



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis previa la obtención del Grado Académico de Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente.

TEMA:

NIVELES DE ABSORCIÓN DE RUIDO CON MADERA, CORCHO Y VIDRIO EN LA TERMINAL TERRESTRE DE QUEVEDO. AÑO 2012. PLAN DE UTILIZACIÓN DE MATERIAL ÓPTIMO.

AUTOR:

ING. OTTÓN REINERIO MOLINA LOOR

DIRECTOR:

ING. LUIS ALBERTO DUICELA GUAMBI, M.Sc

QUEVEDO – ECUADOR

2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis previa la obtención del Grado Académico de Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente.

TEMA:

NIVELES DE ABSORCIÓN DE RUIDO CON MADERA, CORCHO Y VIDRIO EN LA TERMINAL TERRESTRE DE QUEVEDO. AÑO 2012. PLAN DE UTILIZACIÓN DE MATERIAL ÓPTIMO.

AUTOR:

ING. OTTÓN REINERIO MOLINA LOOR

DIRECTOR:

ING. LUIS ALBERTO DUICELA GUAMBI, M.Sc

QUEVEDO – ECUADOR

2013

CERTIFICACIÓN

El suscrito **Ing. Luis Alberto Duicela Guambi, M.Sc**, Docente tutor de la Unidad de Posgrado en la maestría de Desarrollo y Medio Ambiente de la **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**, certifica que el Ing. **OTTÓN REINERIO MOLINA LOOR**, realizó bajo mi dirección la tesis de grado titulada **“NIVELES DE ABSORCIÓN DE RUIDO CON MADERA, CORCHO Y VIDRIO EN LA TERMINAL TERRESTRE DE QUEVEDO. AÑO 2012. PLAN DE UTILIZACIÓN DE MATERIAL ÓPTIMO”**, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Quevedo, 12 de enero de 2013.

Ing. Luis Alberto Duicela Guambi, M.Sc
DIRECTOR DE LA TESIS

AUTORÍA

Los resultados, conclusiones, recomendaciones y la propuesta alternativa en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ing. Ottón Reinerio Molina Loor
AUTOR DE LA TESIS

DEDICATORIA

A todos los lectores inspirados y motivados en buscar soluciones a los problemas ambientales para mejorar la calidad de vida de todo organismo natural benéfico y en especial de la especie humana.

El Autor: Ottón Molina Loor

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud a:

- Dios por fortalecer mi sabiduría.
- Mis maestros tutores que supieron transferir nuevos conocimientos para el enriquecimiento en las temáticas de desarrollo y medio ambiente.
- Mis compañeros por compartir los momentos de sustentación y de debate en los diferentes trabajos grupales.
- Mis amigos por contribuir desde sus posibilidades al crecimiento profesional.
- Familiares cercanos por la comprensión, el apoyo y la paciencia que me brindaron para soportar en ocasiones mi ausencia en labores cotidianas.

El Autor: Ottón Molina Loor

PRÓLOGO

A través de la Tesis **“Niveles de absorción de ruido con madera, corcho y vidrio en la Terminal Terrestre de Quevedo. Año 2012. Plan de utilización de material óptimo”**, el autor coloca en alto relieve al ruido ambiental como uno de los principales problemas de todas las ciudades que evidencian un crecimiento del tráfico urbano. Esta afirmación se sustenta en impactos económicos importantes que tienen dos receptores: (1) los habitantes de la ciudad que reciben el impacto de los niveles de ruido, generándoles problemas en la salud; y, (2) la infraestructura física existente, afectando en especial el valor de mercado de las propiedades residenciales.

Es indudable que el ruido es el contaminante más barato de producir, pero es complejo de medir y cuantificar. Se percibe solo por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto. Esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor.

La Terminal Terrestre de Quevedo es en efecto uno de los lugares donde se producen los niveles más altos de ruido de la ciudad, debido a la concurrencia de vehículos motorizados y a la presencia de usuarios. Por tal motivo, en la investigación se muestran los niveles alarmantes de ruido existentes en el lugar y se contribuye con una propuesta que conlleva a absorber gran porcentaje del mismo utilizando la madera de balsa, la madera de guarumo, láminas de corcho o vidrio en habitáculos o cubículos.

Constituye un trabajo exitoso donde se conjuga la aplicación de conocimientos de física, matemáticas y de ciencias ambientales, pues, la profundidad con la que se aborda la experimentación, permite obtener valiosa información técnica que contribuye al conocimiento de las formas alternativas para mitigar la contaminación por el ruido ambiental. Por lo tanto, recomiendo tomar debida nota del contenido y valorar las conclusiones de la presente investigación.

Dr. Miguel Alfonso Patricio Araque Pazmiño, M.Sc
GERENTE TERMINAL TERRESTRE DE QUEVEDO

RESUMEN EJECUTIVO

Siendo el ruido un problema generalizado de contaminación ambiental que afecta a toda la población humana, causando principalmente afectación al oído, irritabilidad emocional, estrés, cansancio, alteración de la presión arterial, sordera y taquicardias, la investigación realizada en el área que ocupa actualmente la Terminal Terrestre de Quevedo, tuvo el propósito de determinar, en forma experimental, si los materiales de madera, corcho y vidrio, usados como protectores contra el ruido, reducen significativamente la contaminación sónica. El experimento se orientó a la determinación de los niveles de absorción de ruido con los materiales de madera de balsa, madera de guarumo, corcho y vidrio que fueron utilizados en la construcción de cámaras, de forma cúbica de 30 centímetros de arista, de igual tamaño y de un centímetro de espesor, donde se realizaron mediciones de la intensidad del ruido usando un sonómetro.

Estas cámaras se colocaron en tres sitios en el área experimental: a) en los andenes; b) en el interior; y, c) en el área de arriba a la Terminal Terrestre. Como testigo se consideró la intensidad del ruido al aire libre en cada uno de los sitios descritos. El diseño experimental fue de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial, donde se conformaron 15 tratamientos con cuatro repeticiones. Los tratamientos resultaron de la combinación de materiales con los sitios elegidos y las cuatro repeticiones constituyeron distintos horarios; es decir, se hicieron mediciones del ruido en diferentes horas del día.

La información se registró en los dos días de la semana de mayor movilidad humana y motorizada en la Terminal Terrestre, esto es, los días sábados y domingos, durante dos meses consecutivos, correspondientes a los meses de agosto y de septiembre del 2012.

Los resultados del experimento permitieron identificar a la madera de balsa como el material de mayor absorción de ruido y a las láminas de vidrio como el material óptimo como barrera reflejante y protector de ondas sonoras.

Estos resultados proporcionaron la base científica para la elaboración de una propuesta técnica de la utilización del material óptimo en las construcciones de habitáculos para evitar los perjuicios especialmente a la salud humana por causa del ruido ambiental.

ABSTRACT

Being the noise a widespread problem of environmental contamination that affects the whole human population, causing mainly affectation to the hearing, emotional irritability, stress, fatigue, alteration of the arterial pressure, deafness and tachycardias, the investigation carried out in the area that occupies the Terrestrial Terminal of Quevedo at the moment, had the purpose of determining, in experimental form, if the wooden materials, cork and glass, used as protective against the noise, they reduce the sonic contamination significantly. The experiment was guided to the determination of the levels of absorption of noise with the wooden materials of raft, guarumo wood, cork and glass that were used in the construction of cameras, in cubic way of 30 centimeters of edge, of same size and one centimeter of thickness, where they were carried out mensurations of the intensity of the noise using a digital sound level meter.

These cameras were placed in three places in the experimental area: a) in the platforms; b) in the interior; and, c) in the arrival area to the Terrestrial Terminal. As witness it was considered the intensity of the noise outdoors in each one of the described places. The experimental design was at random of complete blocks (BCA) with factorial arrangement, where they conformed to 15 treatments with four repetitions. The treatments were of the combination of materials with the elected places and the four repetitions constituted different schedules; that is to say, mensurations of the noise were made in different hours of the day.

The information registered in the two days of the week of more human mobility and motorized in the Terrestrial Terminal, this is, the days Saturdays and Sundays, during two serial months, corresponding to the months of August and of September of the 2012.

The results of the experiment allowed to identify to the raft wood like the material of more absorption of noise and to the glass sheets as the good material as barrier reflective and protective of sound waves.

These results provided the scientific base for the elaboration of a technical proposal of the use of the good material in the cubicles constructions to avoid the damages especially to the human health by reason of the environmental noise.

ÍNDICE

	Pág.
Certificación	iv
Autoría	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Prólogo	viii
Resumen Ejecutivo	ix
Abstrat	xi
Índice	xiii
Índice de Tablas	xvii
Índice de Figuras	xxii
Introducción	xxiv
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Ubicación y contextualización de la problemática	2
1.2. Situación Actual de la problemática	3
1.3. Problema de Investigación	3
1.3.1. Problema General	4
1.3.2. Subproblemas derivados	4
1.4. Delimitación del Problema	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. General	5
1.5.2. Específicos	5
1.6. Justificación	5
1.7. Cambios esperados con la investigación	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Fundamentación Conceptual	8
2.1.1. Ruido Ambiental	8
2.1.2. La Intensidad y Sonoridad del Ruido	9
2.1.3. Absorción del Sonido	11
2.1.4. El Sonómetro	13

2.1.5. Materiales Absorbentes y Barreras Acústicas	13
2.1.6. Madera de Balsa y de Guarumo	14
2.1.7. Corcho	17
2.1.8. Vidrio	19
2.2. Fundamentación Teórica	21
2.2.1. Generalidades	21
2.2.2. Criterios de la OMS	22
2.2.3. Algunas investigaciones en el Ecuador	27
2.3. Fundamentación Legal	28
2.3.1. De la Constitución del Ecuador	29
2.3.2. De la Ley de Gestión Ambiental	29
2.3.3. Del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria	30
2.3.4. De la Norma Técnica Referente a Ruido	30
2.3.5. De la Ley de Tránsito	31
2.3.6. De las Ordenanzas Municipales	32
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.1. Métodos Utilizados en la Investigación	39
3.1.1. Características del campo experimental	39
3.1.2. Croquis de campo	40
3.1.3. Diseño Experimental	41
3.1.4. Tipo de Investigación	43
3.1.5. Población y Muestra	43
3.2. Construcción Metodológica del Objeto de Investigación	44
3.3. Elaboración del Marco Teórico	46
3.4. Recolección de Información Empírica	47
3.5. Descripción de la Información Obtenida	48
3.5.1. Aplicación de Encuestas	49
3.5.2. Medición de Intensidad de ruido	49
3.6. Análisis e Interpretación de los Resultados	50
3.6.1. De las Encuestas	50
3.6.2. Costos de las cámaras construidas	51
3.6.3. Datos registrados respecto a intensidad de ruido	51

3.7.	Construcción del Informe de la Investigación.	52
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN		53
4.1.	Enunciado de las Hipótesis	54
4.2.	Ubicación y Descripción de la Información Empírica Pertinente a la Hipótesis	54
4.3.	Costos de las cámaras utilizadas en el experimento	60
4.4.	Discusión de la Información Obtenida en Relación a la Naturaleza de la Hipótesis.	61
4.4.1.	En el primer día	61
4.4.18.	En el décimo octavo día	85
4.4.19.	Resúmenes de Resultados Estadísticos	87
4.5.	Análisis Cuantitativo: Modelos Estadísticos de comprobación de hipótesis	88
4.5.1.	Primer día	89
4.5.18.	Décimo octavo día	106
4.5.19.	Resumen de análisis cuantitativo en los 18 días	107
4.6.	Análisis Cualitativos: Modelos Hermenéuticos	115
4.7.	Comprobación o Disprobación de la hipótesis	116
4.7.	Conclusión Parcial.	117
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES.		118
5.1.	Conclusiones.	119
5.2.	Recomendaciones	120
CAPÍTULO VI. PROPUESTA ALTERNATIVA		121
6.1.	Título de la Propuesta	122
6.2.	Justificación	122
6.3.	Fundamentación	122
6.4.	Objetivos.	123
6.5.	Importancia	123
6.6.	Ubicación Sectorial y Física.	124
6.7.	Factibilidad	124

6.8. Plan de Trabajo	124
6.9. Actividades	125
6.10 Recursos	125
6.10.1. Administrativos	125
6.10.2. Financieros	125
6.10.3. Materiales	125
6.10.4. Tecnológicos	126
6.11. Impacto	126
6.12. Evaluación	128
6.13. Instructivo de funcionamiento	129
BIBLIOGRAFÍA	131
ANEXOS	137

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Niveles de sonoridad y de intensidad de ruido	11
2. Niveles máximos de ruido permisibles según la legislación ecuatoriana	31
3. Niveles máximos permitidos de ruido para fuentes fijas	33
4. Niveles máximos permitidos de ruido para vehículos automotores	34
5. Detalles de los 15 tratamientos experimentales de la investigación	41
6. Fuente de Variación y Grados de Libertad para el Análisis de Varianza	51
7. Pesos en kilogramos y costo en dólares que se determinaron en los protectores utilizados en la investigación	60
8. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 04 de agosto de 2012	61
9. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 05 de agosto de 2012	63
10. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 11 de agosto de 2012	64
11. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 12 de agosto de 2012	66
12. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 18 de agosto de 2012	67
13. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 19 de agosto de 2012	69
14. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 25 de agosto de 2012	70
15. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 26 de agosto de 2012	72
16. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 01 de sept. de 2012	73

17. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 02 de sept. de 2012	74
18. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 08 de sept. de 2012	76
19. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 09 de sept. de 2012	77
20. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 15 de sept. de 2012	78
21. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 16 de sept. de 2012	80
22. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 22 de sept. de 2012	81
23. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 23 de sept. de 2012	82
24. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 29 de sept. de 2012	84
25. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 30 de sept. de 2012	85
26. Valores promedios de intensidad de ruido en decibeles de 18 lecturas, en cuatro horarios, en la Terminal Terrestre de Quevedo	87
27. Efectos de las cámaras protectoras en la reducción del ruido, en cuatro horarios, en la Terminal Terrestre de Quevedo	87
28. Efectos de los lugares de la lectura del ruido, en cuatro horarios, en la Terminal Terrestre de Quevedo	88
29. ADEVA correspondiente al 04 de agosto	89
30. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 04 de agosto	89
31. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 04 de agosto	89
32. ADEVA correspondiente al 05 de agosto	90
33. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 05 de agosto	90

34.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 05 de agosto	90
35.	ADEVA correspondiente al 11 de agosto	91
36.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 11 de agosto	91
37.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 11 de agosto	91
38.	ADEVA correspondiente al 12 de agosto	92
39.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 12 de agosto	92
40.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 12 de agosto	92
41.	ADEVA correspondiente al 18 de agosto	93
42.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 18 de agosto	93
43.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 18 de agosto	93
44.	ADEVA correspondiente al 19 de agosto	94
45.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 19 de agosto	94
46.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 19 de agosto	94
47.	ADEVA correspondiente al 25 de agosto	95
48.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 25 de agosto	95
49.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 25 de agosto	95
50.	ADEVA correspondiente al 26 de agosto	96
51.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 26 de agosto	96
52.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 26 de agosto	96

53.	ADEVA correspondiente al 01 de septiembre	97
54.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 01 de septiembre	97
55.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 01 de septiembre	97
56.	ADEVA correspondiente al 02 de septiembre	98
57.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 02 de septiembre	98
58.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 02 de septiembre	98
59.	ADEVA correspondiente al 08 de septiembre	99
60.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 08 de septiembre	99
61.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 08 de septiembre	99
62.	ADEVA correspondiente al 09 de septiembre	100
63.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 09 de septiembre	100
64.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 09 de septiembre	100
65.	ADEVA correspondiente al 15 de septiembre	101
66.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 15 de septiembre	101
67.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 15 de septiembre	101
68.	ADEVA correspondiente al 16 de septiembre	102
69.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 16 de septiembre	102
70.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 16 de septiembre	102
71.	ADEVA correspondiente al 22 de septiembre	103

72.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 22 de septiembre	103
73.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 22 de septiembre	103
74.	ADEVA correspondiente al 23 de septiembre	104
75.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 23 de septiembre	104
76.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 23 de septiembre	104
77.	ADEVA correspondiente al 29 de septiembre	105
78.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 29 de septiembre	105
79.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 29 de septiembre	105
80.	ADEVA correspondiente al 30 de septiembre	106
81.	Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 30 de septiembre	106
82.	Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 30 de septiembre	106
83.	Resumen del Análisis de Varianza en 18 días del registro de ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo	108
84.	Promedios de intensidades de ruido por horarios en los 18 días registrados en la Terminal Terrestre de Quevedo	109
85.	Promedios de intensidades de ruido por materiales protectores en los 18 días registrados en la Terminal Terrestre de Quevedo	110
86.	Promedios de intensidades sónicas por lugares de ruido en los 18 días registrados en la Terminal Terrestre de Quevedo	111
87.	Promedios de intensidades de ruido por tratamientos en los 18 días de ruido registrados en la T.T.Q.	112
88.	Comparaciones ortogonales (GL = 1) con los promedios de los datos de ruido registrados en los 18 días en la T.T.Q.	114
89.	Relación comparativa de la hipótesis con los resultados	116

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Árbol de Guarumo (Familia Cecropiaceae) y árbol de Balsa (Familia Bombacaceae)	16
2. Trozas de balsa apiladas	17
3. Árbol de Alcornoque y tapones de corcho obtenidos de su corteza	19
4. Cróquis de la ubicación de la Terminal Terrestre de Quevedo	40
5. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que identifican al ruido como contaminante ambiental	56
6. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que visitan al médico por problemas auditivos	56
7. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que identifican las causas del ruido	57
8. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, proponen diferentes formas de colaborar para luchar contra el ruido	57
9. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que opinan respecto a tasas para cubrir gastos en la lucha contra el ruido	58
10. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que opinan respecto a valores económicos mensuales que deben cubrir los arrendatarios de locales en la Terminal Terrestre de Quevedo para la lucha contra el ruido	58
11. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que recomiendan el cobro de tasas a taxistas y otros vehículos que prestan servicios en la Terminal Terrestre de Quevedo para la lucha contra el ruido	59
12. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 04 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	62
13. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 05 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	64
14. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 11 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	65

15. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 12 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	67
16. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 18 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	68
17. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 19 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	70
18. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 25 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	71
19. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 26 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	73
20. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 01 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	74
22. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 02 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	75
22. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 08 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	77
23. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 09 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	78
24. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 15 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	79
25. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 16 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	81
26. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 22 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	82
27. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 23 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	83
28. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 29 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	85
29. Intensidad del ruido registrada en los 15 tratamientos evaluados el 30 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo	86

INTRODUCCIÓN

Los sonidos indeseados o ruidos constituyen el estorbo público más generalizado en el mundo y en la sociedad ecuatoriana actual. En realidad es una de las formas de contaminación ambiental de la atmósfera. El ruido es un peligro real y efectivo para la salud de la población. De día y de noche, en la casa y en el trabajo, en la calle, en el recreo, el ruido ocasiona serias tensiones físicas y emocionales. Nadie es inmune al ruido. Aunque aparentemente hay adaptación al ruido o se trata de ignorarle, la verdad es que el oído siempre lo capta, y el cuerpo siempre reacciona, a veces con extrema tensión, como cuando se escucha un sonido extraño en medio de la noche o cuando se está distraído en los propios pensamientos o en medio de una conversación.

La molestia que se siente ante un ruido desagradable es el síntoma exterior más común de las tensiones que se crean en el interior. Por este hecho, ya que la irritabilidad es un síntoma tan notable, los legisladores a menudo la usan como criterio para medidas de control de ruido en los espacios de debates.

Otros peligros más serios causados por el ruido han sido menos atendidos quizás por ser más sutiles. Pero hay que estar atentos a las molestias que el ruido ocasiona; así pues pueden generar otros males físicos y emocionales futuros.

Frente a esta situación se necesita investigar científicamente formas de disminuir la percepción de los niveles de intensidad de ruido ambiental, especialmente en sitios de la ciudad donde concurren diariamente vehículos motorizados. Estos sitios son los llamados Terminales Terrestres, que como el caso de la ciudad de Quevedo, se encuentra ubicado en un área poblada, donde, además del sonido producido por los motores de los vehículos, se suman los pitos y las sirenas; el bullicio de la gente y hasta los silbatos de los policías.

El experimento que se llevó a efecto probó distintos materiales utilizados como barreras en forma de cámaras entre la fuente sonora y el aparato medidor de la intensidad de ruido ambiental. De esta forma se determinó los niveles de absorción del ruido con madera, vidrio y corcho, para finalmente establecer el material óptimo recomendado en la propuesta.

La organización de este trabajo se lo presenta en seis capítulos, de los cuales el **capítulo primero** se refiere al marco contextual de la investigación, donde es importante el problema de la investigación, su delimitación, los objetivos, la justificación y los cambios esperados en la investigación. El **segundo capítulo**, comprende el marco teórico, que revisa la fundamentación conceptual, la fundamentación teórica que se sustenta en los resultados de investigaciones anteriores en aspectos técnicos-científicos, y la fundamentación legal respecto a la contaminación sónica existente en nuestro país.

El **tercer capítulo** se centra en la metodología que se aplicó en la investigación, es decir, se explica el método y el tipo de investigación, la forma como se obtuvo la información, y el procedimiento seguido para describirla, analizarla y construir el respectivo informe del experimento.

El **cuarto capítulo** presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos en relación con la hipótesis planteada discutiéndolos cualitativa y cuantitativamente para llegar a conclusiones parciales.

El **quinto capítulo**, recoge las conclusiones y recomendaciones generales de la investigación que conllevan a un proyecto de ordenanza municipal contra el ruido ambiental; y, finalmente, el **sexto capítulo**, detalla la propuesta alternativa que sugiere un plan de utilización del material óptimo para reducir los impactos especialmente en la salud de las personas que concurren, permanecen o habitan en la Terminal Terrestre de Quevedo y su área de influencia.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

“Hace más ruido un solo hombre gritando
que cien mil que están callados”

José de San Martín

1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La Terminal Terrestre de la ciudad de Quevedo ocupa una extensión de 2,3 hectáreas y está localizada en el sector urbano densamente poblado de la avenida San Rafael de la parroquia 24 de Mayo a 100 metros de la avenida Quito. En este sector confluyen los vehículos de transporte de pasajeros tanto intercantonales como interprovinciales, además de taxis, buses urbanos y vehículos particulares. La administración de esta Terminal está a cargo de la Empresa Municipal Terminal Terrestre (EMTTQ) creada el 27 de febrero de 2002 mediante ordenanza. Esta empresa es pública y tiene autonomía administrativa y financiera.

A la Terminal Terrestre de Quevedo ingresan diariamente 35 cooperativas de transportes ya sea porque van de paso o son empresas que tienen su origen histórico en ésta ciudad. Se tiene datos estadísticos que durante un día normal de actividades hay un flujo mínimo de 4000 personas y en fines de semana se duplica.

Los ingresos que tiene esta empresa municipal, está en 40.000 dólares mensuales recaudados por varios conceptos como por ejemplo: alquiler de boleterías, alquiler de oficinas, alquiler de locales comerciales, alquiler de espacios o islas comerciales, tasa de pasajeros, entre otros. Con estos valores se cubren gastos administrativos, se pagan a empresas de servicios contratadas y se tiene un excedente para desarrollo como la construcción de los mini-terminales localizados en las vías de ingreso a la ciudad de Quevedo (Araque, 2010).

Aunque su funcionamiento ya tiene 12 años, las mejoras que se han hecho no han cubierto en su totalidad el buen servicio para los usuarios respecto al acondicionamiento del aire en su interior y al control de la contaminación sónica; pues los ventiladores que existen no abastecen y además producen un agregado de ruido excesivo. Por otro lado, en el exterior de la Terminal, es muy fácil detectar vehículos que presentan en mal estado los silenciadores

colocados en los tubos de escapes de los gases producidos en la combustión interna de los motores.

Todo este escenario es el que conllevó a elegir a la Terminal Terrestre de Quevedo como el área experimental propicia para medir la producción de ruido ambiental y luego establecer recomendaciones en base a los resultados del experimento.

1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

Es notoria la presencia excesiva de ruido ambiental en el área de la Terminal Terrestre de Quevedo por efecto de la suma de fuentes emisoras que no son controladas tales como: vehículos motorizados, bullicio de la gente, pitos de vehículos, silbatos de vigilantes, gritos de vendedores, altavoces, música de puestos comerciales, ruido de ventiladores grandes, etc. Así mismo, se puede observar ocularmente que la infraestructura no posee materiales absorbentes del ruido producido, ni existen medidas de control por parte de las autoridades del nivel sonoro de las fuentes.

Partiendo del hecho que el ruido es un contaminante ambiental que causa males como la interferencia en la comunicación, la pérdida de la audición, la perturbación del sueño y el estrés, es completamente aceptable que frente a este problema existente en la Terminal Terrestre de Quevedo se haya llevado a efecto la investigación que aborde la situación actual de la problemática en esta área, con el fin de recomendar el uso de barreras con materiales óptimos para la absorción de sonidos indeseables acompañados de una ordenanza que regule y sancione legalmente a los responsables de este tipo de contaminación atmosférica.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Acogiendo el enunciado de fenómenos físicos referido a la absorción de ondas sonoras y frente a la necesidad de descubrir en el entorno a los materiales que pueden absorber en gran medida el ruido ambiental, que resulten amigables

con el criterio de que es más económico las actividades de prevención que las acciones de remediación en seres humanos por efecto de la contaminación sónica, la problemática de la investigación se planteó de la siguiente manera:

1.3.1. Problema General

¿Cuáles son los niveles de absorción de ruido ambiental en la Terminal Terrestre de Quevedo, en materiales como madera, corcho y vidrio?

1.3.2. Subproblemas Derivados

- ¿Cuáles son los niveles de absorción de ruido con maderas laminadas de prueba?
- ¿Qué nivel de absorción de ruido se presenta con barreras de corcho laminado?
- ¿Cuál es el nivel de absorción de ruido con barreras de vidrio laminado?

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Las fuentes de contaminación sónica se presentan tanto en el interior como al exterior de la obra física de la Terminal Terrestre de Quevedo, por lo que la medición de la intensidad del ruido sin barreras y con barreras estuvo orientada a cubrir toda el área de afectación para los usuarios.

En definitiva, en la delimitación del problema se consideró:

- Campo: Medio Ambiente
- Área: Contaminación Ambiental Sónica.
- Aspecto: Barreras físicas de absorción de ruidos
- Sector: Terminal Terrestre de Quevedo
- Tiempo: De junio a noviembre del año 2012

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. General

Determinar los niveles de absorción de ruido con madera, corcho y vidrio en la Terminal Terrestre de Quevedo.

15.2. Específicos

- Determinar los niveles de absorción de ruido con maderas laminadas de prueba.
- Identificar el nivel de absorción de ruido con barreras de corcho laminado.
- Establecer el nivel de absorción de ruido con barreras de vidrio laminado.
- Elaborar un plan de uso de material óptimo con barreras contra ruido como propuesta para la Empresa Municipal Terminal Terrestre de Quevedo (EMTTQ).

1.6. JUSTIFICACIÓN

El experimento desarrollado busca responder a la necesidad de fortalecer la gestión ambiental de autoridades locales proporcionándoles información respecto de la contaminación ambiental por ruido existente en la Terminal Terrestre de Quevedo, a la vez que se espera motivar la creación de ordenanzas que regularicen el control de las fuentes emisoras del sonido en el ambiente. Por otro lado, la administración de la Terminal Terrestre de Quevedo y el sector de la construcción a nivel nacional se verán favorecidos con el aporte de los resultados de la investigación al conocer con datos reales los materiales óptimos para la absorción de ruidos ambientales.

1.7. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN

Los resultados obtenidos de la investigación serán dados a conocer al directorio de la Empresa Municipal Terminal Terrestre de Quevedo (EMTTQ),

en la perspectiva de que los usuarios aprecien los cambios en la calidad ambiental:

- Nuevos sistemas de ventilación: Cambio de los ventiladores ruidosos por acondicionadores de aire.
- Manejo eficiente de políticas de control de ruidos en toda fuente que contamine al ambiente tanto interno como externo de la Terminal Terrestre.
- Uso de barreras protectoras de ondas sonoras fuertes en todo cubículo, oficina o habitáculo existente dentro de la Terminal Terrestre.
- Difusión de las recomendaciones de la investigación especialmente en el área de influencia de la Terminal Terrestre.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

“Nunca consideres el estudio como un deber, sino como una oportunidad para penetrar en el maravilloso mundo del saber”

Albert Einstein

2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.1. Ruido Ambiental.

En términos generales **el sonido** es una onda mecánica longitudinal porque las partículas del medio vibran en la dirección de propagación de las ondas. Este tipo de ondas pueden transmitirse si existe un medio elástico ya sea sólido líquido o gaseoso, por lo tanto en el vacío no se propagan. Cuando los cuerpos vibran en nuestro medio gaseoso comprimen el aire de la vecindad, produciendo una serie de pulsos de compresión y de rarefacción que forma una onda, la cual se transmite a través del aire alejándose de la fuente y penetrando al oído. Los sonidos que el oído puede percibir, dependen de la variación de presión que el aire experimenta al transmitirlos. Es así como la máxima variación de presión que nuestro oído puede tolerar es de 28 N/m^2 (Ramírez y Villegas 1989).

El **ruido** es una sucesión desordenada de sonidos molestos que no son agradables al oído, que lamentablemente se los percibe muy frecuentemente en la naturaleza (explosión, el tiro de un revólver, el ruido del mar). Desde el punto de vista de la Física, los ruidos tienen tonos indefinidos cuyas frecuencias son muy altas. Estos no se producen a intervalos regulares y no mantienen constante la forma de la onda. La curva no es definida ni periódica porque es un desplazamiento irregular de vibraciones (Zambrano 2008).

En referencia a las causas de la contaminación del aire en el Ecuador se encuentran principalmente la desordenada distribución de la industria, a su vez causada por una incipiente planificación urbana, la falta de conocimiento sobre el impacto ambiental que cada fábrica produce y la falta de planificación de un parque industrial ordenado (Ortiz 1980).

Un contaminante muy poco abordado por la sociedad civil es el ruido, pues este ha pasado desapercibido por el hombre, hasta no hace mucho tiempo, cuando se iniciaron investigaciones para detectar sus efectos en la vida diaria

del ser humano. Se ha observado que los niveles actuales de ruido pueden afectarle de las formas más variadas.

El ruido se compone de una serie de sonidos de estructura espectral amorfa de intensidad y frecuencia desproporcionada, producidos por actividades propias del “desarrollo”, tales como las industrias, el tránsito rodado, las obras públicas, etc. Éste tiene la peculiaridad de afectar a todas las personas, diferenciándolo de otros contaminantes para los que algunos individuos presentan cierta resistencia y tolerancia (Encalada 1983).

Muchos de los ruidos son percibidos de manera inconsciente, incluso desde la vida intrauterina, lo cual produce un alto nivel de habituación. Este fenómeno hace que muchísimos ruidos pasen desapercibidos, así como el peligro que esto encierra. El útero es una barrera protectora contra muchos contaminantes, pero no contra el ruido, el cual influye directamente en el metabolismo del hijo por nacer, aparte de afectar a la madre embarazada.

Entre los trastornos más comunes producidos por el ruido se cuenta la pérdida progresiva de la capacidad auditiva. Esta enfermedad es mucho más frecuente en personas expuestas a altos niveles de ruido, como los empleados de algunas plantas industriales. Aun cuando hay industrias que tienen en cuenta estos efectos para fines de seguridad, muchas no cumplen con las normas establecidas, lo que produce muchos casos de sordera profesional, la cual puede ser total e irreversible (Encalada 1983).

2.1.2. La Intensidad y Sonoridad del Ruido

Desde el punto de vista de la Física, la **intensidad** de una onda sonora es la energía transmitida en la unidad de tiempo (es decir, la potencia transmitida) por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación. La intensidad **I** de un sonido de frecuencia **f** vibraciones por segundo (hertz) y amplitud **r** metros viene dada por la expresión:

$$I \text{ (W/m}^2\text{)} = 2\pi^2 f^2 r^2 v \rho$$

Siendo en la expresión v = velocidad del sonido en m/s y ρ = densidad del medio en Kg/m³.

Por otro lado, la **sonoridad** es una sensación fisiológica subjetiva, que aumenta con la intensidad del sonido, aun cuando no existe una relación sencilla entre ambas. La sensación de sonoridad es aproximadamente proporcional al logaritmo decimal de la intensidad del sonido.

El **belio** (b) y **decibelio** (dB) son unidades de nivel de intensidad (y muy aproximadamente de nivel de sonoridad). El nivel de intensidad (B), expresado en decibelios (0.1 b), de una onda sonora de intensidad I_1 con respecto a otra de intensidad I_2 es:

$$B \text{ (dB)} = 10 \log \frac{I_1}{I_2}$$

La mínima diferencia de sonoridad que puede percibir el oído humano es de 1 decibelio (Schaum 1978).

Cuando se utiliza la expresión ruido como sinónimo de contaminación acústica, se está haciendo referencia a un sonido, con intensidad alta, que puede resultar incluso perjudicial para la salud humana. Algunos efectos del ruido sobre la salud son: Enfermedades fisiológicas (sorderas), enfermedades psíquicas (depresión, estrés, agresividad) y enfermedades sociológicas como las alteraciones en la comunicación y el rendimiento (Wikipedia 2011).

La intensidad del ruido puede expresarse en Watt / metros² (W.m⁻²) y el nivel de sonoridad en decibeles (dB). La intensidad que corresponde a la sonoridad más débil que puede ser captada por el oído humano (I_0) es de 10^{-12} W/m².

A continuación se muestran algunos ejemplos de niveles de fuentes sonoras:

Tabla 1. Niveles de sonoridad y de intensidad de fuentes de ruido

Fuente del Sonido	Nivel (dB)	Intensidad ($W.m^{-2}$)	Equivalencia ($W.m^{-2}$)
Umbral auditivo	0	I_0	10^{-12}
Respiración normal	10	$10 \cdot I_0$	10^{-11}
Conversación en voz baja	30	$1000 \cdot I_0$	10^{-9}
Biblioteca	40	$10000 \cdot I_0$	10^{-8}
Conversación normal	60	$1000000 \cdot I_0$	10^{-6}
Tráfico pesado	70	$10000000 \cdot I_0$	10^{-5}
Fabrica promedio	90	$1000000000 \cdot I_0$	10^{-3}
Maquina cortadora de metal	100	$10000000000 \cdot I_0$	10^{-2}
Umbral del dolor	120	$1000000000000 \cdot I_0$	10^0
Motor a reacción a 30 m	140	$100000000000000 \cdot I_0$	10^2

Fuente: El Portal de la Educación (Ministerio de Educación de Chile 2003)

2.1.3. Absorción del Sonido

La absorción es un fenómeno físico que afecta a la propagación del sonido. Cuando una onda sonora alcanza una superficie, la mayor parte de su energía se refleja, pero un porcentaje de ésta es absorbida por el nuevo medio. Todos los medios absorben un porcentaje de energía que propagan, ninguno es completamente opaco. La capacidad de absorción del sonido de un material es la relación entre la energía absorbida por el material y la energía reflejada por el mismo. Es un valor que varía entre 0 (toda la energía se refleja) y 1 (toda la energía es absorbida).

En relación con la absorción ha de tenerse en cuenta el llamado coeficiente de absorción que indica la cantidad de sonido que absorbe una superficie en relación con la incidente. Este coeficiente es adimensional y depende principalmente del espesor, de la porosidad y de la forma que tenga el panel acústico.

Para reducir la gran cantidad de ondas reflejadas en ciertas salas, es corriente colocar sobre las paredes y techo materiales absorbentes (Zambrano 2008).

La absorción del sonido es por lo tanto la propiedad que poseen algunos materiales y objetos incluyendo el aire, de convertir energía sonora en energía calórica. Una onda de sonido reflejada por una superficie, siempre pierde parte de su energía. La fracción de energía que no es reflejada se denomina como coeficiente de absorción de sonido de la superficie que refleja. Si un material refleja el 80 % de la energía sonora, el coeficiente deberá ser de 0,20 (Logroño Pérez 2011).

Como ya sabemos, la reflexión se produce cuando el sonido que viaja a través de un medio (como el aire) incide sobre un material muy rígido y compacto, como es el caso de una roca o un muro de concreto, que sólo absorben una pequeña parte del sonido, de tal forma que prácticamente toda la onda cambia de dirección. Ocurre lo contrario cuando éste llega a un medio como la tela de una cortina o a un muro tapizado de corcho, materiales de baja elasticidad que absorben la mayor parte de él. Es decir, en la absorción el sonido transfiere parte de su energía (o toda) a un medio de baja elasticidad, de tal forma que disminuye su sonoridad. Es necesario puntualizar que la absorción en general se da en todos los medios, Por ejemplo, cuando un sonido se propaga por el aire, paulatinamente va disminuyendo su sonoridad lo que por una parte se atribuye a la disminución de la intensidad, pero por otra parte también se debe a la absorción que experimenta en el aire. Cuando el sonido que viaja a través de un medio está siendo absorbido, sólo disminuye su amplitud, pero su tanto su frecuencia como su velocidad permanecen constantes (Educar Chile 2012).

Por otro lado en referencia a las propiedades acústicas de la madera, los materiales absorbentes de sonido pueden ser de dos tipos: porosos y paneles resonantes. Los paneles de madera maciza o los tableros derivados a la madera adheridos a superficies rígidas son pobres absorbentes del sonido (absorben entre el 5 - 10% y reflejan más del 90%); dejando la superficie de la madera en forma rugosa se aumenta muy ligeramente la absorción. Por el

contrario las placas acústicas porosas fabricadas con fibras de madera pueden absorber más del 90% del sonido y reflejar el resto. Los paneles de tableros contrachapados pueden utilizarse como paneles resonantes, diseñados para absorber sonidos de baja frecuencia, que se colocan separados de la superficie rígida unos centímetros (UPN 2012)

2.1.4. El Sonómetro

El sonómetro es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora, de los que depende la amplitud y, por tanto, la intensidad acústica y su percepción (sonoridad). En concreto, es el aparato que mide el nivel de ruido que existe en un determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio. Cuando se usa para medir contaminación acústica hay que tener en cuenta qué es lo que se va a medir, pues el ruido puede tener multiplicidad de causas y proceder de fuentes muy diferentes. Para hacer frente a esta gran variedad de ruido ambiental se han creado sonómetros específicos que permitan hacer las mediciones de ruido pertinentes (Wikipedia 2011).

Un sonómetro está constituido por una serie de componentes que permiten captar la variación de presión sonora a través de un micrófono incorporado al aparato que la transforma en una señal eléctrica cuya intensidad es proporcional a dicha presión. La sensibilidad de un sonómetro frente a un sonido está determinada por la sensibilidad del micrófono que lo capta (Logroño Pérez 2011)

2.1.5. Materiales Absorbentes y Barreras Acústicas

Los materiales absorbentes del sonido pueden ser ubicados en lugares estratégicos, de forma que puedan cumplir con su función eliminando aquellos componentes de ruido que no deseamos escuchar. Entre los materiales que se usan tenemos: **resonadores fibrosos**, porosos o reactivos, **fibra de vidrio** y

poliuretano de célula. La función principal de estos materiales es la de atrapar ondas sonoras y posteriormente transformar la energía aerodinámica en energía termodinámica o calor. A la hora de seccionar el material adecuado, de acuerdo a la aplicación requerida, debe tenerse en cuenta el coeficiente de absorción sonora del material, la cual es un dato que debe brindar el fabricante.

Las barreras acústicas en cambio tienen como función principal la de evitar la transmisión de ruido de un lado a otro de un cuerpo físico. Su mayor utilidad se encuentra en áreas con un alto nivel de ruido. Su desempeño se basa en la eliminación de propagación de ondas y contaminación sonora de áreas contiguas de producción. En este caso, la selección de una barrera acústica determinada se basa en el coeficiente de transmisión de sonido, traducido en la cantidad de potencia sonora que la barrera puede contener. Una barrera acústica es una especie de cortina transparente de vinil o poliuretano de célula abierta. También se usan paneles metálicos con altos índices de absorción (Parlamento Europeo 2003).

2.1.6. Madera de Balsa y de Guarumo

La **madera** es un material sólido, con cierta elasticidad, encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. Los árboles se caracterizan por tener troncos que crecen cada año y que están compuestos por fibras de celulosa unidas con lignina. Las plantas que no producen madera son conocidas como herbáceas. Una vez cortada y secada, la madera se utiliza para muchas aplicaciones.

Se denomina **madera de balsa** la que proviene del árbol cuyo nombre científico es *Ochroma pyramidale* muy propio de los claros de bosques tropicales y subtropicales del Ecuador. Las condiciones geográficas y climáticas de la cuenca baja del río Guayas del Ecuador, hacen que la madera de balsa de nuestro país tenga mayor desarrollo y sea de más calidad.

La madera de balsa (otros nombres científicos: *Ochroma lagopus* y *Ochroma bicolor*) es la madera más ligera que se conoce, con una densidad de 0.10 a

0.15 gramos/cm³ lo que la hace más liviana que el corcho. Crece salvaje en los bosques tropicales de América del Sur, especialmente en Ecuador que la exporta a varios países. El árbol alcanza una altura de 20 y 25 metros, con troncos de 75 a 90 cm. de diámetro. No es una especie en peligro, ya que crece rápidamente. Se tala a los 4 o 5 años; en un corte transversal muestra una estructura compuesta por múltiples pequeños alvéolos o poros que le dan la calidad y cualidad de su ligereza.

La madera de balsa es suave, no es resistente a la podredumbre y es susceptible al ataque de termites cuando está seca. Es usada en diferentes aplicaciones tales como la construcción de tanques para químicos, tinas o bañeras, paletas para generadores eólicos, automóviles, camiones, botes, salvavidas, juguetes, boyas para redes de pesca, cajas livianas, almohadas, etc. La madera de balsa tiene entre otras cualidades: su gran capacidad de aislamiento térmico y acústico, su bajo peso, su facilidad para encolarse y el mínimo movimiento de agua entre sus celdas. También se utiliza, a nivel mundial, en aeromodelismo y maquetas de arquitectura. Son sus características: Colores pálidos y rosados, peso liviano, y muy fácil de trabajar (bastan un serrucho y una lija). Fácil de pegar. El árbol de balsa es pionero en cultivos viejos, en lugares claros y en sitios abiertos (Borja y Lasso 1990).

En cambio el **árbol de guarumo**, cuyo nombre científico es *Cecropia* spp., puede alcanzar hasta 20 metros de altura. El tronco es alto y delgado, de color blanquecino y con divisiones como el bambú; las hojas y ramas se encuentran en la parte alta del árbol. Tiene solo ramificaciones primarias. Cuando las ramas se secan, las hojas se caen y dejan una cicatriz en el tronco por lo que se ve ornamentado. Los Guarumos son la casa de colonias de hormigas del género *Azteca*, las cuales son furiosas y protegen al árbol de ser atacado por otros animales. Ellas, a su vez, utilizan el árbol como refugio y se alimentan de una secreción que este produce en la base de las hojas. Los frutos son pequeños y quedan agrupados en las espigas como granos de maíz. Las flores son muy pequeñas y están agrupadas en estructuras alargadas como dedos llamadas espigas. Es dioico, esto quiere decir que existen árboles con flores

masculinas y femeninas. Es una especie pionera o de crecimiento rápido en la sucesión ecológica porque prepara las condiciones para que otros árboles puedan establecerse. Se lo puede también encontrar con los nombres científicos *Cecropia peltata*, *Cecropia sciadophylla*, *Cecropia máxima*, *Cecropia obtusifolia* y *Cecropia bullata*.

La madera proveniente del árbol de guarumo de color blanquecino tiene poco valor comercial en el Ecuador, sin embargo puede ser útil para pulpa de papel, leña, molduras, cajas, encofrados de corta duración y en la fabricación de tableros aglomerados. Su densidad es superior a la balsa, pues oscila entre 0,33 a 0,49 gramos/cm³ y la dimensión de los poros es menor que los encontrados en la madera de balsa (Borja y Lasso 1990).

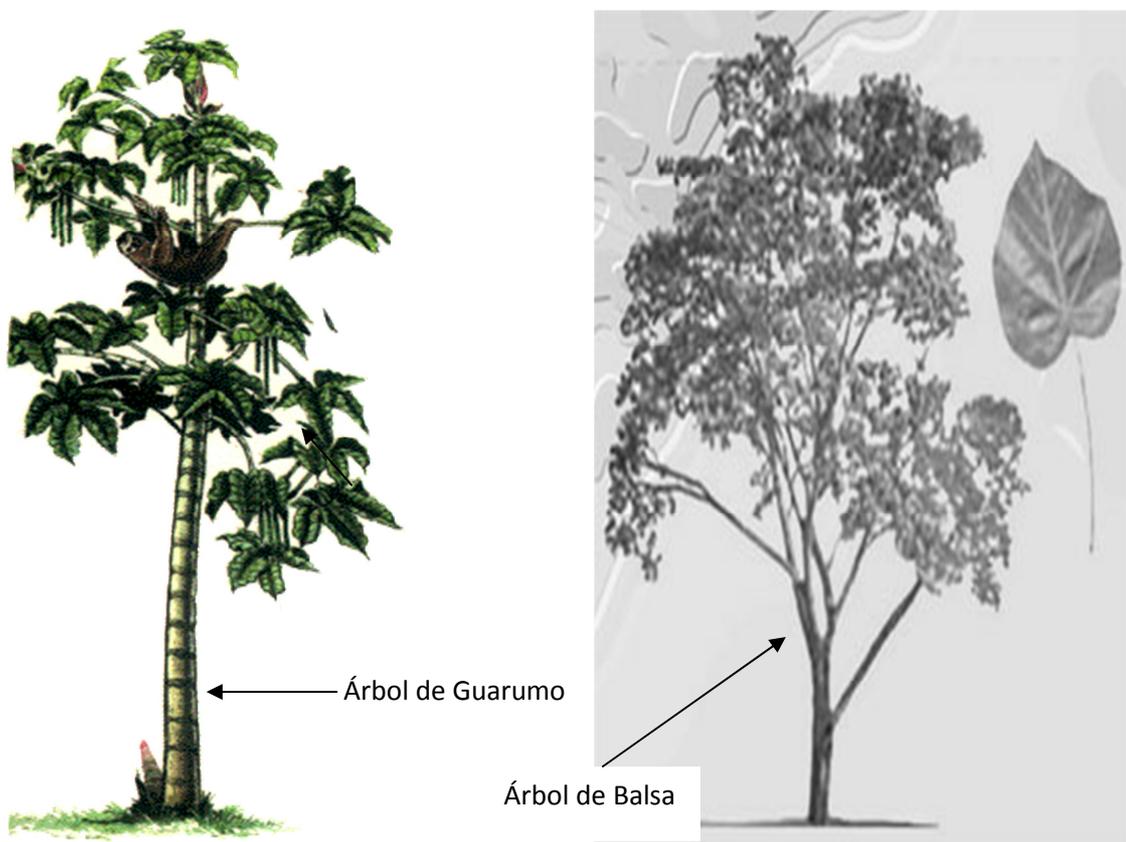


Fig. 1. Árbol de Guarumo (Familia Cecropiaceae) y árbol de Balsa (Familia Bombacaceae).



Fig. 2. Trozas de balsa apiladas.

2.1.7. Corcho

El **corcho** es la corteza del árbol de alcornoque (*Quercus suber*). Puede presentarse en bruto, como fruto directo de la extracción de la corteza del árbol o elaborado para su utilización en diferentes áreas. El principal componente del corcho es la suberina (biopolímero). El árbol de alcornoque es característico de la zona Mediterránea pero también se encuentra en algunas zonas de centro América, fácilmente distinguible por una gruesa corteza, y puede alcanzar fácilmente los 25 metros de altura.

La extracción del corcho del alcornoque es lo que se denomina “saca del corcho”. Esta saca se hace sobre todo durante el mes de julio, que es el mes en el que el corcho puede ser separado del árbol sin dañarlo. En esta época los trabajadores denominados “corcheros” o “peladores” extraen la corteza del alcornoque cortando con un hacha y uniendo las grietas verticales del corcho. Así retiran lo que se denomina planchas de corcho, denominándose también “la pela del alcornoque”. El corcho se puede extraer por primera vez cuando el

árbol tiene aproximadamente 25 años, pero este dato depende mucho de la calidad de estación, ya que el parámetro a medir es cuando el árbol tenga una “circunferencia altura de pecho” (CAP) mayor de 60 cm sobre corcho. Este primer corcho se denomina bornizo, patrón o corcho de belenes, sólo válido para la elaboración de elementos decorativos y aislamientos termoacústicos, dada la dificultad de separar del corcho la fina corteza leñosa externa de color grisáceo, por lo que no se puede utilizar en aglomerados para uso alimentario, dado que no sería 100% corcho. Tras esta primera saca se puede sacar corcho cada nueve años, dependiendo de la calidad de estación.

El espesor del corcho varía según la “edad” del árbol, su mayor extensión son 24 cm de grosor, cabe resaltar que el corcho es un producto por excelencia, sin ningún tipo de reemplazo existente, por ser completamente bondadoso con el medio ambiente.

Existen fundamentalmente dos procesos distintos para el tratamiento del corcho. El primero de ellos es el utilizado para la creación del tapón de corcho de las botellas. En este proceso, el corcho es hervido a 100 grados durante aproximadamente una hora, después se deja curar el corcho durante un año. Este corcho una vez curado se hierve una segunda vez, se corta en tiras y se perfora para crear los tapones.

En el segundo proceso el corcho de peor calidad y los restos de las planchas de buen corcho se limpian, trituran, aglutinan y prensan para obtener un aglomerado de corcho en muy diversas presentaciones: gránulos, planchas, rollos, barras, u otras formas geométricas. Su uso es variado, desde tapones de botellas de peor calidad hasta baldosas para pisos o techos, como material aislante, como empaquetaduras, o en paneles ya sean acústicos, decorativos o para pinchar notas (Wikipedia 2012).



Fig. 3. Árbol de alcornoque y tapones de corcho obtenidos de su corteza

2.1.8. Vidrio

El vidrio se forma con diferentes tipos de sales. El componente más importante es el dióxido de silicio en forma de arena. Para fabricar el vidrio común se añaden carbonato sódico y piedra caliza (carbonato de calcio). El tono verdoso del vidrio antiguo se debe a las impurezas de hierro de la arena. Los vidrios modernos incorporan otros ingredientes para mejorar el color y algunas de sus propiedades, por ejemplo, la resistencia al calor.

La industria del vidrio es una de las más antiguas creadas por el hombre. Apareció hace varios milenios en el Mediterráneo, casi en el mismo momento que otras dos grandes industrias que se hicieron posibles gracias al dominio de altas temperaturas: las de la cerámica y el metal. El vidrio más antiguo es un ojo de vidrio de color azulado que imita a la turquesa y que data del reinado del faraón egipcio Amenofis I, hacia 1550 a. C., pero fue en Roma donde nació la industria vidriera hacia el año 20, con el descubrimiento del vidrio soplado. En el siglo II los romanos conocían el vidrio translucido y fabricaban objetos de vidrio, espejos de cristal sobre metal y lupas (ampollas de vidrio rellenas de agua).

Existen una gran variedad de vidrios y una gran diversidad de procedimientos industriales o artesanales. Según los usos a los que están destinados, se pueden distinguir seis tipos de productos de la industria vidriera: el cristal de vidrio ordinario; el cristal para ventanas, puertas, mobiliario, espejería e industria del automóvil; los “vidrios huecos” para la botellería y la cubiletería; los “vidrios técnicos”, para la óptica, las ampollas, los tubos del televisor, etc.; la fibra de vidrio, utilizada como textil, o utilizada en la forma de paneles que sirven para el aislamiento térmico; y el vidrio trabajado a mano. Todos estos vidrios difieren sensiblemente por su composición, y sobre todo por las técnicas utilizadas para su fabricación.

El vidrio es el más universal de los envases, al no contar con contraindicación de uso alguna. Está presente en la práctica en la totalidad de los sectores y en algunos de ellos en exclusiva, aunque es la industria agroalimentaria a la que más estrechamente ligado se encuentra.

Dentro de esta industria, lidera de forma absoluta algunos segmentos como vino, cavas o cervezas, conviviendo con el resto de materiales en otros como refrescos, aguas, zumos o conservas.

Es un material de estructura amorfa, que se obtiene por enfriamiento rápido de una masa fundida lo cual impide su cristalización. De aquí surge otra definición que dice que el vidrio es un líquido sobreenfriado. Esto quiere decir, de altísima viscosidad a temperatura ambiente, por lo que parece un sólido. Cuando se encuentra a 1450°C es un líquido de baja viscosidad. A esa temperatura su viscosidad es parecida a la de la miel. A temperatura ambiente el vidrio se comporta estructuralmente como un líquido congelado, dicho de otra forma es un líquido que se enfría tan rápidamente que es imposible que se formen cristales. Cuando el vidrio se enfría lentamente se forman cristales de vidrio, fenómeno que se conoce como devitrificación. Los artículos hechos con vidrio devitrificado tienen poca resistencia física.

Para fabricar objetos de vidrio el hombre primitivo fundía bloques macizos, los dejaba endurecer y luego los tallaba como piedra. Mas tarde descubrió que el vidrio se trabaja mas fácilmente en estado líquido, mientras aun esta caliente.

Los fenicios difundieron el vidrio por las costas del Atlántico y Mediterráneo, y en tiempos del imperio romano existían grandes centros de producción en Fenicia y Alejandría. Con las técnicas del vidrio soplado era posible fabricar piezas de gran valor artístico. Antes del siglo X aparecieron los vitrales de color, y hacia el siglo XIV se fabricaban en Venecia cristalerías y lentes de aumento. En las fábricas modernas el vidrio se produce en hornos continuos mecanizados, y se utilizan maquinas especiales de inyección de aire para fabricar objetos huecos.

Según definición ASTM (American Standard Testing Materials), el vidrio es un producto inorgánico de fusión, enfriado hasta llegar a la condición de rigidez sin cristalización.

El vidrio carece de punto de fusión determinado, al contrario de lo que ocurre con la mayor parte de los cuerpos. Desde su estado líquido a elevada temperatura se vuelve cada vez más pastoso a medida que se enfría y el estado sólido lo adquiere entre límites de temperatura de varios cientos de grados (Urrutia 2010).

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. Generalidades

El hombre desde que habita la Tierra es un ser social y un filósofo por naturaleza porque siempre está produciendo ideas para resolver problemas utilizando su ingenio y sabiduría. Esto significa que filosóficamente siempre ha fortalecido los fundamentos de respeto a los seres vivos, al comportamiento de la vida saludable y al cumplimiento disciplinado de responsabilidades y derechos.

En aspectos netamente sociológicos, la investigación pretende priorizar la convivencia social y la compartición de recursos naturales incluida la energía en sus variadas formas, evitando al máximo la interferencia que conlleve a una contaminación que ponga en peligro la vida misma del hombre. En general, las actividades sociales, económicas y políticas deben desenvolverse con una orientación de buena vecindad que permita mejorar la calidad de vida, en donde todos los usuarios de un servicio se sientan ganadores de un buen vivir (Zambrano 2012).

En referencia a la contaminación atmosférica, Seóanez (2002) expresa que “cualquier sustancia que añadida o quitada de los normales constituyentes del aire, puede llegar a alterar sus propiedades físicas o químicas lo suficiente para ser detectado por los componentes del medio”.

2.2.2. Criterio de la OMS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que en el mundo existen aproximadamente 120 millones de personas con dificultades auditivas invalidantes y que aproximadamente 500 millones de personas sufren por los altos niveles de ruido en todo el mundo. De igual forma la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD), considera que 130 millones de personas se encuentran expuestas a un ambiente sonoro superior a 65 decibeles (dB). Las estimaciones de estas organizaciones muestran que 300 millones de personas en todo el mundo siente incomodidad acústica, es decir, están expuestas a niveles sonoros entre 55 y 65 dB. Estas mismas organizaciones han estimado que la incomodidad sonora proviene en un 80% de los vehículos a motor y que el ruido por tráfico urbano es una de las mayores molestias en todo el mundo (Martínez Sandoval 2005).

La contaminación por dispersión de contaminantes acústicos (ruido) es una de las principales causas de preocupación entre la población de las ciudades, ya que incide en el nivel de calidad de vida y además puede provocar efectos nocivos sobre la salud, el comportamiento y actividades del hombre, y provoca

efectos psicológicos y sociales. El incremento de los niveles de ruido ha crecido de forma desproporcionada en las últimas décadas y sólo en España se calcula que al menos 9 millones de personas soportan niveles medios de 65 decibelios (dB), siendo el segundo país, detrás de Japón, con mayor índice de población expuesta a altos niveles de contaminación acústica. Los países de América Latina están cada vez más expuestos a la contaminación por dispersión de contaminantes acústicos (ruido) en forma excesiva en el ambiente doméstico y callejero, lo que causa estrés, enfermedades cardiacas y miles de muertes cada año, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). La música a alto volumen, la construcción de obras, el tráfico de vehículos, las ofertas de productos con altavoces y hasta la predicación religiosa con potentes equipos de sonido son algunos de los ruidos que proliferan en Latinoamérica, pese a la existencia de leyes para controlarlo en espacios públicos. Todas esas fuentes de ruido superan, por mucho, los niveles de 50 o más decibelios que la OMS estableció como suficientes para originar problemas cardiovasculares. A manera de ilustración, los expertos consideran que 55 decibelios es más o menos el nivel existente en un restaurante muy concurrido.

Un informe de la OMS, detallado por país y publicado por la revista "New Scientist", señaló que unos siete millones de personas mueren anualmente de males cardiacos en el mundo y que 210.000 de esos casos se atribuyen al ruido excesivo. Los países latinoamericanos y caribeños tienen, con mayor o menor rigor, normal para evitar el ruido perjudicial, pero casi nadie cumple las leyes. En México, un país con más de 103 millones de habitantes y cuya capital está entre las ciudades con mayor contaminación industrial, visual y sonora del mundo, rige una legislación que establece el nivel máximo de ruido en 85 decibelios en discotecas, restaurantes, salones de fiestas y otros sitios, lo que no incluye las fuentes móviles de sonido.

Buenos Aires, otra ciudad latinoamericana muy poblada, cuenta desde 2004 con una ley de ruidos, pero la norma sólo entró en vigencia hace poco cuando las autoridades fijaron los límites para la contaminación auditiva para transportes pesados y otras fuentes de contaminación sonora. La norma

establece 100,3 decibelios máximos para el motor y 94 para el tubo de escape en vehículos de más de siete años, y para los más modernos (modelo 2006 en adelante) sólo se toleran 90,7 en el escape y 93 en el motor. Datos de la asociación civil "Oír Mejor" muestran que los límites tolerables de ruidos son 70 decibelios de día y 60 de noche, pero la capital argentina supera los 80 decibelios y casi no hay diferencia entre el día y la noche. Los estudios de niveles de ruido realizados en Santiago de Chile, donde vive el 40 por ciento de los 16 millones de habitantes del país, muestran un aumento de la contaminación acústica y que sólo un 16 por ciento de la población no corre riesgo de algún grado de pérdida auditiva. En la capital chilena, desde la puesta en marcha del nuevo sistema de transportes público "Transantiago", el ruido ha alcanzado en algunas calles céntricas los 81 decibelios, cuatro menos del umbral a partir del cual comienzan a aparecer daños auditivos, según expertos locales.

Los mismos expertos señalan que en las viviendas chilenas el nivel de ruido puede alcanzar entre 40 y 50 decibelios, mientras que en las oficinas puede llegar a los 65. Colombia tiene normas que limitan los decibelios en algunas zonas y que establecen que quienes trabajen en lugares excesivamente ruidosos deben usar protectores, lo que no siempre se cumple porque los operarios los consideran "incómodos" y los empresarios "costosos". Otras urbes latinoamericanas, como Asunción, Caracas, Ciudad de Guatemala, Ciudad de Panamá, Guayaquil, Lima, La Paz, Managua, Montevideo, Quito, Río de Janeiro, San Salvador, Santo Domingo, Sao Paulo y Tegucigalpa padecen igualmente el excesivo ruido callejero, pese a la existencia de normas que lo prohíben.

Los problemas que ocasiona el ruido son globales como consecuencia del desarrollo. Así por ejemplo, en las ciudades del Perú cada día se incrementa la contaminación por dispersión de contaminantes acústicos debido al desarrollo de las ciudades, como es el caso del incremento de los vehículos. En la ciudad de Lima, en la avenida Javier Prado por ser una de las vías principales de la capital de la República y de más densa congestión vehicular, por donde

convergen conductores y transeúntes, llegando en las llamadas horas pico que son entre 07:00-09:00 y 15:00-19:00 horas, un flujo en ambos sentidos de unos 10 000 vehículos por hora, notándose que un vehículo avanza a un promedio de 3 Km/h, cuando lo normal es de 45 Km/h, igualmente cruzan la vía alrededor de 6000 personas por hora, por consiguiente en esta vía las condiciones de sonido normales son alteradas ocasionando que la dispersión de contaminantes acústicos se incremente con el grave perjuicio para la salud de las personas y la economía (Espinoza Sumarán 2011).

Por otro lado, es indudable que la **contaminación acústica** (o contaminación sónica auditiva) es el exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, se traslada o se mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla bien o adecuadamente (Morao 2007).

En todo caso el término contaminación acústica, hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto) provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, etc.), que producen efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas.

Se ha dicho por organismos internacionales, que se corre el riesgo de una disminución importante en la capacidad auditiva, así como la posibilidad de trastornos que van desde lo psicológico (paranoia, perversión) hasta lo fisiológico por la excesiva exposición a la contaminación sónica.

En Ecuador, la población por lo general no conoce de normativa específica referida a la contaminación sonora. En algunos decretos generales de protección del ambiente se han hecho alusiones pequeñas a este tipo de contaminación. Sin embargo, en la ciudad de Quito se emitió la ordenanza metropolitana 123 el 5 de julio de 2004 denominada "La ordenanza para la prevención y control de la contaminación por ruido" (Fundación Wikimedia 2012).

En teoría, para combatir la contaminación acústica en centros poblados se debería elaborar un mapa acústico (medida y análisis de los niveles sonoros de diversos puntos de la urbe). A partir del estudio, se podrían adoptar medidas defensivas y preventivas, a medio o largo plazo en función de la planificación urbanística de la ciudad. Para evitar el ruido del tráfico, es conveniente realizar un buen mantenimiento del vehículo. Además, una presión correcta en las ruedas evita ruidos y vibraciones. Cuanto más rápido se vaya, más ruido se produce; en calles estrechas, el ruido se multiplica. Evitando acelerones y frenazos bruscos, utilizando el claxon (corneta) sólo cuando sea necesario, deteniendo el motor en atascos o paradas, y usando los transportes públicos siempre que se pueda, se ayuda a disminuir los niveles de ruido.

Así mismo, evitando las conversaciones de muchas personas en donde todos hablen a la vez, aunque parezca extraño la contaminación acústica también se puede dar por el habla, si 20 personas a la vez combinan sus distintos tonos de voz, terminarán provocando ruido, que es el factor principal de la contaminación sonora. Concientizar a todas las personas de este método de contaminación, la falta de información y la aceptación del ruido como algo común es uno de los principales problemas a resolver por las autoridades competentes.

En definitiva, la causa principal de la contaminación sónica es la actividad humana; y le siguen, el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, entre otras. Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada. El ruido se mide en decibelios (dB); y los equipos de medida más utilizados son los sonómetros. Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dB como el límite superior deseable (Morao 2007).

Se han desarrollado varios trabajos sobre ruido ambiental en los que se considera importante la ubicación de la fuente sonora, los materiales absorbentes de las ondas y la protección del oído humano. Así por ejemplo si

una fuente sonora se ubica dentro de un habitáculo que no tiene elementos de reabsorción sonora o de insonorización, se desencadena una mayor reacción al producirse una sumatoria de intensidades al rebotar las ondas sonoras contra las paredes del habitáculo (Ruiz Casal 2000).

2.2.3. Algunas investigaciones en el Ecuador

En Ecuador, se tiene, por ejemplo, las siguientes investigaciones relacionadas con el ruido ambiental:

- (1) La contaminación acústica en Riobamba. Ésta constituye un problema creciente en el siglo 21, pues las industrias, industrias, automóviles; el uso indiscriminado de aparatos musicales fuera de los negocios comerciales, gritos, tráfico; se han convertido en un mal endémico para la población de Chimborazo con una población donde alrededor del 30% vive en Riobamba. Allí se llegan a registrar hasta 123 decibeles de ruido acústico (Baquero Luna 2011).
- (2) Análisis y medición de contaminación acústica en sectores de alta densidad vehicular de la ciudad de Quito. En esta investigación se sostiene que el ruido puede causar: alteraciones en la coordinación del sistema nervioso central; alteraciones en el proceso digestivo; aumento de la tensión muscular y presión arterial; dificultades para conciliar el sueño; irritabilidad momentánea; bajo rendimiento de la memoria; y, desórdenes de atención (Salazar Soria 2009).
- (3) Estudio de Ruido Urbano en la ciudad de La Maná, Provincia de Cotopaxi y sus efectos en el bienestar de la población. En este trabajo de Tesis se concluye que en lugares céntricos de la ciudad de la Maná el nivel de ruido ambiental sobrepasó el límite permisible que establece la legislación ecuatoriana (Logroño Pérez 2011).
- (4) Evaluación de niveles de ruido causantes de la contaminación acústica en la ciudad de Quevedo. Esta investigación presentada como Tesis sostiene que en Quevedo, debido al rápido crecimiento demográfico y a las necesidades de transporte de la población, se ha producido un crecimiento

incontrolado del parque automotor, constituyéndose éste en uno de los principales contaminantes del entorno urbano. El mayor porcentaje de contaminación sonora, proviene de las fuentes móviles, las cuales tienen incidencia directa en la salud de la población. La magnitud de tales efectos depende de la concentración de vehículos especialmente en horas pico, del flujo de vehículos que está circulando en un instante determinado y del nivel de intensidad sonora promedio de exposición a las fuentes emisoras (Iturralde 2009).

- (5) De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012-2016 de Quevedo, los niveles de ruido son intensos, principalmente aquellos ocasionados por el congestionamiento de tránsito en el casco comercial producidos por los escapes y el uso desmedido de las bocinas. Además se puede observar que existe un uso inadecuado de aparatos de reproducción de sonidos y de los altoparlantes utilizados tanto en locales comerciales como por parte de vendedores informales. Según Flores (2010), los ruidos en la ciudad de Quevedo oscilan entre los 67 y 68 decibeles (Salcedo Cantos 2012).
- (6) Un ejercicio práctico como proyecto estudiantil integrador se realizó un estudio de la relación existente entre el nivel de ruido y la calidad de vida (dimensión salud auditiva) de la población en el área central de la parroquia matriz del cantón Quevedo. Los resultados de este ejercicio de aplicación de encuestas y de medición de la intensidad de ruido con un sonómetro demostraron que esta fuera del rango establecido en el Texto Unificado de Legislación Ambiental del Ecuador (TULAS) cumpliéndose la hipótesis planteada que el nivel de ruido existente en el área central de la ciudad de Quevedo afecta negativamente a la calidad de vida de la población (Reino 2010).

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Aunque en la legislación de nuestro Ecuador no se establece con claridad que el ruido es un factor psicopatógeno destacado en nuestra sociedad, se conoce que en otros países, las leyes penales son bastante enérgicas contra los que

afecten la integridad física y psíquica de las personas por causa de la contaminación sónica severa y las leyes civiles hacen referencia de acciones contra los autores y cómplices de alborotos injuriosos, de escándalos públicos y de bullicios por embriaguez. La legislación de estos países, por lo general contempla los requisitos generales para la protección contra ruido, en los que se señala los niveles máximos permitidos de fuentes fijas y móviles que son controlados por el Ministerio o Secretaría del Medio Ambiente, en razón de la contaminación sónica es un delito ambiental.

2.3.1. De la Constitución del Ecuador

En referencia a los derechos para un ambiente sano, el Art. 14.- reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. Así mismo el Art.- 66, al referirse a los derechos de libertad, en el numeral 27 se sostiene lo siguiente: “Se reconoce y se garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, **libre de contaminación** y en armonía con la naturaleza” (Ulloa Enríquez 2008)

2.3.2. De la Ley de Gestión Ambiental

La Ley de Gestión Ambiental constituye el cuerpo legal específico más importante atinente a la protección ambiental en el país. Esta ley está relacionada directamente con la prevención, control y sanción a las actividades contaminantes a los recursos naturales y establece las directrices de política ambiental, así como determina las obligaciones, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones dentro de este campo.

Dispone que el Ministerio del Ambiente, por su parte, debe coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del

cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, **ruido**, desechos y agentes contaminantes. Por otro lado, se establece que las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, deben previamente a su ejecución ser calificados, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA).

2.3.3. Del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

En el 2003 se publica el **Texto Unificado de la Legislación Secundaria (TULAS) del Ministerio del Ambiente (MAE)** que unifica la legislación secundaria ambiental, para facilitar a los ciudadanos el acceso a la normativa requerida. Constituye un texto reglamentario bastante amplio de la normativa ecuatoriana vigente en la Ley de Gestión Ambiental y con lo que queda en vigor de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Se trata, pues, de una herramienta legal de desarrollo detallado, en el nivel reglamentario de la legislación relacionada al tema ambiental en general, a los impactos ambientales, al régimen forestal y afines, etc. Este texto está conformado de nueve libros.

El libro VI trata la temática de la calidad ambiental, en cuyo Anexo 5 consta los límites permisibles de **niveles de ruido ambiente** para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. Esta norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y de su respectivo Reglamento.

2.3.4. De la Norma Técnica Referente a Ruido

Básicamente el objetivo de la norma es el preservar la salud y bienestar de las personas y del ambiente en general. La norma determina los siguientes aspectos:

- (1) Los niveles permisibles de ruido en el ambiente, proveniente de fuentes fijas;

- (2) Los límites permisibles de emisiones de ruido desde vehículos automotores;
- (3) Los valores permisibles de niveles de vibración en edificaciones; y,
- (4) Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido.

Consta en esta norma los siguientes valores que se detallan en la siguiente ilustración tabular:

Tabla 2. Niveles máximos de ruido permisibles según la legislación ecuatoriana.

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB (A)]	
	DE 6:00 A 20:00 H	DE 20:00 A 6:00 H
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona residencial	50	40
Zona residencial mixta	55	45
Zona comercial	60	50
Zona comercial mixta	65	55
Zona industrial	70	65

Fuente: TULAS, Libro VI, Anexo 5.

La Entidad Ambiental de Control podrá señalar o designar, en ambientes urbanos, los tipos de vehículos que no deberán circular, o deberán hacerlo con restricciones en velocidad y horario, en calles, avenidas o caminos en que se determine que los niveles de ruido, debido a tráfico exclusivamente, superen los siguientes valores: nivel de presión sonora equivalente mayor a 65 dB(A) en horario diurno, y 55 dB(A) en horario nocturno (MAE, 2012).

2.3.5. De la Ley de Tránsito

Las reformas contempladas en la nueva Ley Orgánica del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, están enfocadas en mejorar la administración del

tránsito, establecer correctivos en el conocimiento, tratamiento y juzgamiento en las contravenciones y delitos de tránsito, para determinar las sanciones correspondientes. En ese sentido es deber y responsabilidad de todos los ciudadanos en general, conocer, cumplir y hacer que se haga efectiva la ejecución de esta nueva ley, que permita mejorar el sistema del transporte y seguridad vial en el país.

En referencia **al ruido** el Art. 139 de esta Ley señala que Incurren en contravención leve de primera clase y serán sancionados con multa equivalente al cinco por ciento de la remuneración básica unificada del trabajador en general y reducción de 1,5 puntos en su licencia de conducir el conductor que use inadecuada y reiteradamente la bocina u otros dispositivos sonoros contraviniendo las normas establecidas en el Reglamento de la presente Ley y demás normas aplicables, referente a la emisión de ruidos (Eras y Asociados 2011).

2.3.6. **De las Ordenanzas Municipales.**

Ordenanza es un tipo de norma jurídica que se incluye dentro de los reglamentos, y que se caracteriza por estar subordinada a la ley. El término proviene de la palabra "orden", por lo que se refiere a un mandato que ha sido emitido por quien posee la potestad para exigir su cumplimiento. Por ese motivo, el término ordenanza también significa "mandato". Según los diferentes ordenamientos jurídicos, las ordenanzas pueden provenir de diferentes autoridades (civiles o militares). Entre las **ordenanzas civiles**, principalmente se utiliza el término en la administración local, con la expresión **ordenanza municipal**. Tales son las dictadas por un ayuntamiento o municipalidad para la gestión de su municipio. Habitualmente las ordenanzas municipales son debatidas y aprobadas por el pleno de su órgano colegiado; aunque en algunos casos pueden emitirse por la autoridad del máximo órgano unipersonal, el alcalde o presidente municipal. Las ordenanzas militares son las dictadas para la organización del ejército o en general por la máxima autoridad de las fuerzas armadas (Wikipedia 2012).

Pocas son las ciudades en el Ecuador que disponen de ordenanzas municipales que regulen estrictamente el grado permisible de contaminación acústica, sobre todo aquellas con marcado incremento poblacional y vehicular. Uno de los gobiernos municipales autónomos que ha avanzado mucho en esta materia es el de la ciudad de Quito que ha considerado que la generación y modificación del ruido ambiental urbano es la causa importante de daños a la salud ambiental y la alteración de la paz ciudadana. Por este motivo está en vigencia la ordenanza N° 0123 expedida el 1 de junio de 2004 (Vallejo, 2004); y la ordenanza 213 del 18 de abril de 2007 referida a la legislación ambiental relevante de la contaminación acústica (Moncayo Gallegos 2007).

Según Echanique (2005), complementariamente a esta ordenanza existen las Normas Técnicas Municipales que viabilizan la aplicación de la Ordenanza Metropolitana N° 146 del 20 de mayo de 2005. En el Art. 8 de esta norma se establece los límites permisibles de niveles de ruido para fuentes móviles, fuentes fijas y para vibraciones. Así el nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas no podrá transgredir los horarios ni exceder los valores que se fijan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Niveles Máximos Permitidos de Ruido para Fuentes Fijas

Tipo de Zona Según el Uso de Suelo *	Nivel de Presión Sonora Equivalente: NPSeq [dB(A)]	
	De 06H00 a 20H00	De 20H00 a 06H00
Zona Equipamientos y Protección (1)	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Múltiple (2)	55	45
Zona Industrial 1	60	50
Zona Industrial 2 (3)	65	55
Zona Industrial 3 y 4 (4)	70	60

Fuente: Municipio Metropolitano de Quito (2005)

* **Notas:** (detalles de la tabla 3)

(1) Equipamientos de Servicios Sociales.

- (2) Incluye uso comercial y de servicios, uso agrícola residencial, y equipamientos de servicios públicos.
- (3) Incluye uso de aprovechamiento de recursos renovables.
- (4) Incluye uso de aprovechamiento de recursos no renovables.

Para efectos de prevenir y controlar la contaminación por la emisión de ruido, ocasionada por motociclistas, automóviles, camiones, autobuses. Tractocamiones y similares, se establecen en el Art. 26 de la Ordenanza 0123 los siguientes valores:

Tabla 4. Niveles máximos permitidos de ruido para vehículos automotores

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD DEL MOTOR EN AL PRUEBA * (rpm)	NPS MÁXIMO [dB(A)]
Motocicletas o Similares	Motocicletas, tricars, cuadrones, y los vehículos de transmisión de cadena, con motores de 2 o 4 tiempos.	De 4000 a 5000	90
Vehículos livianos	Automotores de 4 o más ruedas con un peso neto vehicular inferior a 3500 kilogramos.	De 2500 a 3500	88
Vehículos pesados para carga	Automotores de 4 o más ruedas destinados al transporte de carga, con un peso neto vehicular igual o superior a 3500 kilogramos.	De 1500 a 2500	90
Buses, Busetas	Automotores pesados destinados al transporte de personas, con peso neto vehicular igual o superior a 3500 kilogramos.	De 1500 a 2500	90

Fuente: Municipio Metropolitano de Quito (2004)

* **Notas:** rpm = revoluciones por minuto; NPS = nivel de presión sonora.

Otra de las ciudades en implementar este tipo de ordenanzas y control es la ciudad de Azogues, donde a través de la Unidad de Gestión Ambiental de la

Municipalidad se hizo realidad la ordenanza referida a “Prevención y Control de la Contaminación Producida por el Ruido” (Molina Encalada 2007)

Una ordenanza municipal de importancia para el cantón Quevedo se refiere a la prevención y control de la contaminación ambiental porque en ella se señala que la Municipalidad a través de la Comisión Especial de Preservación y Control del Medio Ambiente y con la participación directa de los diferentes departamentos municipales, establecerá y mantendrá los más apropiados controles de la contaminación en general por las industrias, comercio, personas naturales, etc., según las normas de calidad de aire, agua, suelo, manejo y disposición de desechos sólidos establecidas por la autoridad competente. Son autoridades competentes para conocer todo lo relativo con esta ordenanza el Alcalde o quien haga sus veces. el Presidente de la Comisión Especial de Medio Ambiente y el Jefe de la Sección de Medio Ambiente quien ordena al Comisario Municipal, el cual tomará las medidas necesarias para el juzgamiento de los infractores (Cortés Villalva 2001).

En la ciudad de Quevedo, según una publicación de prensa se conoce que la ordenanza municipal que regula el ruido en la ciudad y zonas urbanas de las parroquias rurales como San Carlos y la Esperanza, señala que "se controlará el estallido de altos parlantes y bocinas de carros y equipos de sonido", sin embargo no se está cumpliendo. Según el artículo que se titula “Quevedo ahogado por contaminación” se señala que los altísimo niveles de polución y ruido que viven a diario los ciudadanos quevedeños están minando la salud y el desarrollo de los pobladores. Se agrega en el documento que uno de los graves problemas que en los últimos años sufre Quevedo es el caótico tránsito vehicular, particularmente del transporte público. Los comerciantes que laboran a un costado de la calle 7 de Octubre señalan que de nada sirvió haber abierto la Terminal Terrestre, para aliviar el tránsito vehicular, si por las calles de la ciudad circulan cerca de 30 mil automotores diariamente. El 70 por ciento de los buses, en muchos casos agreden a la ciudadanía con un ruido infernal de motores, bocinas, pitos y abundante expulsión de monóxido de carbono. Todo esto lleva a pensar que el juez de tránsito y los fiscales están fallando a la hora

de defender los derechos de la sociedad contra el ruido y contaminación ambiental (Diario La Hora 2005).

Otra publicación en este mismo diario después de varios años (2011) señala como titular “No existe control del ruido” En Quevedo el ruido es uno de los elementos que definen el entorno cotidiano. En el ámbito urbano, es la molestia más común que tienen que soportar los habitantes; mientras que el ámbito rural tampoco escapa a este problema que se manifiesta tanto en la convivencia y actividad doméstica, como en la mecanización de las actividades agrarias e incluso en las celebraciones festivas. Y es que el ruido es un contaminante físico del ambiente que es captado por todo ser viviente como el sonido no deseado. Ese concepto, va unido a una percepción subjetiva, de tal manera que, el sonido agradable para unos, puede ser para otros la causa de enfermedad física o psíquica.

Por su parte, la Comisaría Municipal del cantón Quevedo, ha manifestado a la prensa local que como entidad reguladora, la Comisaría también se encuentra trabajando para contrarrestar el ruido en la ciudad. “Está totalmente prohibido utilizar parlantes con volúmenes altos, especialmente en vehículos alquilados con los cuales realizan algún tipo de propaganda. El exceso de ruido genera malestar, stress y preocupación en aquellas personas que estamos en nuestros lugares de trabajo, en nuestras casas o, en las calles”. La Comisaria aseguró que como ente controlador, ha realizado llamados de atención a ciertos ciudadanos que han sido sorprendidos generando exceso de ruido en ciertos negocios, así como en vehículos de perifoneo que transitan con enormes parlantes. “Algunos han captado nuestra disposición, sin embargo, hay otras que no lo están haciendo”, lo lamentó.

La Comisaría Municipal ha sostenido a causa de que algunas personas no han querido cumplir con la disposición, la autoridad se ha visto obligada a proceder con la colocación de los sellos de clausura en ciertos locales y negocios donde se efectúan ciertos programas o eventos donde se produce el exceso de ruido. Por este motivo se hace necesario que los ciudadanos cumplan incluso con la

Ordenanza Municipal referida a este particular. Una frase recogida por la prensa es: “Se ha venido advirtiendo pero han hecho caso omiso, ahora tendrán que pagar una multa de un salario mínimo unificado que es de 274 dólares, con 24 horas de clausura” (Diario La Hora 2011).

Respecto a la ordenanza que se refiere al programa de higiene ambiental se destaca que habrá coordinación con las autoridades de salud para Inspeccionar las condiciones en que se han de mantener alimentos, velar por el fiel cumplimiento de las normas pertenecientes de higiene ambiental, especialmente, lo que origina ruido, olores desagradables y demás que pueden afectar la salud y el bienestar de la población (Aguilera Vidal 2010).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La mayor sabiduría que existe es conocerse a uno mismo”

Galileo Galilei

3.1. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Los métodos que se emplearon en la presente investigación son el analítico y el inductivo, es decir, se efectuó el análisis de los datos obtenidos en la medición partiendo de lo particular hacia la generalidad de la población.

3.1.1. Características del campo experimental

El lugar donde se llevó a efecto la realización del experimento es el que corresponde a la Terminal Terrestre de la ciudad de Quevedo, porque en esta área se cuenta en forma permanente con ruidos provenientes de los motores de los vehículos de transporte público, además del bullicio de la gente que en voz alta promueve alguna actividad comercial, al menos durante las horas laborables del día.

El experimento se lo ejecutó por el lapso de dos meses durante dos días semanales de mayor movimiento vehicular y de movilidad de pasajeros que son el sábado y domingo.

El área aproximada es de 2,3 hectáreas en la que se incluye la edificación propia del Terminal y las zonas externas destinadas a los parqueos de los vehículos. Esta área tiene por límites sectores densamente poblados de la parroquia urbana 24 de Mayo a excepción del lado sur que corresponde a un área verde de propiedad del IESS y que por información confidencial se sabe que existe interés gubernamental para construir un nuevo colegio educativo con tecnología del milenio.

Los sitios que se consideró en el experimento son tres: (1) en los andenes o sitios de parqueo de los buses de transportes; (2) en el interior de la infraestructura; y, (3) en la entrada o área frontal de la terminal (arribo de los pasajeros).

Los materiales existentes en el ambiente del área experimental son muy variados, pero ya sea en la edificación, en el suelo o en el mobiliario, se destacan los siguientes: hormigón armado, hierro, vidrio, aluminio, madera, plástico, fibra sintética, asfalto, pintura, baldosas, entre otros. Todos estos materiales de alguna forma participan en la reflexión y absorción de las ondas sonoras que se producen.

3.1.2. Croquis de campo

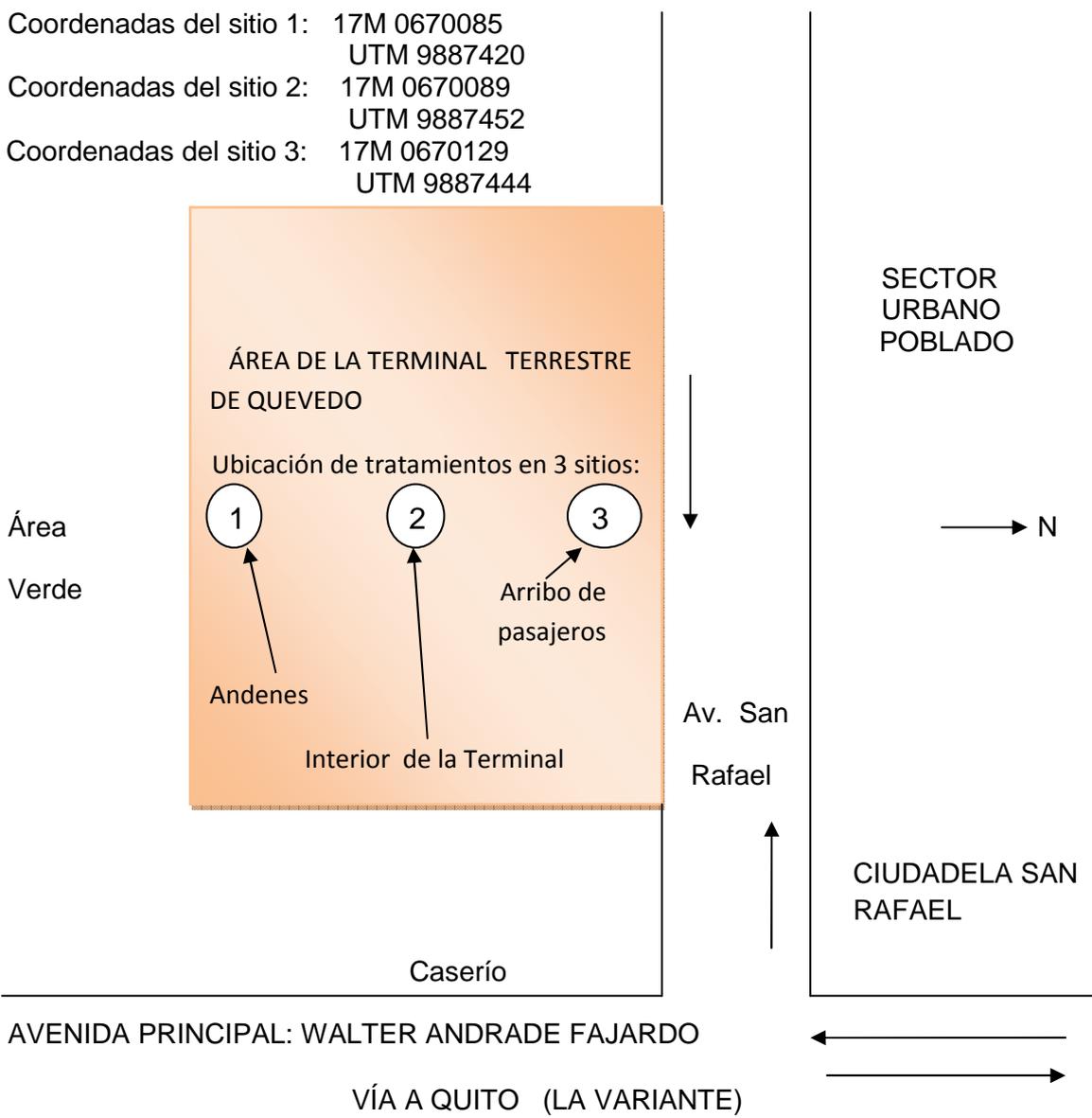


Fig. 4. Croquis de ubicación de la Terminal Terrestre de Quevedo (T.T.Q.)

3.1.3. Diseño Experimental

El experimento estuvo conformado de 15 tratamientos con cuatro repeticiones (horarios). Cada tratamiento es el resultado de la combinación de dos factores de estudio: materiales protectores (P) del ruido y lugares (L) de ubicación del medidor (sonómetro).

Los cinco materiales protectores del ruido (P) y los tres lugares o ubicaciones fijas del aparato medidor de variables (L), se detallan a continuación:

MATERIALES PROTECTORES (P): LUGARES O SITIOS DE MEDICIÓN (L):

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| (1) Sin cámara o al aire libre. | (1) En los andenes de la terminal. |
| (2) Cámara de madera de balsa. | (2) En el interior de la terminal. |
| (3) Cámara de madera de guarumo. | (3) En área de llegada a la terminal. |
| (4) Cámara de vidrio. | |
| (5) Cámara de corcho. | |

Los tratamientos se describen en la tabla 6.

Tabla 5. Detalles de los 15 tratamientos experimentales de la investigación

N°	Protectores (P)	Lugares (L)	Código	Descripción (medida de intensidad sonora en la terminal)
1	1	1	P1L1	Sin cámara y en los andenes
2	1	2	P1L2	Sin cámara y en el interior
3	1	3	P1L3	Sin cámara y en el área de llegada
4	2	1	P2L1	En cámara de balsa y en los andenes
5	2	2	P2L2	En cámara de balsa y en el interior
6	2	3	P2L3	En cámara de balsa y en el área de llegada
7	3	1	P3L1	En cámara de guarumo y en los andenes
8	3	2	P3L2	En cámara de guarumo y en el interior

Sigue...

Continúa...

N°	Protectores (P)	Lugares (L)	Código	Descripción (medida de intensidad sonora en la terminal)
9	3	3	P3L3	En cámara de guarumo y en el área de llegada
10	4	1	P4L1	En cámara de vidrio y en los andenes
11	4	2	P4L2	En cámara de vidrio y en el interior
12	4	3	P4L3	En cámara de vidrio y en el área de llegada
13	5	1	P5L1	En cámara de corcho y en los andenes
14	5	2	P5L2	En cámara de corcho y en el interior
15	5	3	P5L3	En cámara de corcho y en el área de llegada

Los materiales que se utilizaron en el experimento factorial fueron escogidos porque todos ellos están caracterizados como materiales dieléctricos y su estructura interna tienen cierto grado de porosidad o manifiestan una discontinuidad en las propiedades elásticas que impiden la conductibilidad de ondas en general. Desde este punto de vista, todos ellos sirven de aislantes eléctricos, térmicos y acústicos.

El diseño estadístico experimental que se utilizó es el de bloques al azar (BCA), con arreglo factorial 5x3 con cuatro repeticiones. Como repeticiones se consideraron las lecturas de intensidades del ruido: A las 8H00; 11H00; 14H00; y, 17H00 horas de cada día. Estas evaluaciones se realizaron por 18 días para tener una información tendencial.

Se consideró que hubiese factores externos influyentes en los resultados, como la distancia del sonómetro a la fuente emisora del ruido, la cantidad de vehículos con motores encendidos o la cantidad de personas que producen ruido. Estos efectos con índice de significación apropiado se separan en el error experimental.

3.1.4. Tipo de Investigación

El desarrollo del trabajo se lo efectuó considerando dos tipos de investigación: La descriptiva y la experimental.

Es **descriptiva** porque se consideró las características del fenómeno a estudiar y es **experimental** porque responde a un diseño de campo que provee al investigador de información obtenida a través de la manipulación instrumental donde se analiza la relación entre las variables de estudio de manera práctica.

3.1.5. Población y Muestra

Población: Respecto al experimento constituye la diversidad de material absorbente de ruido existente en el área de la Terminal Terrestre de la ciudad de Quevedo que no está siendo correctamente utilizado como barreras protectoras. Entre estos materiales se observa: maderas, vidrios, fibra sintética, metales, cartón, hormigón, entre otros.

Por otro lado, la **población de usuarios** de la Terminal Terrestre que se consideró está basada en la información estadística proporcionada por la Gerencia de la Empresa, que en promedio para un día sábado o domingo es de **8000 personas**.

Muestra: El experimento no utilizó una fórmula para determinar el tamaño de la muestra toda vez que, lo que se hizo es medir los niveles de intensidad de ruido que son absorbidos por cuatro distintos materiales del medio y luego se determinó cual de ellos es el que corresponde al más óptimo para seguidamente construir una propuesta. En definitiva, los materiales que constituyeron la muestra en la investigación son: madera de balsa, madera de guarumo, vidrio y corcho.

Respecto a las encuestas, el tamaño de la muestra de usuarios de la Terminal Terrestre se la calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N(pq)}{(n-1)\left(\frac{E}{K}\right)^2 + pq}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = Universo o Población = 8000 personas

p = variabilidad positiva = 50% = 0,50

q = variabilidad negativa = 50 % = 0,50

E = Máximo error admisible = 10 % = 0,10

K = Constante de corrección del error = 2

Esto significa que:

$$n = \frac{(8000)(0.25)}{(7999)\left(\frac{0.10}{2}\right)^2 + 0,25} = \frac{2000}{20,2475} = 99; \text{ que se aproximó a } \mathbf{100 \text{ personas}}$$

3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Considerando al ruido ambiental como el objeto de la investigación experimental, ésta constó de una aplicación teórica y de una aplicación práctica. La parte teórica es consecuente con la enseñanza de la Física aplicada al capítulo de Acústica por lo que se hizo necesario revisar información bibliográfica respecto a la temática; en cambio, la aplicación práctica esta dirigida al uso de tecnología que permitió determinar el nivel de intensidad de ruido que está contaminando el aire en el sector de la Terminal Terrestre de la ciudad de Quevedo. Por lo tanto, para el manejo de la parte experimental de la investigación se hizo necesario:

- (1) Proveerse de un sonómetro electrónico portátil, de un reloj, de una carretilla apropiada y de cuatro cámaras rectangulares, construidas

respectivamente, de madera de balsa, de madera de guarumo, de vidrio y de láminas de corcho.

- (2) Tener las cámaras rectangulares de ambientes cerrados con tapadera superior de las mismas dimensiones (30 cm x 30 cm x 30 cm) construidas por un artesano.
- (3) Adquirir destreza manual para manejar el aparato receptor del ruido (sonómetro) con el fin de obtener la intensidad sonora al aire libre (tratamiento testigo) y al interior de cada cámara.
- (4) Identificar claramente los tres sitios o puntos elegidos donde se conformarán los bloques del experimento que se replican en el área del Terminal Terrestre.
- (5) Trasladar utilizando la carretilla las cámaras para en el mismo rato lograr el registro de lecturas con el fin de minimizar los costos del experimento.
- (6) Registrar los respectivos datos en los formularios pre-establecidos a las 8:00; a las 11:00; a las 14:00 y, a las 17:00 horas en los dos días de mayor actividad en el Terminal Terrestre (sábado y domingo) y por el tiempo de dos meses.
- (7) Manejar en la tabulación de datos los valores promedios para cada variable analizada en los distintos tratamientos.
- (8) Minimizar los efectos de factores influyentes en el nivel de la recepción del ruido ambiental con el manejo estadístico de valores significativos.
- (9) Aplicar métodos o pruebas estadísticas para evaluar la investigación.
- (10) Interpretar los resultados considerando las hipótesis planteadas en la investigación.
- (11) Realizar gráficos estadísticos que faciliten el análisis de resultados y su interpretación.
- (12) Inducir efectos que están afectando los resultados considerando factores influyentes sobre las variables de estudio.
- (13) Discutir una propuesta de solución a la contaminación ambiental por ruido en términos generales y específicos.
- (14) Elaborar una propuesta que recomiende el uso del material óptimo de mayor absorción sonora.

3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

El marco teórico, marco referencial o marco conceptual de la investigación desarrollada cumplió con el propósito de dar a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones que permitan abordar el problema. En este sentido se delimita al problema dentro de un ámbito donde éste cobre sentido, incorporando los conocimientos previos relativos al mismo y ordenándolos de modo tal que resulten útil a la tarea investigativa.

La naturaleza del marco teórico estuvo en la de situar al problema dentro de un conjunto de conocimientos que permitan orientar la búsqueda de una conceptualización adecuada de los términos relacionados con la temática del ruido ambiental, tales como: intensidad y sonoridad del ruido, absorción del ruido, materiales absorbentes del ruido, sonómetro, entre otras.

Por otro lado se tuvo presente que en toda investigación el punto de partida para construir un marco de referencia lo constituye el conocimiento previo de los fenómenos que se abordan, así como las enseñanzas que se extraigan del trabajo de revisión bibliográfica que obligatoriamente hay que hacer, pues el marco teórico siempre responde a la pregunta: ¿qué antecedentes existen? Por ende, tiene como objeto dar a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos, proposiciones y postulados, que permiten obtener una visión completa del sistema teórico y del conocimiento científico que se tiene acerca del tema.

En general, se podría afirmar que el marco teórico elaborado en la presente investigación experimental cumple con las siguientes funciones:

- Orientar hacia la organización de datos y hechos significativos para descubrir las relaciones de un problema con las teorías ya existentes.
- Evitar que el investigador aborde temáticas que, dado el estado del conocimiento, ya han sido investigadas o carecen de importancia científica.

- Guiar en la selección de los factores y variables que serán estudiadas en la investigación, así como sus estrategias de medición, su validez y confiabilidad.
- Prevenir sobre los posibles factores de confusión o variables extrañas que potencialmente podrían generar sesgos no deseados.
- Orientar la búsqueda e interpretación de datos

Finalmente, la elaboración del marco teórico comprendió, dos etapas:

- **Revisión de la literatura existente.** Consistió en destacar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que pueden ser útiles para los propósitos de estudio, de donde se extrajo y recopiló la información relevante y necesaria que atañe al problema de la investigación.
- **Desarrollo de una perspectiva teórica.** En este aspecto se pudo encontrar con la situación que solamente existen guías aún no estudiadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de investigación por lo que se hizo necesario buscar literatura que, aunque no se refiera al problema específico de la investigación, ayude a orientarse dentro de él para construir una perspectiva teórica propia. De este modo, resultó fundamental en la investigación incorporar ideas propias, críticas o conclusiones con respecto tanto al problema como al material recopilado. También se relacionaron las cuestiones más sobresalientes, yendo de lo general a lo concreto, es decir, mencionando primero generalidades del tema, hasta llegar a lo que específicamente está relacionado con el tema de la investigación.

3.4. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EMPÍRICA

Para la recolección de la información en el área experimental fue necesario utilizar los siguientes materiales:

- Un sonómetro digital.
- Una cámara cúbica de vidrio grueso de 30 cm x 30 cm x 30 cm.
- Una cámara cúbica de madera de balsa de 30 cm x 30cm x 30 cm.
- Una cámara cúbica de madera de guarumo de 30 cm x 30 cm x 30 cm.
- Una cámara cúbica de corcho laminado de 30 cm x 30 cm x 30 cm,
- Un receptor de señal satelital de posición geográfica (GPS)
- Un reloj de pulsera
- Un formulario para registrar datos
- Un lápiz con su respectivo borrador y sacapuntas.
- Una carretilla para el transporte de las cámaras.

El Sonómetro portátil sirvió inicialmente para medir la intensidad de ruido en el ambiente (tratamiento testigo) y luego en el interior de cada cámara construida para lograr establecer por comparación de resultados la cantidad de decibeles absorbidos por el material de prueba que contiene la respectiva cámara.

Los datos de intensidad sonora percibidos por el aparato receptor se registraron en cada lugar determinado en el área experimental a las 8:00; a las 11:00; a las 14:00; y, a las 17:00 horas en los dos días semanales de mayor actividad en la terminal terrestre (sábado y domingo) durante dos meses. Para este efecto se aplicó el formato que se muestra en el Anexo 5.

3.5 DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

El trabajo de campo de la investigación se llevó a efecto en el área que ocupa la Terminal Terrestre de la ciudad de Quevedo que es administrada desde el año 2002 por la empresa municipal EMTTQ, empleando para ello un tiempo total aproximado de tres meses. La información obtenida en este trabajo estuvo organizada en dos etapas que se describen a continuación:

3.5.1. Aplicación de Encuestas

Dado que el costo económico de un bien público es una medida que la sociedad debe sacrificar, resulta indispensable que el ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo debe minimizarse con muchas acciones preventivas y de acondicionamiento físico, cuyos costos sean cubiertos por todos los usuarios mediante el pago de una tasa de servicio. Esta tasa contra el ruido fue determinada mediante el análisis de respuestas de una encuesta al azar realizada en un día normal de actividades aplicando el cuestionario a 100 personas que ejercen distintas actividades en la Terminal Terrestre.

3.5.2. Medición de intensidad del ruido

En esta operación realizada tiene mucha importancia el uso del sonómetro digital. Inicialmente se registró la lectura de la intensidad del ruido ambiental al aire libre en un sitio determinado en los andenes de la Terminal Terrestre. Seguidamente se introdujo el sonómetro en el interior de cada cámara para hacer la lectura y registro de la intensidad de ruido captada por el aparato. Posteriormente y con ayuda de una carretilla, en ese mismo momento, se movilizaron las cámaras desde los andenes hacia el interior de la Terminal Terrestre y luego hacia el área de arribo de los pasajeros para repetir las mismas operaciones descritas anteriormente en cada sitio.

Todo este trabajo experimental respondió a un diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial, donde los factores que se interrelacionaron son los cinco materiales protectores contra el ruido (P) y los tres sitios de medición de ruido (L). En total se formaron 15 tratamientos, los mismos que se replicaron en cuatro horarios diferentes durante el día (repeticiones del experimento),

Esta información descrita se la registró durante nueve fines de semana (18 días) con el propósito de tener la suficiente cantidad de datos registrados (1080) que permitió el análisis estadístico correspondiente.

3.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este apartado metodológico se cumplieron básicamente tres procesos:

3.6.1. De las Encuestas

Se analizó e interpretó los resultados de las encuestas realizadas a una muestra de 100 personas tomadas al azar que cumplen alguna actividad en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Este tamaño de la muestra de 100 personas fue calculado mediante la aplicación de una fórmula estadística considerando una población de 8000 usuarios durante un día sábado o domingo como se mostró en el contenido 3.1.5., del presente documento.

Para ello se tabularon las respuestas obtenidas en base a los temas que se presentaron en el cuestionario aplicado, los mismos que se detallan a continuación:

- (1) Conocimiento de efectos de ruido
- (2) Visita al médico por problemas auditivos
- (3) Causas del ruido
- (4) Maneras de colaborar en la lucha contra el ruido
- (5) Valor económico dispuesto a pagar o que recomienda por servicios que minimicen el ruido en la Terminal Terrestre.
- (6) Medidas económicas que recomienda aplicar a taxistas y otros vehículos que ingresan a la Terminal.
- (7) Medidas económicas que recomienda para aplicar a arrendatarios de locales comerciales existentes en la Terminal Terrestre.

3.6.2. Costos de las cámaras construidas

Los resultados también fueron relacionados con los costos de las cámaras que incluyen la adquisición de la materia prima y de la mano de obra.

3.6.3. Datos registrados respecto a intensidad de ruido

El análisis y la interpretación respondieron al análisis de la varianza (ADEVA) que corresponde al BCA con arreglo factorial cuya ecuación modelo tiene la siguiente presentación:

$$Y_{ijk} = M + R_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + E_{ijk},$$

Donde: Y_{ijk} = variable dependiente; M = media general; R_i = Bloques o repeticiones; A_j = Factor de protectores (P); B_k = Factor de lugares (L); $(AB)_{jk}$ = Interacción de los factores A_j y B_k ; y, E_{ijk} = Error experimental.

El esquema del ADEVA fue el siguiente:

Tabla 6: Fuente de Variación y Grados de Libertad para el Análisis de Varianza (ADEVA)

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Bloques o repeticiones	3
Tratamientos	14
Protectores (P)	4
Lugares (L)	2
Interacción P x L	8
Error experimental	42
Total	59

El análisis se complementó con gráficos estadísticos y con la aplicación de pruebas estadísticas ortogonales (de significación y comparación de medias)

que conllevó a aceptar o rechazar la hipótesis de la investigación; y, la interpretación de los resultados se la hizo comparando las medias de los tratamientos que se obtuvieron en el experimento.

3.7 CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN

Para la construcción del informe de la investigación (Tesis) se consideró la estructura que consta en el instructivo que para tal efecto existe en la Unidad de Posgrado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Este informe representa el resultado final del largo proceso de investigación y de manera general constituye la articulación estructural de modo que el documento exhibe información y datos relevantes, ordenados y clasificados.

Básicamente la Tesis está compuesta por: Portada, Resumen, Índice, Introducción, Cuerpo del trabajo, Conclusiones, Recomendaciones, Propuesta Alternativa, Bibliografía y Anexos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.

“Reconocer lo bueno que ya tenemos en nuestra vida es la base de la abundancia”

Eckhart Tolle

4.1. ENUNCIADO DE LAS HIPÓTESIS

La hipótesis general y las específicas que se trataron durante el desarrollo de la investigación se detallan textualmente en las siguientes líneas:

4.1.1. General

El uso de protectores de madera, corcho y vidrio reducen significativamente la contaminación por ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo.

La **variable Independiente** corresponde a: materiales absorbentes del ruido como madera de balsa, madera de guarumo, vidrio y corcho; y, la **variable dependiente** corresponde a: niveles de absorción del ruido.

4.1.2. Específicas

- El uso de protectores de madera permiten reducir significativamente los niveles de ruido.
- Los niveles de absorción de ruido con corcho se adecuan en los límites permisibles pero ubican al material como inferior a la madera.
- Los niveles de absorción de ruido con vidrio lo clasifican como permisible pero al material lo ubican como superior al corcho.

4.2 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A LAS HIPÓTESIS.

La presentación de los resultados experimentales del nivel de ruido en decibeles (dB) no se ubica con cada hipótesis específica, sino en tablas generales, porque responden a un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial, donde los 15 tratamientos combinan cinco materiales absorbentes del ruido con tres sitios diferentes en el área de la Terminal Terrestre de Quevedo, replicándose el registro de datos en cuatro horarios distintos durante el día. La observación de estos valores permiten al

lector ubicar en la tabla cada tratamiento y el nivel promedio de ruido que se absorbe para después de compararlos describir la comprobación o disprobación de cada hipótesis.

Inicialmente la información empírica relacionada al ruido existente en la Terminal Terrestre de Quevedo fue obtenida a través de encuestas aplicadas a diferentes usuarios de estas instalaciones cuyos resultados permitieron llegar a la creatividad experimental, que conllevaron a descubrir el material óptimo para proteger a las personas del ruido ambiental excesivo.

Respecto a las encuestas aplicadas a la muestra de usuarios, los resultados obtenidos mostrados en gráficas estadísticas estuvieron relacionados a los siguientes tópicos:

- Conocimiento de efectos de ruido
- Visita al médico por problemas auditivos
- Causas del ruido
- Maneras de colaborar en la lucha contra el ruido
- Valor económico dispuesto a pagar o que recomienda por servicios que minimicen el ruido en la Terminal Terrestre.
- Medidas económicas que recomienda aplicar a taxistas y otros vehículos que ingresan a la Terminal.
- Medidas económicas que recomienda para aplicar a arrendatarios de locales comerciales existentes en la terminal terrestre.

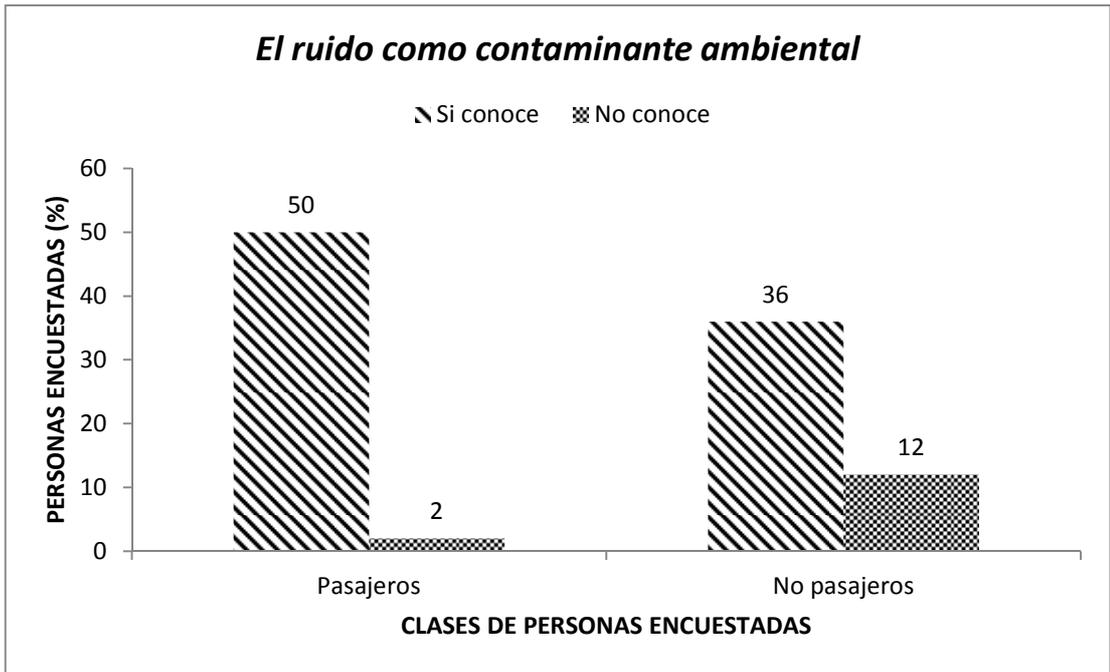


Fig. 5. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que identifican al ruido como contaminante ambiental

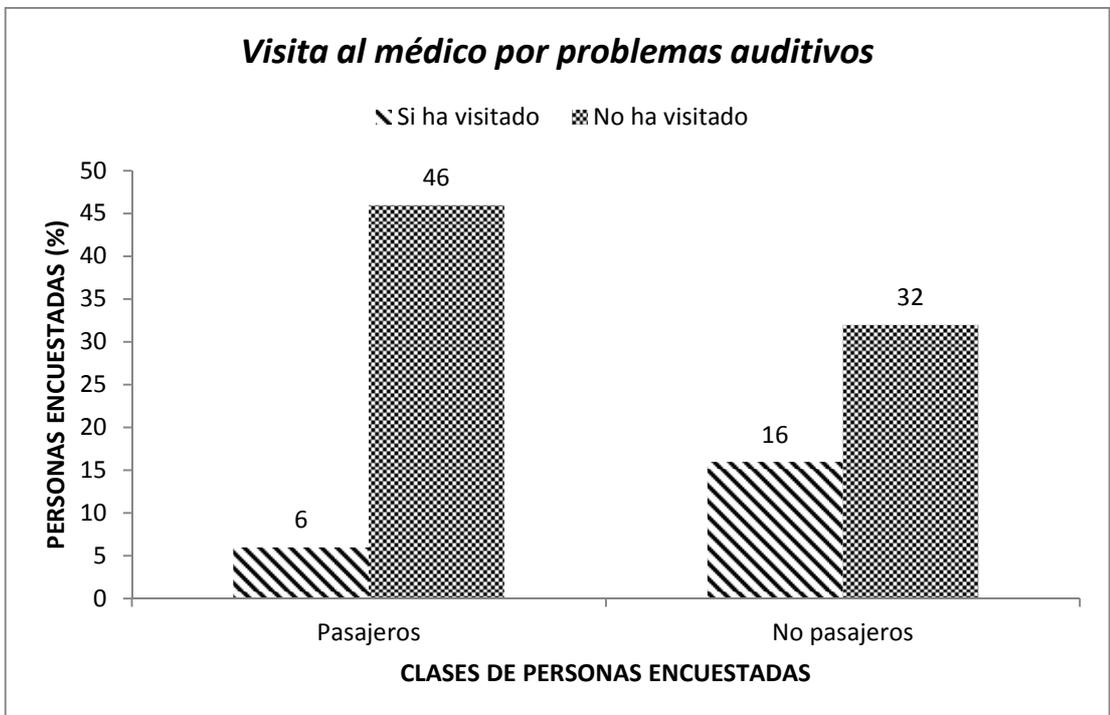


Fig. 6. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que visitan al médico por problemas auditivos.

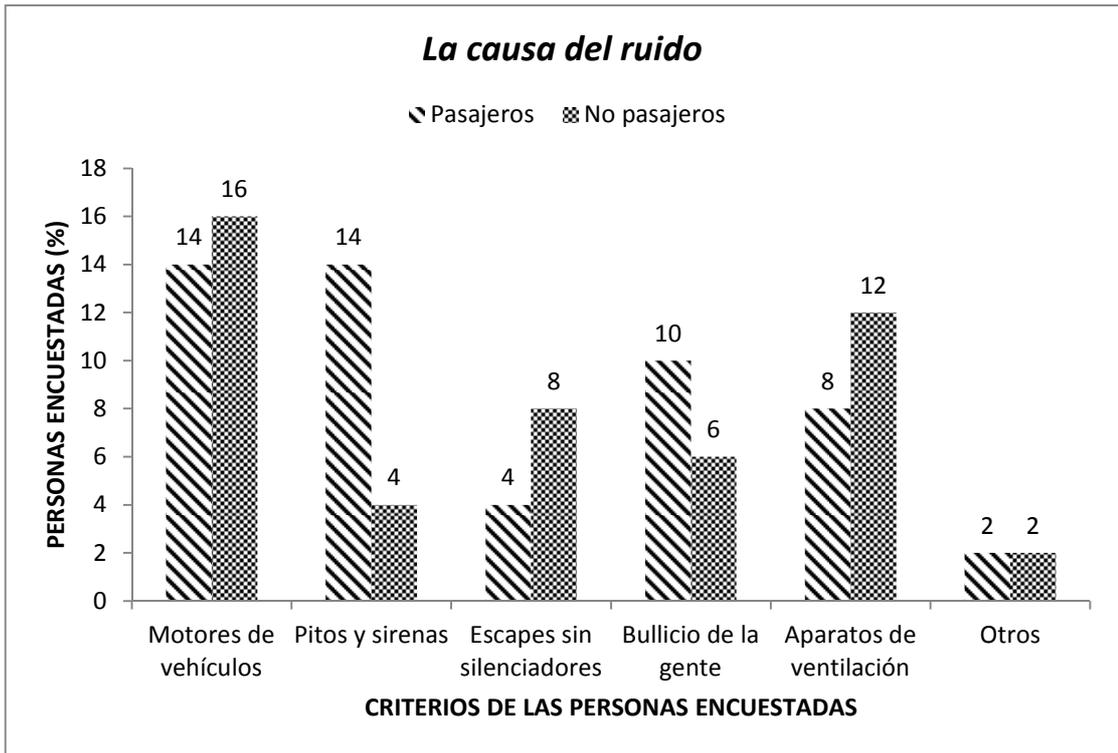


Fig. 7. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que identifican las causas del ruido

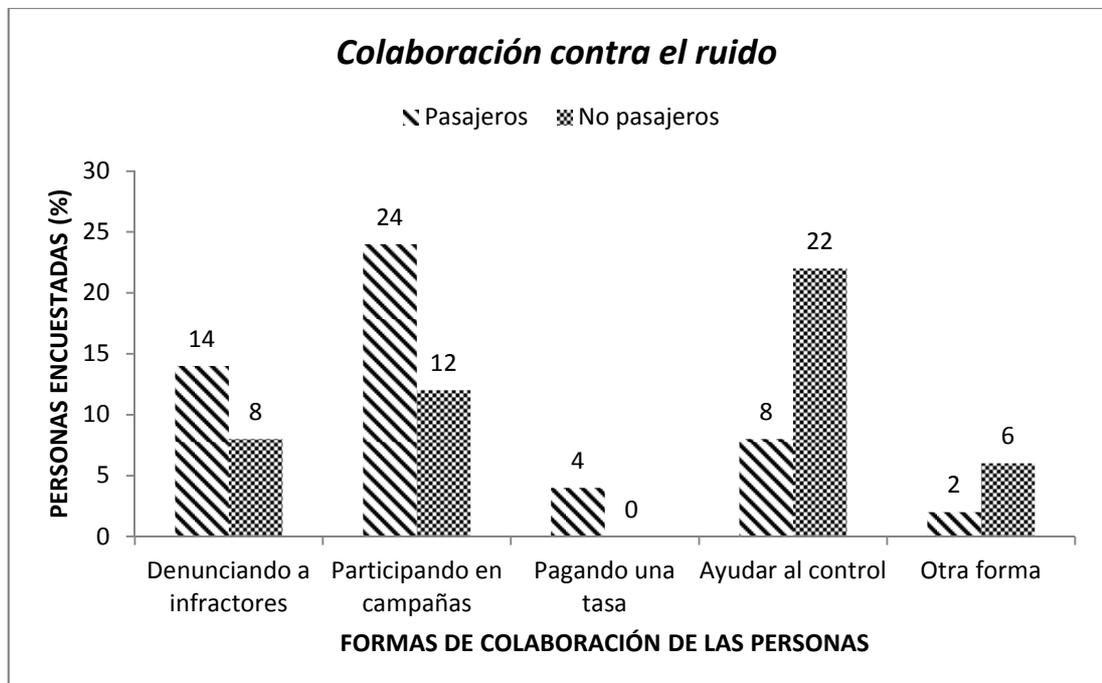


Fig. 8. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que proponen diferentes formas de colaborar para luchar contra el ruido

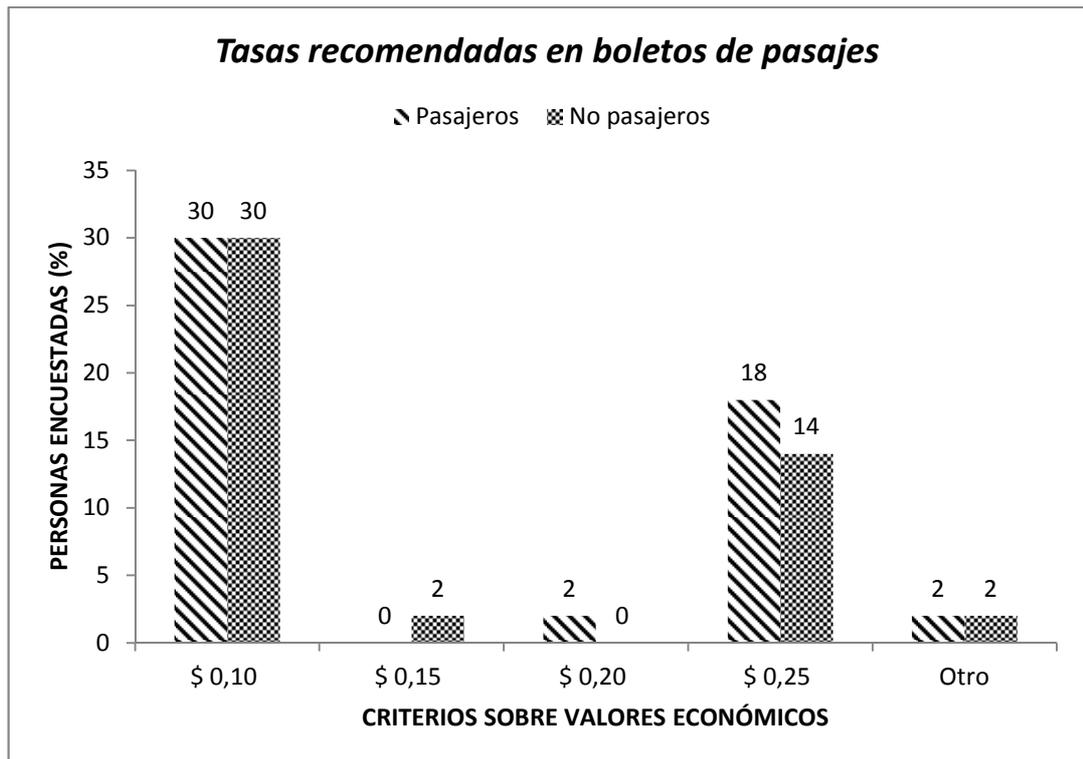


Fig. 9. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que opinan respecto a tasas para cubrir gastos en la lucha contra el ruido.

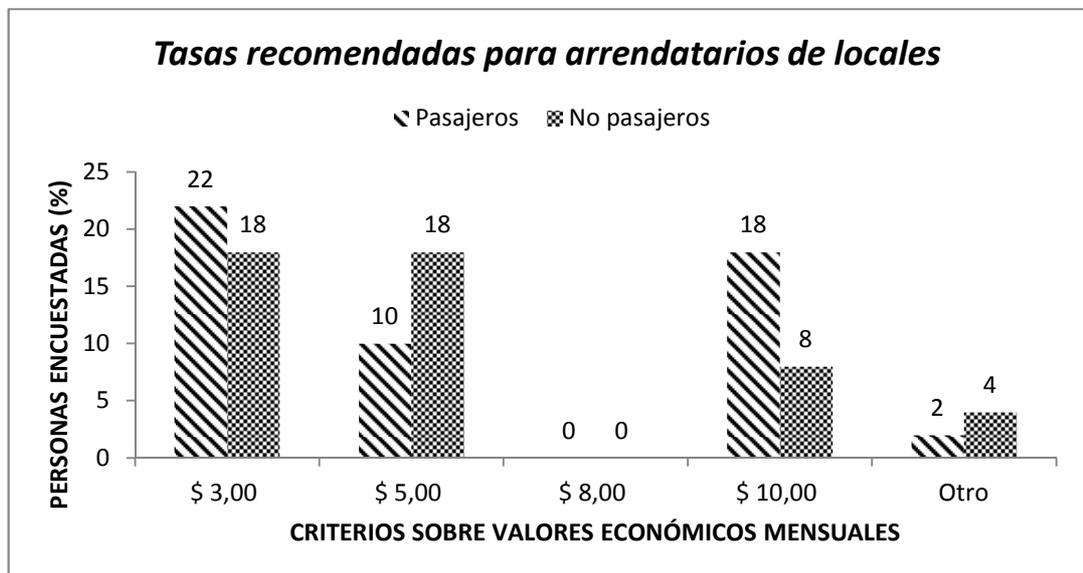


Fig. 10. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que opinan respecto a valores económicos mensuales que deben cubrir los arrendatarios de locales en la Terminal Terrestre de Quevedo para la lucha contra el ruido.

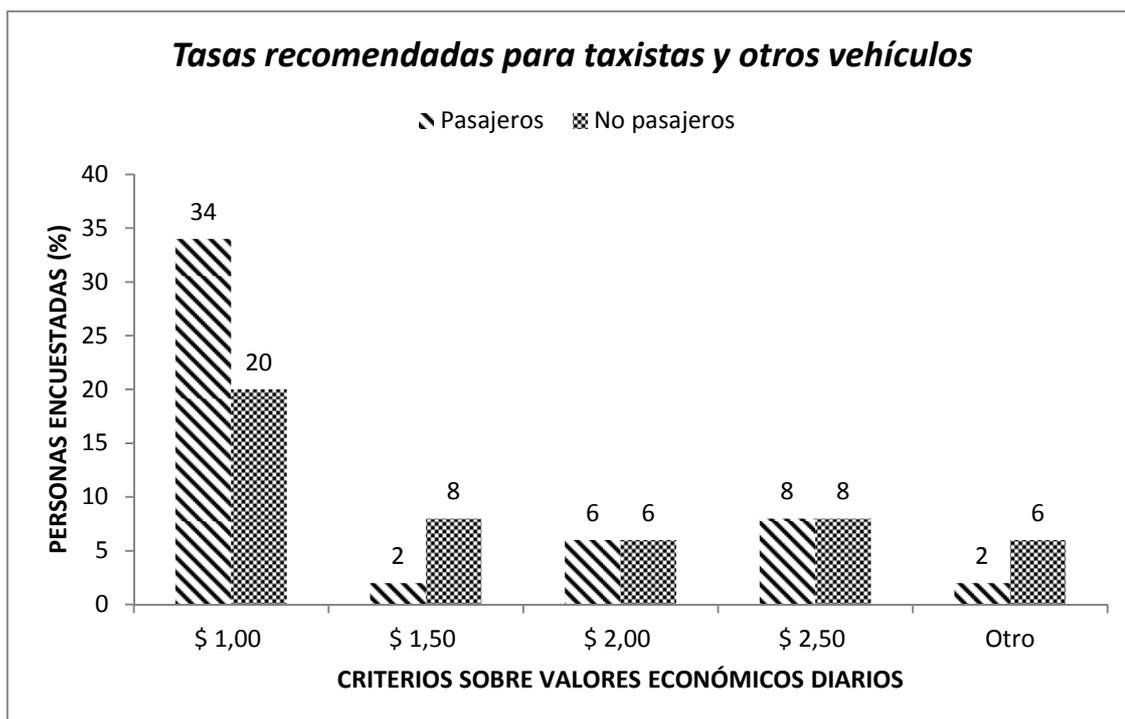


Fig. 11. Porcentaje de personas, pasajeros y no pasajeros, que recomiendan el cobro de tasas a taxistas y otros vehículos que prestan servicios en la Terminal Terrestre de Quevedo para la lucha contra el ruido.

En consideración a los resultados de las encuestas se estableció la siguiente valoración:

- (1) Un ruido puede ser molesto tanto por su volumen como por su frecuencia y para detectar todos los problemas que causa hay que medir su nivel o intensidad con un sonómetro.
- (2) Los niveles de seguridad aplicados al ruido en un bien público, como el caso de la Terminal Terrestre de Quevedo, deben considerar el nivel de ruido y el tiempo que una persona está expuesta a él.
- (3) El mejor método para combatir el ruido ambiental es eliminando la fuente que lo produce, sin embargo, otro método que se utiliza mucho es el de colocación de barreras entre la fuente y los receptores.
- (4) Entre los principales problemas que causa el ruido a las personas está la afectación al oído, irritabilidad emocional, estrés, cansancio, alteración de la presión, sordera, taquicardias, entre otros.

- (5) Los costos evitados son los valores económicos que una persona afectada en su salud por causa del ruido tendría que cubrir periódicamente para continuar activamente produciendo en su trabajo. En los casos de pérdida de capacidad auditiva podría el costo ser de 100 dólares cada trimestre por persona.
- (6) Los costos preventivos, en cambio son los valores económicos que una persona no afectada en su salud realiza para protegerse de los efectos del ruido ambiental. Entre estos se cuenta todas las actividades que conlleven a la disminución o eliminación del ruido que por lo general son menos costosas económicamente que las acciones referidas a combatir los efectos.
- (7) La colocación de barreras absorbentes de distintos materiales entre la fuente de ruido y el órgano receptor, es una tarea experimental que se constituye en el eje de la presente investigación.

4.3. COSTOS DE LAS CÁMARAS UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO

Los resultados de los costos de las cámaras de las mismas dimensiones y espesor que se utilizaron en la investigación experimental se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7. Pesos en kilogramos y costos en dólares que se determinaron en los protectores utilizados en la investigación.

N°	Material	Peso de cámara en kg.	Costo del material en dólares	Costo de mano de obra en dólares	Costo total en dólares
1	Aire libre	0	0	0	0
2	Balsa	0,91	25	25	50
3	Guarumo	2,95	25	25	50
4	Vidrio	12,95	35	25	60
5	Corcho	1,82	55	25	80

4.4. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS.

Los datos de intensidad del ruido registrados en decibeles, durante 18 días de mayor concurrencia de usuarios en la Terminal Terrestre de Quevedo, fueron los siguientes:

4.4.1. En el primer día:

Tabla 8. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 04 de agosto de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	79,1	77,1	87,8	91,4	335,4	83,9
2	1	2	75,1	79,8	86,4	84,8	326,1	81,5
3	1	3	72,6	70,3	87,8	90,3	321,0	80,3
4	2	1	66,4	63,2	67,5	67,6	264,7	66,2
5	2	2	62,5	66,9	66,9	69,1	265,4	66,4
6	2	3	61,0	64,4	63,9	64,4	253,7	63,4
7	3	1	61,7	53,8	60,6	60,1	236,2	59,1
8	3	2	58,4	60,7	57,2	62,3	238,6	59,7
9	3	3	57,2	52,5	61,6	60,2	231,5	57,9
10	4	1	53,9	46,4	55,0	54,3	209,6	52,4
11	4	2	52,8	51,7	55,2	52,3	212,0	53,0
12	4	3	50,0	48,9	52,0	48,3	199,2	49,8
13	5	1	65,6	58,7	61,9	63,2	249,4	62,4
14	5	2	62,8	63,2	58,2	65,2	249,4	62,4
15	5	3	58,6	59,7	62,6	62,9	243,8	61,0
Suma			937,7	917,3	984,6	996,4	3.836,0	959,0
Promedio (dB)			62,5	61,2	65,6	66,4	255,7	63,9

La mayor intensidad de ruido se encuentra en el tratamiento 1 (aire libre) en el cuarto horario (a las 17 horas) y el material óptimo que sirve como mejor barrera entre la fuente de ruido y el receptor (sonómetro) es el vidrio (tratamientos 10,11 y 12).

Relacionando los valores de peso de la tabla 8 con los resultados que se muestran en la tabla 9, se puede inducir que a mayor peso del material existe la posibilidad de que el ruido sea mayormente reflejado y poco absorbido en razón de que la porosidad es menor. Esto es el caso del vidrio y la madera de guarumo que tienen mayor peso y en consecuencia mayor densidad respecto a la madera de balsa y al corcho.

En forma complementaria la figura siguiente muestra estos hechos, que los materiales que absorben mayor intensidad del ruido son la madera de balsa y las láminas de corcho y los mayores reflectantes de las ondas sonoras son el vidrio y la madera de guarumo.

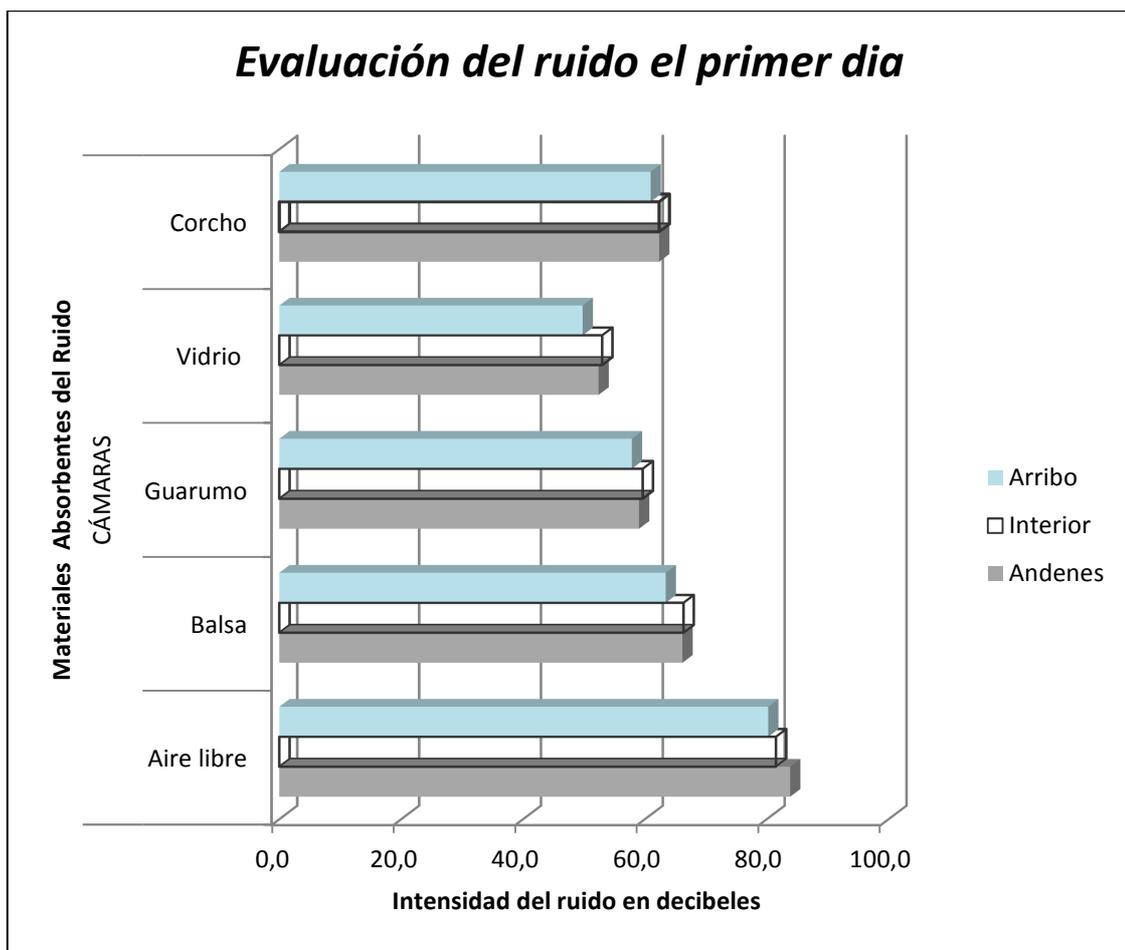


Fig. 12. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 04 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.2. En el segundo día:

Tabla 9. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 05 de agosto de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	77,4	76,7	77,7	95,9	327,7	81,9
2	1	2	76,7	79,5	77,1	83,2	316,5	79,1
3	1	3	77,0	82,0	78,5	78,5	316,0	79,0
4	2	1	67,4	68,7	69,7	66,3	272,1	68,0
5	2	2	63,2	69,1	68,1	66,3	266,7	66,7
6	2	3	60,7	64,4	65,6	63,4	254,1	63,5
7	3	1	62,7	61,3	65,8	63,0	252,8	63,2
8	3	2	58,1	62,5	63,7	64,7	249,0	62,3
9	3	3	58,3	57,2	60,5	58,7	234,7	58,7
10	4	1	58,1	57,2	56,2	56,2	227,7	56,9
11	4	2	50,6	55,9	55,0	53,9	215,4	53,9
12	4	3	46,7	50,3	53,9	51,2	202,1	50,5
13	5	1	66,6	64,4	66,2	64,9	262,1	65,5
14	5	2	59,3	66,2	65,2	65,0	255,7	63,9
15	5	3	59,7	59,2	61,6	60,4	240,9	60,2
Suma			942,5	974,6	984,8	991,6	3.893,5	973,4
Promedio (dB)			62,8	65,0	65,7	66,1	259,6	64,9

Es coincidente que la mayor intensidad de ruido se encuentra en el tratamiento 1 (aire libre) en el cuarto horario (a las 17 horas) y el material óptimo que sirve como mejor barrera entre la fuente de ruido y el receptor (sonómetro) es el vidrio (tratamientos 10,11 y 12).

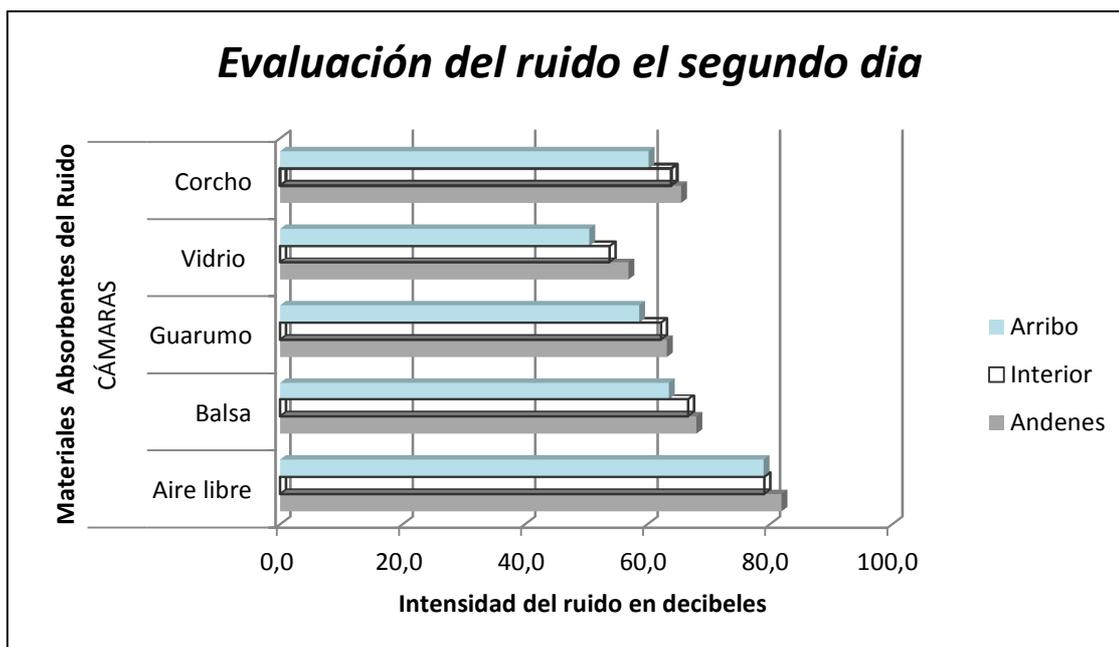


Fig. 13. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 05 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Se vuelve a repetir en esta nueva figura que los materiales que absorben mayor intensidad del ruido son la madera de balsa y las láminas de corcho y los mayores reflectantes de las ondas sonoras son el vidrio y la madera de guarumo.

4.4.3. En el tercer día:

Tabla 10. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 11 de agosto de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	80,1	84,0	79,5	82,0	325,6	81,4
2	1	2	77,7	74,7	79,1	78,7	310,2	77,6
3	1	3	75,4	77,0	72,6	81,3	306,3	76,6
4	2	1	69,7	72,1	71,7	70,8	284,3	71,1
5	2	2	66,2	72,7	70,3	70,1	279,3	69,8
6	2	3	65,7	63,5	66,4	72,2	267,8	67,0
7	3	1	65,6	63,2	68,3	64,3	261,4	65,4
8	3	2	60,8	67,2	67,7	61,9	257,6	64,4

Sigue...

Continúa tabla...

Tratamientos	Protectores	Lugares	08H00	11H00	14H00	17H00	Suma	Prom.
9	3	3	59,7	60,7	57,8	61,1	239,3	59,8
10	4	1	56,2	56,2	59,7	55,7	227,8	57,0
11	4	2	53,6	56,2	58,7	54,8	223,3	55,8
12	4	3	51,2	51,3	53,9	52,6	209,0	52,3
13	5	1	66,9	66,1	70,3	66,2	269,5	67,4
14	5	2	63,2	70,3	68,6	64,5	266,6	66,7
15	5	3	61,6	61,3	61,2	64,7	248,8	62,2
Suma			973,6	996,5	1.005,8	1.000,9	3.976,8	994,2
Promedio (dB)			64,9	66,4	67,1	66,7	265,1	66,3

Nuevamente es coincidente que la mayor intensidad de ruido se encuentra en el tratamiento 1 (aire libre) en el cuarto horario (a las 17 horas) y el material óptimo que sirve como mejor barrera entre la fuente de ruido y el receptor (sonómetro) es el vidrio (tratamientos 10,11 y 12).

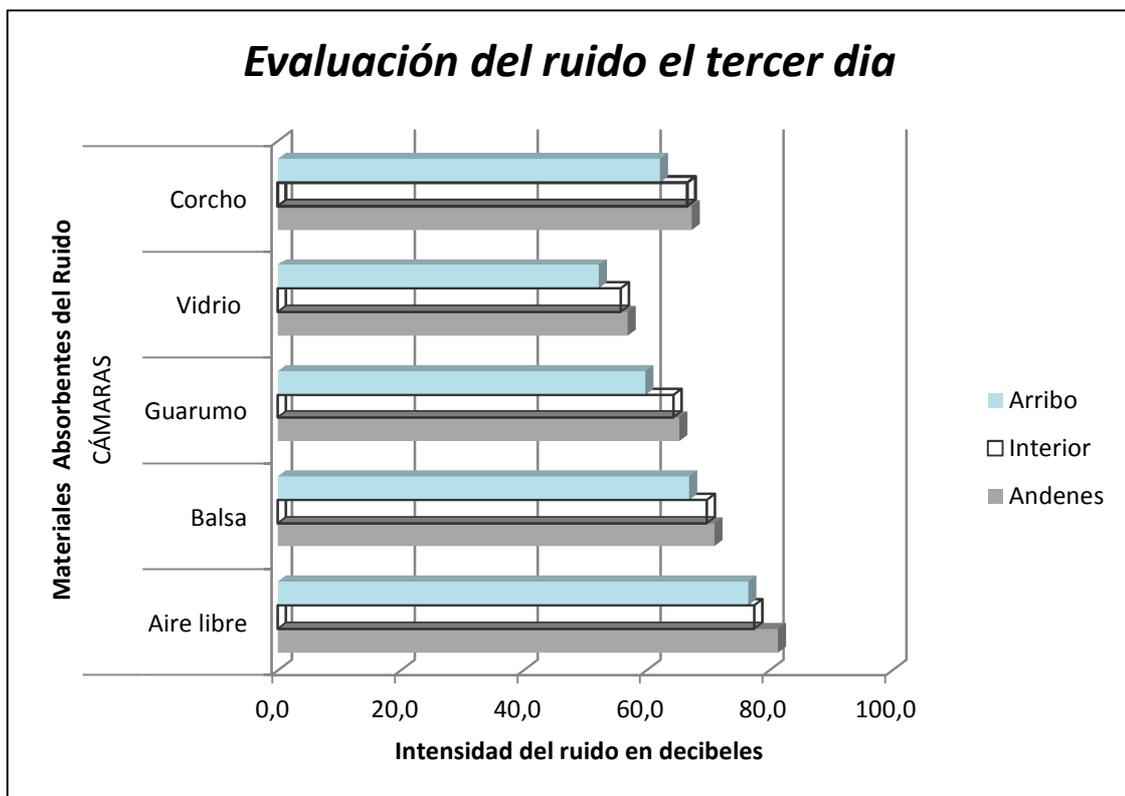


Fig. 14. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 11 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Como se aprecia se vuelve a repetir en esta nueva figura que los materiales que absorben mayor intensidad del ruido son la madera de balsa y las láminas de corcho y los mayores reflectantes de las ondas sonoras son el vidrio y la madera de guarumo.

Los sucesivos cuadros y figuras de esta sección de resultados muestran en igual forma la misma información resultante respecto a los materiales de prueba que fueron utilizados en la investigación experimental.

4.4.4. En el cuarto día:

Tabla 11. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 12 de agosto de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	79,3	86,5	83,2	94,7	343,7	85,9
2	1	2	75,0	83,2	80,1	87,1	325,4	81,4
3	1	3	85,2	70,4	78,5	76,0	310,1	77,5
4	2	1	70,5	70,3	78,2	74,4	293,4	73,4
5	2	2	65,8	73,8	74,4	72,2	286,2	71,6
6	2	3	64,4	64,1	64,8	63,2	256,5	64,1
7	3	1	65,1	63,8	67,7	64,7	261,3	65,3
8	3	2	59,7	71,2	68,9	68,1	267,9	67,0
9	3	3	61,9	60,7	58,4	60,6	241,6	60,4
10	4	1	59,7	56,3	59,7	55,0	230,7	57,7
11	4	2	53,5	61,3	60,3	60,4	235,5	58,9
12	4	3	51,6	56,2	56,2	51,8	215,8	54,0
13	5	1	68,1	67,3	71,7	66,9	274,0	68,5
14	5	2	63,1	72,0	71,6	70,3	277,0	69,3
15	5	3	63,2	63,2	60,7	61,3	248,4	62,1
Suma			986,1	1.020,3	1.034,4	1.026,7	4.067,5	1.016,9
Promedio (dB)			65,7	68,0	69,0	68,4	271,2	67,8

Al observar los resultados de la tabla precedente se puede apreciar que al aire libre (tratamientos 1,2 y 3) existe el problema de ruido ambiental que en promedio supera los 80 decibeles que está muy por encima de los 65 decibeles

que corresponde a los niveles máximos de ruido permisibles según la legislación ecuatoriana.

Por otro lado, de los datos registrados se desprende que con las cámaras protectoras de guarumo (tratamientos 7, 8 y 9) y de vidrio (tratamientos 10,11 y 12), se consigue reducir la intensidad de ruido percibida por el oído humano hasta niveles promedios por debajo de 65 decibeles, lo que significa que constituyen los materiales óptimos de protección contra el ruido ambiental.

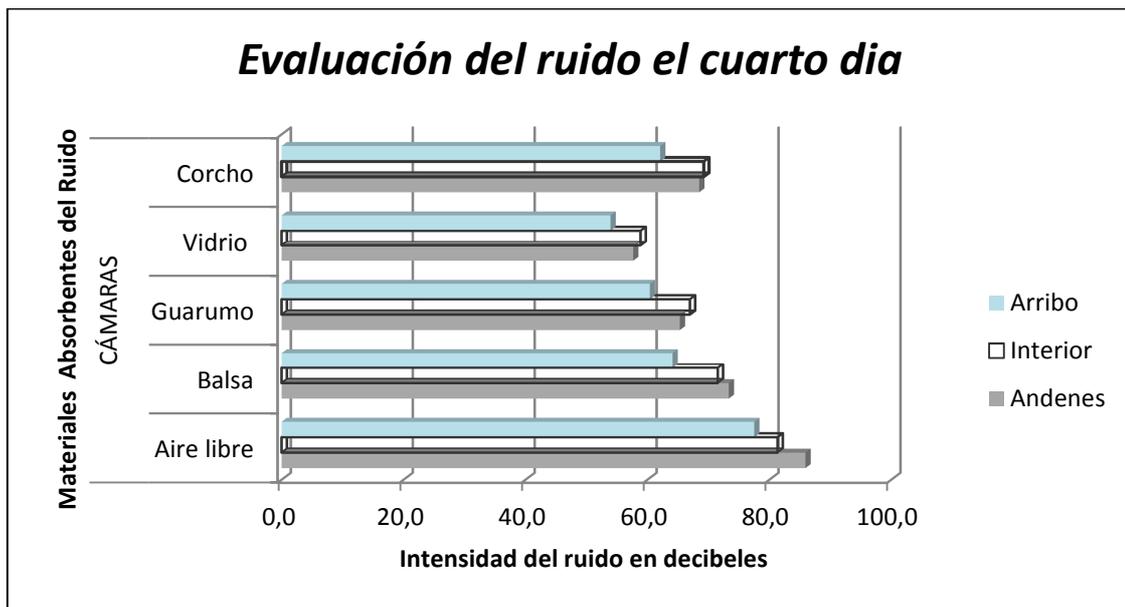


Fig. 15. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 12 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.5. En el quinto día:

Tabla 12. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 18 de agosto de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	79,5	86,4	82,4	79,1	327,4	81,9
2	1	2	74,4	79,5	85,5	82,0	321,4	80,4
3	1	3	76,7	83,2	85,4	89,0	334,3	83,6
4	2	1	66,4	70,9	70,6	70,3	278,2	69,6
5	2	2	65,6	70,3	72,7	69,1	277,7	69,4
6	2	3	60,3	64,4	63,2	72,6	260,5	65,1

Sigue...

Continúa tabla...

Tratamientos	Protectores	Lugares	08H00	11H00	14H00	17H00	Suma	Prom.
7	3	1	63,2	65,9	65,6	66,7	261,4	65,4
8	3	2	62,7	67,2	69,2	65,6	264,7	66,2
9	3	3	56,2	60,3	60,7	64,4	241,6	60,4
10	4	1	55,1	58,1	60,6	58,3	232,1	58,0
11	4	2	56,2	58,3	59,3	56,2	230,0	57,5
12	4	3	53,9	53,0	54,7	53,9	215,5	53,9
13	5	1	64,2	67,9	67,8	67,8	267,7	66,9
14	5	2	63,2	68,5	70,8	66,5	269,0	67,3
15	5	3	59,7	63,8	62,1	66,8	252,4	63,1
Suma			957,3	1.017,7	1.030,6	1.028,3	4.033,9	1.008,5
Promedio (dB)			63,8	67,8	68,7	68,6	268,9	67,2

Continúa observándose que al aire libre y en ésta vez en el área de arribo de los pasajeros de la Terminal Terrestre del Cantón Quevedo es donde se registro el mayor nivel promedio de ruido, sin embargo se obtuvo mayor protección con la cámara de vidrio

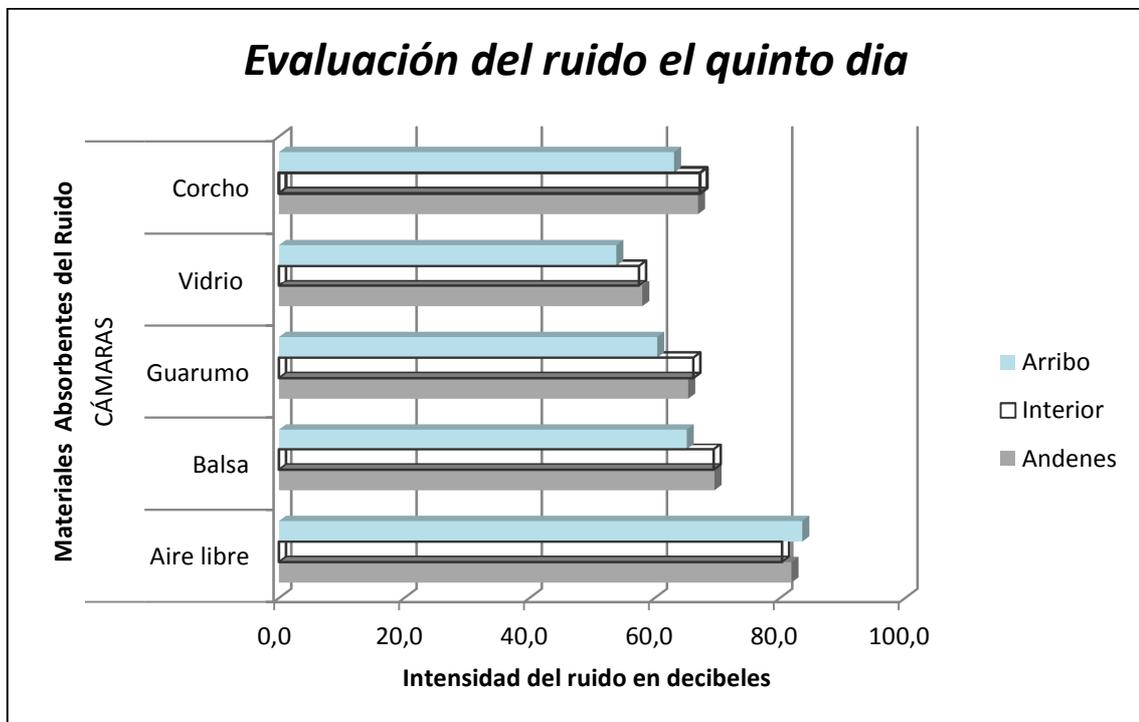


Fig. 16. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 18 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.6. En el sexto día:

Tabla 13. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 19 de agosto de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DE RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	83,2	91,4	85,6	78,5	338,7	84,7
2	1	2	74,8	81,4	83,2	77,1	316,5	79,1
3	1	3	78,5	89,0	90,0	73,8	331,3	82,8
4	2	1	72,3	70,3	71,3	66,4	280,3	70,1
5	2	2	63,2	70,3	70,8	69,1	273,4	68,4
6	2	3	69,4	67,9	64,0	62,1	263,4	65,9
7	3	1	67,3	65,8	67,8	63,2	264,1	66,0
8	3	2	61,1	65,4	66,7	64,4	257,6	64,4
9	3	3	63,4	60,3	59,7	59,3	242,7	60,7
10	4	1	58,5	59,7	58,4	56,2	232,8	58,2
11	4	2	51,1	62,5	59,7	56,3	229,6	57,4
12	4	3	51,9	53,9	53,9	50,3	210,0	52,5
13	5	1	70,8	67,8	68,5	64,8	271,9	68,0
14	5	2	62,5	66,6	68,3	65,6	263,0	65,8
15	5	3	65,6	63,4	61,8	60,6	251,4	62,9
Suma			993,6	1.035,7	1.029,7	967,7	4.026,7	1.006,7
Promedio (dB)			66,2	69,0	68,6	64,5	268,4	67,1

Los tratamientos con cámara de balsa (4,5 y 6) son los que absorben mayor ruido en relación a los tratamientos testigos que corresponden al aire libre que alcanza su mayor nivel a las 11 horas en el área de los andenes de la Terminal Terrestre de Quevedo. Le siguen en orden descendente la cámara de corcho, la cámara de guarumo y la cámara de vidrio.

Estos resultados son comprensibles, toda vez, que a mayor peso del material corresponde poros diminutos y consecuentemente el ruido tiene dificultades en atravesar el material. Significa entonces que la madera de balsa es más porosa que la madera de guarumo y por ello la primera absorbe más sonido que la segunda. Todos estos resultados se evidencian con la siguiente figura:

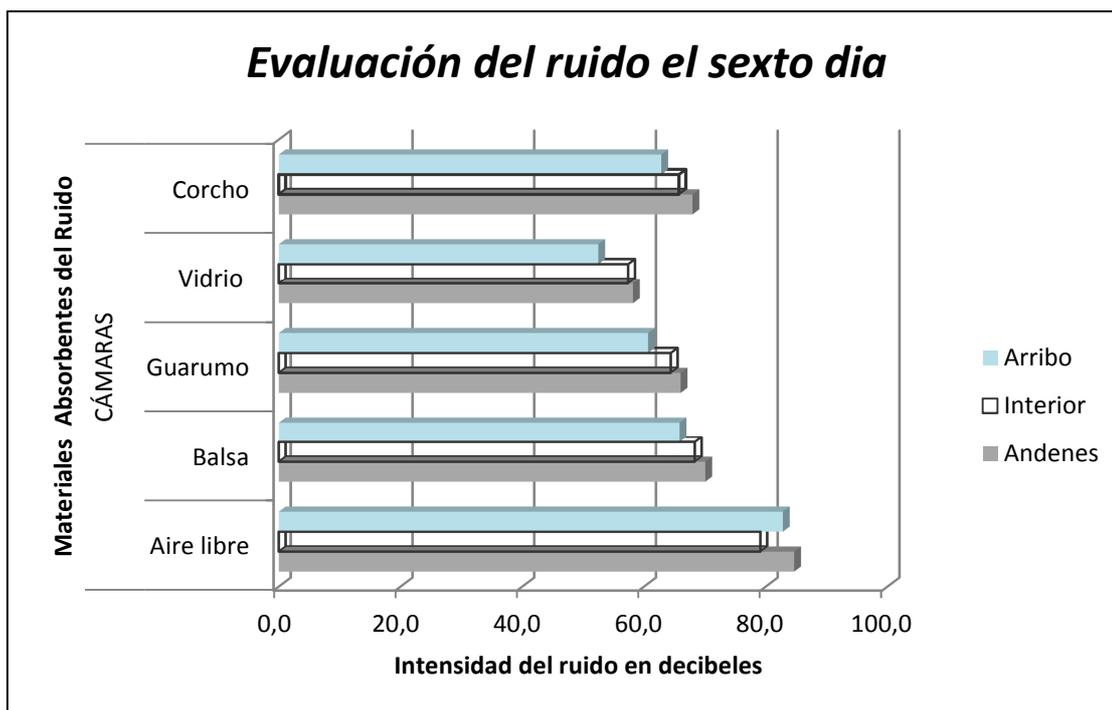


Fig. 17. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 19 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.7. En el séptimo día:

Tabla 14. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 25 de agosto de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	85,4	78,5	79,1	89,3	332,3	83,1
2	1	2	76,3	81,4	85,2	81,9	324,8	81,2
3	1	3	72,0	79,5	82,1	83,0	316,6	79,2
4	2	1	71,1	69,1	69,8	72,7	282,7	70,7
5	2	2	66,3	71,2	72,3	70,7	280,5	70,1
6	2	3	64,2	63,2	76,7	72,9	277,0	69,3
7	3	1	66,9	67,3	66,3	66,2	266,7	66,7
8	3	2	62,2	65,6	69,4	66,8	264,0	66,0
9	3	3	58,4	60,6	68,3	67,1	254,4	63,6
10	4	1	58,7	58,4	59,7	60,7	237,5	59,4
11	4	2	57,1	56,2	58,4	59,1	230,8	57,7
12	4	3	54,4	52,9	59,7	58,7	225,7	56,4

Sigue...

Continúa tabla...

Tratamientos	Protectores	Lugares	08H00	11H00	14H00	17H00	Suma	Prom.
13	5	1	67,6	68,5	67,6	68,1	271,8	68,0
14	5	2	64,3	69,3	70,8	67,9	272,3	68,1
15	5	3	61,6	61,7	72,6	70,6	266,5	66,6
Suma			986,5	1.003,4	1.058,0	1.055,7	4.103,6	1.025,9
Promedio (dB)			65,8	66,9	70,5	70,4	273,6	68,4

Se sigue observando la misma tendencia en donde los materiales que más protegen contra el ruido son el vidrio y la madera de guarumo que corresponden a los tratamientos 7, 8, 9, 10,11 y 12. Así mismo el mayor nivel de ruido se lo aprecia en el área de los andenes de la Terminal Terrestre de Quevedo.

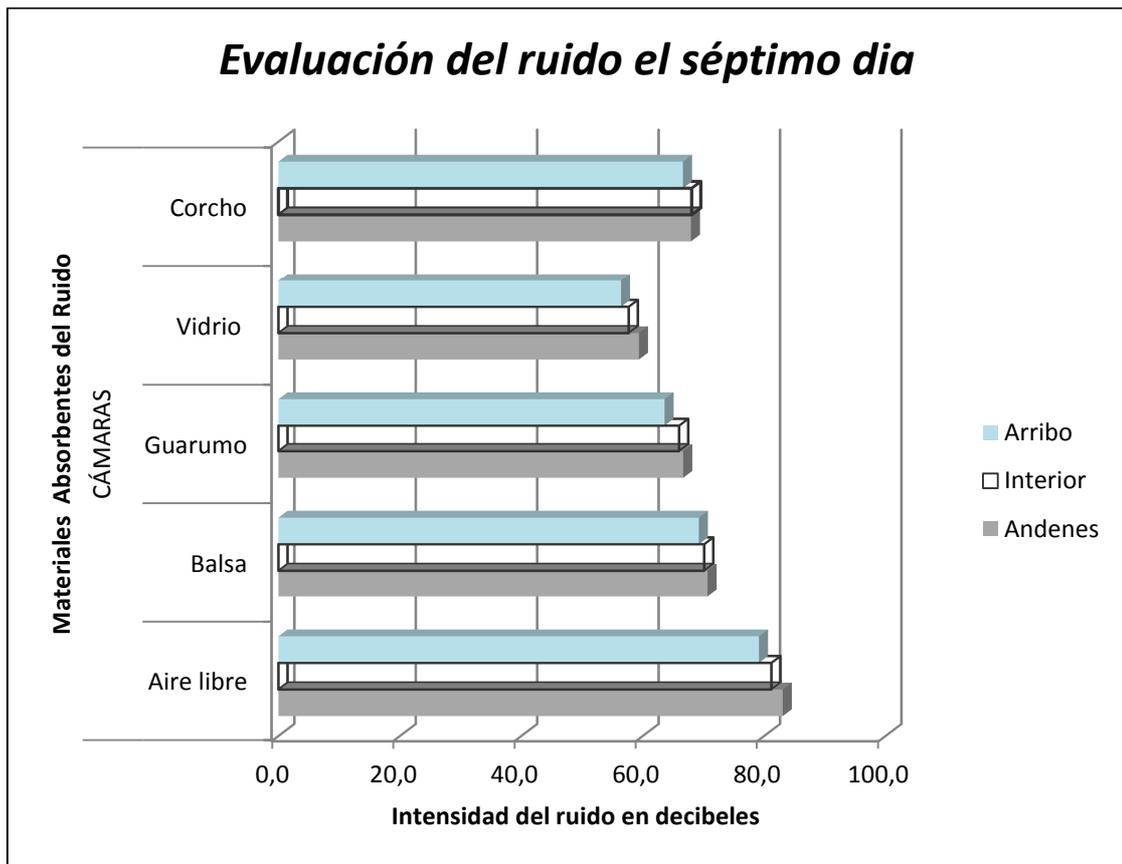


Fig. 18. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 25 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.8. En el octavo día:

Tabla 15. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 26 de agosto de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	82,1	79,5	85,7	78,7	326,0	81,5
2	1	2	81,4	85,3	80,3	79,4	326,4	81,6
3	1	3	80,7	76,0	83,8	80,1	320,6	80,2
4	2	1	69,6	66,7	72,3	70,1	278,7	69,7
5	2	2	69,7	70,1	71,5	71,7	283,0	70,8
6	2	3	68,0	65,8	70,9	72,7	277,4	69,4
7	3	1	65,8	64,7	65,6	64,3	260,4	65,1
8	3	2	63,9	65,9	64,7	63,2	257,7	64,4
9	3	3	58,7	57,9	63,7	65,9	246,2	61,6
10	4	1	60,3	56,4	60,8	57,2	234,7	58,7
11	4	2	59,7	60,8	59,7	56,8	237,0	59,3
12	4	3	54,3	52,1	58,3	58,7	223,4	55,9
13	5	1	67,2	65,3	67,5	67,9	267,9	67,0
14	5	2	66,5	67,4	68,3	66,2	268,4	67,1
15	5	3	63,6	59,6	66,3	69,6	259,1	64,8
Suma			1.011,5	993,5	1.039,4	1.022,5	4.066,9	1.016,7
Promedio (dB)			67,4	66,2	69,3	68,2	271,1	67,8

El promedio de ruido al aire libre sigue evidenciándose muy superior a lo recomendado como límite máximo permisible por la Organización Mundial de la Salud (50 dB) y por la Norma Técnica existente en la legislación ecuatoriana (65 dB). Las respectivas cámaras de vidrio y de madera de guarumo son las que más protegen contra el ruido y los materiales de balsa y de corcho son los que ofrecen mayor nivel de absorción de éstos sonidos desagradables.

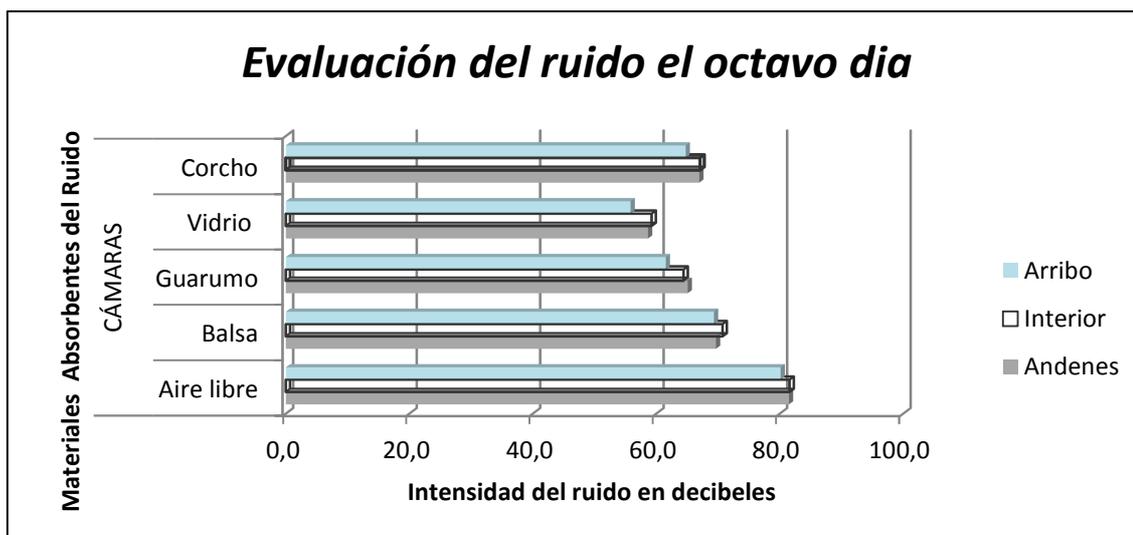


Fig. 19. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 26 de agosto de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.9. En el noveno día:

Tabla 16. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 01 de septiembre de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	75,5	87,3	80,9	80,8	324,5	81,1
2	1	2	78,3	84,8	78,4	77,4	318,9	79,7
3	1	3	76,7	86,8	82,6	79,7	325,8	81,5
4	2	1	67,2	68,1	67,1	67,2	269,6	67,4
5	2	2	64,5	66,2	66,2	65,7	262,6	65,7
6	2	3	61,5	65,7	68,3	66,3	261,8	65,5
7	3	1	65,6	60,7	61,3	60,9	248,5	62,1
8	3	2	63,7	60,5	60,7	58,3	243,2	60,8
9	3	3	58,2	58,3	62,9	59,9	239,3	59,8
10	4	1	61,3	54,2	54,9	55,1	225,5	56,4
11	4	2	58,9	57,4	55,1	52,7	224,1	56,0
12	4	3	54,3	53,9	57,0	54,9	220,1	55,0
13	5	1	66,4	64,7	65,2	63,5	259,8	65,0
14	5	2	64,0	63,5	63,9	61,3	252,7	63,2
15	5	3	60,7	61,2	65,4	62,8	250,1	62,5
Suma			976,8	993,3	989,9	966,5	3.926,5	981,6
Promedio (dB)			65,1	66,2	66,0	64,4	261,8	65,4

En todos los casos se puede apreciar que mayor ruido existe en el área de los andenes, le sigue en orden descendente en el interior y finalmente en el área de arribo a la Terminal Terrestre de Quevedo

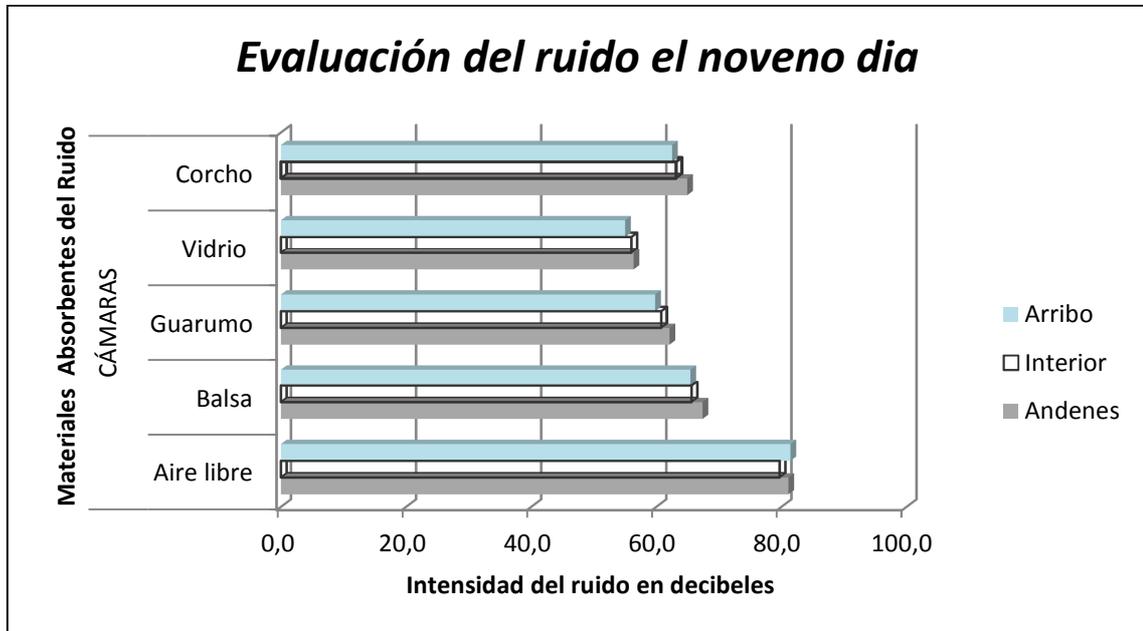


Fig. 20. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 01 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.10. En el décimo día:

Tabla 17. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 02 de septiembre de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	82,7	87,2	79,8	86,2	335,9	84,0
2	1	2	78,3	83,4	81,3	83,7	326,7	81,7
3	1	3	81,9	85,7	78,2	81,2	327,0	81,8
4	2	1	70,9	73,4	67,2	72,1	283,6	70,9
5	2	2	69,1	74,1	65,4	70,5	279,1	69,8
6	2	3	69,8	70,8	67,9	71,9	280,4	70,1
7	3	1	62,3	65,6	59,8	65,2	252,9	63,2
8	3	2	61,7	64,9	60,7	63,7	251,0	62,8
9	3	3	62,1	63,7	61,3	62,8	249,9	62,5
10	4	1	60,5	60,9	52,4	60,9	234,7	58,7

Sigue...

Continúa tabla...

Tratamientos	Protectores	Lugares	08H00	11H00	14H00	17H00	Suma	Prom.
11	4	2	59,8	58,7	55,0	58,3	231,8	58,0
12	4	3	60,9	57,3	54,6	57,2	230,0	57,5
13	5	1	65,1	67,1	64,1	67,2	263,5	65,9
14	5	2	64,3	66,9	63,7	65,8	260,7	65,2
15	5	3	66,3	66,2	64,4	63,9	260,8	65,2
Suma			1.015,7	1.045,9	975,8	1.030,6	4.068,0	1.017,0
Promedio (dB)			67,7	69,7	65,1	68,7	271,2	67,8

Hasta el momento el uso de protectores de madera, corcho y vidrio reducen significativamente la contaminación por ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo, siendo los mayores absorbentes los materiales de balsa y las láminas de corcho que corresponden a los tratamientos 4, 5, 6, 13, 14 y 15.

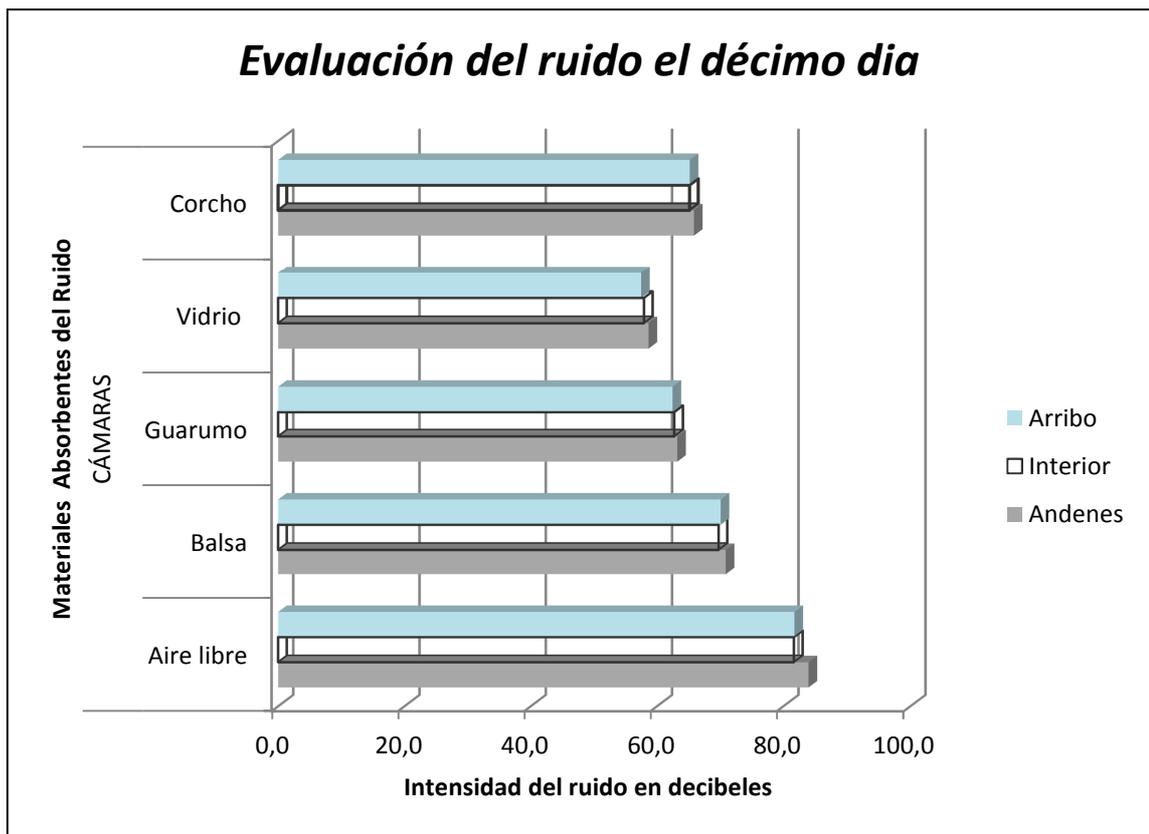


Fig. 21. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 02 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.11. En el decimo primer día:

Tabla 18. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 08 de septiembre de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	76,7	80,7	84,2	79,1	320,7	80,2
2	1	2	74,3	80,1	83,2	77,4	315,0	78,8
3	1	3	75,8	84,2	81,4	78,5	319,9	80,0
4	2	1	64,1	67,8	69,1	63,2	264,2	66,1
5	2	2	65,8	67,9	72,3	61,8	267,8	67,0
6	2	3	63,2	66,2	64,8	62,9	257,1	64,3
7	3	1	58,3	62,7	66,1	60,1	247,2	61,8
8	3	2	57,2	63,4	66,5	59,2	246,3	61,6
9	3	3	58,9	60,3	61,2	59,0	239,4	59,9
10	4	1	51,2	59,7	62,6	51,2	224,7	56,2
11	4	2	50,8	58,4	61,4	52,7	223,3	55,8
12	4	3	51,9	57,8	60,3	53,4	223,4	55,9
13	5	1	62,7	64,6	67,8	61,8	256,9	64,2
14	5	2	61,9	65,0	68,3	60,9	256,1	64,0
15	5	3	62,5	63,0	62,7	61,3	249,5	62,4
Suma			935,3	1.001,8	1.031,9	942,5	3.911,5	977,9
Promedio (dB)			62,4	66,8	68,8	62,8	260,8	65,2

Todos los materiales que existen en la naturaleza absorben los sonidos, de tal forma que el aire atmosférico, las plantas, los animales y todo objeto puede llegar a reflejar y a absorber el ruido. En el caso del experimento el mejor protector resultó la cámara de vidrio y la cámara de madera de guarumo; y, los mayores absorbentes corresponden a los materiales de balsa y de corcho.

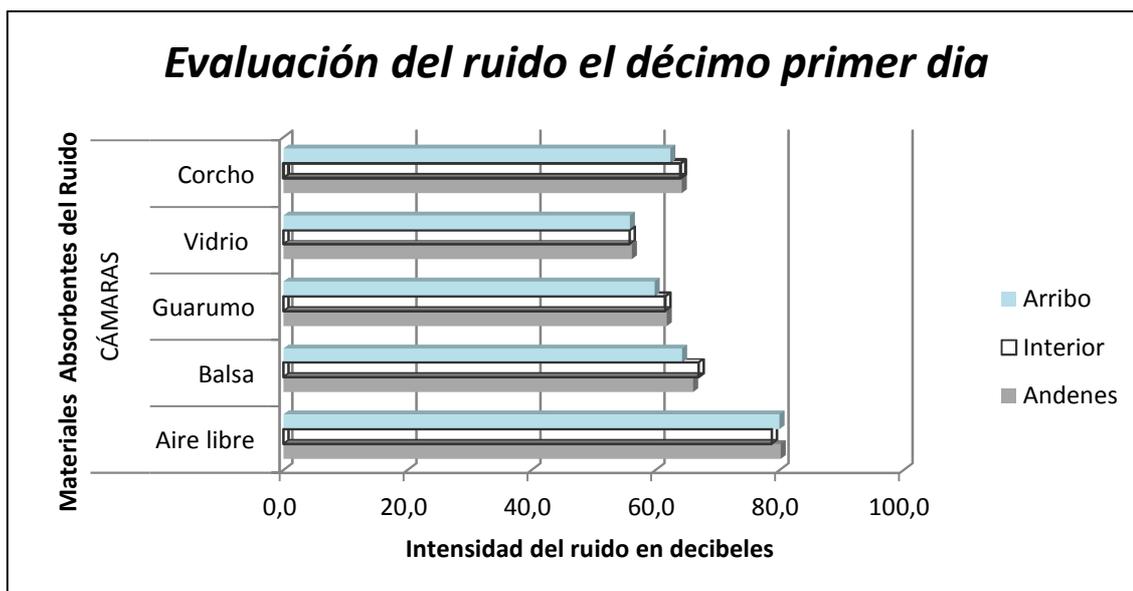


Fig. 22. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 08 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.12. En el décimo segundo día:

Tabla 19. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 09 de septiembre de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	75,8	82,7	88,3	82,2	329,0	82,3
2	1	2	72,5	81,2	86,9	79,9	320,5	80,1
3	1	3	76,9	83,3	87,6	81,7	329,5	82,4
4	2	1	64,2	66,3	70,4	68,4	269,3	67,3
5	2	2	62,9	65,8	71,7	67,9	268,3	67,1
6	2	3	64,7	67,4	70,5	69,2	271,8	68,0
7	3	1	60,5	62,7	62,9	64,0	250,1	62,5
8	3	2	59,8	62,9	63,8	62,8	249,3	62,3
9	3	3	61,1	63,4	62,1	65,1	251,7	62,9
10	4	1	52,3	58,2	59,3	58,2	228,0	57,0
11	4	2	53,0	59,3	58,5	58,0	228,8	57,2
12	4	3	52,9	58,9	60,2	59,2	231,2	57,8
13	5	1	62,2	64,5	65,7	65,9	258,3	64,6
14	5	2	61,6	64,2	66,8	66,0	258,6	64,7
15	5	3	63,0	65,3	66,4	66,7	261,4	65,4
Suma			943,4	1.006,1	1.041,1	1.015,2	4.005,8	1.001,5
Promedio (dB)			62,9	67,1	69,4	67,7	267,1	66,8

La madera de mayor porosidad como la balsa es la que absorbió mayor nivel de ruido que corresponde al tratamiento 4, 5 y 6. Considerando este resultado se puede afirmar con certeza que la madera de balsa puede ser utilizada como absorbente de sonido en paredes y techos de salones de eventos musicales para que no se produzcan los ecos y reverberaciones incómodas para el oyente.

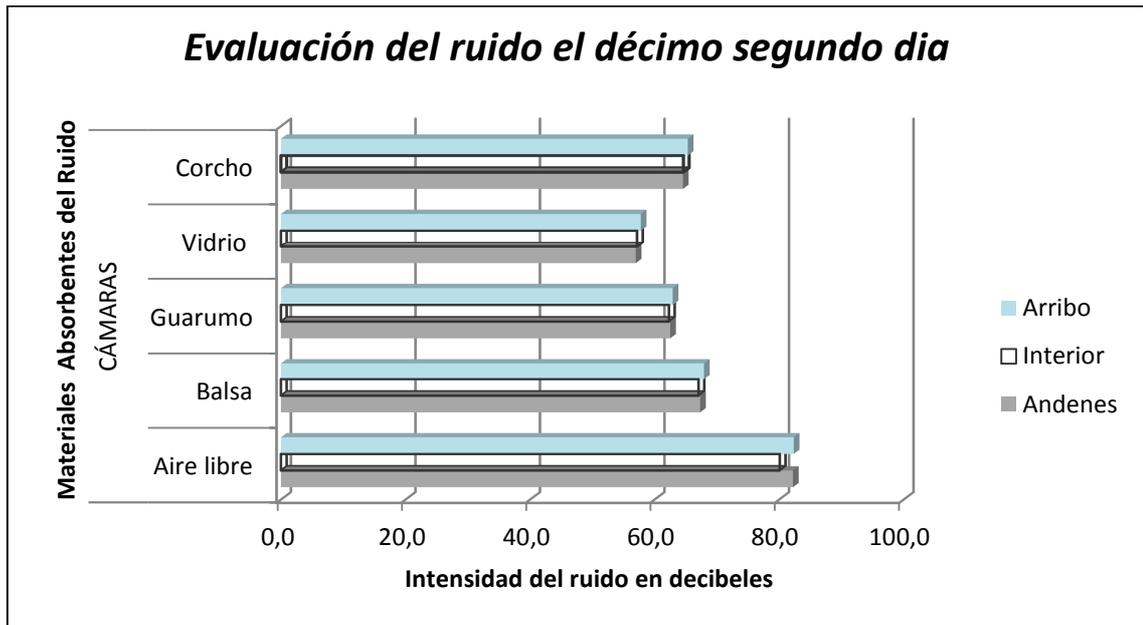


Fig. 23. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 09 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.13. En el décimo tercer día:

Tabla 20. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 15 de septiembre de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	77,6	79,2	84,2	79,1	320,1	80,0
2	1	2	75,1	80,9	81,7	78,3	316,0	79,0
3	1	3	76,3	80,3	82,9	76,2	315,7	78,9
4	2	1	65,2	66,4	69,1	64,5	265,2	66,3
5	2	2	64,7	67,0	68,3	63,8	263,8	66,0
6	2	3	64,9	66,7	68,9	60,7	261,2	65,3
7	3	1	61,8	62,4	65,2	60,1	249,5	62,4

Sigue...

Continúa tabla...

Tratamientos	Protectores	Lugares	08H00	11H00	14H00	17H00	Suma	Prom.
8	3	2	60,6	60,8	64,7	59,7	245,8	61,5
9	3	3	61,2	61,2	65,1	57,2	244,7	61,2
10	4	1	52,9	58,2	58,4	52,4	221,9	55,5
11	4	2	51,3	57,6	57,6	51,6	218,1	54,5
12	4	3	53,1	58,0	59,2	48,9	219,2	54,8
13	5	1	63,5	64,3	66,7	62,4	256,9	64,2
14	5	2	62,4	65,1	65,8	61,9	255,2	63,8
15	5	3	62,7	64,7	66,0	58,7	252,1	63,0
Suma			953,3	992,8	1.023,8	935,5	3.905,4	976,4
Promedio (dB)			63,6	66,2	68,3	62,4	260,4	65,1

La madera de guarumo (tratamientos 7, 8 y 9) tiene menos porosidad que la balsa y por ello se ubicó en el experimento como un material que absorbe menos sonido que el corcho que es poroso. Esta madera podría servir como protectora de ruido en combinación con el vidrio

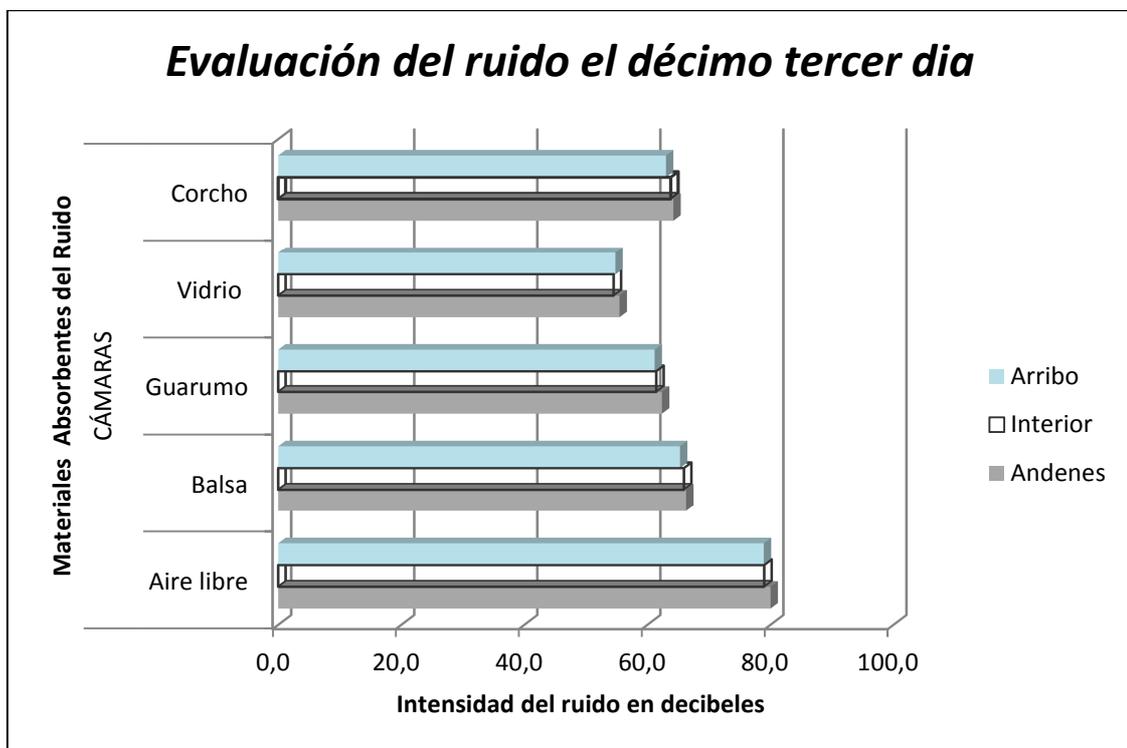


Fig. 24. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 15 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.14. En el décimo cuarto día:

Tabla 21. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 16 de septiembre de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	85,7	89,3	84,3	81,7	341,0	85,3
2	1	2	79,4	83,2	80,7	79,6	322,9	80,7
3	1	3	81,6	85,9	83,2	80,8	331,5	82,9
4	2	1	72,1	74,7	74,8	72,7	294,3	73,6
5	2	2	68,7	72,8	72,2	69,6	283,3	70,8
6	2	3	70,7	74,1	75,4	73,2	293,4	73,4
7	3	1	67,2	67,2	70,1	65,8	270,3	67,6
8	3	2	63,9	66,4	67,9	63,9	262,1	65,5
9	3	3	65,8	67,4	71,2	66,8	271,2	67,8
10	4	1	61,4	62,5	67,2	57,2	248,3	62,1
11	4	2	58,6	61,8	61,8	56,4	238,6	59,7
12	4	3	60,1	63,0	66,4	58,7	248,2	62,1
13	5	1	68,9	70,3	72,5	68,3	280,0	70,0
14	5	2	65,3	69,7	69,7	66,1	270,8	67,7
15	5	3	67,2	70,8	73,1	69,2	280,3	70,1
Suma			1.036,6	1.079,1	1.090,5	1.030,0	4.236,2	1.059,1
Promedio (dB)			69,1	71,9	72,7	68,7	282,4	70,6

Las cámaras construidas con láminas de corcho y utilizadas en los tratamientos 13, 14 y 15 como material absorbente de ruido resultaron muy significativas pero inferior a la madera de balsa.

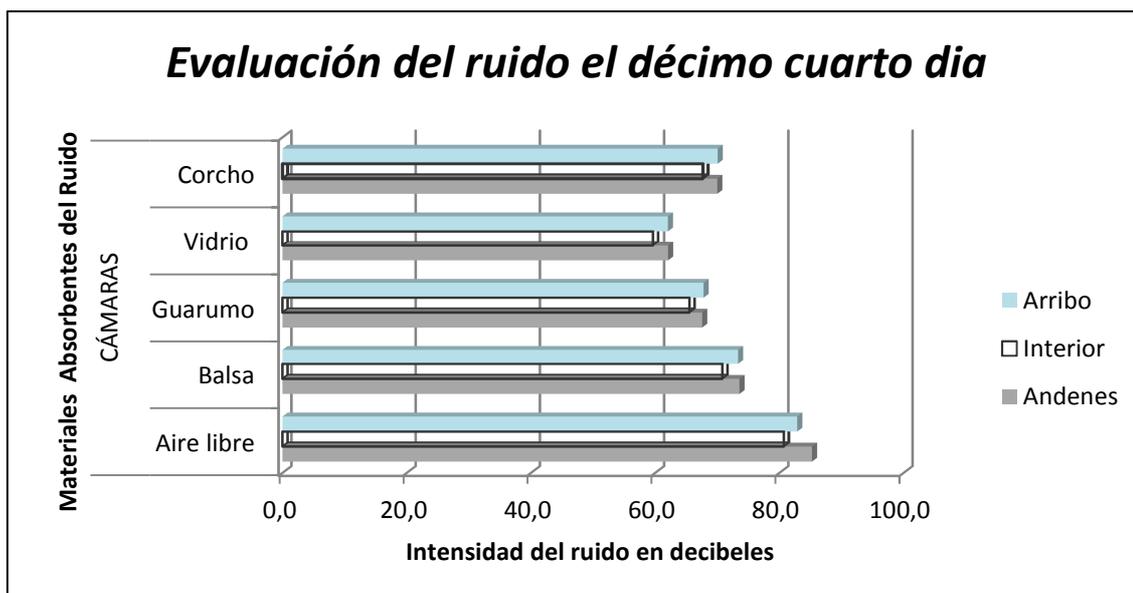


Fig. 25. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 16 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.15. En décimo quinto día:

Tabla 22. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 22 de septiembre de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	78,5	87,4	88,4	79,2	333,5	83,4
2	1	2	82,0	85,9	84,3	83,1	335,3	83,8
3	1	3	84,2	85,6	87,9	82,7	340,4	85,1
4	2	1	66,2	69,2	70,2	65,8	271,4	67,9
5	2	2	67,5	68,4	68,3	68,2	272,4	68,1
6	2	3	69,1	69,0	69,8	67,4	275,3	68,8
7	3	1	63,1	64,1	64,7	62,1	254,0	63,5
8	3	2	64,4	63,2	63,2	63,8	254,6	63,7
9	3	3	61,7	65,3	63,7	63,1	253,8	63,5
10	4	1	57,2	58,4	54,9	56,2	226,7	56,7
11	4	2	57,8	57,9	55,6	57,4	228,7	57,2
12	4	3	59,2	59,6	58,3	56,9	234,0	58,5
13	5	1	64,9	66,7	67,0	63,7	262,3	65,6
14	5	2	65,9	65,6	65,8	65,1	262,4	65,6
15	5	3	63,2	67,1	66,7	65,6	262,6	65,7
Suma			1.004,9	1.033,4	1.028,8	1.000,3	4.067,4	1.016,9
Promedio (dB)			67,0	68,9	68,6	66,7	271,2	67,8

Se vuelve a confirmar que el material de vidrio (tratamientos 10, 11 y 12) es el menor absorbente de ruido y mayor protector; es decir, puede ser utilizado como barrera entre la fuente emisora de ruido y el oído humano.

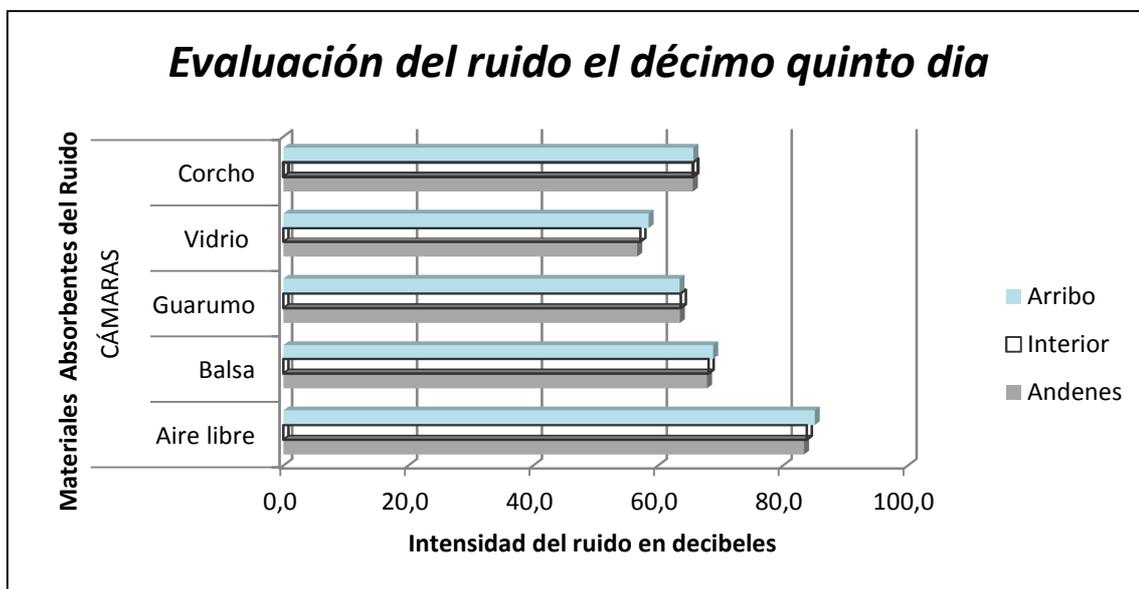


Fig. 26. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 22 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.16. En el décimo sexto día:

Tabla 23. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 23 de septiembre de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	82,9	90,2	84,7	82,9	340,7	85,2
2	1	2	84,7	87,3	81,2	79,6	332,8	83,2
3	1	3	81,3	89,4	83,5	78,5	332,7	83,2
4	2	1	71,3	76,1	72,3	69,7	289,4	72,4
5	2	2	72,6	74,9	70,9	69,6	288,0	72,0
6	2	3	70,8	75,7	71,8	68,7	287,0	71,8
7	3	1	63,7	68,3	66,7	64,2	262,9	65,7
8	3	2	64,1	67,0	65,1	63,7	259,9	65,0
9	3	3	62,9	68,1	66,2	65,2	262,4	65,6
10	4	1	57,2	62,1	60,7	58,3	238,3	59,6
11	4	2	58,3	60,8	61,3	56,2	236,6	59,2
12	4	3	59,2	61,9	60,4	57,8	239,3	59,8

Sigue...

Continúa tabla...

Tratamientos	Protectores	Lugares	08H00	11H00	14H00	17H00	Suma	Prom.
13	5	1	65,6	71,4	69,1	67,2	273,3	68,3
14	5	2	66,8	70,3	67,6	66,4	271,1	67,8
15	5	3	64,7	69,9	68,4	66,1	269,1	67,3
Suma			1.026,1	1.093,4	1.049,9	1.014,1	4.183,5	1.045,9
Promedio (dB)			68,4	72,9	70,0	67,6	278,9	69,7

Aunque el ruido ambiental es producido por fuentes muy diversas, en la Terminal Terrestre de Quevedo se evidencia que el nivel que alcanza es alarmante en relación a los criterios emitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

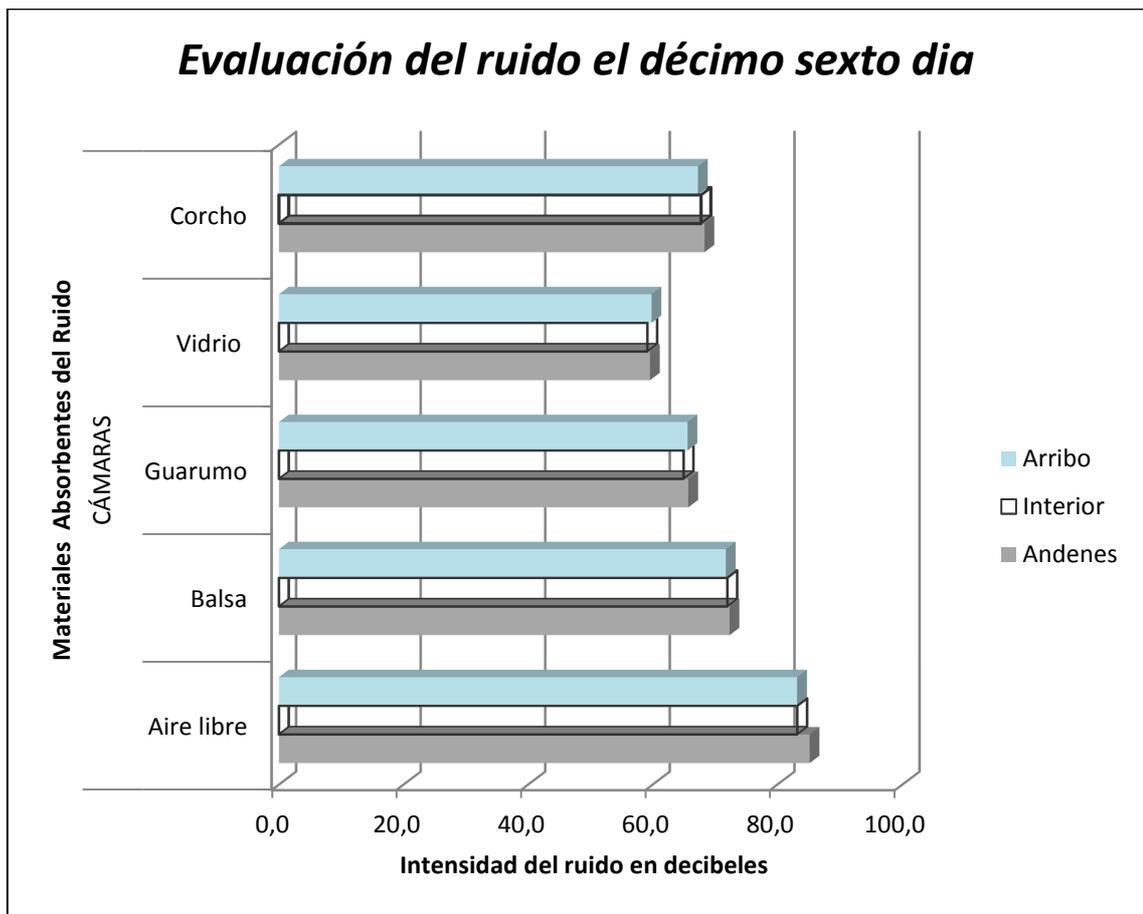


Fig. 27. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 23 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.17. En el décimo séptimo día:

Tabla 24. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 29 de septiembre de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	77,2	83,1	82,9	88,3	331,5	82,9
2	1	2	75,4	80,7	81,7	76,7	314,5	78,6
3	1	3	79,5	82,3	83,9	85,4	331,1	82,8
4	2	1	68,7	72,4	72,6	76,9	290,6	72,7
5	2	2	67,5	70,7	73,2	68,3	279,7	69,9
6	2	3	69,2	71,1	73,9	74,7	288,9	72,2
7	3	1	61,3	65,3	66,7	72,1	265,4	66,4
8	3	2	62,1	64,8	67,2	64,1	258,2	64,6
9	3	3	62,9	65,0	65,9	69,6	263,4	65,9
10	4	1	52,2	58,9	60,3	64,8	236,2	59,1
11	4	2	53,7	57,4	61,4	58,3	230,8	57,7
12	4	3	54,8	58,2	60,9	60,7	234,6	58,7
13	5	1	64,0	68,2	69,1	74,6	275,9	69,0
14	5	2	64,7	66,7	70,4	66,9	268,7	67,2
15	5	3	65,1	67,2	62,0	71,2	265,5	66,4
Suma			978,3	1.032,0	1.052,1	1.072,6	4.135,0	1.033,8
Promedio (dB)			65,2	68,8	70,1	71,5	275,7	68,9

En todos los tratamientos aplicados se consiguió resultados que evidencian que el ruido es de mayor nivel en el área de los andenes por cuanto los motores de los vehículos estacionados se mantuvieron prendidos en espera de los pasajeros.

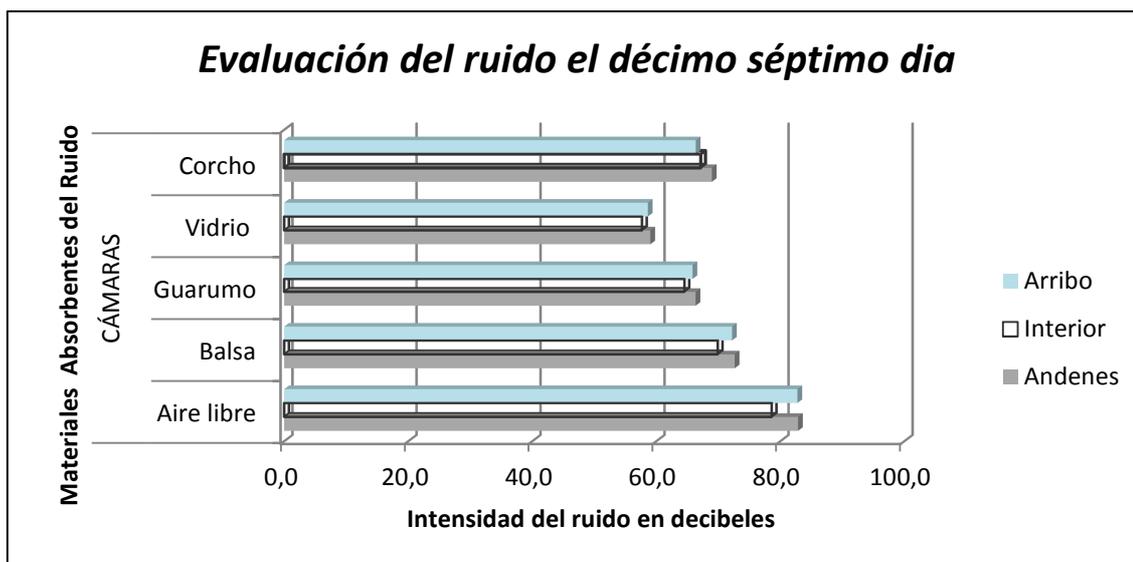


Fig. 28. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 29 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.18. En el décimo octavo día:

Tabla 25. Resultados del ruido registrado en decibeles (dB) en los 15 tratamientos, en cuatro horarios diferentes, el 30 de septiembre de 2012.

Tratamientos	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Suma	Prom.
			08H00	11H00	14H00	17H00		
1	1	1	81,6	92,3	91,6	83,1	348,6	87,2
2	1	2	82,4	87,6	85,4	79,6	335,0	83,8
3	1	3	78,7	88,1	83,2	80,9	330,9	82,7
4	2	1	72,4	79,1	79,9	72,8	304,2	76,1
5	2	2	74,7	78,3	77,6	70,7	301,3	75,3
6	2	3	69,4	80,0	78,1	71,6	299,1	74,8
7	3	1	67,2	72,1	70,3	67,3	276,9	69,2
8	3	2	70,7	69,7	72,4	66,4	279,2	69,8
9	3	3	65,1	73,7	74,3	68,9	282,0	70,5
10	4	1	58,3	62,9	61,6	58,3	241,1	60,3
11	4	2	55,1	59,9	63,2	54,2	232,4	58,1
12	4	3	57,2	63,8	64,7	59,1	244,8	61,2
13	5	1	69,6	75,2	74,5	69,1	288,4	72,1
14	5	2	72,6	74,3	73,8	68,7	289,4	72,4
15	5	3	67,5	75,6	75,7	69,5	288,3	72,1
Suma			1.042,5	1.132,6	1.126,3	1.040,2	4.341,6	1.085,4
Promedio (dB)			69,5	75,5	75,1	69,3	289,4	72,4

Los horarios de mayor ruido son los que corresponden al intervalo de 11h00 a 14h00. Las razones son evidentes. Durante este período hay mayor movimiento comercial y en días soleados por efecto del calor incluso se prenden los ventiladores que posee el Terminal Terrestre cuyo ruido de funcionamiento contribuye a aumentar el nivel del ya existente.

La figura ratifica que el vidrio es el material menos absorbente de ruido seguido muy de cerca por la madera de guarumo; y los mayores absorbentes son los materiales de balsa y corcho.

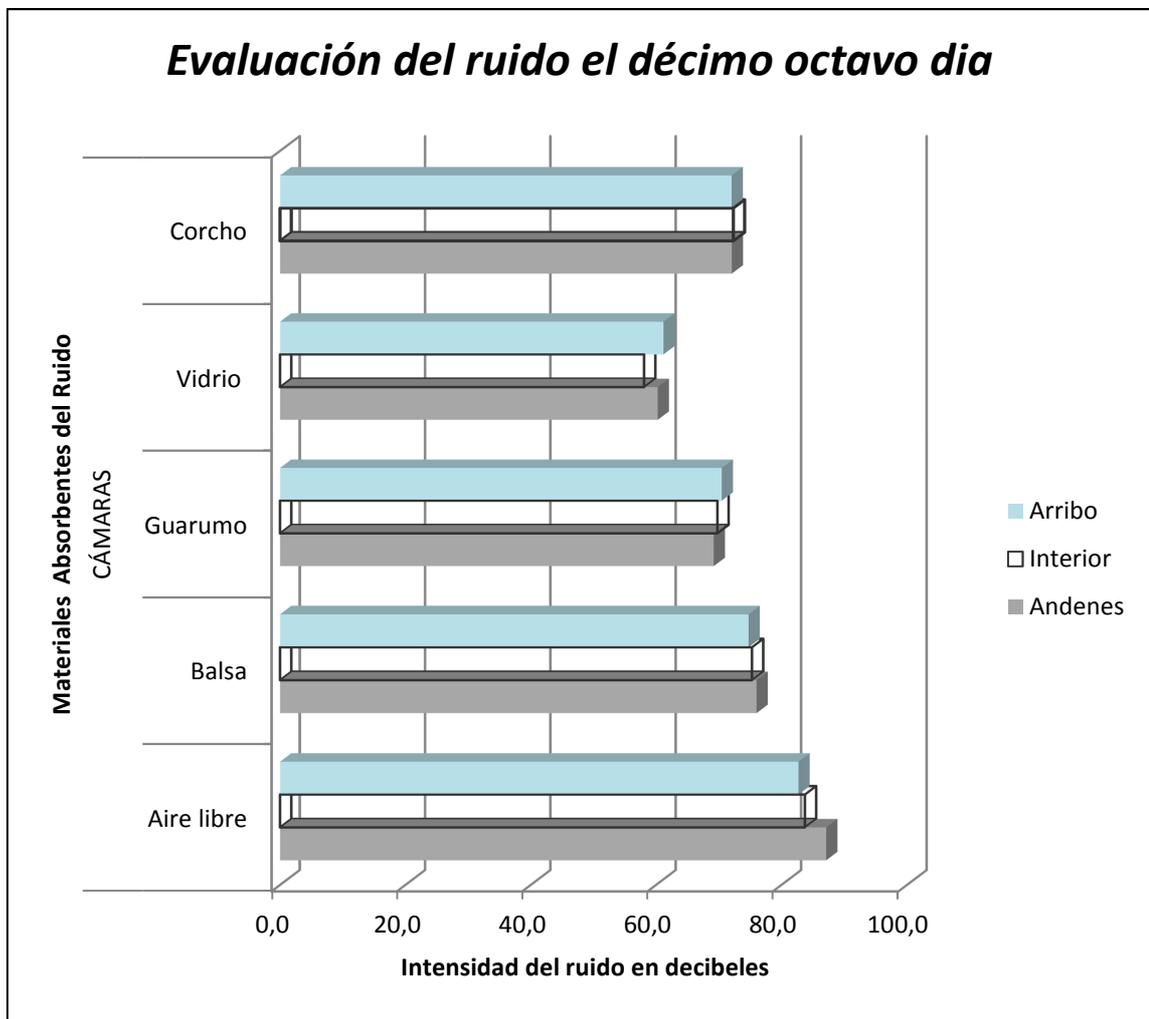


Fig. 29. Intensidad del ruido en 15 tratamientos evaluados el 30 de septiembre de 2012 en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.4.19. Resúmenes de Resultados Estadísticos

Tabla 26. Valores promedios de intensidad de ruido en decibeles de 18 lecturas en cuatro horarios en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Trat.	Protectores	Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Media
			08H00	11H00	14H00	17H00	
1	Aire libre	Andenes	80,07	84,53	84,07	84,23	83,22
2	Aire libre	Interior	77,49	82,33	82,48	80,75	80,76
3	Aire libre	Área de arribo	78,44	82,28	83,12	81,20	81,26
4	Balsa	Andenes	68,71	70,38	71,49	69,77	70,09
5	Balsa	Interior	66,75	70,69	70,89	68,80	69,28
6	Balsa	Área de arribo	66,00	68,13	69,33	68,56	68,01
7	Guarumo	Andenes	63,91	64,38	65,81	64,35	64,61
8	Guarumo	Interior	62,01	65,07	65,71	63,70	64,12
9	Guarumo	Área de arribo	60,82	62,14	63,76	63,27	62,50
10	Vidrio	Andenes	57,00	58,15	59,19	57,23	57,89
11	Vidrio	Interior	55,16	58,56	58,90	56,09	57,18
12	Vidrio	Área de arribo	54,37	56,28	58,20	55,35	56,05
13	Corcho	Andenes	66,16	66,94	68,12	66,53	66,94
14	Corcho	Interior	64,19	67,60	67,81	65,79	66,35
15	Corcho	Área de arribo	63,19	64,72	65,71	65,33	64,74

Tabla 27. Efectos de las cámaras protectoras en la reducción del ruido, medido en decibeles, en cuatro horarios en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Cámaras	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Media
	08H00	11H00	14H00	17H00	
1. Aire libre	78,67	83,05	83,22	82,06	81,75
2. Balsa	67,15	69,73	70,57	69,04	69,12
3. Guarumo	62,25	63,86	65,09	63,77	63,74
4. Vidrio	55,51	57,66	58,76	56,22	57,04
5. Corcho	64,51	66,42	67,21	65,88	66,01

Tabla 28. Efectos de los lugares de la lectura del ruido, medido en decibeles, en cuatro horarios en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Lugares	HORARIO DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN DECIBELES				Media
	08H00	11H00	14H00	17H00	
1. Andenes	67,17	68,88	69,74	68,42	68,55
2. Interior	65,12	68,85	69,16	67,03	67,54
3. Área de arribo	64,56	66,71	68,02	66,74	66,51

Considerando que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha fijado como límite superior deseable de ruido ambiental 50 decibeles y la legislación ecuatoriana, para zona comercial mixta, un nivel máximo de ruido de 65 decibeles, los resultados demuestran que el ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo, en las mediciones al aire libre, están por encima de los límites descritos en las normas citadas.

4.5. ANÁLISIS CUANTITATIVO: MODELOS ESTADÍSTICOS DE COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

El análisis estadístico correspondiente al diseño experimental aplicado en la investigación se presenta con los cuadros de análisis de varianza (ADEVA) y de comparaciones ortogonales tanto para materiales protectores como para los lugares.

Para este análisis se consideró la simbología cuyos significados se muestra a continuación:

GL = Grados de libertad;

P1 = Aire libre

SC = Suma de cuadrados;

P2 = Protector de balsa

Fc = Factor calculado

P3 = Protector de guarumo

****** = altamente significativo;

P4 = Protector de vidrio

***** = significativo;

P5 = Protector de corcho

NS = no significativo

r = repeticiones

Q = Suma de productos de tratamientos por comparaciones ortogonales

K = Suma de cuadrados de comparaciones ortogonales;

CM = Cuadrado medio; **C₁, C₂, C₃, C₄** = Comparaciones entre medias

L1 = Andenes en la Terminal Terrestre; **L2** = Interior de la Terminal Terrestre

L3 = Área de arribo a la Terminal Terrestre.

De esta forma, para cada día de registro, se obtuvo los siguientes resultados:

4.5.1. Primer día:

Tabla 29. ADEVA correspondiente al 04 de agosto.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	283,11	94,37	7,53 **	2,83	4,29
Cámara Protectora (P)	4	6031,38	1507,85	120,33 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	65,48	32,74	2,61 NS	3,22	5,15
Interacción PxL	8	17,60	2,20	0,18 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	6114,46	436,75	34,85 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	526,30	12,53			
Total	59	6923,87				

Existen diferencias estadísticas altamente significativas en horarios porque la variación de las fuentes de ruido no permaneció estable durante todo este día; mientras que los efectos estadísticos por la localización resultaron iguales.

Tabla 30. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 04 de agosto.

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 982,5					
P2 = 783,8	C1 (P1 con P2)	1645,07	131,28 **	4,073	7,280
P3 = 706,3	C2 (P2 con P5)	70,73	5,64 *	4,073	7,280
P4 = 620,8	C3 (P5 con P3)	54,90	4,38 *	4,073	7,280
P5 = 742,6	C4 (P3 con P4)	304,59	24,31 **	4,073	7,280

En todos los casos comparativos hay diferencias estadísticas por lo que se puede afirmar que P1 >>P2 > P5 >P3 >>P4. Esto significa que mayor intensidad de ruido se registra al aire libre (P1) y el menor valor se encuentra con la cámara protectora de vidrio (P4).

Tabla 31. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 04 de agosto.

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1295,3					
L2 = 1291,5	C1 (L1 con L2)	0,36	0,029 NS	4,073	7,280
L3 = 1249,2	C2 (L2 con L3)	44,73	3,570 NS	4,073	7,280

El ruido en andenes (L1), en el interior de la Terminal (L2) y en el área de arribo (L3), resultaron este día estadísticamente iguales, esto significa que L1 = L2 = L3.

4.5.2. Segundo día:

Tabla 32. ADEVA correspondiente al 05 de agosto

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	94,50	31,50	3,58 *	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	4428,92	1107,23	125,97 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	225,97	112,99	12,85 **	3,22	5,15
Interacción PxL	8	25,20	3,15	0,36 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	4680,08	334,29	38,03 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	369,17	8,79			
Total	59	5143,75				

Se mantiene las diferencias estadísticas entre horarios y aparecen diferencias considerables entre localizaciones debido al flujo variable de vehículos y personas en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Tabla 33. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 05 de agosto

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 960,2					
P2 = 792,9	C1 (P1 con P2)	1166,22	132,68 **	4,073	7,280
P3 = 736,5	C2 (P2 con P5)	48,74	5,54 *	4,073	7,280
P4 = 645,2	C3 (P5 con P3)	20,53	2,34 NS	4,073	7,280
P5 = 758,7	C4 (P3 con P4)	347,32	39,51 **	4,073	7,280

Con las comparaciones se determina que P1 >>P2 > P5 = P3 >>P4. Esto significa que nuevamente al aire libre se tiene el mayor registro de ruido y con la cámara protectora de vidrio el menor valor de intensidad sónica.

Tabla 34. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 05 de agosto

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1342,4					
L2 = 1303,3	C1 (L1 con L2)	38,22	4,348 *	4,073	7,280
L3 = 1247,8	C2 (L2 con L3)	77,01	8,761 **	4,073	7,280

Las comparaciones determinan que si existen diferencias estadísticas significativas entre lugares o localizaciones de las cámaras protectoras del experimento, es decir que: L1 > L2 >> L3

4.5.3. Tercer día:

Tabla 35. ADEVA correspondiente al 11 de agosto

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	40,61	13,54	2,45 NS	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3550,80	887,70	160,62 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	246,92	123,46	22,34 **	3,22	5,15
Interacción PxL	8	21,75	2,72	0,49 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	3819,47	272,82	49,36 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	232,12	5,53			
Total	59	4092,20				

En esta vez se obtiene un efecto de igualdad estadística entre horarios y se vuelve a obtener diferencias estadísticas considerables entre localizaciones.

Tabla 36. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 11 de agosto

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 942,1	C1 (P1 con P2)	510,60	92,39 **	4,073	7,280
P2 = 831,4	C2 (P2 con P5)	90,09	16,30 **	4,073	7,280
P3 = 758,3	C3 (P5 con P3)	29,48	5,33 *	4,073	7,280
P4 = 660,1	C4 (P3 con P4)	401,80	72,70 **	4,073	7,280
P5 = 784,9					

Las comparaciones determinan que P1>>P2>>P5>P3>>P4. Esto nuevamente significa que el ruido al aire libre (P1) es mayor que el ruido dentro de la cámara de vidrio (P4).

Tabla 37. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 11 de agosto

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1368,6	C1 (L1 con L2)	24,96	4,517 *	4,073	7,280
L2 = 1337,0	C2 (L2 con L3)	108,24	19,585 **	4,073	7,280
L3 = 1271,2					

En las comparaciones se determina que $L1 > L2 > L3$. Esto significa que el mayor valor de ruido estuvo este día en los andenes (L1) y el menor se registró en el área de arribo (L3) a la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.5.4. Cuarto día:

Tabla 38. ADEVA correspondiente al 12 de agosto

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	90,83	30,28	2,28 NS	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3940,13	985,03	74,16 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	525,16	262,58	19,77 **	3,22	5,15
Interacción PxL	8	77,53	9,69	0,73 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	4542,82	324,49	24,43 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	557,85	13,28			
Total	59	5191,51				

Los valores registrados de ruido demuestran que existe igualdad estadística entre horarios y diferencias estadísticas muy notorias entre localizaciones.

Tabla 39. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 12 de agosto

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 979,2	C1 (P1 con P2)	853,23	64,24 **	4,073	7,280
P2 = 836,1	C2 (P2 con P5)	56,12	4,23 **	4,073	7,280
P3 = 770,8	C3 (P5 con P3)	34,08	2,57 NS	4,073	7,280
P4 = 682,0	C4 (P3 con P4)	328,56	24,74 **	4,073	7,280
P5 = 799,4					

Los resultados comparativos demuestran que $P1 >> P2 >> P5 = P3 >> P4$; lo que significa que, el ruido al aire libre sigue siendo el mayor (P1) y la cámara de vidrio (P4) es la mayor reflejante o protectora del ruido.

Tabla 40. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 12 de agosto

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1403,1	C1 (L1 con L2)	3,08	0,232 NS	4,073	7,280
L2 = 1392,0	C2 (L2 con L3)	357,60	26,924**	4,073	7,280
L3 = 1272,4					

Las comparaciones permiten afirmar que en este día no hay diferencias estadísticas a causa del ruido en los andenes (L1) con el interior de la Terminal Terrestre (L2), pero sí, con el área de arribo (L3), es decir que $L1 = L2 \gg L3$.

4.5.5. Quinto día:

Tabla 41. ADEVA correspondiente al 18 de agosto

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	239,10	79,70	15,32 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	4142,38	1035,60	199,10 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	122,41	61,20	11,77 **	3,22	5,15
Interacción PxL	8	110,72	13,84	2,66 *	2,17	2,97
Tratamientos	14	4375,51	312,54	60,09 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	218,46	5,20			
Total	59	4833,07				

Tanto los horarios como las localizaciones del ruido determinaron diferencias estadísticas altamente significativas, pues hubo este día mucha actividad comercial y movilidad de usuarios de la Terminal Terrestre de Quevedo.

Tabla 42. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 18 de agosto

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 983,1					
P2 = 816,4	C1 (P1 con P2)	1157,87	222,61 **	4,073	7,280
P3 = 767,7	C2 (P2 con P5)	31,05	5,97 *	4,073	7,280
P4 = 677,6	C3 (P5 con P3)	19,08	3,67 NS	4,073	7,280
P5 = 789,1	C4 (P3 con P4)	338,25	65,03 **	4,073	7,280

Las comparaciones determinan que $P1 \gg P2 > P5 = P3 \gg P4$. Estos resultados confirman lo anteriormente señalado que al aire libre (P1) se tiene mayor ruido y que con la cámara de vidrio (P4) se evidencia mayor protección sonora.

Tabla 43. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 18 de agosto

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1366,8					
L2 = 1362,8	C1 (L1 con L2)	0,40	0,077 NS	4,073	7,280
L3 = 1304,3	C2 (L2 con L3)	85,56	16,449 **	4,073	7,280

Los resultados comparativos demuestran que $L1 = L2 \gg L3$. Esto significa que hay igualdad estadística entre dos lugares y diferencia estadística muy notable al comparar estos lugares con el área de arribo de la misma Terminal Terrestre.

4.5.6. Sexto día:

Tabla 44. ADEVA correspondiente al 19 de agosto

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	204,17	68,06	7,40 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	4389,07	1097,27	119,37 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	198,37	99,18	10,79 **	3,22	5,15
Interacción PxL	8	90,83	11,35	1,24 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	4678,27	334,16	36,35 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	386,06	9,19			
Total	59	5268,50				

Se evidencia que en este día hay diferencias estadísticas muy notorias entre horarios y entre las localizaciones del ruido, pues se observaron mucha variabilidad de fuentes sonoras producto de la actividad comercial en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Tabla 45. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 19 de agosto

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 986,5					
P2 = 817,1	C1 (P1 con P2)	1195,68	130,08 **	4,073	7,280
P3 = 764,4	C2 (P2 con P5)	39,53	4,30 *	4,073	7,280
P4 = 672,4	C3 (P5 con P3)	19,98	2,17 NS	4,073	7,280
P5 = 786,3	C4 (P3 con P4)	352,67	38,37 **	4,073	7,280

Los resultados de estas comparaciones confirman una vez más que se cumple lo siguiente: $P1 \gg P2 > P5 = P3 \gg P4$.

Tabla 46. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 19 de agosto

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1387,8					
L2 = 1340,1	C1 (L1 con L2)	56,88	6,188 *	4,073	7,280
L3 = 1298,8	C2 (L2 con L3)	42,64	4,639 *	4,073	7,280

Se evidencia en este día que $L1 > L2 > L3$, lo que significa que el mayor valor de ruido se registró en los andenes (L1) y el menor en el área de arribo (L3) de la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.5.7. Séptimo día:

Tabla 47. ADEVA correspondiente al 25 de agosto

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	265,14	88,38	10,49 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3434,29	858,57	101,90 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	66,06	33,03	3,92 *	3,22	5,15
Interacción PxL	8	12,48	1,56	0,19 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	3512,83	250,92	29,78 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	353,89	8,43			
Total	59	4131,86				

Se repite la existencia de diferencias estadísticas entre horarios y entre localizaciones, pues este día se sumó el ruido producido por la aglomeración de personas frente a televisores para observar juego de fútbol.

Tabla 48. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 25 de agosto

Σ Protectores (dB)	Comparaciones	Cuadrado Medio	Valores de F		
	entre protectores	Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 937,7					
P2 = 840,2	C1 (P1 con P2)	742,59	88,13 **	4,073	7,280
P3 = 785,1	C2 (P2 con P5)	36,51	4,33 *	4,073	7,280
P4 = 694,0	C3 (P5 con P3)	27,09	3,22 NS	4,073	7,280
P5 = 810,6	C4 (P3 con P4)	345,80	41,04 **	4,073	7,280

Se sigue observando con las comparaciones ortogonales entre materiales protectores contra el ruido que se cumple lo siguiente: $P1 >> P2 > P5 = P3 >> P4$.

Tabla 49. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 25 de agosto

Σ Lugares (dB)	Comparaciones	Cuadrado Medio	Valores de F		
	entre lugares	Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1391,0					
L2 = 1372,4	C1 (L1 con L2)	8,65	1,026 NS	4,073	7,280
L3 = 1340,2	C2 (L2 con L3)	25,92	3,076 NS	4,073	7,280

Se observa en este día que las comparaciones ortogonales entre dos lugares no tienen diferencias estadísticas significativas, es decir que: $L1 = L2 = L3$.

4.5.8. Octavo día

Tabla 50. ADEVA correspondiente al 26 de agosto

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	74,28	24,76	4,76 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3571,86	892,97	171,60 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	63,36	31,68	6,09 **	3,22	5,15
Interacción P x L	8	14,79	1,85	0,36 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	3650,01	260,72	50,10 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	218,56	5,20			
Total	59	3942,85				

Nuevamente se determina que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre horarios y localizaciones del ruido por efecto de la gran afluencia de público y de la movilidad de vehículos en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Tabla 51. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 26 de agosto

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 973,0					
P2 = 839,1	C1 (P1 con P2)	747,05	143,56 **	4,073	7,280
P3 = 764,3	C2 (P2 con P5)	79,57	15,29 **	4,073	7,280
P4 = 695,1	C3 (P5 con P3)	40,30	7,74 **	4,073	7,280
P5 = 795,4	C4 (P3 con P4)	199,53	38,34 **	4,073	7,280

Las comparaciones entre protectores del ruido demuestran que se cumple la siguiente expresión: $P1 \gg P2 \gg P5 \gg P3 \gg P4$. Esto significa que el mayor valor de ruido corresponde al aire libre (P1) y el menor con la cámara protectora de vidrio (P4).

Tabla 52. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 26 de agosto

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1367,7					
L2 = 1372,5	C1 (L2 con L1)	0,58	0,111 NS	4,073	7,280
L3 = 1326,7	C2 (L1 con L3)	42,03	8,076 **	4,073	7,280

Las comparaciones ortogonales entre lugares del ruido registrado demuestran que $L2 = L1 \gg L3$. Esto significa que en el interior y en los andenes de la Terminal Terrestre se registro mayor ruido en comparación con el área de arribo.

4.5.9. Noveno día

Tabla 53. ADEVA correspondiente al 01 de septiembre

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	30,46	10,15	1,49 NS	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	4226,84	1056,71	155,34 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	27,75	13,87	2,04 NS	3,22	5,15
Interacción PxL	8	15,37	1,92	0,28 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	4269,96	305,00	44,83 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	285,71	6,80			
Total	59	4586,13				

Los resultados de este día demuestran que existe igualdad estadística con los horarios y con las localizaciones del ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Tabla 54. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 01 de septiembre

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 969,2	C1 (P1 con P2)	1278,96	188,01 **	4,073	7,280
P2 = 794,0	C2 (P2 con P5)	41,08	6,04 *	4,073	7,280
P3 = 731,0	C3 (P5 con P3)	41,61	6,12 *	4,073	7,280
P4 = 669,7	C4 (P3 con P4)	156,57	23,02 **	4,073	7,280
P5 = 762,6					

Se repite y se cumple evidentemente que $P1 \gg P2 > P5 > P3 \gg P4$. Además se evidencia que la cámara de madera de balsa (P2) es la que mayor ruido absorbe.

Tabla 55. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 01 de septiembre

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1327,9	C1 (L1 con L2)	17,42	2,561 NS	4,073	7,280
L2 = 1301,5	C2 (L2 con L3)	0,48	0,071 NS	4,073	7,280
L3 = 1297,1					

Se observa que hay igualdad estadística entre lugares donde se ubicaron las cámaras protectoras del ruido, es decir que $L1 = L2 = L3$.

4.5.10. Décimo día:

Tabla 56. ADEVA correspondiente al 02 de septiembre

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	181,29	60,43	23,37 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	4162,72	1040,68	402,53 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	16,02	8,01	3,10 NS	3,22	5,15
Interacción PxL	8	5,55	0,69	0,27 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	4184,29	298,88	115,61 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	108,58	2,59			
Total	59	4474,16				

Se determina que hay diferencias estadísticas muy significativas entre horarios e igualdad estadística entre localizaciones.

Tabla 57. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 02 de septiembre

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 989,6					
P2 = 843,1	C1 (P1 con P2)	894,26	345,90 **	4,073	7,280
P3 = 753,8	C2 (P2 con P5)	140,65	54,40 **	4,073	7,280
P4 = 696,5	C3 (P5 con P3)	40,56	15,69 **	4,073	7,280
P5 = 785,0	C4 (P3 con P4)	136,80	52,92 **	4,073	7,280

En todos los casos comparativos se observa que hay diferencias estadísticas muy significativas, es decir se cumple la siguiente expresión: $P1 \gg P2 \gg P5 \gg P3 \gg P4$. El Mayor absorbente de ruido corresponde a la madera de balsa (P2)

Tabla 58. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 02 de septiembre

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1370,6					
L2 = 1349,3	C1 (L1 con L2)	11,34	4,387 *	4,073	7,280
L3 = 1348,1	C2 (L2 con L3)	0,04	0,014 NS	4,073	7,280

Se cumple en estas comparaciones ortogonales entre lugares que $L1 > L2 = L3$, lo que significa que en los andenes de la Terminal Terrestre existió en este día mayor impacto del ruido y que hay igualdad estadística entre los otros dos lugares.

4.5.11. Décimo primer día:

Tabla 59. ADEVA correspondiente al 08 de septiembre

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	437,01	145,67	46,34 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3767,53	941,88	299,62 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	16,52	8,26	2,63 NS	3,22	5,15
Interacción PxL	8	20,72	2,59	0,82 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	3804,77	271,77	86,45 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	132,03	3,14			
Total	59	4373,81				

Se registra una diferencia estadística entre horarios y una igualdad estadística entre las localizaciones del ruido.

Tabla 60. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 08 de septiembre

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 955,6	C1 (P1 con P2) C2 (P2 con P5) C3 (P5 con P3) C4 (P3 con P4)	1155,09	367,45 **	4,073	7,280
P2 = 789,1		29,48	9,38 **	4,073	7,280
P3 = 732,9		36,51	11,61 **	4,073	7,280
P4 = 671,4		157,59	50,13 **	4,073	7,280
P5 = 762,5					

Se confirma nuevamente que $P1 >> P2 >> P5 >> P4 >> P3$. Esto es, que la cámara protectora del ruido corresponde a la de vidrio y el material de mayor absorción es la madera de balsa

Tabla 61. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 08 de septiembre

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1313,7	C1 (L1 con L2) C2 (L2 con L3)	0,68	0,215 NS	4,073	7,280
L2 = 1308,5		9,22	2,932 NS	4,073	7,280
L3 = 1289,3					

En este día, las comparaciones ortogonales entre lugares de ruido demuestran una igualdad estadística, es decir que: $L1 = L2 = L3$.

4.5.12. Décimo segundo día:

Tabla 62. ADEVA correspondiente al 09 de septiembre

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	343,51	114,50	38,35 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3960,73	990,18	331,66 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	10,12	5,06	1,70 NS	3,22	5,15
Interacción PxL	8	7,89	0,99	0,33 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	3978,74	284,20	95,19 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	125,39	2,99			
Total	59	4447,64				

Hay diferencia estadística muy significativa entre horarios y existe una igualdad estadística entre localizaciones del ruido.

Tabla 63. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 09 de septiembre

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 979,0	C1 (P1 con P2)	1198,51	401,44 **	4,073	7,280
P2 = 809,4	C2 (P2 con P5)	40,30	13,50 **	4,073	7,280
P3 = 751,1	C3 (P5 con P3)	30,83	10,33 **	4,073	7,280
P4 = 688,0	C4 (P3 con P4)	165,90	55,57 **	4,073	7,280
P5 = 778,3					

Se ratifica los resultados anteriores, es decir que: $P1 \gg P2 \gg P5 \gg P3 \gg P4$. El material que ofrece mayor protección contra el ruido es el vidrio (P4) y el mayor absorbente es la madera de balsa (P2).

Tabla 64. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 09 de septiembre

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1334,7	C1 (L3 con L1)	2,97	0,995 NS	4,073	7,280
L2 = 1325,5	C2 (L1 con L2)	2,12	0,709 NS	4,073	7,280
L3 = 1345,6					

Los resultados comparativos de este día muestran que no hay significación estadística entre los lugares de ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo, por lo que se cumple que $L3 = L1 = L2$.

4.5.13. Décimo tercer día:

Tabla 65. ADEVA correspondiente al 15 de septiembre

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	314,81	104,94	56,21 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3837,98	959,49	513,94 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	11,34	5,67	3,04 NS	3,22	5,15
Interacción PxL	8	1,77	0,22	0,12 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	3851,09	275,08	147,34 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	78,41	1,87			
Total	59	4244,31				

Se vuelve a repetir el resultado de que hay diferencia estadística muy significativa entre horarios y se cumple una igualdad estadística entre las localizaciones del ruido.

Tabla 66. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 15 de septiembre

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 951,8					
P2 = 790,2	C1 (P1 con P2)	1088,11	582,83 **	4,073	7,280
P3 = 740,0	C2 (P2 con P5)	28,17	15,09 **	4,073	7,280
P4 = 659,2	C3 (P5 con P3)	24,40	13,07 **	4,073	7,280
P5 = 764,2	C4 (P3 con P4)	272,03	145,71 **	4,073	7,280

Se ratifica la expresión $P1 \gg P2 \gg P5 \gg P3 \gg P4$, es decir se cumple que el material que ofrece mayor protección contra el ruido es el vidrio y el de mayor absorción el material de madera de balsa.

Tabla 67. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 15 de septiembre

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1313,6					
L2 = 1298,9	C1 (L1 con L2)	5,40	2,894 NS	4,073	7,280
L3 = 1292,9	C2 (L2 con L3)	0,90	0,482 NS	4,073	7,280

En este caso se vuelve a obtener por comparaciones ortogonales entre lugares de ruido valores no significativos, cumpliéndose que $L1 = L2 = L3$

4.5.14. Décimo cuarto día:

Tabla 68. ADEVA correspondiente al 16 de septiembre

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	182,60	60,87	28,01 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3104,69	776,17	357,14 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	90,74	45,37	20,88 **	3,22	5,15
Interacción PxL	8	11,57	1,45	0,67 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	3207,00	229,07	105,40 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	91,28	2,17			
Total	59	3480,88				

Se evidencia en este día igualdades estadísticas en el análisis de los horarios y en las localizaciones consideradas para la medición del ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo.

Tabla 69. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 16 de septiembre

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 995,4					
P2 = 871,0	C1 (P1 con P2)	644,81	296,69 **	4,073	7,280
P3 = 803,6	C2 (P2 con P5)	66,33	30,52 **	4,073	7,280
P4 = 735,1	C3 (P5 con P3)	31,51	14,50 **	4,073	7,280
P5 = 831,1	C4 (P3 con P4)	195,51	89,96 **	4,073	7,280

Se observa el cumplimiento de la siguiente expresión: $P1 \gg P2 \gg P5 \gg P3 \gg P4$, por lo que se vuelve a ratificar que el vidrio es el material de mayor protección contra el ruido

Tabla 70. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 16 de septiembre

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1433,9					
L2 = 1377,7	C1 (L1 con L3)	2,16	0,995 NS	4,073	7,280
L3 = 1424,6	C2 (L3 con L2)	54,99	25,302 **	4,073	7,280

Las comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido demuestran que en este día $L1 = L3 \gg L2$; esto significa que hay igualdad estadística de los valores de los andenes con el área de arribo y que estos últimos son altamente significativos con los valores registrados en el interior de la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.5.15. Décimo quinto día:

Tabla 71. ADEVA correspondiente al 22 de septiembre

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	55,56	18,52	7,02 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	4752,36	1188,09	450,34 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	8,71	4,36	1,65 NS	3,22	5,15
Interacción PxL	8	6,96	0,87	0,33 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	4768,03	340,57	129,09 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	110,80	2,64			
Total	59	4934,39				

Se mantiene una vez más diferencias estadísticas altamente significativas entre horarios e igualdad estadística entre las localizaciones del ruido

Tabla 72. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 22 de septiembre

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 1009,2					
P2 = 819,1	C1 (P1 con P2)	1505,75	570,75 **	4,073	7,280
P3 = 762,4	C2 (P2 con P5)	42,13	15,97 **	4,073	7,280
P3 = 689,4	C3 (P5 con P3)	25,83	9,79 **	4,073	7,280
P5 = 787,3	C4 (P3 con P4)	222,04	84,16 **	4,073	7,280

Se ratifica la expresión $P1 \gg P2 \gg P5 \gg P3 \gg P4$. La balsa es el mayor absorbente de ruido y el vidrio el mejor material protector.

Tabla 73. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 22 de septiembre

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1347,9					
L2 = 1353,4	C1 (L3 con L2)	4,03	1,528 NS	4,073	7,280
L3 = 1366,1	C2 (L2 con L1)	0,76	0,287 NS	4,073	7,280

En este día se evidencia por este método comparativo que no hay diferencias estadísticas significativas entre lugares destinados a la medición del ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo.

4.5.16. Décimo sexto día:

Tabla 74. ADEVA correspondiente al 23 de septiembre

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	245,04	81,68	46,16 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3974,52	993,63	561,51 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	7,76	3,88	2,19 NS	3,22	5,15
Interacción PxL	8	7,93	0,99	0,56 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	3990,21	285,02	161,06 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	74,32	1,77			
Total	59	4309,57				

El análisis demuestra que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre horarios y hay igualdad estadística entre las localizaciones del ruido, pues este día se evidenció mucha movilidad de personas y vehículos por fiestas patronales de Quevedo.

Tabla 75. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 23 de septiembre

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 1006,2					
P2 = 864,4	C1 (P1 con P2)	837,80	473,45 **	4,073	7,280
P3 = 785,2	C2 (P2 con P5)	107,95	61,00 **	4,073	7,280
P4 = 714,2	C3 (P5 con P3)	33,37	18,86 **	4,073	7,280
P5 = 813,5	C4 (P3 con P4)	210,04	118,70 **	4,073	7,280

Se ratifica nuevamente la expresión P1>>P2>>P5>>P3>>P4. El segundo material de importancia para la absorción del sonido es el corcho (P5).

Tabla 76. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 23 de septiembre

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q ² /rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1404,6					
L2 = 1388,4	C1 (L1 con L3)	4,97	2,809 NS	4,073	7,280
L3 = 1390,5	C2 (L3 con L2)	0,11	0,062 NS	4,073	7,280

En este día, los resultados comparativos ortogonales señalan una igualdad estadística entre las localizaciones del ruido $L1 = L3 = L2$.

4.5.17. Décimo séptimo día:

Tabla 77. ADEVA correspondiente al 29 de septiembre

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	328,25	109,42	22,48 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3431,47	857,87	176,22 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	58,88	29,44	6,05 **	3,22	5,15
Interacción PxL	8	30,31	3,79	0,78 NS	2,17	2,97
Tratamientos	14	3520,66	251,48	51,66 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	204,47	4,87			
Total	59	4053,38				

El análisis muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre los horarios y las localizaciones del ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo durante el experimento.

Tabla 78. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 29 de septiembre

Σ Protectores (dB)	Comparaciones entre protectores	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 977,1					
P2 = 859,2	C1 (P1 con P2)	579,18	118,97 **	4,073	7,280
P3 = 787,0	C2 (P2 con P5)	100,45	20,63 **	4,073	7,280
P4 = 701,6	C3 (P5 con P3)	22,23	4,57 **	4,073	7,280
P5 = 810,1	C4 (P3 con P4)	303,88	62,42 **	4,073	7,280

Los valores comparativos muestran que hay diferencias altamente significativas entre materiales protectores del ruido cumpliéndose para este día la siguiente expresión: $P1 \gg P2 \gg P5 \gg P3 \gg P4$. El material más absorbente es la madera de balsa (P2).

Tabla 79. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 29 de septiembre

Σ Lugares (dB)	Comparaciones entre lugares	Cuadrado Medio	Valores de F		
		Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1399,6					
L2 = 1351,9	C1 (L1 con L3)	6,48	1,331 NS	4,073	7,280
L3 = 1383,5	C2 (L3 con L2)	24,96	5,128 *	4,073	7,280

El análisis comparativo muestra que en los andenes y en el área de arribo al Terminal Terrestre de Quevedo no existen diferencias estadísticas significativas en el ruido pero si con el área interior. De esta forma se cumple que $L1 = L3 > L2$.

4.5.18. Décimo octavo día:

Tabla 80. ADEVA correspondiente al 30 de septiembre

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F 0,05	F 0,01
Horarios	3	518,94	172,98	57,61 **	2,83	4,29
Cámara protectora (P)	4	3842,42	960,60	319,93 **	2,59	3,80
Localización (L)	2	12,32	6,16	2,05 NS	3,22	5,15
Interacción PxL	8	57,58	7,20	2,40 *	2,17	2,97
Tratamientos	14	3912,32	279,45	93,07 **	1,94	2,54
Error Experimental	42	126,10	3,00			
Total	59	4557,36				

En este análisis para este día, se establece diferencias estadísticas altamente significativas entre horarios e igualdad estadística en las localizaciones del ruido

Tabla 81. Comparaciones ortogonales entre protectores de ruido el 30 de septiembre

Σ Protectores (dB)	Comparaciones	Cuadrado Medio	Valores de F		
	entre protectores	Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
P1 = 1014,5					
P2 = 904,6	C1 (P1 con P2)	503,25	167,61 **	4,073	7,280
P3 = 838,1	C2 (P2 con P5)	61,76	20,57 **	4,073	7,280
P4 = 718,3	C3 (P5 con P3)	32,67	10,88 **	4,073	7,280
P5 = 866,1	C4 (P3 con P4)	598,00	199,17 **	4,073	7,280

Se reafirma el cumplimiento de la siguiente expresión: $P1 \gg P2 \gg P5 \gg P3 \gg P4$. El material de mayor absorción del sonido es la balsa (P2) y el mayor protección contra el ruido el vidrio (P4).

Tabla 82. Comparaciones ortogonales entre lugares de registro del ruido el 30 de septiembre

Σ Lugares (dB)	Comparaciones	Cuadrado Medio	Valores de F		
	entre lugares	Q^2/rK	Fc	F 0,05	F 0,01
L1 = 1459,2					
L2 = 1437,3	C1 (L1 con L3)	4,97	1,655 NS	4,073	7,280
L3 = 1445,1	C2 (L3 con L2)	1,52	0,507 NS	4,073	7,280

En este día también se cumplió una igualdad estadística al comparar los lugares de ruido que contribuyeron en el experimento, es decir que:

$$L1 = L3 = L2.$$

4.5.19. Resumen del análisis cuantitativo en los 18 días.

En los cuadros de las páginas siguientes se muestra un resumen de los resultados considerando los efectos de los horarios, los materiales protectores, los sitios de los registros del ruido y la interacción que dieron lugar a los diferentes tratamientos.

La simbología que se utiliza tiene la interpretación siguiente:

G.L. = Grados de libertad

C.M. = Cuadrados medios

S.E. = Significación estadística

C.V. = Coeficiente de variación

F.V. = Fuente de variación

P = Material protector

L = Sitio o lugar de registro

P x L = Interacción de material por el sitio

p = probabilidad

C₁ = Comparación 1

C₂ = Comparación 2

C₃ = Comparación 3

C₄ = Comparación 4

P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ = Protectores de ruido

L₁, L₂, L₃ = Sitios de registro de ruido

NS = No significativo

* = Diferencia estadística significativa

** = Diferencia estadística altamente significativa

Tabla 83. Resumen del Análisis de Varianza en 18 días del registro de ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo

F.V	G.L.	Ago-04		Ago-05		Ago-11		Ago-12		Ago-18		Ago-19		Ago-25		Ago-26		Sep-01	
		C.M	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.
Horarios	3	94,37	**	31,50	*	13,54	NS	31,28	NS	79,70	**	68,06	**	88,38	**	24,76	**	10,15	NS
Cámaras (P)	4	1507,38	**	1107,23	**	887,70	**	985,03	**	1035,60	**	1097,27	**	858,57	**	892,97	**	1056,71	**
Localización(L)	2	32,74	NS	112,99	**	123,46	**	262,58	**	61,20	**	99,18	**	33,03	*	31,68	**	13,87	NS
Interac. PxL	8	2,2	NS	3,15	NS	2,72	NS	9,69	NS	13,84	*	11,35	NS	1,56	NS	1,85	NS	1,92	NS
Tratamientos	14	436,75	**	334,29	**	272,82	**	324,49	**	312,54	**	334,16	**	250,92	**	260,72	**	305,00	**
Error Exp.	42	12,53		8,79		5,63		13,28		5,2		9,19		8,43		5,20		6,80	
C.V. (%)		5,54		4,57		3,55		5,38		3,39		4,52		4,24		3,37		3,99	

F.V	G.L.	Sep-02		Sep-08		Sep-09		Sep-15		Sep-16		Sep-22		Sep-23		Sep-29		Sep-30	
		C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.	C.M.	S.E.
Horarios	3	60,43	**	145,67	**	114,50	**	104,94	**	60,87	**	18,52	**	81,68	**	109,49	**	172,98	**
Cámaras (P)	4	1040,68	**	941,88	**	990,18	**	959,49	**	776,17	**	1188,09	**	993,63	**	857,87	**	960,60	**
Localización(L)	2	8,01	NS	8,26	NS	5,06	NS	5,67	NS	45,37	**	4,36	NS	3,88	NS	29,44	**	6,16	NS
Interac. PxL	8	0,69	NS	2,59	NS	0,99	NS	0,22	NS	1,45	NS	0,87	NS	0,99	NS	3,79	NS	7,20	*
Tratamientos	14	298,88	**	271,77	**	284,20	**	275,08	**	229,07	**	340,57	**	285,02	**	251,48	**	279,45	**
Error Exp.	42	2,59		3,14		2,99		1,87		2,17		2,64		1,77		4,87		3,00	
C.V. (%)		2,37		2,72		2,59		2,10		2,09		2,40		1,91		3,20		2,39	

Respecto a la varianza 14 de los 18 días muestran diferencias estadísticas altamente significativas en los horarios; en todos los 18 días se tiene diferencias estadísticas muy significativas en las cámaras y en los tratamientos; y, nueve de los 18 días determinan igualdad estadística en las localizaciones.

Tabla 84. Promedios de intensidades de ruido por horarios en los 18 días registrados en la Terminal Terrestre de Quevedo

HORARIOS	Ago-04		Ago-05		Ago-11		Ago-12		Ago-18		Ago-19		Ago-25		Ago-26		Sep-01	
	Medias	S.E.																
08H00	62,5	A	62,8	A	64,9	A	65,7	A	63,8	A	66,2	A	65,8	A	67,4	A	65,1	A
11H00	61,2	A	65,0	A	66,4	A	68,0	A	67,8	A	69,0	A	66,9	A	66,2	A	66,2	A
14H00	65,6	A	65,7	A	67,1	A	69,0	A	68,7	A	68,6	A	70,5	A	69,3	A	66,0	A
17H00	66,4	A	66,1	A	66,7	A	68,4	A	68,6	A	64,5	A	70,4	A	68,2	A	64,4	A
Media	63,9		64,9		66,3		67,8		67,2		67,1		68,4		67,8		65,4	

HORARIOS	Sep-02		Sep-08		Sep-09		Sep-15		Sep-16		Sep-22		Sep-23		Sep-29		Sep-30	
	Medias	S.E.																
08H00	67,7	A	62,4	A	62,9	A	63,6	A	69,1	A	67,0	A	68,4	A	65,2	A	69,5	A
11H00	69,7	A	66,8	A	67,1	A	66,2	A	71,9	A	68,9	A	72,9	A	68,8	A	75,5	A
14H00	65,1	A	68,8	A	69,4	A	68,3	A	72,7	A	68,6	A	70,0	A	70,1	A	75,1	A
17H00	68,7	A	62,8	A	67,7	A	62,4	A	68,7	A	66,7	A	67,6	A	71,5	A	69,3	A
Media	67,8		65,2		66,8		65,10		70,6		67,80		69,7		68,90		72,4	

Observaciones: Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.5$).

La significación estadística (S.E.) esta obtenida mediante la prueba de TuKey.

Respecto a las medias de todos los datos registrados para cada horario diariamente se determina que estadísticamente son iguales en los 18 días considerados en el experimento.

Tabla 85. Promedios de intensidades de ruido por materiales protectores en los 18 días registrados en la Terminal Terrestre de Quevedo

PROTECTOR	Ago-04		Ago-05		Ago-11		Ago-12		Ago-18		Ago-19		Ago-25		Ago-26		Sep-01	
	Medias	S.E.																
Aire Libre	81,9	A	80,0	A	78,5	A	81,6	A	81,9	A	82,2	A	81,1	A	81,1	A	80,8	A
Madera Balsa	65,3	B	66,1	B	69,3	B	69,7	B	68,0	B	68,1	B	70,0	B	69,9	B	66,2	B
Madera Guarumo	58,9	C	61,4	C	63,2	C	64,2	B	64,0	B	63,7	B	65,4	C	63,7	C	60,9	C
Vidrio	51,7	D	53,8	D	55,0	D	56,8	C	56,5	C	56,0	C	57,8	D	57,9	D	55,8	D
Corcho	61,9	BC	63,2	BC	65,4	C	66,6	B	65,8	B	65,5	B	67,6	BC	66,3	C	63,6	BC
Media	63,9		64,9		66,3		67,8		67,2		67,1		68,4		67,8		65,4	

PROTECTOR	Sep-02		Sep-08		Sep-09		Sep-15		Sep-16		Sep-22		Sep-23		Sep-29		Sep-30	
	Medias	S.E.																
Aire Libre	82,5	A	79,6	A	81,6	A	79,3	A	83,0	A	84,1	A	83,9	A	81,4	A	84,5	A
Madera Balsa	70,3	B	65,8	B	67,5	B	65,9	B	72,6	B	68,3	B	72,0	B	71,6	B	75,4	B
Madera Guarumo	62,8	C	61,1	C	62,6	C	61,7	C	67,0	C	63,5	C	65,4	C	65,6	C	69,8	C
Vidrio	58,0	D	56,0	D	57,3	D	54,9	D	61,3	D	57,5	D	59,5	D	58,5	D	59,9	D
Corcho	65,4	C	63,5	BC	64,9	BC	63,7	BC	69,3	C	65,6	C	67,8	C	67,5	C	72,2	BC
Media	67,8		65,2		66,8		65,1		70,6		67,8		69,7		68,9		72,4	

Observaciones: Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.5$).

La significación estadística (S.E.) esta obtenida mediante la prueba de TuKey.

Respecto a las medias de todos los datos registrados para cada material protector diariamente, se determina que al aire libre hay mayor ruido y que hay mayor protección de la contaminación sónica con la cámara de vidrio.

Tabla 86. Promedios de intensidades sónicas por lugares de ruido en los 18 días registrados en la Terminal Terrestre de Quevedo

LUGARES DE TERMINAL	Ago-04		Ago-05		Ago-11		Ago-12		Ago-18		Ago-19		Ago-25		Ago-26		Sep-01	
	Medias	S.E.																
Andenes	64,8	A	67,1	A	68,4	A	70,2	A	68,3	A	69,4	A	69,6	A	68,4	A	66,4	A
Interior	64,6	A	65,2	A	66,9	A	69,6	A	68,1	A	67,0	A	68,6	A	68,6	A	65,1	A
De arriba	62,5	A	62,4	A	63,6	A	63,6	A	65,2	A	64,9	A	67,0	A	66,3	A	64,9	A
Media	63,9		64,9		66,3		67,8		67,2		67,1		68,4		67,8		65,4	

LUGARES DE TERMINAL T	Sep-02		Sep-08		Sep-09		Sep-15		Sep-16		Sep-22		Sep-23		Sep-29		Sep-30	
	Medias	S.E.																
Andenes	68,5	A	65,7	A	66,7	A	65,7	A	71,7	A	67,4	A	70,2	A	70,0	A	73,0	A
Interior	67,5	A	65,4	A	66,3	A	64,9	A	68,9	A	67,7	A	69,4	A	67,6	A	71,9	A
De arriba	67,4	A	64,5	A	67,3	A	64,6	A	71,2	A	68,3	A	69,5	A	69,2	A	72,3	A
Media	67,8		65,2		66,8		65,1		70,6		67,8		69,7		68,9		72,4	

Observaciones: Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.5$).

La significación estadística (S.E.) esta obtenida mediante la prueba de TuKey.

Respecto a las medias de todos los datos registrados para cada lugar de localización de las cámaras en la Terminal Terrestre de Quevedo, diariamente se evidencia que los valores son estadísticamente iguales.

Tabla 87. Promedios de intensidades de ruido por Tratamientos en los 18 días de ruido registrados en la T.T.Q. (Parte I)

TRATAMIENTOS	Ago-04		Ago-05		Ago-11		Ago-12		Ago-18		Ago-19		Ago-25		Ago-26		Sep-01	
	Medias	S.E.	Medias	S.E.	Medias	S.E.	Medias	S.E.	Medias	S.E.	Medias	S.E.	Medias	S.E.	Medias	S.E.	Medias	S.E.
Aire libre (Andenes)	83,85	A	81,93	A	81,40	A	85,93	A	81,85	A	83,89	A	83,08	A	81,50	A	81,13	A
Aire libre (Interior)	81,53	A	79,13	A	77,55	A	81,35	AB	80,35	A	80,85	AB	81,20	A	81,60	A	79,73	A
Aire libre (Arribo)	80,25	A	79,00	A	76,58	AB	77,53	ABC	83,58	A	80,55	A	79,15	AB	80,15	A	81,45	A
Balsa (Andenes)	66,18	B	68,03	B	71,08	BC	73,35	BCD	69,55	B	71,45	BC	70,68	BC	69,68	B	67,40	B
Balsa (Interior)	66,35	B	66,68	BC	69,83	CD	71,55	CDE	69,43	B	70,49	CD	70,13	BC	70,75	B	65,65	BC
Balsa (Arribo)	63,43	BC	63,53	BCD	66,95	CDE	64,13	DEFGH	65,13	BCD	64,63	CDE	69,25	C	69,35	B	65,45	BC
Guarumo (Andenes)	59,05	BCDE	63,20	BCD	65,35	CDEF	65,33	DEFGH	65,35	BCD	65,34	CDE	66,68	CDE	65,10	BCD	62,13	BCD
Guarumo (Interior)	59,65	BCDE	62,25	BCD	64,40	DEF	66,98	DEFGH	66,18	BC	66,58	CDE	66,00	CDE	64,43	BCD	60,80	BCDE
Guarumo (Arribo)	57,88	BCDE	58,68	CDEF	59,83	FGH	60,40	FGHI	60,40	CDE	60,40	DEF	63,60	CDEF	61,55	CDE	59,83	CDE
Vidrio (Andenes)	52,40	DE	56,93	DEF	56,95	GHI	57,68	HI	58,03	DE	57,85	EF	59,38	DEF	58,68	DE	56,38	DE
Vidrio (Interior)	53,00	CDE	53,85	EF	55,83	HI	58,88	GHI	57,50	DE	58,19	EF	57,70	EF	59,25	DE	56,03	DE
Vidrio (Arribo)	49,80	E	50,53	F	52,25	I	53,95	I	53,88	E	53,91	F	56,43	F	55,85	E	55,03	E
Corcho (Andenes)	62,35	BCD	65,53	BC	67,38	CDE	68,50	CDEFG	66,93	BC	67,71	CD	67,95	CD	66,98	BC	64,95	BC
Corcho (Interior)	62,35	BCD	63,93	BCD	66,65	CDE	69,25	CDEF	67,25	BC	68,25	CDE	68,08	CD	67,10	BC	63,18	BC
Corcho (Arribo)	60,95	BCD	60,23	BCDE	62,20	EFG	62,10	EFGHI	63,10	BCD	62,60	CDE	66,63	CDE	64,78	BCD	62,53	BCD
Media	63,9		64,9		66,3		67,8		67,2		67,1		68,4		67,8		65,4	

Observaciones: Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.5$).

La significación estadística (S.E.) esta obtenida mediante la prueba de TuKey.

Tabla 87. Promedios de intensidades de ruido por Tratamientos en los 18 días de ruido registrados en la T.T.Q. (Parte II)

TRATAMIENTOS EN TERMINAL	Sep-02		Sep-08		Sep-09		Sep-15		Sep-16		Sep-22		Sep-23		Sep-29		Sep-30	
	Medias	S.E.																
Aire libre (Andenes)	81,31	A	80,18	A	82,25	A	80,03	A	85,25	A	83,38	A	85,18	A	82,88	A	87,15	A
Aire libre (Interior)	80,66	A	78,75	A	80,13	A	79,00	A	80,73	A	83,83	A	83,20	A	78,63	AB	83,75	AB
Aire libre (Arribo)	80,80	A	79,98	A	82,38	A	78,93	A	82,88	A	85,10	A	83,18	A	82,78	A	82,73	AB
Balsa (Andenes)	68,54	B	66,05	B	67,33	B	66,30	B	73,58	B	67,85	BC	72,35	B	72,65	BC	76,05	BC
Balsa (Interior)	68,20	B	66,95	B	67,08	B	65,95	B	70,83	BC	68,10	BC	72,00	B	69,93	BC	75,33	BC
Balsa (Arribo)	67,40	B	64,28	BC	67,95	B	65,30	B	73,35	B	68,83	B	71,75	B	72,23	BC	74,78	BC
Guarumo (Andenes)	63,61	CD	61,80	BC	62,53	BCD	62,38	BC	67,58	BCD	63,50	C	65,73	BCD	66,35	CDE	69,23	CDE
Guarumo (Interior)	62,61	CD	61,58	BC	62,33	BCD	61,45	BCD	65,53	CDE	63,65	C	64,98	CD	64,55	CDE	69,80	CDE
Guarumo (Arribo)	60,69	CD	59,85	BC	62,93	BCD	61,18	BCD	67,80	BCD	63,45	C	65,60	BCD	65,85	CDE	70,50	CD
Vidrio (Andenes)	57,53	D	56,18	C	57,00	D	55,48	CD	62,08	DE	56,68	D	59,58	D	59,05	DE	60,28	EF
Vidrio (Interior)	57,64	D	55,83	C	57,20	CD	54,53	D	59,65	E	57,18	D	59,15	D	57,70	E	58,10	F
Vidrio (Arribo)	55,44	D	55,85	C	57,80	CD	54,80	D	62,05	DE	58,50	D	59,83	D	58,65	DE	61,20	DEF
Corcho (Andenes)	65,96	BC	64,23	BC	64,58	BCD	64,23	B	70,00	BC	65,58	BC	68,33	BC	68,98	C	72,10	C
Corcho (Interior)	65,14	BC	64,03	BC	64,65	BCD	63,80	B	67,70	BCD	65,60	BC	67,78	BC	67,18	CD	72,35	C
Corcho (Arribo)	63,65	BC	62,38	BC	65,35	BC	63,03	B	70,08	BC	65,65	BC	67,28	BC	66,38	CDE	72,08	C
Media	67,8		65,2		66,8		65,1		70,6		67,8		69,7		68,9		72,4	

Observaciones: Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.5$).

La significación estadística (S.E.) esta obtenida mediante la prueba de TuKey.

Respecto a las medias de todos los datos registrados para cada tratamiento diario, se evidencia que los valores son estadísticamente diferentes. Los materiales de mayor absorción del ruido son la madera de balsa y el corcho; mientras que los de mayor protección contra el ruido son el vidrio y la madera de guarumo.

Tabla 88. Comparaciones ortogonales (GL = 1) con los promedios de los datos de ruido registrados en los 18 días en T.T.Q.

Protectores	Suma	Media	Lugares	Suma	Media
P1	980,99	81,75	L1	1371,02	68,55
P2	829,51	69,13	L2	1350,78	67,54
P3	764,92	63,74	L3	1330,19	66,51
P4	684,48	57,04			
P5	792,09	66,01	C.M. del Error =	0,53	

Comparaciones	P1	P2	P5	P3	P4	Rep.	$\sum(C_i)^2$	Producto	$\sum(T_i \times C_i)$	Cuad. Medio	Valores de F		
entre protectores	980,99	829,51	792,09	764,92	684,48	r	K	rK	Q	Q ² /rK	F cal	F 0,05	F 0,01
C1 (P1 con P2)	1	-1	0	0	0	12	2	24	151,49	956,20	1811,62 **	4,073	7,280
C2 (P2 con P5)	0	1	-1	0	0	12	2	24	37,41	58,32	110,49 **	4,073	7,280
C3 (P5 con P3)	0	0	1	-1	0	12	2	24	27,18	30,78	58,31 **	4,073	7,280
C4 (P3 con P4)	0	0	0	1	-1	12	2	24	80,44	269,60	510,78 **	4,073	7,280

Comparaciones	L1	L2	L3	Rep.	$\sum(C_i)^2$	Producto	$\sum(T_i \times C_i)$	Cuad. Medio	Valores de F		
entre lugares	1371,02	1350,78	1330,19	r	K	rK	Q	Q ² /rK	F cal	F 0,05	F 0,01
C1 (L1 con L2)	1	-1	0	20	2	40	20,24	10,25	19,41 **	4,073	7,280
C2 (L2 con L3)	0	1	-1	20	2	40	20,59	10,60	20,08 **	4,073	7,280

Las comparaciones ortogonales con los valores promedios del experimento demuestran diferencias estadísticas muy significativas tanto entre los materiales protectores del ruido como entre lugares de registro del ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo, cumpliéndose las siguientes expresiones: P1>>P2>>P5>>P3>>P4; y, L1>>L2>>L3.

4.6. ANÁLISIS CUALITATIVOS: MODELOS HERMENÉUTICOS

Considerando que lo hermenéutico está relacionado con la interpretación reflexiva y lo novedoso de los resultados de la investigación, el análisis cualitativo de la varianza y de las pruebas ortogonales aplicadas a los materiales protectores del experimento y a los tres lugares del registro de la intensidad de ruido, se lo presenta de la siguiente manera:

- En todos los casos el análisis de varianza demuestra diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre materiales protectores.
- Las repeticiones (horarios) y los lugares (sitios) donde se efectuaron las lecturas de las intensidades de ruido en la Terminal Terrestre en muchos de los casos no son estadísticamente significativos.
- En las comparaciones ortogonales entre materiales protectores siempre se obtuvo en forma descendente el orden siguiente: P1, P2, P5, P3 y P4. Para este efecto se recuerda que:
P1 = Intensidad de ruido al aire libre.
P2 = Intensidad de ruido dentro de cámara de madera de balsa.
P3 = Intensidad de ruido dentro de cámara de madera de guarumo.
P4 = Intensidad de ruido dentro de cámara de vidrio
P5 = Intensidad de ruido dentro de cámara de corcho.
- El orden que se presenta los resultados de los materiales protectores permite afirmar que los materiales que pueden ser usados como barreras contra el ruido son el vidrio y la madera de guarumo; mientras los materiales que son absorbentes del ruido en el experimento son la balsa y el corcho.
- Las pruebas de comparaciones ortogonales entre materiales protectores demuestran que en la mayoría de los casos existen diferencias estadísticas altamente significativas. Se exceptúa de esta afirmación algunas veces la comparación entre los materiales de las cámaras de corcho con la de guarumo.
- Las pruebas diarias de comparaciones ortogonales entre los lugares o sitios en la mayoría de los casos no son estadísticamente significativas.

Esto debe interpretarse que el ruido es aproximadamente igual en los tres sitios del experimento, esto es, en los andenes, en el interior de la Terminal y en la zona de arribo o de ingreso; sin embargo, esta misma prueba aplicada al promedio de los 18 días del experimento da un resultado de significación estadística diferente.

4.7. COMPROBACIÓN O DISPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla 89. Relación comparativa de la hipótesis con los resultados

Hipótesis planteada	Resultado	Hipótesis comprobada o disprobada
El uso de protectores de madera, corcho y vidrio reducen significativamente la contaminación por ruido en la Terminal Terrestre de Quevedo	En comparación con la intensidad del ruido registrada al aire libre el uso de protectores con los materiales citados reducen significativamente la contaminación sónica	Se comprueba en forma satisfactoria la hipótesis planteada
El uso de protectores de madera permiten reducir significativamente los niveles de ruido	La madera de balsa absorbe más ruido que la madera de guarumo, el corcho y el vidrio	Se comprueba que el uso de la madera de balsa reduce la reflexión del ruido comportándose como el mayor absorbente.
Los niveles de absorción de ruido con madera ubican al material como óptimo	La madera de balsa es el material óptimo para absorción de ruido	Se comprueba que no toda madera absorbe el mismo nivel de ruido
Los niveles de absorción de ruido con corcho se adecuan en los límites permisibles pero ubican al material como inferior a la madera.	El corcho absorbe menos ruido que la madera de balsa	Se comprueba que solo se cumple con madera de balsa más no con la madera de guarumo
Los niveles de absorción de ruido con vidrio lo clasifican como permisible pero al material lo ubican como superior al corcho.	El vidrio es el material que menos ruido absorbe en comparación con los otros materiales del experimento, es decir, sirve como barrera, reflejando parte de las ondas sonoras	Se comprueba que el vidrio es el material clasificado como absorbente permisible y mayor reflejante o protector del ruido pero los niveles de absorción son inferiores al corcho.

4.8. CONCLUSIÓN PARCIAL

De manera general, entre los principales problemas que causa el ruido a las personas está la afectación al oído, irritabilidad emocional, estrés, cansancio, alteración de la presión, sordera, taquicardias, entre otros. Estos efectos se los puede evitar con el cumplimiento de medidas de control, preventivas y de protección. La Organización Mundial de la Salud ha señalado como nivel máximo permisible de ruido 50 decibeles.

En la investigación experimental que se desarrolló en la Terminal Terrestre de Quevedo, los materiales de madera de balsa, madera de guarumo, el corcho y el vidrio contribuyeron a reducir la contaminación sónica, pues al aire libre el ruido alcanzó un promedio de 81,75 decibeles y con el uso de los materiales se llegó a absorber un promedio de 63,98 decibeles.

El experimento fue realizado en un diseño de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial, que permitió determinar como el material óptimo para la absorción del sonido a la madera de balsa y al mayor reflejante o protector contra el ruido el material de vidrio. Esta afirmación se explica, porque es la madera un material leñoso, con presencia de poros, que difiere en su densidad según las especies forestales; mientras que, el vidrio, es un material denso y con menos porosidad que la madera.

Los promedios de absorción de ruido para la madera de balsa, madera de guarumo, vidrio y corcho fueron de 69,12; 63,74; 57,04; y 66,01 decibeles, respectivamente. Estos resultados permiten afirmar que todos los materiales son absorbentes del ruido pero la balsa y el corcho son los mejores en escenarios que no requieren la presencia de ecos o reflexiones del sonido.

Los horarios en los que se observó mayor movilidad de personas y de vehículos productores de ruido fueron los comprendidos entre las 11H00 y las 14H00, especialmente en los días domingos soleados y próximos a festividades patronales y cívicas de la ciudad de Quevedo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

“Quien no ha investigado no tiene derecho a hablar”

Mao Tse -Tung

5.1 CONCLUSIONES

- Está demostrado científicamente que los principales problemas que causa el ruido a las personas son: la afectación al oído, irritabilidad emocional, estrés, cansancio, alteración de la presión arterial, sordera, taquicardias, entre otros.
- Los resultados obtenidos de hasta cerca de 95 decibeles demuestran que los niveles de intensidad de ruido ambiental en la Terminal Terrestre de Quevedo están sobre los 65 decibeles que es límite máximo permisible para zonas comerciales mixtas en la legislación ecuatoriana.
- Los días con presencia de mayor ruido ambiental en la Terminal Terrestre de Quevedo correspondieron a los domingos calurosos y próximos a las festividades patronales y cívicas de la ciudad en los horarios comprendidos entre las 11H00 y 14H00.
- En el caso de la absorción del ruido, la capacidad de un material decrece con el aumento de espesor de la barrera de dicho material. Esto significa que a mayor espesor del material existe mayor protección contra el ruido.
- Los materiales porosos como la madera de balsa y las láminas de corcho son los de mayor importancia para la absorción de ruidos ambientales, pudiendo pasar las ondas incidentes hasta un 80 % aproximadamente.
- El vidrio y la madera de guarumo resultaron ser menos absorbentes del ruido ambiental comparado con la madera de balsa y las láminas de corcho, encontrándose que éstos pueden absorber hasta un máximo de 70 % del sonido incidente.
- La densidad del material de prueba influyó en los resultados obtenidos, de tal forma que se puede afirmar que a mayor densidad del material es mayor la reflexión y menor la absorción acústica.
- En materia económica, las cámaras protectoras del ruido utilizadas en la experimentación que tuvieron el menor costo fueron las de balsa y guarumo; y, en cambio, la de mayor costo correspondió a la cámara de corcho.

- El promedio de ruido absorbido por la balsa, madera de guarumo, vidrio y corcho fueron de 69,12; 63,74; 57,04; y 66,01 decibeles, respectivamente. Esto significa que la balsa y el corcho son los mejores absorbentes en escenarios que no requieren la presencia de ecos o reflexiones del sonido.

5.2 RECOMENDACIONES

- La Empresa Municipal de la Terminal Terrestre de Quevedo debería establecer una política de control de las fuentes emisoras de ruido.
- Es necesario la elaboración, aprobación, divulgación y aplicación de una ordenanza municipal contra el ruido ambiental en el cantón Quevedo.
- Los cubículos o habitáculos existentes en la Terminal Terrestre de Quevedo deben estar contruidos con materiales protectores del ruido que puede combinar el vidrio y la madera de guarumo.
- Para combatir la contaminación acústica en la ciudad de Quevedo se debería elaborar un mapa acústico y a partir del estudio, se podrían adoptar medidas defensivas y preventivas, a mediano y largo plazo, en función de la planificación urbanística de la ciudad.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA ALTERNATIVA

“Reconocer lo bueno que ya tenemos en nuestra vida es la base de la abundancia”

Eckhart Tolle

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

Plan de utilización de materiales óptimos como barreras absorbentes de ruido en las oficinas o cubículos de la Terminal Terrestre de Quevedo

6.2 JUSTIFICACIÓN

Sabiendo que la absorción acústica es la propiedad de los materiales para absorber energía acústica al disminuir la reflexión de las ondas sonoras incidentes y en atención a los resultados obtenidos de la investigación experimental es plenamente justificable proponer como una medida saludable para los usuarios, especialmente a la administración de la Empresa Municipal de la Terminal Terrestre de Quevedo, el uso de materiales como el vidrio y la madera de guarumo en las oficinas o cubículos para que sirvan de barreras absorbentes del ruido producido por diversas fuentes sónicas que en esta actividad comercial y de servicio público existen.

Estas adecuaciones físicas permitirían también justificar la aplicación de una ordenanza municipal contra el ruido y evidenciar transparentemente las utilidades que provienen por el cobro de la tasa a los usuarios que concurren por el servicio de transporte.

6.3 FUNDAMENTACIÓN

La propuesta se fundamenta en el “buen vivir” sostenido en la propia Constitución de la República del Ecuador y en el derecho que tiene todo ciudadano en recibir de las autoridades locales una mejor calidad de servicio en donde se promueva en forma permanente excelentes servicios sociales y medioambientales.

Por otro lado el ruido ambiental, tiene como fundamento conceptual el ser un contaminante sónico molesto para todo ser vivo y por lo tanto, es necesario darle el tratamiento regulatorio y de control en aplicación de las leyes de la materia existentes en nuestro país.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1. General:

Elaborar un plan de utilización del vidrio y de la madera de guarumo como materiales óptimos en barreras absorbentes de ruido ambiental en las construcciones de habitáculos u oficinas.

6.4.2. Específicos:

- Contribuir con una planificación para el uso de los materiales óptimos en barreras contra el ruido ambiental.
- Detallar algunas medidas estratégicas para minimizar la contaminación sónica.
- Aportar con la elaboración de un modelo de ordenanza municipal referida al control de la contaminación ambiental por ruido en Quevedo.

6.5 IMPORTANCIA

Se destaca en la propuesta la aplicación de las propiedades acústicas de la madera y del vidrio que están referidas a la absorción de ruido ambiental. En el caso de la madera blanquecina de guarumo tiene la suficiente porosidad y resistencia para ser utilizada en paredes y en tumbados de las oficinas o cubículos que requieran de un ambiente menos ruidoso que el existente exteriormente. Por otro lado el vidrio sirve de barrera contra el ruido y también ofrece la transparencia en la exhibición de los productos o servicios que se ofrecen en los locales comerciales. Sin embargo en el ambiente no se debe permitir fuentes de ruido mal controladas y para ello es importante establecer algunas medidas complementarias que permitan disminuir la contaminación sónica perjudicial, en aplicación a una ordenanza municipal que controle, sancione y regule las actividades productoras de ruido ambiental en el cantón Quevedo. Esta ordenanza deberá tener su origen en un mapa acústico que contemple la medida y análisis de los niveles sonoros de diversos puntos de la

urbe, con cuyo estudio se podrían adoptar medidas defensivas y preventivas a largo plazo en función de la planificación urbanística de la ciudad.

6.6 UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA

El material óptimo descrito puede ser ubicado físicamente en las paredes y tumbados de las oficinas, cabinas telefónicas, cubículos, habitáculos y espacios comerciales cerrados existentes en la Terminal Terrestre de Quevedo, que se localiza en la avenida principal de la ciudadela San Rafael.

6.7 FACTIBILIDAD

La ejecución de la propuesta es factible por las siguientes razones: (1) Los árboles de guarumo pueden ser encontrados en sitios rurales cercanos a bajo costo y las láminas de vidrio se las puede adquirir fácilmente en el mercado local; (2) La preparación del material y la mano de obra calificada para la construcción de los habitáculos o cubículos comerciales no presentan problemas; y, (3) El presupuesto y el financiamiento para estos trabajos si existe.

6.8 PLAN DE TRABAJO

Es el documento o herramienta administrativa que permite describir y justificar la aplicación de la propuesta. Consiste en la exposición y señalamiento de las etapas a cumplirse durante el proceso de ejecución o desarrollo del trabajo. Este plan tendría una duración máxima de tres meses bajo la responsabilidad del Gerente de la Empresa Municipal del Terminal Terrestre de Quevedo. Estaría estructurado en lo fundamental de la siguiente forma:

- Socialización de la propuesta con involucrados
- Concurso de ofertas para la construcción
- Campaña publicitaria contra el ruido ambiental
- Regulación de fuentes de contaminación acústica.

6.9 ACTIVIDADES

Para llevar a efecto el plan de trabajo es necesario cumplir con las siguientes actividades básicas:

- Entregar en las reuniones con los involucrados el documento de la propuesta.
- Calificar la mejor oferta para la construcción de los cubículos o habitáculos con los materiales óptimos descritos.
- Contratar los servicios de los profesionales que resultaren ganadores de la mejor oferta.
- Formar comisiones para la campaña publicitaria contra el ruido ambiental.
- Publicar las regulaciones que permitirán luchar contra la contaminación sónica.

6.10 RECURSOS

6.10.1. Administrativos: Esta constituido por El Gerente, personal administrativo, personal de seguridad y personal de limpieza de la Empresa Municipal de la Terminal Terrestre de Quevedo.

6.10.2. Financieros: Son los recursos económicos definidos de las utilidades de la Empresa cuya fuente proviene de la recaudación de tasas por el servicio que entrega la Terminal Terrestre a los usuarios.

Para el uso de estos recursos en la adecuación de los habitáculos o cubículos de la Terminal Terrestre de Quevedo se deberá tomar en cuenta que el costo estimado por metro cuadrado en vidrio de 10 mm de espesor, con uniones de aluminio especialmente para la fachada, es de 100 dólares; y, para los trabajos terminados de revestimiento o construcción de paredes y tumbados utilizando la madera de guarumo (o maderas de mayor durabilidad y densidad) se estimó un costo de 40 dólares por metro cuadrado.

6.10.3. Materiales: Afiches, trípticos y otros.

6.10.4. Tecnológicos: Corresponden a la utilización de sonómetro, cámaras de circuito cerrado y equipos informáticos para el registro histórico en el control de ruido ambiental.

6.11 IMPACTO

Está definido por los efectos positivos que producen las acciones contra el ruido en el área de la Terminal Terrestre de Quevedo, que indudablemente se puede ampliar y aplicar a otras áreas del cantón. En definitiva, estas acciones están relacionadas con:

6.11.1. Las barreras con materiales óptimos: El usuario de los locales o cubículos comerciales percibirá que la madera de guarumo colocada en las paredes y el tumbado, así como el vidrio colocado en la fachada y puertas le permite una mejor calidad de vida libre de la contaminación sónica del ruido ambiental.

6.11.2. Las medidas estratégicas en la lucha contra el ruido: El personal de seguridad, los miembros de la policía nacional y los vigilantes de tránsito, controlarán las fuentes altisonantes que producen ruido ambiental tales como: motores de vehículos en mal estado, escapes sin silenciadores, el uso indebido de pitos y sirenas, uso comercial de megáfonos, entre otras.

6.11.3. Modelo de ordenanza municipal contra el ruido ambiental: Mediante la creación de la Unidad de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Quevedo, se podrá enfrentar el fenómeno de contaminación por ruido, la misma que propondrá al Concejo Municipal crear la ordenanza para la “Prevención y Control de la Contaminación Producida por el Ruido” que en lo principal describiría lo siguiente:

La Constitución de la República del Ecuador, cuando habla de los derechos colectivos declara que el Estado protege el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un

desarrollo sustentable. Vela que este derecho no sea afectado y garantiza la preservación de la naturaleza.

La Ley Orgánica de Régimen Municipal, faculta prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente en coordinación con las entidades afines. La generación y modificación del ruido ambiental urbano, genera daños a la salud ambiental y alteración de la paz de la ciudadanía. Esta ordenanza se aplicará a las personas naturales y jurídicas, públicas y privadas cuyas actividades produzcan u originen emisiones contaminantes de ruido y de vibraciones, provenientes de fuentes móviles y aquellas producidas por el hombre

Se consideran como **fuentes artificiales de contaminación ambiental** originada por la emisión de ruido a las siguientes actividades: **Fuentes móviles:** aviones, helicópteros, tracto camiones, autobuses, camiones, automóviles, motocicletas, equipo y maquinaria con motores de combustión interna, eléctricos, neumáticos, aparatos y equipos de amplificación y similares.

Fuentes fijas: bares, discotecas, almacenes de electrodomésticos, talleres, industrias, comercios, fábricas. La Unidad de Gestión Ambiental puede adicionar a la lista de fuentes, otras acciones que considere necesarias previo los estudios y estadísticas realizadas en el tiempo posterior a la publicación de esta ordenanza, previo informe favorable de la Comisión de Medio Ambiente del Concejo Municipal.

Los responsables de las fuentes emisoras de ruido, serán sancionados y deberán proporcionar a las autoridades competentes la información que se les requiera, respecto a la emisión de ruido contaminante, de acuerdo con las disposiciones del marco jurídico.

Los Funcionarios competentes, de oficio o a petición de parte, podrán señalar zonas de restricción temporal o permanente a la emisión de ruido en áreas colindantes a centros hospitalarios, o en general en aquellos establecimientos donde haya personas sujetas a tratamiento o a recuperación.

Las autoridades de tránsito tomarán en cuenta la opinión de las entidades ambientales de control del Municipio, previamente a la fijación de rutas, horarios y límites de velocidad a los servicios públicos de autotransporte, con el objeto de prevenir y controlar la contaminación por ruido originada por las fuentes móviles.

La Unidad de Gestión Ambiental elaborará y ejecutará los programas, campañas y otras actividades tendientes a difundir el contenido de la ordenanza; la educación, orientación y difusión del problema de la contaminación originada por la emisión de ruido, sus consecuencias, y los medios para prevenirla, controlarla y abatirla.

Promoverá ante las instituciones de educación superior, la realización de investigación científica y tecnológica sobre la contaminación originada por la emisión de ruido y formas de combatirla, así como la inclusión del tema dentro de sus programas de estudio, prácticas y seminarios.

La vigilancia del cumplimiento de las disposiciones de la ordenanza, estará a cargo de la Unidad de Gestión Ambiental, Jefatura de Control Urbano y Comisaría Municipal en todo el territorio cantonal de Quevedo.

6.12 EVALUACIÓN

La evaluación de los impactos ocasionados por el ruido ambiental producido en la Terminal Terrestre de Quevedo se haría cada tres meses durante una semana con el fin de introducir un plan de mejoras si se llegara a detectarse algunas debilidades tanto de acondicionamiento físico, como de comportamientos sociales de los usuarios. En lo principal se considerarán parámetros de:

- Comunicación
- Capacitación en talleres.
- Organizaciones que apoyan.
- Aplicación de ordenanza.
- Diseño y ejecución de estrategias.

6.13 INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO

La tarea de mejorar el servicio en la Terminal Terrestre de Quevedo corresponde a todos los involucrados, esto es, desde la parte administrativa de la Empresa Municipal, las cooperativas de transportes, el personal de seguridad, la policía nacional, los vigilantes de tránsito, los empresarios comerciales, los vendedores ambulantes, hasta llegar a los mismos usuarios. Cada uno de estos sectores que cumplen una actividad social y económica deberá obligatoriamente cumplir con el instructivo de funcionamiento para bajar los niveles de ruido. De esta forma lo más importante de los deberes de cada sector se destaca en las siguientes líneas:

- **Empresa Municipal Terminal Terrestre:** Mejorar condiciones físicas de las oficinas, boleterías y cubículos en general con el uso de materiales absorbentes del ruido. Colocar acondicionadores de aire y disponer la colocación de cámaras filmadoras de circuito cerrado para detectar a los infractores de la ordenanza municipal contra el ruido.
- **Cooperativas de Transportes:** Disponer que el personal que labora en las boleterías mejoren la estrategia para llamar la atención al pasajero y evitar en todo momento el uso de gritos que conllevan a deteriorar la salud ambiental.
- **Personal de seguridad:** Revisar las instalaciones y dar seguridad al usuario permanentemente para garantizar las condiciones de bienestar de todos.
- **Policía Nacional:** Control permanente de la delincuencia y del uso de armas.
- **Vigilantes de Tránsito:** Revisión de las condiciones físicas de los vehículos motorizados.

- **Empresarios Comerciales:** Entregar a los clientes un servicio de buena calidad en un ambiente libre de contaminación ambiental.
- **Vendedores Ambulantes:** Practicar estrategias de venta menos ruidosas.
- **Usuarios o Pasajeros:** Evitar hacer ruido o escándalo público.

En definitiva lo que se desea es que con la aplicación de un instructivo de funcionamiento se mejore la calidad de vida en materia ambiental tanto de los propios involucrados en la actividad económica de la Terminal Terrestre de Quevedo como también de las zonas aledañas, toda vez que el ruido es uno de los contaminantes ambientales más molestos y desagradables.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA VIDAL, C. 2010. Presupuesto General Municipal del Gobierno Autónomo Descentralizado de Quevedo. Dirección Financiera. Servicios Comunes. Higiene Ambiental. Consultado 21 de agosto 2012; 17:45. Encontrado en:

<http://www.quevedo.gob.ec/Site/Archivos/baselegal2012.pdf>

ARAQUE, P. 2010. Gestión Administrativa de la Empresa Municipal del Terminal Terrestre y su Incidencia en la Ausencia de Usuarios y/o Pasajeros en las instalaciones desde las 19h00 hasta las 6h00. Tesis de Maestría en Administración de Empresas. UTEQ. 132p.

BAQUERO LUNA, J. 2011. La Contaminación Acústica en Riobamba. Proyecto de Acústica de la Universidad Interamericana del Ecuador. Departamento de Investigación. Consultado el 18 de agosto 2012: 18:32. Encontrado en:

<http://www.slideshare.net/pepero68/proyecto-acstica-2011>

BORJA Y LASSO. 1990. Plantas Nativas para Reforestación en el Ecuador. Fundación Natura. Ecuador – Quito. 208p.

CELEBÉRRIMA. 2012. Frases célebres y citas de José de San Martín. [Recurso en línea]. [Consulta 22 de abril 2012; 17:30]. Disponible en la web: <http://www.celeberrima.com/frase/frases-celebres-de-josé-de-san-martín-sobre-callar-hace-mas-ruido-un-solo-hombre.html>.

CORTÉS VILLALVA, M. 2001. Ordenanza Municipal para la prevención y control de la contaminación ambiental de Quevedo. Registro Oficial N° 725 del 16 de diciembre de 2002. Consultado el 18 de agosto 2012; 21; 45. Encontrado en:

<http://www.derechoecuador.com/index.php?option=com>

- DIARIO LA HORA. 2005. Publicación "Quevedo Ahogado en Contaminación". Consultado 17 de agosto 2012; 18:20. Encontrado en:
<http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/>
- DIARIO LA HORA. 2011. Publicación "No existe control de ruido". Consultado 17 de agosto 2012; 19:10. Encontrado en:
<http://www.lahora.com.ec/index.php/>
- ECHANIQUE, P. 2005. Normas Técnicas para el control de ruido ambiental. Municipio de Quito. Dirección Metropolitana de Medio Ambiente. Consultado el 19 de agosto 2012; 19:25. Encontrado en:
<http://cae.org.ec/ordenanzas/Q14.pdf>
- EDUCAR CHILE. 2012. El Portal de la Educación. Fuentes del sonido. Reflexión y absorción del sonido. Consultado el 20 de agosto 2012; 20:17. Encontrado en: <http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/>
- ENCALADA, M. 1983. Medio Ambiente y Desarrollo en el Ecuador. Fundación Natura. Salvat Editores Ecuatoriana, S.A. Ecuador - Quito. 127 p.
- ERAS Y ASOCIADOS. 2011. La Nueva Ley de Transito en el Ecuador. Estudio Jurídico. Consultado el 27 de agosto 2012; 10:25. Encontrado en:
<http://estudiojuridicoeras.blogspot.com/2011/05/infracciones>
- ESPINOZA SUMARÁN, G. 2011. Plan de Tesis – Gestión Ambiental. Aplicación de Sistemas de Cómputo en la modelación de la contaminación ambiental. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Escuela de Post grado. Perú – Huanuco. Consultado el 10 de agosto 2012; 12:09. Encontrado en:
<http://es.scribd.com/doc/51194211/Plan-de-Tesis->
- FUNDACIÓN WIKIMEDIA. 2012. La Contaminación Sónica. [Recurso en línea]. [Consulta 12 abril 2012; 20:02]. Disponible en la web:
http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminac%C3n_ac%C3

- ITURRALDE, M. 2009. Evaluación de los Niveles de Ruido causantes de la contaminación acústica en la ciudad de Quevedo. Tesis de grado. UTEQ. Ecuador – Quevedo. 120p.
- LOGROÑO PÉREZ, J. 2011. Estudio de Ruido Urbano en la ciudad de La Maná, Provincia de Cotopaxi y sus efectos en el bienestar de la población. Tesis de Grado. UTEQ. Facultad de Ciencias Ambientales. Ecuador- Quevedo. 122p.
- MAE. 2012. Normas Técnicas emitidas por la Presidencia de la República del Ecuador. Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente. [Recurso en línea]. [Consulta 12 abril 2012; 23:52]. Disponible en la web:
<http://www.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/ngiler/>
- MARTÍNEZ SANDOVAL, A. 2005. Ruido por Tráfico Urbano: Conceptos, Medidas Descriptivas y Valoración Económica. Revista de Economía y Administración. Universidad Autónoma de Occidente. Colombia – Cali. 49p.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE CHILE. 2003. El Portal de la Educación. Fundación Chile. Intensidad del sonido. Recurso en línea consultado el 20 de septiembre 2012; 18:30. Encontrado en la página:
<http://www.educarchile.cl>
- MOLINA ENCALADA, V. 2007. Ordenanza S/N del Municipio de Azogues, Consultado el 17 de agosto 2012; 20:16. Encontrado en:
<http://www.azogues.gob.ec/files/ORDENANZA%20CONTROL>
- MONCAYO GALLEGOS, P. 2007. Ordenanza 213 del Municipio Metropolitano de Quito. Legislación Ambiental. Ecuador – Quito. Consultado el 20 de agosto 2012; 14:12. Encontrado en:
<http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Ordenanza/>

- MORAO, J. 2007. Contaminación Sónica. [Recurso en línea]. [Consulta 12 abril 2012; 20:38]. Disponible en la web:
<http://csonicajesus.blogspot.com/>
- O.M.S. 2009. Medio-Ambiente. Info. Ruido Urbano. Primera parte. Fuentes y Medición del Ruido. Ginebra. [Recurso en línea]. [Consulta 02 marzo 2011; 10:15]. Disponible en la web: <http://www.medio-ambiente.info>
- ORTIZ, F. 1980. Evidencias del Deterioro Ambiental en el Ecuador. Ediciones de Fundación Natura. 32p.
- PARLAMENTO EUROPEO. 2003. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido). [Recurso en línea]. [Consulta 02 marzo 2011; 20:00]. Disponible en la web: <http://es.wikipedia.org./contaminación->
- PROVERBIA. NET. 2012. Frases célebres de Albert Einstein. [Recurso en línea]. [Consulta 22 abril 2012; 20:15]. Disponible en la web:
<http://www.proverbia.net/citasautor.asp?autor=327>
- PCE. 2011. Empresa Comercial de medidores para Profesionales. España. [Recurso en línea]. [Consulta 02 marzo 2011; 22:10]. Disponible en la web:
<http://www.pce-ibérica.es/instrumentos-de-medida/frecuencím>
- RAMIREZ, R. y VILLEGAS, M. 1989. Investiguemos Física. Editorial Voluntad. Colombia – Bogotá. 208p.
- REINO, A. 2010. Relación existente entre el nivel de ruido y la calidad de vida (dimensión salud auditiva) de la población en el área central de la parroquia matriz del cantón Quevedo. Proyecto integrador estudiante de la facultad de ciencias ambientales UTEQ. p.40.
- RUIZ CASAL, E. 2000. Contaminación Acústica: Efectos sobre parámetros físicos y psicológicos. Trabajo de Tesis: Universidad de la Laguna.

España. 275 p. [Recurso en línea]. [Consulta 28 abril 2012; 12:23].
Disponible en la web:
<ftp://tesis.bbt.k.ull.es/ccppytec/cp188.pdf>.

SALAZAR SORIA, L. 2009. Análisis y Medición de Contaminación Acústica en sectores de alta densidad vehicular de la ciudad de Quito. ESPE. Ecuador – Quito. Consultado el 19 de agosto 2012; 15:20. Encontrado en:
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/108/1/T-ESPE>

SALCEDO CANTOS, J. 2012. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012-2016 de Quevedo. Consultado el 28 de agosto 2012; 12:13. Encontrado en:
<http://issuu.com/plandesarrolloquevedo2012/docs/diagnostico>

SEÓANEZ, M. 2002. Tratado de Contaminación Atmosférica. Ediciones Mundiprensa. España – Madrid.

SCHAUM, D. 1978. Física General. Teoría y Problemas. Editorial McGraw-Hill. México. 276 p.

ULLOA ENRÍQUEZ, F. 2008. Constitución Política del Ecuador. Cátedra Libre Ernesto Che Guevara – UTC. Ecuador - Latacunga. 160p.

UPN. 2012. Propiedades Acústicas de la Madera. Publicación de la Universidad Pública de Navarra. España. Consultado el 17 de agosto 2012; 17:15. Encontrado en: <http://cmapserver.unavarra.es/servlet/>

URRUTIA, R. 2010. Descripción del vidrio. Consultado 17 de agosto 2012; 17:45. Encontrado en:
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Descripcion>

VANDANA SHIVA. 2010. Física y Activista Hindú. Ganadora del premio nobel alternativo en 1993. Encontrado en:
<http://ar.answer.yahoo.com/question/index>.

- VALLEJO, A. 2004. Ordenanza 0123 del Municipio de Quito. Prevención y Control de Ruido. Consultada el 25 de agosto 2012; 17:34. Encontrado en: http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/
- WIKIPEDIA. 2011. La Enciclopedia Libre. Página de Internet de Intensidad del Sonido. [Recurso en línea]. [Consulta 19 febrero 2011; 17:00]. Disponible en la web: <http://www.google.com/intensidaddelsonido>
- WIKIPEDIA. 2012. La Enciclopedia Libre. Las ordenanzas municipales. Tema consultado en línea el 16 de septiembre de 2012, 15:00. Encontrado en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ordenanza>
- ZAMBRANO, O. 2008. Física Vectorial. MAS-Ondulatorio-Acústica-Electrostática-Electrodinámica. Impreso por Génesis Editores. Ecuador - Quito. 304 p.
- ZAMBRANO, C. 2012. Módulo XII. Proyecto de Investigación en Desarrollo y Medio Ambiente. Unidad de Posgrado de la UTEQ. Ecuador – Quevedo. 144p.

ANEXOS

“La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y, por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos”

Albert Einstein

Anexo 1. FOTOGRAFÍAS DE RECURSOS FÍSICOS UTILIZADOS



FOTO 1: Sonómetro



FOTO 2: Carretilla y Cámaras de vidrio, de madera y de corcho

Anexo 2. FOTOGRAFÍA DEL ÁREA EXPERIMENTAL



FOTO 3: Interior de la Terminal Terrestre de Quevedo



FOTO 4: Área de arribo en momentos de registro de datos.



FOTO 5: Área de andenes de la Terminal Terrestre de Quevedo

Anexo 3: ENCUESTA A USUARIOS DEL TERMINAL TERRESTRE

Dirigida a:	Pasajeros.....	<input type="checkbox"/>
	Arrendatario de oficina.....	<input type="checkbox"/>
	Arrendatario de local comercial.....	<input type="checkbox"/>
	Arrendatario de boletería.....	<input type="checkbox"/>
	Encargado de sanitarios.....	<input type="checkbox"/>
	Taxistas.....	<input type="checkbox"/>
	Otros...(.....)	<input type="checkbox"/>

INFORMACIÓN:

FECHA:

Señor usuario del Terminal Terrestre de la ciudad de Quevedo, acudimos a usted para solicitarle muy respetuosamente información respecto al tema de **valoración económica de la contaminación por ruido** que existe en el Terminal Terrestre, la misma que servirá como fundamento de una investigación que estamos llevando a efecto como un trabajo en **desarrollo y medio ambiente** Su colaboración es muy importante por lo que agradecemos nos responda con sinceridad el siguiente **cuestionario** que tiene el carácter de confidencial:

- ¿Sabía usted que el ruido es un contaminante ambiental que afecta la salud física y mental de las personas?
SI..... NO..... NO CONTESTA.....
- ¿Ha visitado usted al médico por algún problema auditivo?
SI NO..... NO CONTESTA.....
- A su criterio ¿cuál es la causa más importante que produce alto nivel de contaminación por ruido en el terminal terrestre de Quevedo?

Motores encendidos de vehículos.....	<input type="checkbox"/>
Accionar de pitos de los vehículos.....	<input type="checkbox"/>
Escapes sin silenciadores en los vehículos.....	<input type="checkbox"/>
Bullicio de los usuarios y comerciantes.....	<input type="checkbox"/>
Aparatos de ventilación instalados.....	<input type="checkbox"/>
Otros.....	<input type="checkbox"/>

 Especifique.....
- ¿De qué manera usted estaría dispuesto a colaborar para mejorar las condiciones ambientales del servicio en el terminal terrestre de Quevedo?

Denunciando a infractores.....	<input type="checkbox"/>
Participando en campañas de concientización.....	<input type="checkbox"/>
Pagando una tasa de servicio según ordenanza municipal.....	<input type="checkbox"/>
Ayudar gratuitamente a personal encargado del control.....	<input type="checkbox"/>
Otra forma.....	<input type="checkbox"/>

 Especifique.....
- Para el caso de usuarios que compran boletos de pasaje, si las autoridades determinaran el pago obligatorio de una tasa por servicios ambientales contra el ruido, ¿qué valor máximo le parece a usted más recomendado para que se cumpla un buen servicio?
 a. \$0.10..... b. \$0.15.... c. \$ 0.20.... d. \$ 0.25..... e. Otro valor:
- Para el caso de arrendatarios de locales y de oficinas del terminal terrestre, si las autoridades determinaran el pago obligatorio de una tasa por servicios ambientales contra el ruido, ¿qué valor máximo mensual le parece a usted más recomendado para que se cumpla un buen servicio?
 a. \$3.00 b. \$5.00 c. \$8.00..... d. \$10.00..... e. Otro valor:
- Para el caso de transportistas, taxistas y otros vehículos que ingresan al terminal terrestre, si las autoridades determinaran el pago obligatorio de una tasa por servicios ambientales contra el ruido, ¿qué valor máximo diario le parece a usted más recomendado para que se cumpla un buen servicio?
 a. \$ 1.00 b. \$ 1.50 c. \$ 2.00 d. \$ 2.50 e. Otro valor:
- Solo con fines de tabulación y disculpando la molestia ¿Cuáles son sus nombres y apellidos?

Anexo 4: EJEMPLO DE CÁLCULOS TRABAJADOS EN EXCEL. (PRIMER DIA)

COMPARACIONES
ORTOGONALES (GL = 1)

Protectores	Suma	Media
P1	982,5	81,9
P2	783,8	65,3
P3	706,3	58,9
P4	620,8	51,7
P5	742,6	61,9

Lugares	Suma	Media
L1	1295,3	64,8
L2	1291,5	64,6
L3	1249,2	62,5

C.M.Error = 12,53

Comparaciones entre protectores	P1	P2	P5	P3	P4	Rep.	$\sum(C_i)^2$	Producto	$\sum(T_i \times C_i)$	Cuad. Medio	Valores de F		
	982,5	783,8	742,6	706,3	620,8	r	K	rK	Q	Q ² /rK	F cal	F 0,05	F 0,01
C1 (P1 con P2)	1	-1	0	0	0	12	2	24	198,7	1645,07	131,28**	4,073	7,280
C2 (P2 con P5)	0	1	-1	0	0	12	2	24	41,2	70,73	5,64*	4,073	7,280
C3 (P5 con P3)	0	0	1	-1	0	12	2	24	36,3	54,90	4,38 NS	4,073	7,280
C4 (P3 con P4)	0	0	0	1	-1	12	2	24	85,5	304,59	24,31**	4,073	7,280

Comparaciones entre lugares	L1	L2	L3	Rep.	$\sum(C_i)^2$	Producto	$\sum(T_i \times C_i)$	Cuad. Medio	Valores de F		
	1295,3	1291,5	1249,2	r	K	rK	Q	Q ² /rK	F cal	F 0,05	F 0,01
C1 (L1 con L2)	1	-1	0	20	2	40	3,8	0,36	0,029 NS	4,073	7,280
C2 (L2 con L3)	0	1	-1	20	2	40	42,3	44,73	3,570 NS	4,073	7,280

Anexo 5. FORMATO PARA RECOGER INFORMACIÓN DEL RUIDO

Hora	Rep.	Tratam. (T)	Código	Intensidad en andenes (db)	Intensidad en interior (db)	Intensidad en área de arribo (db)
8:00	1	T1	P1L1			
	1	T2	P1L2			
	1	T3	P1L3			
	1	T4	P2L1			
	1	T5	P2L2			
	1	T6	P2L3			
	1	T7	P3L1			
	1	T8	P3L2			
	1	T9	P3L3			
	1	T10	P4L1			
	1	T11	P4L2			
	1	T12	P4L3			
	1	T13	P5L1			
	1	T14	P5L2			
	1	T15	P5L3			
11:00	2	T1	P1L1			
	2	T2	P1L2			
	2	T3	P1L3			
	2	T4	P2L1			
	2	T5	P2L2			
	2	T6	P2L3			

Sigue...

Anexo 6. SOLICITUD PARA USO DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Quevedo, 02 de agosto de 2012.

Señor

Dr. Patricio Araque

GERENTE DE LA EMPRESA MUNICIPAL TERMINAL TERRESTRE DE QUEVEDO.

Presente.-

De mis consideraciones:

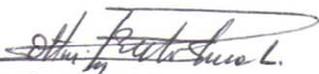
Yo, Ing. Ottón Reinerio Molina Loor, ciudadano ecuatoriano y domiciliado en este cantón de Quevedo, muy comedidamente comparece ante usted para exponer y solicitar lo siguiente:

En la actualidad me encuentro realizando estudios de posgrado en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo para conseguir el título de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente. Por tal motivo tengo aprobado el proyecto de tesis titulado "Niveles de absorción de ruido con madera, corcho y vidrio en la Terminal Terrestre de Quevedo. Año 2012. Plan de utilización de material óptimo".

En vista de este particular, pongo en su conocimiento y a la vez solicito se me facilite el ingreso a los ambientes públicos necesarios para realizar el trabajo experimental de la medición del ruido ambiental utilizando para ello el sonómetro y otros materiales preparados conforme al diseño del proyecto. Todo este trabajo experimental se lo iniciará desde el tres de agosto y por el lapso de dos meses considerando dos días de mayor movimiento cada semana, es decir, los días sábados y domingos.

Seguro de su atención y gentileza, así como de su colaboración con la investigación, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,


Ing. Ottón Reinerio Molina Loor
ESTUDIANTE - INVESTIGADOR



CC: Archivo personal.

Anexo 7. GERENTE DE LA EMPRESA TERMINAL TERRESTRE DE QUEVEDO



Foto 6. Instantes en que el Dr. Patricio Araque Pazmiño, Gerente de la Empresa Municipal Terminal Terrestre de Quevedo es entrevistado por el autor de la presente investigación

Anexo 8. EL AUTOR DE LA INVESTIGACIÓN Y SU PERFIL PROFESIONAL



Foto 7. Ottón Reinerio Molina Loor, autor de la Tesis “Niveles de absorción de ruido con madera, corcho y vidrio en la Terminal Terrestre de Quevedo. Año 2012. Plan de utilización de material óptimo”.

Perfil: Es un destacado profesional ecuatoriano en dos áreas: educativa y técnica. Posee dos títulos de tercer nivel que corresponden a Licenciado en Ciencias de la Educación, mención en Física y Matemáticas; así como, el de Ingeniero Forestal. Ha desempeñado principalmente actividades de docente a nivel de bachillerato en algunos colegios y en varias universidades del país. Fue rector del colegio fiscal “José María Velasco Ibarra” de Buena Fe y jefe de la regional 7 del Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales (INEFAN) con sede en Guayaquil. Ha sido jefe técnico forestal en la empresa suiza SGS en la regional manabita con sede en la ciudad de Portoviejo. Fue presidente del colegio de ingenieros forestales de Los Ríos y en su vida estudiantil universitaria fue el mejor puntuado. Actualmente tiene el aval del Ministerio del Ambiente como Regente Forestal del Ecuador como profesional en libre ejercicio.