NIL												0	0		
DOMINGO, 29 DE ABRIL DE 2012												0	0		
NIL												0	0		
LUNES, 30 DE ABRIL DE 2012												0	0		
AT45	CMB	TAME	15:27	SECO			AT45	CMB	TAE101	14:38	SEGU			1	1
AT45	CMB	TAE102	17:39	SEGU			AT45	CMB	TAME	17:11	SECO			1	1
							DHC6	452	FAE	20:35	SESM			0	0

MAYO 2012

SALIDA							LLEGADA							TOTAL	TOTAL
TIPO ACFT	MATRICULA	EXPLOTADOR	ATD	DESTINO	REP	PI	TIPO ACFT	MATRICULA	EXPLOTADOR	ATA	ORIGEN	REP	PI	SALIDAS	LLEGADAS
MARTES, 01 DE MAYO DE 2012														0	0
DHC6	452	FAE	12:10	SESM			DHC6	452	FAE	21:18	SEMC			0	0
AT45	CMB	TAME	15:36	SECO			AT45	CMB	TAE101	14:38	SEGU			1	1
							PUMA	466	AEE	16:28	SEBB			0	0
AT45	CMB	TAE102	18:05	SEGU			AT45	CMB	TAME	17:26	SECO			1	1
DHC6	452	FAE	23:03	SELT			DHC6	452	FAE	23:31	SELT		PI	0	0
MIERCOLES, 02 DE MAYO DE 2012														0	0
AT45	CMH	TAME	15:17	SECO			AT45	CMH	TAE101	14:33	SEGU			1	1
E135	051	FAE	15:34	SEQU			E135	051	FAE002	15:04	SEQU			0	0
PUMA	466	AEE002	15:23	SERB			PUMA	466	AEE002	21:06	SERB			0	0
DHC6	452	FAE	16:20	SESM										0	0
AT45	CMH	TAE102	17:37	SEGU			AT45	CMH	TAME	17:10	SECO			1	1
DHC6	448	FAE	22:41	SEQU			DHC6	452	FAE	20:50	SEQU			0	0
PUMA	466	AEE	21:32	SEBB										0	0

JUEVES, 03 DE MAYO DE 2012												0	0
UL	UL036	UL036	15:18	UYUMBICHO		UL	UL036	UL036	13:05	UYUMBICHO		1	1
AT45	CMB	TAME	15:07	SECO		AT45	CMB	TAE101	14:33	SEGU		1	1
SBR1	047	FAE	15:55	SETN		SBR1	047	FAE	15:14	SEQU		0	0
B721	620	FAE	16:13	SEQU								0	0
DHC6	448	FAE	17:14	SELT		DHC6	448	FAE	16:45	SEQU		0	0
AT45	CMB	TAE102	17:29	SEGU		AT45	CMB	TAME	17:00	SECO		1	1
DHC6	448	FAE	20:17	SELT		DHC6	448	FAE	19:17	SELT		0	0
DHC6	448	FAE	22:58	SEQU		DHC6	448	FAE	22:31	SELT		0	0
						DHC6	452	FAE	23:29	SEMC	PI	0	0
VIERNES, 04 DE MAYO DE 2012												0	0
DHC6	452	FAE	12:21	SESM								0	0
DHC6	448	FAE	13:37	SELT		DHC6	448	FAE	13:04	SEQU		0	0
DHC6	448	FAE	15:30	SEAM		DHC6	448	FAE	14:24	SELT		1	1
AT45	CMH	TAME	15:10	SECO		AT45	CMH	TAE101	14:35	SEGU		1	1
DHC6	448	FAE	17:09	SEQU		DHC6	448	FAE	16:16	SEAM		1	1
AT45	CMH	TAE102	17:39	SEGU		AT45	CMH	TAME	17:04	SECO		1	1
SABADO, 05 DE MAYO DE 2012												0	0
N I L												0	0

LUNES, 07 DE MAYO DE 2012												0	0
AT45	CLT	TAME	15:04	SECO		AT45	CLT	TAE101	14:27	SEGU		1	1
AT45	CLT	TAE102	17:35			AT45	CLT	TAME	17:06	SECO		1	1
						DHC6	452	FAE	21:39	SESM		0	1
MARTES, 08 DE MAYO DE 2012												0	0
DHC6	452	FAE	12:08	SESM								0	0
AT45	CMB	TAME	15:21	SECO		AT45	CMB	TAE101	14:42	SEGU		1	1
AT45	CMB	TAE102	17:56	SEGU		AT45	CMB	TAME	17:20	SECO		0	0
MIERCOLES, 09 DE MAYO DE 2012												0	0
AT45	CLT	TAME	15:08	SECO		AT45	CLT	TAE101	14:37	SEGU		1	1
AT45	CLT	TAE102	17:41	SEGU		AT45	CLT	TAME	17:13	SECO		0	0
						DHC6	452	FAE	22:20	SESM		0	0
JUEVES, 10 DE MAYO DEL 2012												0	0
DHC6	452	FAE	12:27	SESM		DHC6	452	FAE	22:33	SESM		1	1
AT45	CLT	TAME	15:15	SECO		AT45	CLT	TAE101	14:42	SEGU		1	1
AT45	CLT	TAE102	17:38	SEGU		AT45	CLT	TAME	17:04	SECO		1	1

VIERNES, 11 DE MAYO DEL 2012												0	0
DHC6	452	FAE	12:27	SESM								1	0
AT45	CMB	TAME	15:02	SECO		AT45	CMB	TAE101	14:27	SEGU		1	1
AT45	CMB	TAE102	17:29	SEGU		AT45	CMB	TAME	17:00	SECO		1	1
ALH	601	FAE	17:59	SEQU		ALH	601	FAE	17:23	SEQU		0	0
SABADO, 12 DE MAYO DEL 2012												0	0
NIL												0	0
DOMINGO, 13 DE MAYO DEL 2012												0	0
NIL												0	0
LUNES, 14 DE MAYO DE 2012												1	1
AT45	CLT	TAME	15:41	SECO		AT45	CLT	TAE101	14:51	SEGU		1	1
AT45	CLT	TAE102	18:19	SEGU		AT45	CLT	TAME	17:42	SECO		0	0
DHC6	452	FAE	21:05	SESM		DHC6	452	FAE	18:52	SEMO		0	0
						MI17	480	AEE	20:49	SEBB		0	1
						ALH	601	FAE	21:21	SEQU		0	1
						DHC6	452	FAE	22:47	SEMO		0	0

MARTES, 15 DE MAYO DE 2012													0	0	
MD11	N951AR	CWC420	21:57	KMIA	ENSOL		MD11	N951AR	CWC420	2:25	SBEG	TERAS	PI	0	1
E135	051	FAE	14:26	SEQU			E135	051	FAE001	12:54	SEQU			1	1
DHC6	452	FAE	13:12	SESM			DHC6	452	FAE	23:12	SEMC			1	1
AT45	CMH	TAME	17:09	SECO			AT45	CMH	TAE101	16:39	SEGU			1	1
ALH	601	FAE	18:47	SEAM			ALH	601	FAE	23:07	SEAM			0	0
MI17	480	AEE	18:58	PATATE										1	0
AT45	CMH	TAE102	19:31	SEGU			AT45	CMH	TAME	19:05	SECO			1	1
							B721	620	FAE	23:38	SEMC		PI	0	0
MIERCOLES, 16 DE MAYO DE 2012													0	0	
B721	620	FAE	00:34	SEQU		PI								0	0
DHC6	452	FAE	12:29	SESM										1	0
AT45	CMH	TAME	16:12	SECO			AT45	CMH	TAE101	15:37	SEGU			0	0
ALH	601	FAE	18:10	SEQU										0	0
AT45	CMH	TAE102	18:40	SEGU			AT45	CMH	TAME	18:15	SECO			1	0
							MD11	N951AR	CWC420	20:55	SBEG	TERAS		0	0

JUEVES, 17 DE MAYO DE 2012													0	0
MD11	N951AR	CWC428	00:02	KMIA	ENSOL	PI							0	0
AT45	CLT	TAME	16:21	SECO			AT45	CLT	TAE101	15:50	SEGU		1	1
AT45	CLT	TAE102	18:47	SEGU			AT45	CLT	TAME	18:20	SECO		1	0
							DHC6	448	FAE	23:10	SESM			
VIERNES, 18 DE MAYO DE 2012														
DHC6	448	FAE	12:27	SESM									1	0
AT45	CLT	TAME	15:11	SECO			AT45	CLT	TAE101	14:37	SEGU		0	0
AT45	CLT	TAE102	17:34	SEGU			AT45	CLT	TAME	17:05	SECO		1	1
MD11	N950AR	CWC410	20:12	KMIA	ENSOL		MD11	N950A R	CWC410	18:07	SBEG	TERA S	0	0
SABADO, 19 DE MAYO DE 2012													0	0
NIL													0	0
DOMINGO, 20 DE MAYO DE 2012													0	0
MD11	N988AR	CWC428	18:11	KMIA	ENSO L		MD11	N988AR	CWC426	14:51	SBKP	TERAS	0	1
LUNES, 21 DE MAYO DE 2012													0	0
E170	CEX	TAME	15:06	SECO			E170	CEX	TAE101	14:18	SEGU		1	1
BE9L	DAC	DAC	15:57	SELT			BE9L	DAC	DAC	15:10	SEQU		1	1
E170	CEX	TAE102	17:17	SEGU			E170	CEX	TAME	16:36	SECO		1	1

BE9L	DAC	DAC	18:27	SEQU			BE9L	DAC	DAC	17:03	SELT			1	1
BE9L	DAC	DAC	22:53	SEQU			BE9L	DAC	DAC	22:00	SEQU			1	1
							DHC6	448	FAE	22:03	SESM			0	1
MARTES, 22 DE MAYO DE 2012														0	0
DHC6	448	FAE	12:04	SESM										1	0
E170	CEX	TAME	15:28	SECO			E170	CEX	TAME	14:19	SEGU			1	1
BE9L	DAC	DAC	17:20	SEQU			BE9L	DAC	DAC	16:02	SEQU			1	1
E170	CEX	TAME	17:41	SEGU			E170	CEX	TAME	17:04	SECO			1	1
MIERCOLES, 23 DE MAYO DE 2012														0	0
MD11	N988AR	CWC440	21:13	KMIA	ENSOL		MD11	N988AR	CWC440	17:20	SBEG	TERAS		1	1
JUEVES, 24 DE MAYO DE 2012														0	0
N I L														0	0
VIERNES, 25 DE MAYO DE 2012														0	0
AT45	CLT	TAME	15:15	SECO			AT45	CLT	TAE101	14:37	SEGU			0	0
MD11	N986AR	CWC424	19:50	KMIA	ENSOL		MD11	N986AR	CWC424	14:54	SVMI	BOKAN		1	1
AT45	CLT	TAE102	17:31	SEGU			AT45	CLT	TAME	17:01	SECO			1	0
SABADO, 26 DE MAYO DE 2012														0	0
N I L														0	0

DOMINGO, 27 DE MAYO DE 2012													0	0	
B732	YV342T	AVIOR	22:37	SELT			B732	YV342T	AVIOR	22:49	SELT			1	1
LUNES, 28 DE MAYO DE 2012													0	1	
AT45	CLT	TAME	15:15	SECO			AT45	CLT	TAE101	14:31	SEGU			0	0
AT45	CLT	TAE102	17:29	SEGU			AT45	CLT	TAME	17:00	SECO			0	0
MD11	N988AR	CWC424	22:57	KMIA	ENSOL		MD11	N988AR	CWC	18:58	SBEG	TERAS		0	0
							DHC6	448	FAE	22:04	SESM			0	0
MARTES, 29 DE MAYO DE 2012													0	0	
DHC6	448	FAE	12:25	SESM			DHC6	448	FAE	23:42	SESM		PI	1	1
AT45	CLT	TAME	15:17	SECO			AT45	CLT	TAE101	14:37	SEGU			1	0
AT45	CLT	TAE102	17:43	SEGU			AT45	CLT	TAME	17:07	SECO			1	1
H500	118	POLICIA	17:30	SEMC			H500	118	POLICIA	17:11	SERB			0	0
MD11	N986AR	CWC4852	21:54	KMIA	ENSOL		MD11	N986AR	CWC4851	19:40	SBKP	TERAS		0	1
BE9L	DAC	DAC	21:59	SESM			BE9L	DAC	DAC	20:30	SEJD			1	1
B732	YV342T	AVIOR	22:38	SVBC	BOKAN									1	0
MIERCOLES, 30 DE MAYO DE 2012													0	0	
DHC6	448	FAE	12:14	SESM										1	0
AT45	CMH	TAME	15:07	SECO			AT45	CMH	TAE101	14:31	SEGU			1	0
MD11	N952AR	CWC431	19:16	KMIA	ENSOL		MD11	N952AR	CWC430	16:43	SAEZ	VAKUD		1	1

AT45	CMH	TAE102	17:29	SEGU			AT45	CMH	TAME	17:03	SECO			1	1
JUEVES, 31 DE MAYO DE 2012														0	0
AT45	CMH	TAME	15:23	SECO			AT45	CMH	TAE101	14:45	SEGU			0	0
AT45	CMH	TAE102	17:47	SEGU			AT45	CMH	TAME	17:17	SECO			0	0

JUNIO 2012

SALIDA							LLEGADA							TOTAL	TOTAL
TIPO ACFT	MATRICULA	EXPLOTADOR	ATD	DESTINO	REP	PI	TIPO ACFT	MATRICULA	EXPLOTADOR	ATA	ORIGEN	REP	PI	SALIDAS	LLEGADAS
VIERNES, 01 DE JUNIO DE 2012															
DHC6	448	FAE	15:52	SESM			DHC6	448	FAE	13:56	SETN			1	1
AT45	CLT	TAME	15:22	SECO			AT45	CLT	TAE101	14:42	SEGU			1	1
MD11	N955AR	KYE506	20:02	KMIA	ENSOL		MD11	N955AR	KYE500	15:01	SVM	BOKAN		1	1
AT45	CLT	TAE102	17:53	SEGU			AT45	CLT	TAME	17:18	SECO			1	1
SABADO, 02 DE JUNIO DE 2012														0	0
MD11	N952AR	CWC430	22:01	KMIA	ENSOL		MD11	N952AR	CWC430	20:04	SBEG	TERAS		1	1
DOMINGO, 03 DE JUNIO DE 2012														0	0
MD11	N984AR	CWC4854	21:59	KMIA	ENSOL		MD11	N984AR	CWC431	19:39	SBEG	TERAS		1	1
LUNES, 04 DE JUNIO DE 2012														0	0
AT45	CMH	TAME	15:16	SECO			AT45	CMH	TAE101	14:34	SEGU			1	1
AT45	CMH	TAE102	17:43	SEGU			AT45	CMH	TAME	17:07	SECO			1	1
MARTES, 05 DE JUNIO DE 2012														0	0
AT45	CMH	TAME	15:10	SECO			AT45	CMH	TAE101	14:35	SEGU			1	1
AT45	CMH	TAE102	17:42	SEGU			AT45	CMH	TAME	17:05	SECO			1	1
MD11	N984AR	CWC430	20:03	KMIA	ENSOL		MD11	N984AR	CWC4851	18:02	SBKP	TERAS		1	1

MIERCOLES, 06 DE JUNIO DE 2012																
DHC6	448	FAE	12:26	SESM												
AT45	CMH	TAME	15:18	SECO			AT45	CMH	TAE101	14:34	SEGU					
AT45	CMH	TAE102	17:40	SEGU			AT45	CMH	TAME	17:14	SECO					
JUEVES, 07 DE JUNIO DE 2012																
MD11	N952AR	CWC432	04:50	KMIA	ENSOL	PI	MD11	N952AR	CWC430	00:33	SAEZ	TERAS	PI			
AT45	CMH	TAME	15:13	SECO			AT45	CMH	TAE101	14:35	SEGU					
							PAY3	N121LH	PRIVADA	14:43	SEAM					
AT45	CMH	TAE102	17:42	SEGU			AT45	CMH	TAME	17:05	SECO					
PUMA	462	AEE	22:18	SEBB			PUM A	462	AEE	18:14	BUCA Y					
							DHC6	448	FAE	23:14	SESM					
VIERNES, 08 DE JUNIO DE 2012														0	0	
E145	CGO	PETROEC.	04:23	SEQU		PI	E145	CGO	PETROEC.	00:43	SEQU		PI	0	0	
PAY3	N121LH	PRIVADA	01:09	SEGU		PI								0	0	
MD11	N952AR	CWC408	13:05	KMIA	BOKAN		MD11	N952AR	CWC408	11:23	SBEG	TERAS		1	1	
AT45	CMH	TAME	15:08	SECO			AT45	CMH	TAE101	14:32	SEGU			1	1	
DHC6	448	FAE	16:28	SESM										1	0	
AT45	CMH	TAE102	17:48	SEGU			AT45	CMH	TAME	17:14	SECO			1	1	
							MD11	N951AR	KYE501	22:17	SVMI	BOKAN		0	1	

SÁBADO, 09 DE JUNIO DEL 2012													0	0
MD11	N951AR	KYE500	00:32	KMIA	BOKAN	PI							0	0
DOMINGO, 10 DE JUNIO DEL 2012													0	0
MD11	N952AR	CWC4854	18:18	KMIA	ENSOL		MD11	N952AR	KYE504	15:38	SVMI	BOKAN	1	1
LUNES, 11 DE JUNIO DEL 2012													0	0
AT45	CLT	TAME	13:15	SECO			AT45	CLT	TAE101	12:45	SEGU		1	1
AT45	CLT	TAE102	15:25	SEGU			AT45	CLT	TAME	14:59	SECO		1	1
							DHC6	448	FAE	21:33	SESM		0	1
MARTES, 12 DE JUNIO DEL 2012													0	0
AT45	CMH	TAME	12:43	SECO			AT45	CMH	TAE101	12:08	SEGU		1	1
DHC6	448	FAE	12:11	SESM			DHC6	448	FAE	21:39	SESM		1	1
AT45	CMH	TAE102	15:07	SEGU			AT45	CMH	TAME	14:32	SECO		1	1
MD11	N953AR	CWC430	23:26	KMIA	ENSOL	PI	MD11	N953AR	CWC430	19:23	SAEZ	TERAS	1	1
MIÉRCOLES, 13 DE JUNIO DE 2012													0	0
AT45	CMH	TAME	12:43	SECO			AT45	CMH	TAE101	12:10	SEGU		1	1
DHC6	448	FAE	12:14	SESM									1	0
AT45	CMH	TAE102	15:00	SEGU			AT45	CMH	TAME	14:35	SECO		1	1
B429	N4535X	SAEREO	16:49	SEQU			B429	N4535X	SAEREO	14:53	SEQU		1	1

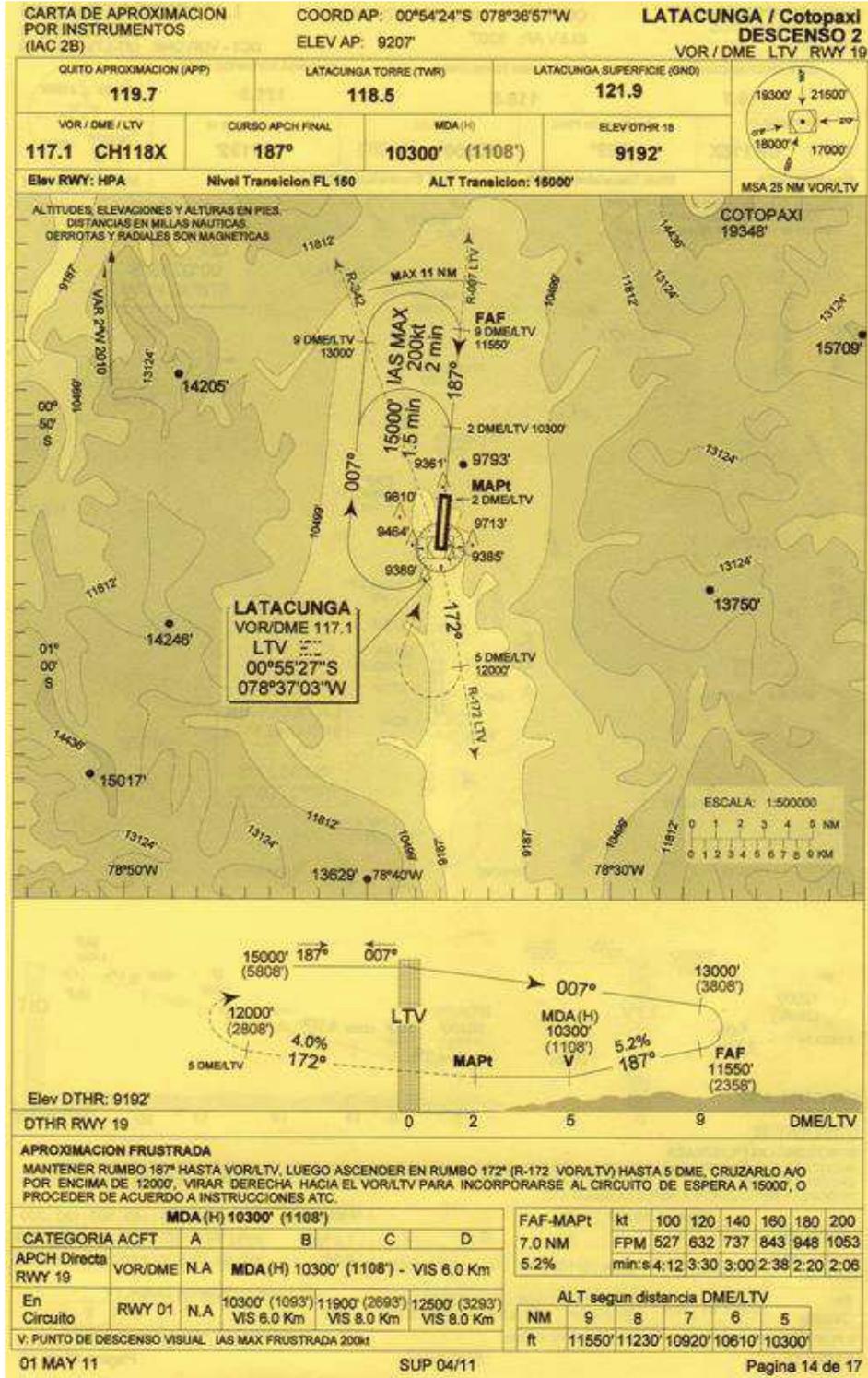
JUEVES, 14 DE JUNIO DE 2012													0	0	
AT45	CMH	TAME	12:41	SECO			AT45	CMH	TAE101	12:08	SEGU			1	1
AT45	CMH	TAE102	14:58	SEGU			AT45	CMH	TAME	14:28	SECO			1	1
MD11	N984AR	CWC430	18:16	KMIA	ENSOL		MD11	N984AR	CWC4851	14:46	SBKP	TERAS		1	1
VIERNES, 15 DE JUNIO DE 2012													0	0	
N I L													0	0	
SABADO, 16 DE JUNIO DE 2012													0	0	
MD11	N950AR	CWC408	04:17	KMIA	ENSOL	PI	MD11	N950AR	CWC408	02:10	SCEL	VAKUD	PI	0	0
MD11	N953AR	CWC496	21:49	KMIA	ENSOL		MD11	N953AR	CWC496	19:42	SKBO	BOKAN		1	1
DOMINGO, 17 DE JUNIO DE 2012													0	0	
MD11	N985AR	CWC4854	16:43	KMIA	ENSOL		MD11	N985AR	CWC410	14:48	SBKP	TERAS		1	1
LUNES, 18 DE JUNIO DE 2012													0	0	
AT45	CMB	TAME	12:43	SECO			AT45	CMB	TAE101	12:03	SEGU			1	1
AT45	CMB	TAE102	14:59	SEGU			AT45	CMB	TAME	14:30	SECO			1	1
							DHC6	448	FAE	23:51	SESM		PI	0	1

MARTES, 19 DE JUNIO DE 2012													0	0	
DHC6	448	FAE	12:01	SESM			DHC6	448	FAE	23:03	SESM			1	1
AT45	CMB	TAME	14:44	SECO			AT45	CMB	TAE101	12:15	SEGU			1	1
DHC6	452	FAE	15:25	SELT			DHC6	452	FAE	13:57	SEQU			1	1
DHC6	452	FAE	17:19	SEQU			DHC6	452	FAE	16:14	SELT			1	1
AT45	CMB	TAE102	18:25	SEGU			AT45	CMB	TAME	17:53	SECO			1	1
MIERCOLES, 20 DE JUNIO DE 2012													0	0	
MD11	N985AR	CWC424	04:51	KMIA	ENSOL	PI	MD11	N985AR	CWC423	02:29	SBKP	BOKAN	PI	0	0
DHC6	448	FAE	11:59	SESM										1	0
AT45	CMB	TAME	12:45	SECO			AT45	CMB	TAE101	12:04	SEGU			1	1
AT45	CMB	TAE102	15:15	SEGU			AT45	CMB	TAME	14:40	SECO			1	1
MD11	N953AR	CWC422	21:43	KMIA	ENSOL		MD11	N953AR	CWC422	19:41	SBEG	TERAS		1	1
JUEVES, 21 DE JUNIO DE 2012													0	0	
AT45	CMB	TAME	12:50	SECO			AT45	CMB	TAE101	12:11	SEGU			1	1
AT45	CMB	TAE102	15:06	SEGU			AT45	CMB	TAME	14:37	SECO			1	1
							DHC6	452	FAE	22:35	SESM			0	1

VIERNES, 22 DE JUNIO DE 2012													0	0	
AT45	CMB	TAME	12:46	SECO			AT45	CMB	TAE101	12:08	SEGU			1	1
DHC6	452	FAE	12:24	SESM										1	0
AT45	CMB	TAE102	15:02	SEGU			AT45	CMB	TAME	14:30	SECO			1	1
							H500	118	POLICIA	19:51	SERB			0	1
SABADO, 23 DE JUNIO DE 2012													0	0	
MD11	N952AR	KYE506	08:19	KMIA	ENSOL	PI	MD11	N952AR	KYE506	06:11	SBKP	TERAS	PI	0	0
DOMINGO, 24 DE JUNIO DE 2012													0	0	
MD11	N953AR	KYE540	16:10	SKRG	BOKAN		MD11	N952AR	CWC426	14:03	SBKP	TERAS		1	1
MD11	N985AR	CWC4854	18:57	KMIA	ENSOL		MD11	N985AR	CWC404	16:32	SVMI	BOKAN		1	1
LUNES, 25 DE JUNIO DE 2012													0	0	
AT45	CLT	TAME	12:53	SECO			AT45	CLT	TAE101	12:11	SEGU			1	1
AT45	CLT	TAE102	15:07	SEGU			AT45	CLT	TAME	14:37	SECO			1	1
							DHC6	448	FAE	21:00	SESM			0	1
MARTES, 26 DE JUNIO DE 2012													0	0	
DHC6	448	FAE	11:57	SESM										1	0
AT45	CLT	TAME	12:55	SECO			AT45	CLT	TAE101	12:17	SEGU			1	1
AT45	CLT	TAE102	15:23	SEGU			AT45	CLT	TAME	14:49	SECO			1	1
MD11	N985AR	CWC4852	18:47	KMIA	ENSOL		MD11	N985AR	CWC4851	15:04	SBKP	TERAS		1	1

MIERCOLES, 27 DE JUNIO DE 2012												0	0		
AT45	CLT	TAME	12:59	SECO			AT45	CLT	TAE101	12:13	SEGU			1	1
AT45	CLT	TAE102	15:15	SEGU			AT45	CLT	TAME	14:48	SECO			1	1
MD11	N953AR	CWC428	17:58	KMIA	ENSOL		MD11	N953AR	CWC428	16:08	SBKP	TERAS		1	1
							DHC6	448	FAE	21:35	SESM			0	1
JUEVES, 28 DE JUNIO DE 2012												0	0		
AT45	CLT	TAME	12:37	SECO			AT45	CLT	TAE101	12:02	SEGU			1	1
DHC6	448	FAE	12:07	SESM			DHC6	448	FAE	20:20	SESM			1	1
AT45	CLT	TAE102	15:07	SEGU			AT45	CLT	TAME	14:48	SECO				
VIERNES, 29 DE JUNIO DE 2012												0	0		
MD11	N985AR	CWC408	16:59	KMIA	ENSOL		MD11	N985AR	CWC408	02:13	SBEG	TERAS	PI	1	0
DHC6	448	FAE	11:46	SESM										1	0
AT45	CLT	TAME	13:29	SECO			AT45	CLT	TAE101	12:15	SEGU			1	1
AT45	CLT	TAE102	15:43	SEGU			AT45	CLT	TAME	15:15	SECO			1	1
SABADO, 30 DE JUNIO DE 2012												0	0		
MD11	N986AR	CWC4852	18:56	KMIA	ENSOL		MD11	N986AR	CWC4852	15:00	SBEG	TERAS		1	1

ANEXO 7. CARTAS DE APROXIMACIÓN (IAC) Y SALIDA (SID) POR INSTRUMENTOS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL COTOPAXI.



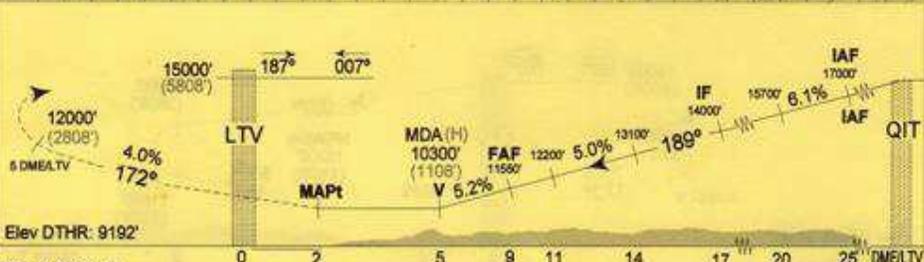
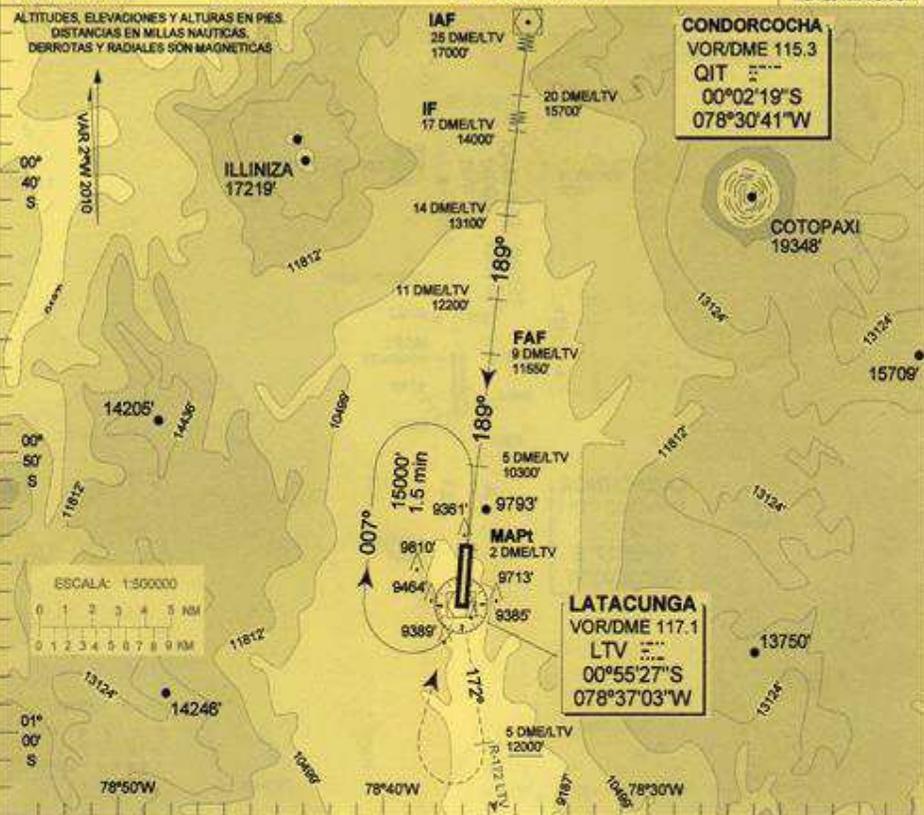
**CARTA DE APROXIMACION
POR INSTRUMENTOS
(IAC 3B)**

COORD AP: 00°54'24"S 078°36'57"W
ELEV AP: 9207'

**LATACUNGA / Cotopaxi
DESCENSO 3**

DCT - VOR/DME QIT-LTV RWY 19

QUITO APROXIMACION (APP)		LATACUNGA TORRE (TWR)		LATACUNGA SUPERFICIE (GND)	
119.7		118.5		121.9	
VOR/DME/LTV	CURSO APCH FINAL	MDA (H)	ELEV DTHR 19		
117.1 CH118X	189°	10300' (1108')	9192'		
Elev RWY: HPA		Nivel Transición FL 150		ALT Transición: 15000'	



Elev DTHR: 9192'

DTHR RWY 19

APROXIMACION FRUSTRADA
MANTENER RUMBO 189° HASTA VOR/LTV, LUEGO ASCENDER EN RUMBO 172° (R-172 DME/LTV) HASTA 5 DME, CRUZAR A/O POR ENCIMA DE 12000', VIRAR A LA DERECHA HACIA EL VOR/LTV PARA INCORPORARSE AL CIRCUITO DE ESPERA A 15000', O PROCEDER DE ACUERDO A INSTRUCCIONES ATC.

MDA(H) 10300' (1108')				FAF-MAPt kt									
CATEGORIA ACFT	A	B	C	D	100	120	140	160	180	200			
APCH Directa RWY 19	VOR/DME	N.A	MDA (H) 10300'(1108') - VIS 6.0 Km			7.0 NM	FPM	627	632	737	843	948	1053
En Circuito	RWY 01	N.A	10300' (1093')	11900' (2693')	12500' (3293')	ALT segun distancia DME/LTV							
			VIS 6.0 Km	VIS 6.0 Km	VIS 8.0 Km	NM	9	8	7	6	5		
			V: PUNTO DE DESCENSO VISUAL IAS MAX FRUSTRADA 200kt			ft	11550'	11240'	10920'	10610'	10300'		

CARTA DE SALIDA NORMALIZADA
VUELO POR INSTRUMENTOS
(SID 1A)

ALTITUD DE TRANSICION
15000'

TWR: 118.5
121.9

LATACUNGA / Cotopaxi
RWY 19

SALIDA 1

MINIMAS METEOROLOGICAS
VISIBILIDAD: 4 km TECHO: 300 M

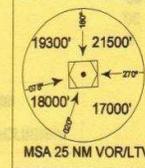
REGIMEN DE ASCENSO A 200 ft/NM

PDG *	kt	80	100	120	140	160	180
3.3 %	ft/min	267	334	401	468	535	602

* PDG: Pendiente de Diseño del Procedimiento

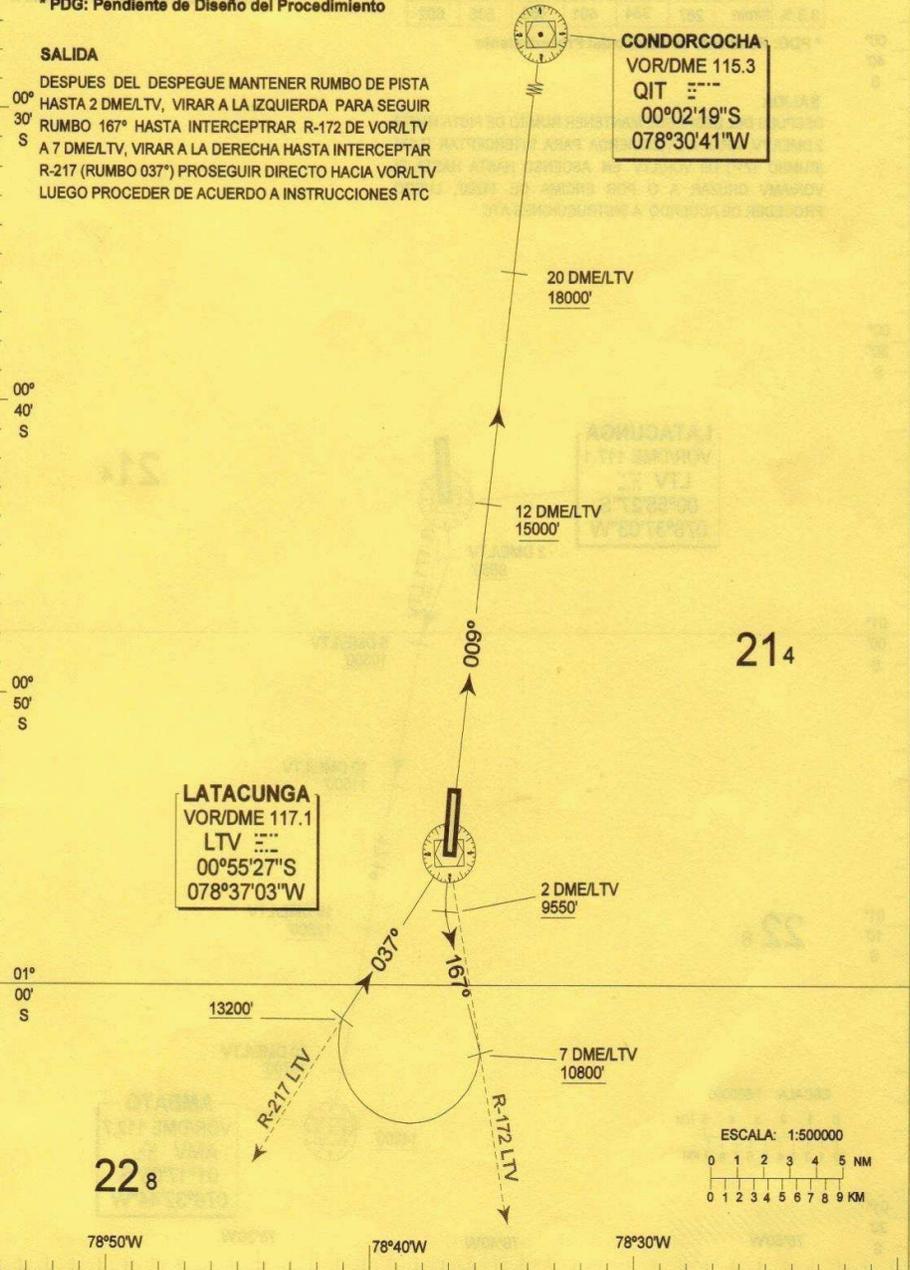
SALIDA

DESPUES DEL DESPEGUE MANTENER RUMBO DE PISTA HASTA 2 DME/LTV, VIRAR A LA IZQUIERDA PARA SEGUIR RUMBO 167° HASTA INTERCEPTAR R-172 DE VOR/LTV A 7 DME/LTV, VIRAR A LA DERECHA HASTA INTERCEPTAR R-217 (RUMBO 037°) PROSEGUIR DIRECTO HACIA VOR/LTV LUEGO PROCEDER DE ACUERDO A INSTRUCCIONES ATC



VAR 2°W 2010

ALTITUDES, ELEVACIONES Y ALTURAS EN PIES.
DISTANCIAS EN MILLAS NAUTICAS.
DERROTAS Y RADIALES SON MAGNETICAS



SALIDA 2

MINIMAS METEOROLOGICAS

VISIBILIDAD: 4 km TECHO: 300 M

REGIMEN DE ASCENSO A 200 ft/NM

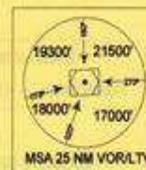
PDG *	kt	80	100	120	140	160	180
	ft/min	287	334	401	468	535	602

* PDG: Pendiente de Diseño del Procedimiento

SALIDA

DESPUES DEL DESPEGUE MANTENER RUMBO DE PISTA HASTA 2 DME/LTV, VIRAR A LA IZQUIERDA PARA INTERCEPTAR R-171 (RUMBO 171°) DE VOR/LTV EN ASCENSO HASTA EL VOR/AMV CRUZAR A O POR ENCIMA DE 14200', LUEGO PROCEDER DE ACUERDO A INSTRUCCIONES ATC

VAR 2°N 2010



ALTITUDES, ELEVACIONES Y ALTURAS EN PIES.
DISTANCIAS EN MILLAS NAUTICAS.
DERROTAS Y RADIALES SON MAGNETICAS

