

ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA UNIVERSIDAD
NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA SEDE CARTAGENA

HECTOR JAVIER OSPINA VALLEJO



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO
AMBIENTE (ECAPMA)
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

CARTAGENA D. T. y C.

2017

**ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN LA UNIVERSIDAD
NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA SEDE CARTAGENA**

HECTOR JAVIER OSPINA VALLEJO

**Proyecto Aplicado como Proyecto de Grado
Para Optar al Título de Ingeniero Ambiental**

Director

Jaime Luis Fortich Fortich

Magister en Ingeniería Ambiental



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO
AMBIENTE (ECAPMA)
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
CARTAGENA D. T. y C.**

2017

Nota de aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias D. T y C., agosto de 2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado en primer lugar a Dios por darme sabiduría, salud, vida, la fuerza y entereza para terminar mis estudios de Pregrado. A toda mi familia por apoyarme y enseñarme el verdadero significado del amor, el trabajo, la dedicación y la comprensión, a mi esposa Aurora Senior y especialmente a mi hijo Faber Andrés quien fue de gran ayuda y apoyo moral. A mis profesores especialmente al Ingeniero Jaime Fortich quien siempre estuvo presto a resolver mis inquietudes, porque su ayuda no sería posible sacar adelante esta tesis. A mis amigos de la Universidad, que fueron parte de mi desarrollo profesional. Gracias a todas esas personas y seres queridos que me apoyaron en poder sacar adelante la carrera y la realización de la tesis.

Héctor Javier Ospina Vallejo

AGRADECIMIENTOS

DOCENTES

Agradezco a todos los tutores y directores de curso por su valiosa colaboración y apoyo prestado durante toda la carrera, que a pesar que no tuve contacto directo con ellos por la modalidad de estudio a distancia, siempre estuvieron prestos a resolver mis inquietudes de modo sincrónico y asincrónico, demostrando que esta modalidad de estudio se pude desarrollar sin inconvenientes. Agradezco muy especialmente al Ingeniero Jaime Fortich quien se desempeña como docente ocasional del programa de Ingeniería Ambiental el cual fue un pilar muy importante en el desarrollo de cada una de las actividades de cada semestre, igualmente por su actitud y apoyo puesto en el desarrollo de este proyecto de grado, que sin su colaboración no hubiese podido sacarla adelante.

FAMILIARES Y AMIGOS

Agradezco a mi esposa por tenerme paciencia en el transcurso de mis estudios y por su apoyo moral y físico, igualmente agradezco a mi único hijo quien siempre me acompañó en cada uno de los semestres al ser mi guía y fortaleza para seguir adelante y no desfallecer.

Agradezco a mis compañeros de estudio que en su mayoría no los alcancé a conocer en persona, pero siempre estuvieron prestos a trabajar en equipo haciendo más confortable el desarrollo de los trabajos colaborativos. Agradezco muy especialmente a los compañeros Elías A. Blanco, José Vásquez y Blanca L. Ramírez con quienes logramos trabajar en varias ocasiones y sirvieron de apoyo en el desarrollo de este trabajo y con los cuales formamos una bonita amistad.

RESUMEN

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) sede Cartagena se encuentra ubicada sobre la ruta de aproximación de aterrizaje de las aeronaves que llegan al Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de esta ciudad; por su ubicación el paso de estos genera niveles de ruido que puede conllevar a afectaciones sobre la salud de los funcionarios, estudiantes y visitantes que allí comparten. El objetivo de este estudio fue analizar los niveles de presión sonora por ruido ambiental con respecto a la resolución 627 de 2006 en diferentes sectores del campus universitario. Para su desarrollo se implementó los estándares de medición de ruido ambiental en dos periodos diurnos (uno el fin de semana y otro entre semana) a partir de un sonómetro tipo II, registrando mediciones cada segundo durante una hora en cinco (5) puntos representativos del centro, posteriormente se analizaron y evaluaron los datos recopilados.

Los resultados obtenidos demostraron que el fin de semana registro los mayores valores, donde la mayoría de las estaciones cumplieron con los valores permitidos por la norma, aunque el primer nivel durante el fin de semana supero en todos los registros. A su vez, los niveles 2, 3 y 4 para ambos periodos presentaron valores promedios más altos producto de lo poco hermético de sus instalaciones, mientras que el parqueadero registro los valores menores dado la zona abierta de su locación que disipa en gran medida el ruido.

Por otra parte, vale aclarar que el paso concurrido de las aeronaves puede llegar a presentar niveles crónicos de salud a las personas que allí comparten, lo mejor es implementar ventanas de doble vidrio con espesores superiores a 5 mm para disipar el mismo, igualmente se deben tomar medidas en cuanto al volumen del televisor que se encuentra en la recepción.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
JUSTIFICACIÓN	14
1. LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GENERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. MARCO TEORICO	18
3.1 RUIDO AMBIENTAL	18
3.2. MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL.	18
3.3. PONDERACIÓN FRECUENCIAL “A”	18
3.4 PONDERACIONES TEMPORALES RÁPIDA, LENTA E IMPULSO	19
3.5 NIVEL DE RUIDO CONTINUO EQUIVALENTE PONDERADO A (LAEQ, T).	19
3.6 NIVELES PERCENTILES LAFN, T	20
3.7. RESOLUCIÓN 627 DE 2007	21
3.8. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	21
3.8.1. EFECTOS SOBRE LA SALUD	21
3.8.2 EFECTOS FISIOLÓGICOS	22
3.8.3 EFECTOS PSÍQUICOS	23
3.8.4 EFECTOS SOBRE EL BIENESTAR	24
3.9 LEGISLACIÓN COLOMBIANA	24
3.10 EVOLUCIÓN Y ESTADO DEL ARTE	26
4. METODOLOGÍA	30
4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRELIMINAR	30
4.1.1. TRABAJO DE CAMPO	30
4.1.2. PLANIFICACIÓN TRABAJO DE CAMPO	31
4.1.3 PUNTOS DE MUESTREO	31
4.1.4. EQUIPOS	32
4.1.5.1. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE RUIDO	38
4.1.5.2. MEDICIÓN DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS	39

4.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN OBTENIDA	40
5. RESULTADOS	42
5.1 RESULTADOS DE MONITOREO DE NIVELES DE PRESIÓN	45
5.1.1 JORNADAS FIN DE SEMANA	46
5.1.1.1 ANÁLISIS ESTACIÓN 4º PISO SÁBADO 13 DE MAYO DE 2017	47
5.1.1.2 ANÁLISIS ESTACIÓN 3º PISO SÁBADO 13 DE MAYO DE 2017	49
5.1.1.3 ANÁLISIS ESTACIÓN 2º PISO SÁBADO 13 DE MAYO DE 2017.	51
5.1.1.4 ANÁLISIS ESTACIÓN 1º PISO SÁBADO 13 DE MAYO DE 2017	53
5.1.1.5 ANÁLISIS ESTACIÓN CANCHA MICROFÚTBOL (PARQUEADERO) SÁBADO 13 DE MAYO DE 2017	55
5.1.2 JORNADA ENTRE SEMANA	58
5.1.2.1. ANÁLISIS ESTACIÓN 4º PISO MARTES 16 DE MAYO DE 2017	58
5.1.2.2. ANÁLISIS ESTACIÓN 3º PISO MARTES 16 DE MAYO DE 2017	61
5.1.2.3. ANÁLISIS ESTACIÓN 2º PISO MARTES 16 DE MAYO DE 2017	63
5.1.2.4. ANÁLISIS ESTACIÓN 1º PISO MARTES 16 DE MAYO DE 2017	65
5.1.2.5. ANÁLISIS ESTACIÓN CANCHA DE MICROFÚTBOL (PARQUEADERO) MARTES 16 DE MAYO DE 2017	68
6. CONCLUSIONES	74
7. RECOMENDACIONES	76
8. BIBLIOGRAFÍA	78
9. ANEXOS	80
ANEXO I. FORMATOS DE CAMPO DATOS NIVEL DE PRESION SONORA	81
ANEXO II. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO EXTECH 407750.	91

LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1. Área de estudio CEAD Cartagena.....	15
Figura No. 2. Línea descenso aeronaves	16
Figura No. 3. Curva de igual sonoridad (representación de la ponderación frecuencial "A").	19
Figura No. 4. Representación gráfica ponderaciones rápida, lenta e impulso.....	19
Figura No. 5. Representación del nivel equivalente Leq con respecto a un periodo T	20
Figura No. 6. Nivel percentil ponderado A excedido durante el N% del tiempo de medición con respecto al tiempo.	20
Figura No. 7. Localización de estaciones en los diferentes niveles	32
Figura No. 8. Sonómetro Marca Extech Modelo 407750.....	33
Figura No. 9. Calibrador Marca Extech modelo 407766	34
Figura No. 10. Estación Meteorológica marca La Crosse Technology.....	35
Figura No. 11. Computador Portátil Lenovo.....	36
Figura No. 12. Software Extech Modelo 407752.....	37
Figura No. 13. Trípode a 1.5 m de altura	37
Figura No. 14. Toma de información durante muestreo.....	39
Figura No. 15. Toma de datos meteorológicos.....	40
Figura No. 16. Niveles máximos permitido de ruido ambiental Res. 0627 de 2006.....	41
Figura No. 17. Temperatura promedio multianual Cartagena.....	44
Figura No. 18. Humedad Relativa promedio multianual Cartagena	44
Figura No. 19. Distribución del régimen de viento para el mes de mayo en Cartagena	44
Figura No. 20. Toma de datos estación 4º piso	47
Figura No. 21. Distribución temporal del LAeq, estación 4 piso para día entre semana	48
Figura No. 22. Toma de datos estación 3º piso	49
Figura No. 23. Distribución temporal del LAeq, estación 3 piso para el fin de semana.....	50
Figura No. 24. Toma de datos estación 2º piso	51
Figura No. 25. Distribución temporal del LAeq, estación 2 piso para el fin de semana.	52
Figura No. 26. Toma de datos estación 1º piso	53
Figura No. 27. Distribución temporal del LAeq, estación 1 piso para el fin de semana.	54
Figura No. 28. Toma de datos estación Cancha microfútbol (parqueadero).....	56
Figura No. 29. Distribución temporal del LAeq, estación Cancha de microfútbol (parqueadero).....	57
Figura No. 30. Toma de datos estación 4º piso	59
Figura No. 31. Distribución temporal del LAeq, estación 4 piso.....	60
Figura No. 32. Toma de datos estación 3º piso	61
Figura No. 33. Distribución temporal del LAeq, estación 3 piso.....	62
Figura No. 34. Toma de datos estación 2º piso	63
Figura No. 35. Distribución temporal del LAeq, estación 2 piso para día entre semana.	64
Figura No. 36. Toma de datos estación 1º piso	66
Figura No. 37. Distribución temporal del LAeq, estación 1º piso para día entre semana. ...	67
Figura No. 38. Toma de datos estación cancha de microfútbol (parqueadero).....	68
Figura No. 39. Distribución temporal del LAeq, estación Cancha de microfútbol (parqueadero).....	69
Figura No. 40. Resumen medición día sábado.	72
Figura No. 41. Resumen medición día martes.	73

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A)	25
Tabla No. 2. Especificaciones Sonómetro Marca Extech Modelo 407750	34
Tabla No. 3. Especificaciones del Calibrador Extech modelo 407766	35
Tabla No. 4. Características Estación Meteorológica.....	36
Tabla No. 5. Fechas de muestreo.....	38
Tabla No. 6. Condiciones climáticas estación cancha de microfútbol días de muestreo	42
Tabla No. 7. Condiciones meteorológicas días de observación	43
Tabla No. 8. Resumen de resultados de las mediciones para las jornadas diurnas (estaciones A, B, C, D y E) de los días entre semana y fin de semana con la normatividad correspondiente.....	45
Tabla No. 9. Datos meteorológicos observados estación Cancha de microfútbol (Parqueadero).....	46
Tabla No. 10. Identificación de datos atípicos 13 de mayo 2017, Estación 4° piso	47
Tabla No. 11. Análisis datos 4 piso	48
Tabla No. 12. Identificación de datos atípicos 13 de mayo 2017, Estación 3° piso	49
Tabla No. 13. Análisis datos 3 piso	50
Tabla No. 14. Identificación de datos atípicos 13 de mayo 2017, Estación 2° piso	51
Tabla No. 15. Análisis datos 2 piso	53
Tabla No. 16. Identificación de datos atípicos 13 de mayo 2017, Estación 1° piso	54
Tabla No. 17. Análisis datos 1° piso.....	55
Tabla No. 18. Identificación de datos atípicos 13 de mayo 2017, Estación Cancha microfútbol (parqueadero).....	56
Tabla No. 19. Análisis datos Cancha de microfútbol (Parqueadero)	57
Tabla No. 20 Datos meteorológicos observados estación Cancha de microfútbol (Parqueadero) para el día martes 16 de mayo 2017.....	58
Tabla No. 21. Identificación de datos atípicos 16 de mayo 2017, Estación 4° piso	59
Tabla No. 22. Análisis datos 4 piso día martes	60
Tabla No. 23. Identificación de datos atípicos 16 de mayo 2017, Estación 3° piso	61
Tabla No. 24. Análisis datos 3 piso	62
Tabla No. 25 Identificación de datos atípicos 16 de mayo 2017, Estación 2° piso	64
Tabla No. 26. Análisis datos 2 piso	65
Tabla No. 27. Identificación de datos atípicos 16 de mayo 2017, Estación primer piso.....	66
Tabla No. 28. Análisis datos 1 piso	67
Tabla No. 29. Identificación de datos atípicos 16 de mayo 2017, Estación Cancha de microfútbol (parqueadero).....	69
Tabla No. 30. Análisis datos cancha de microfútbol (parqueadero)	70
Tabla No. 31. Resumen de datos registrados durante los labores de campo para las jornadas entre semana y fin de semana, incluyendo su fundamento estadístico.....	71

INTRODUCCIÓN

En el año 2017, se están viviendo los efectos del impacto ambiental, causados por el avance tecnológico en todos los campos de la ciencia que originan diferentes fuentes contaminantes que afectan la salud, el rendimiento físico, laboral y académico de las personas. La contaminación acústica es una consecuencia directa no deseada de actividades como el transporte tanto aéreo como terrestre, obras públicas de construcción (carreteras y edificaciones), centros de diversión (discotecas, casinos, conciertos), entre otras; cuyo aumento es influenciada por la modernización del sistema de vida de las personas.

La energía en forma de ondas sonoras constituye otra clase de energía residual, que por fortuna no permanece en el ambiente por períodos largos de tiempo. La cantidad total de energía disipada como sonido en la tierra no es tan grande si se compara con otras formas de energía; es sólo la gran sensibilidad del oído que permite que tan pequeña cantidad de energía relativamente nos afecte adversamente, así como a otras especies biológicas. Estas fluctuaciones son producidas, normalmente, por objetos que vibran y transmiten esta vibración a las partículas del aire. Mientras que se considera el ruido como el sonido indeseado y por lo tanto molesto, este puede ser generado en forma natural a través de vientos, huracanes o a través de la actividad humana (Tráfico vehicular, construcción, comercio, etc.),

El oído humano tiene una respuesta al sonido que se parece a una función logarítmica, es decir la sensación que se recibe es proporcional al logaritmo de la excitación recibida. Al expresar la presión sonora sobre una escala logarítmica, es costumbre comparar la presión sonora de todos los sonidos en el aire con una referencia de 20 micro pascales (μPa). (Alonzo, 2009)

Las personas sometidas a ruidos altos de forma continua experimentan serios trastornos fisiológicos, como pérdida de la capacidad auditiva, alteración de la actividad cerebral, cardíaca y respiratoria, trastornos gastrointestinales, entre otros. Además, se producen alteraciones conductuales tales como perturbación del sueño y el descanso, dificultades para la comunicación, irritabilidad, agresividad, problemas para desarrollar la atención y

concentración mental. En la unión europea la contaminación acústica afecta unos 100 millones de personas y causa pérdidas por más de 60 millones de euros (Collado, 2004).

El presente trabajo se llevó a cabo planta física de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) sede Cartagena, donde se determinaron los niveles de presión sonora por ruido ambiental dando especial relevancia a los generados por el paso de aeronaves en el proceso de aterrizaje en el Aeropuerto de Cartagena de Indias Rafael Núñez, con respecto a la resolución emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2006, con el fin de establecer si sobrepasaron los límites máximos permisibles establecidos en las normas y proponer posibles soluciones.

Los resultados obtenidos demostraron que el fin de semana registro los mayores valores, donde la mayoría de las estaciones cumplieron con los valores permitidos por la norma, aunque el primer nivel durante el fin de semana supero en todos los registros, producto del paso de los aviones, acompañado del televisor que allí se encuentra y el tránsito obligatorio para el acceso al centro de parte de los estudiantes. A su vez, los niveles 2, 3 y 4 para ambos periodos presentaron valores promedios más altos producto de lo poco hermético de sus instalaciones, mientras que el parqueadero registro los valores menores dado la zona abierta de su locación que disipa en gran medida el ruido.

Igualmente, los resultados de este estudio permitieron establecer las posibles incidencias del ruido ambiental en las actividades de los Alumnos, profesores, personal administrativo y visitantes y la alteración en la salud de estas personas con el paso de las aeronaves en su proceso de aterrizaje.

Por otra parte, vale aclarar que el paso concurrido de las aeronaves puede llegar a presentar niveles crónicos de salud a las personas que allí comparten, lo mejor es implementar ventanas de doble vidrio con espesores superiores a 5 mm para disipar el mismo, igualmente se deben tomar medidas en cuanto al volumen del televisor que se encuentra en la recepción.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las instalaciones de la planta física de la UNAD sede Cartagena se encuentra ubicada sobre la ruta de aproximación de aterrizaje de los aviones que llegan al Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de esta ciudad, dada la importancia turística, histórica y cultural existe una población flotante representativa que constantemente visitan la ciudad, según cifras oficiales llegan aproximadamente 75 vuelos comerciales al día (Aeronáutica civil, 2016), lo que equivale a un vuelo variable entre 30-45 minutos dependiendo de la temporada del año, durante horas diurnas (de 7 am a 9 pm; Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, 2006), por otra parte la UNAD se encuentra a 3,4 km de la cabecera de la pista del aeropuerto y una altura de sobre el nivel del mar de 35 m (Alcaldía de Cartagena de Indias, 2001) lo que quiere decir que los aviones en este punto que vienen en aproximación deben sobrevolar a una altura mínima de aproximadamente a 75 m de este centro (Aerocivil, 2017). Con esta periodicidad de vuelos y a esta altura generan una gran cantidad de decibeles los cuales pueden conllevar a alteraciones de la salud al personal de planta de tutores, trabajadores, estudiantes o visitantes que allí comparten.

Los niveles de ruido máximo permisible según la resolución 627 de 2006 para zonas tipo “B” en sectores como las universidades, se contemplan es de 65 dB, al igual que para zonas de uso del suelo residencial (Alcaldía de Cartagena Universidad de Cartagena, 2010), en este sentido se requiere conocer si los pasos de las aeronaves generan un impacto sobre las condiciones de ruido ambiental durante su sobrevuelo de aproximación de aterrizaje y así poder determinar su incidencia en el medio ambiente universitario y su ruido ambiental.

De acuerdo al departamento de Registro y control de la UNAD sede Cartagena (2017) cuenta para el presente periodo académica con una población de 755 alumnos matriculados para el periodo del 16-01 del 1 periodo de 2017, a su vez con una planta de tutores de 25 personas, 15 administrativos funcionarios y unos 20 visitantes en promedio al día, todo este personal es susceptible a ser afectado con el continuo sobrevuelo de las aeronaves, ocasionando en ellos problemas de salud que van desde la perdida de concentración, problemas auditivos hasta afectaciones crónicas fisiológicas en el peor de los casos.

JUSTIFICACIÓN

Los niveles de ruido máximo permisible según la resolución 627 de 2006 para zonas tipo “B” en sectores como las universidades es de 65 dB para momentos diurnos, al igual para zonas de ubicadas en uso de suelo residencial, en este sentido se requiere conocer si los pasos de las aeronaves generan un impacto sobre las condiciones de ruido ambiental durante su sobrevuelo de aproximación de aterrizaje y así poder determinar su incidencia en el medio ambiente universitario y su ruido ambiental.

El ruido ambiental generado en gran magnitud, además de ser molesto, puede afectar la capacidad de concentraciones de las personas, problemas de estrés, insomnio, entre otros, puede originar accidentes al dificultar la comunicación y alteración de las personas en sus actividades desde cotidianas. Los altos decibeles es una de las enfermedades profesionales más comunes, puede provocar problemas de salud crónicos y hacer que se pierda el sentido del oído, a causa de la exposición continua en el lugar de trabajo. La exposición breve a un ruido excesivo puede ocasionar pérdida temporal de la audición, que dure de unos pocos segundos a unos cuantos días. La exposición al ruido durante un largo período de tiempo puede provocar una pérdida permanente de audición.

Se requiere determinar si las aeronaves que sobrevuelan periódicamente y a poca altura de las instalaciones de la planta física de la UNAD sede Cartagena sobrepasan los niveles de presión sonora por ruido ambiental, y si se encuentran dentro los niveles máximos de presión sonora en horario diurno establecidos en la resolución 627 de 2006 y que puedan llegar alterar la salud del personal docente, estudiantil, administrativo y visitantes que a diario se congregan en las instalaciones de este centro de la universidad.

1. LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO

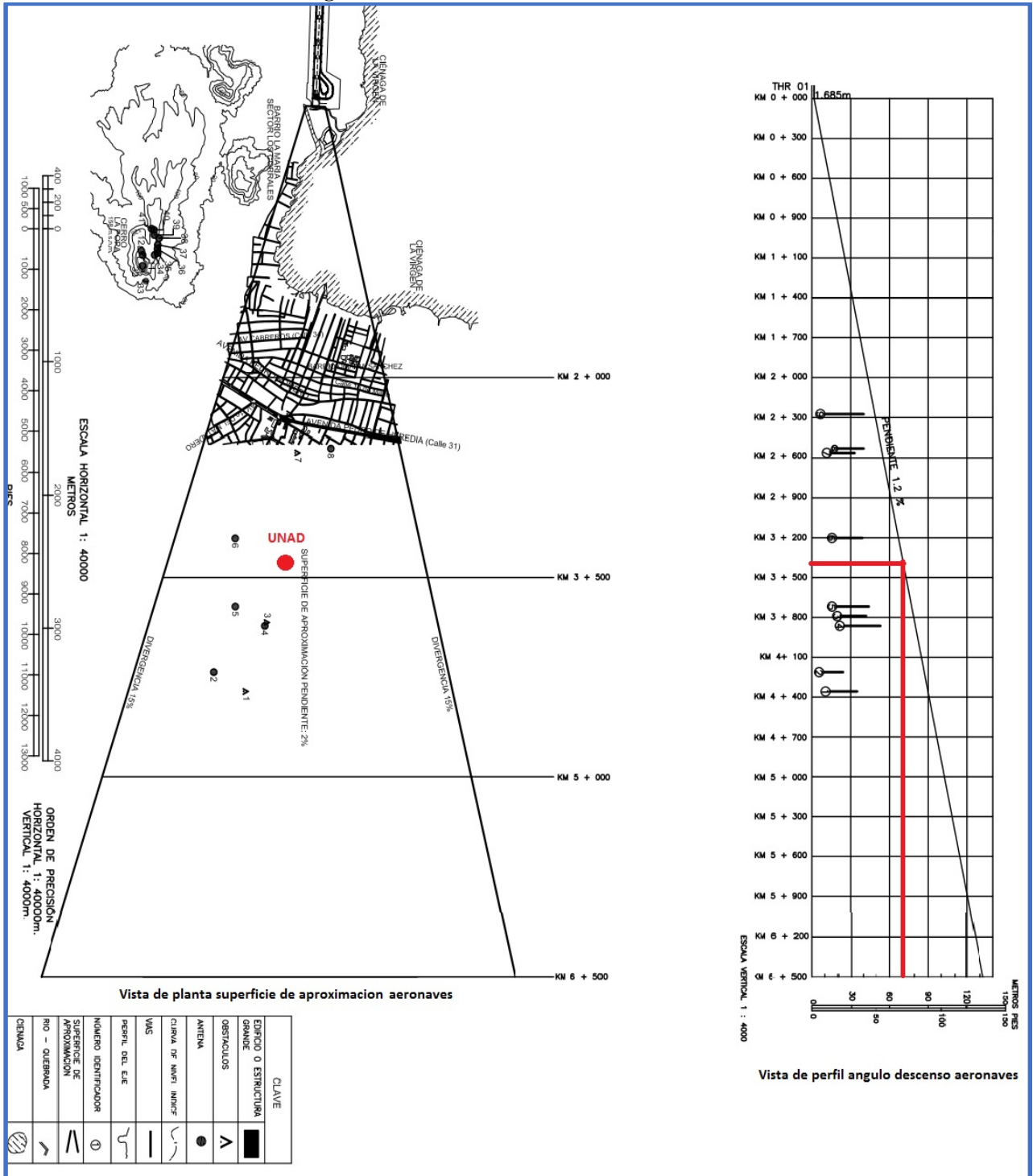
Este estudio se desarrolló en las instalaciones del Centro Comunitario de Atención Virtual (CCAV) “Roberto Salazar” de la ciudad de Cartagena, Bolívar, cuya dirección es Avenida al Acueducto Transversal 45 # 44A - 221 barrio Paraguay. Este lo compone la edificación principal (compuesto por 4 plantas con amplios pasillos abiertos y salones con grandes ventanales de vidrio), el área de la cancha de microfútbol que habitualmente se utiliza como zona de parqueadero y zona verde, la altura sobre nivel del mar que se encuentra la universidad es de 32 m, la altura mínima a la cual deben sobrevolar los aviones en la aproximación para el aterrizaje al aeropuerto Rafael Núñez de esta ciudad el cual está a unos 3,4 Km es aproximadamente de 75 m.s.n.m. (Figuras No. 1 y 2) (Aerocivil, 2017), el uso del suelo para esta zona, está catalogado como uso residencia Tipo A.

Figura No. 1. Área de estudio CEAD Cartagena



Fuente: Adaptación de Imagen Google Earth 1/2017.

Figura No. 2. Línea descenso aeronaves



Fuente: Adactacion Aerocivil, 2017

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar los niveles de presión sonora por ruido ambiental con respecto a la resolución 627 de 2006 para determinar si existen problemas de contaminación sonora y sus posibles soluciones en la planta física de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) sede Cartagena.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los datos de niveles de presión sonora tomados en los periodos diurnos, entre semana y fin de semana para establecer sus condiciones de ruido ambiental.
- Identificar en la planta física de las instalaciones del Centro Comunitario de Atención Virtual (CCAV) Cartagena, cuáles fueron los sitios donde más se genera incidencia por el paso de los aviones.
- Establecer posibles soluciones para mitigar o adaptar el impacto del paso de las aeronaves sobre las instalaciones del CCAV Cartagena.

3. MARCO TEORICO

3.1 Ruido Ambiental

Los conceptos elementales de la acústica son el sonido y ruido y se definen de la siguiente manera: Sonido es la sensación percibida por el oído humano, producida por rápidas fluctuaciones de la presión del aire. Estas fluctuaciones son producidas, normalmente, por objetos que vibran y transmiten esta vibración a las partículas del aire. El sonido se propaga en el aire aproximadamente, a 340 m/s, y en el agua a 1500 m/s y en el acero a 5000 m/s (Escuela Colombiana de Ingeniería., 2007)

Se considera el ruido como el sonido indeseado y por lo tanto molesto. El ruido podemos medirlo a través de un instrumento llamado decibelímetro o sonómetro, que proporcionan una indicación del nivel acústico (promediado en el tiempo) de las ondas sonoras que inciden sobre un micrófono. Su intensidad es medida en decibeles (dB) y depende de la distancia a la cual se encuentre la fuente. El ruido puede ser generado en forma natural a través de vientos, huracanes o a través de la actividad humana (Tráfico vehicular, construcción, comercio, etc.), variando de acuerdo a un desarrollo tecnológico e industrial.

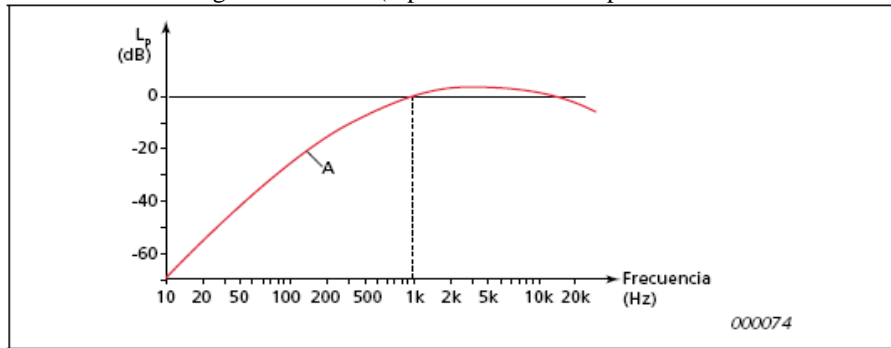
3.2. Medición de ruido ambiental.

Se utilizan unos parámetros para evaluar la respuesta de los individuos con respecto al ruido ambiental y la gran cantidad de características (nivel, contenido frecuencial, impulsividad, intermitencia, etc.) de los diferentes tipos de fuentes de ruido, la lista siguiente resume la mayoría de los parámetros de uso corriente.

3.3. Ponderación Frecuencial “A”

El método de ponderación frecuencial de la señal eléctrica en un instrumento de medición de ruido simula la forma en que el oído humano responde en un margen de frecuencias acústicas. Se basa en la curva de igual sonoridad de 40 fonios. Los símbolos utilizados para los parámetros de ruido incluyen a menudo la letra “A” (por ejemplo, LAeq) para indicar que ha sido incluida la ponderación frecuencial en la medición. (Figura No. 3) (Bruel & Kjaer, 1996).

Figura No. 3. Curva de igual sonoridad (representación de la ponderación frecuencial "A").

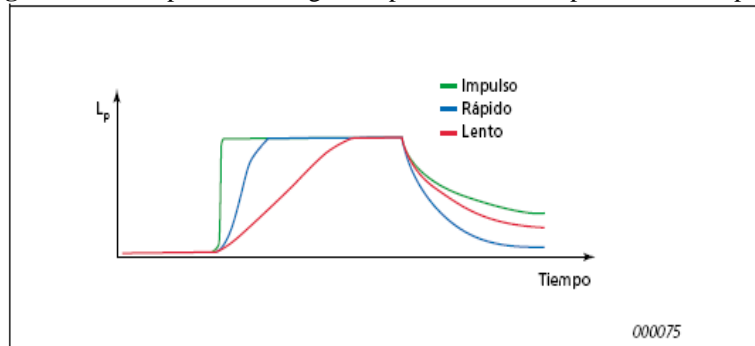


Fuente: Bruel & Kjaer, 1996.

3.4 Ponderaciones Temporales Rápida, Lenta e Impulso

Los tiempos de respuesta normalizados fueron implementados originalmente en los instrumentos de medición de ruido para proporcionar una indicación visual de niveles de ruido fluctuantes. Las normas de evaluación ambiental especifican normalmente qué tipo de ponderación temporal usar (F, S o I) (Figura No. 4) (Bruel & Kjaer, 1996).

Figura No. 4. Representación gráfica ponderaciones rápida, lenta e impulso

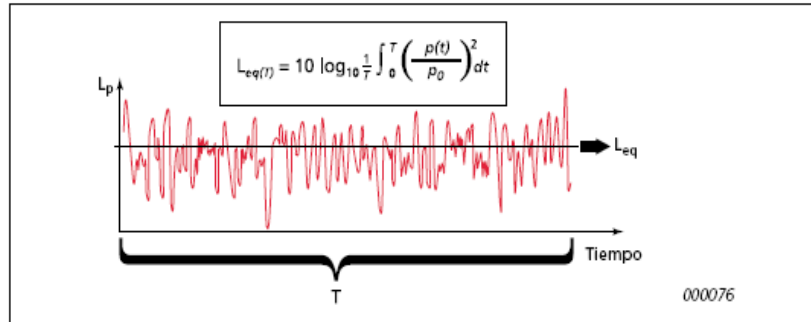


Fuente: Bruel & Kjaer., 1996.

3.5 Nivel de Ruido Continuo Equivalente Ponderado A (LAeq, t).

Un parámetro de ruido usado ampliamente que calcula un nivel constante de ruido con el mismo contenido de energía que la señal de ruido acústico variante que está siendo medida. La letra "A" expresa que la ponderación A ha sido incluida y "eq" indica que se ha calculado un nivel equivalente. De esta forma, el LAeq es nivel de ruido continuo equivalente ponderado A. (Figura No. 5).

Figura No. 5. Representación del nivel equivalente L_{eq} con respecto a un periodo T

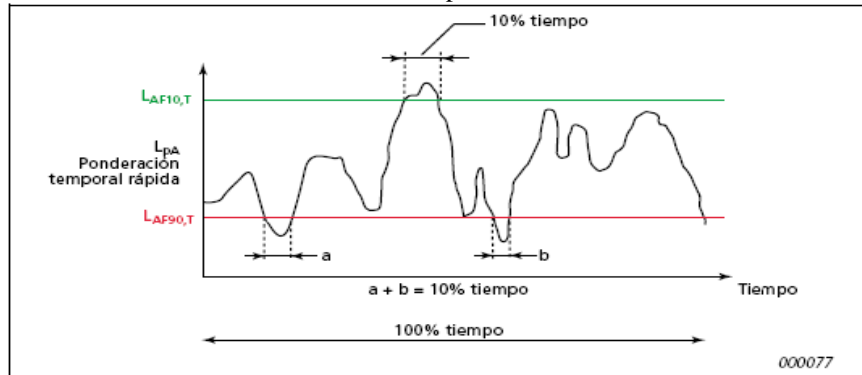


Fuente: Bruel & Kjaer., 1996.

3.6 Niveles Percentiles LAFN, T

El nivel de ruido ponderado A excedido durante el N% del tiempo de medición. En algunos países, el LAF90, T (nivel de ruido excedido durante el 90 % del tiempo de medición) o el nivel LAF95, T se utilizan como medida del nivel de ruido de fondo. Téngase en cuenta que la ponderación temporal (normalmente Rápida) debe darse a conocer (Figura No. 6) (Bruel & Kjaer, 1996).

Figura No. 6. Nivel percentil ponderado A excedido durante el N% del tiempo de medición con respecto al tiempo.



Fuente: Bruel & Kjaer., 1996.

3.7. Resolución 627 de 2007

Esta resolución es una norma fijada por Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2006, la cual establece los lineamientos a nivel nacional sobre la emisión de ruido ambiental y el valor máximo permitido para fuentes fijas, la metodología estandarizadas para las mediciones, los intervalos de horarios diurnas y nocturnos, así como también el análisis para determinar si existen problemas de ruido ambiental o no, por lo cual es indispensable para establecer condiciones en sectores de centros urbanos dentro de los cuales se encuentran las universidades.

3.8. Efectos de la contaminación acústica

El término contaminación acústica hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. El Ruido ambiental es un problema grave y creciente, que afecta diariamente a todas aquellas personas que viven en entornos típicamente urbanos. De hecho, en la Unión Europea, el veinticinco por ciento de la población, es decir, unos 100 millones de personas, soportan unos niveles de ruido inaceptables (Collado, 2004). La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana; el transporte, la industria, la construcción de edificios y obras públicas, entre otras. El ruido no sólo es molesto y frustrante, sino que tiene efectos negativos sobre la salud del hombre que pueden ser tanto fisiológicos como psicológicos, como la irritabilidad exagerada y la pérdida de audición. Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dB como el límite superior deseable.

3.8.1. Efectos sobre la Salud

Los efectos y la peligrosidad del ruido sobre la salud de las personas dependen, entre otros factores, de la intensidad, la duración, ocurrencia diaria, exposición anual, y tipo de frecuencia del ruido, y de la susceptibilidad de cada individuo para ese tipo de estímulo.

Aunque el ruido ambiente no causa sordera, si crea un embotamiento auditivo, y una sensación de agotamiento que no se corresponde con la actividad realizada. A esto, se añade el problema de los ruidos nocturnos que impiden el descanso y la recuperación del oído durante el sueño, sobre todo en aquellas personas que se dedican a trabajos intelectuales o creativos.

Un nivel de ruido ambiente que no moleste está situado entre los 15 y 30 dB, y niveles más altos solo resultan soportables después de una adaptación. (Ochoa J, 1990) El ruido también produce una larga serie de efectos asociados que no son de naturaleza auditiva, siendo en general de tipos cardiovascular, hormonal, psíquica y otros cuya investigación está en desarrollo.

3.8.2 Efectos Fisiológicos

Efectos Auditivos

La exposición a niveles de ruido intenso durante un periodo de tiempo genera pérdidas de audición, que si en un principio son recuperables cuando el ruido cesa, con el tiempo pueden llegar a hacerse irreversibles. A su vez, la exposición al ruido de mediana intensidad, pero con una prolongación mayor en el tiempo, repercute en forma similar, traduciéndose ambas situaciones en desplazamientos temporales o permanentes del umbral de audición. Hay que precisar, sin embargo, que los estudios hasta ahora desarrollados muestran diversas relaciones entre los niveles de ruido y la pérdida de audición. De allí lo complejo que resulta medir este fenómeno (CONOMA, 2000).

Efectos no Auditivos

Además de las afecciones producidas por el ruido al oído, éste actúa negativamente sobre otras partes del organismo a partir de la postura defensiva y de protección que adopta el mismo. El ruido afecta fundamentalmente al sistema nervioso central, sistema nervioso vegetativo y a funciones vitales, sistema cardiovascular, endocrino, respiratorio, y digestivo, etc.

Los efectos sobre el sistema nervioso central se caracterizan por electroencefalogramas irregulares, trastornos de la conciencia, llegando a la pérdida del conocimiento, (sobre todo en efectos epilépticos), aumento de la tensión vascular cerebral y disminución de la capacidad motriz e intelectual, con el consiguiente aumento de errores en trabajos que requieran precisión.

Dentro de los efectos del Sistema nervioso central se pueden mencionar los trastornos de la conciencia, pérdida del conocimiento, disminución de la capacidad motriz, en el sistema cardiovascular se producen alteraciones de ritmo cardíaco. Todos estos efectos desaparecen con mayor o menor rapidez cuando cesa la exposición al ruido (Ochoa J, 1990).

3.8.3 Efectos Psíquicos

Se centran básicamente en tres aspectos, el estado de ánimo, las molestias y la efectividad. La influencia que tiene el ruido en el estado de ánimo se traduce en fatiga mental, aumento de la ansiedad, de la irritación y de la distracción en las personas. El ruido aparece como un elemento estresante fundamental. No sólo ruidos de alta intensidad son nocivos. Ruidos débiles, pero repetidos, pueden entrañar perturbaciones neurofisiológicas aún más importantes que los ruidos intensos.

Como consecuencia de estos efectos aparecen algunos cambios psicológicos que provocan inseguridad, inquietud, malestar, agresividad y otras alteraciones de la personalidad. La molestia no es el efecto más grave, ni el más peligroso, pero si es el más evidente. Tiene el inconveniente de que su evaluación es muy subjetiva y variable, dependiendo de cada persona.

El ruido disminuye la efectividad en la realización del trabajo de tipo mental, de precisión, o que se deban afectar con rapidez, con la consiguiente pérdida de rendimiento y eficacia, y el aumento de los accidentes.

3.8.4 Efectos sobre el Bienestar

Además de producir efectos sobre la salud humana, el ruido también puede afectar el bienestar de las personas en diferentes aspectos, por ejemplo, interfiere en la comunicación oral. La voz humana produce sonido en el rango 100 a 10000 Hz, pero prácticamente toda la información verbal está contenida en la región de 200 a 6000 Hz. La banda de frecuencia para la inteligibilidad de la palabra (entender palabra y frases) está contenida entre 500 y 2500 Hz. (Azqueta, 1997). Tanto en oficinas como en escuelas y hogares, la interferencia en la conversación constituye una fuente importante de molestias.

El ruido también produce efectos negativos a nivel económico. Numerosos estudios han sido conducidos para examinar los efectos del ruido sobre el valor de las propiedades, como una aproximación a la evaluación del impacto económico de la contaminación por ruido. (Colony 1967), en investigaciones sobre la relación entre los valores de las propiedades y el ruido de las carreteras concluyó que las propiedades residenciales contiguas a las carreteras podrían esperar un decrecimiento entre un 20% y 30% de su valor, en comparación con otras formas de propiedades idénticas con distinta localización (Torres & Muñoz, 1999). Desde esta investigación, aparece así que el ruido del tráfico ha tenido un efecto evidente sobre los valores de venta de las propiedades residenciales inmediatamente adyacentes a la línea del camino, pero que esa influencia decrece rápidamente para parcelas que distan de esta línea. En el mismo sentido, Nelson (1982) encontró en diversos trabajos, que una vivienda perdía entre 0.08 y 1.05 % de su valor por cada decibelio de ruido a la cual estuviese expuesta (Azqueta, 1994).

3.9 Legislación colombiana

En Colombia afectaciones por ruido u olores, desde el campo legal de los derechos fundamentales, han sido dirimidas por las Altas Cortes como violación al derecho a la intimidad. Entre otras circunstancias, porque pueden causar problemas en las relaciones interpersonales, familiares e influir incluso en la actividad sexual.

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por medio de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006, estableció la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental para todo el territorio nacional. La norma establece por primera vez los estándares máximos permisibles en materia de ruido emitido por fuentes como industrias, talleres, zonas portuarias y espectáculos públicos, entre otros.

Esta resolución hace una clasificación de las zonas según el nivel de ruido que puede ser emitido en las mismas. Clasifica 4 sectores así: Sector A. Tranquilidad y Silencio, Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado, Sector C. Ruido Intermedio Restringido, y Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado en donde los niveles máximos permisibles van desde 55 dB(A) a 80 dB(A) durante el día y de 45 dB(A) a 70 dB(A). (Tabla No. 1)

Tabla No. 1. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A)

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades , colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre,	80	70

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
	vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.		
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo

Territorial

3.10 Evolución y estado del arte

Desde el principio de la humanidad el hombre ha convivido con el ruido, por lo tanto, el problema de la contaminación acústica nos remonta a épocas pasadas y podemos encontrar referencias históricas. Ya en el siglo XV en Berna (Suiza) se aprobó una normativa municipal en la cual se prohibía circular en carretas por caminos deteriorados, esto para evitar la aparición de ruidos molestos que afectaran la calidad de vida de los vecinos. (Berglund & Lindvall, 1999)

Según los estudios desarrollados por OMS la mayor fuente de contaminación acústica es el tráfico generado por los vehículos, los camiones pesados, las motos ruidosas, los aviones, y los trenes, le siguen de cerca, los ruidos de las obras, las discotecas. Todos estos focos de ruido no sólo causan contaminación y problemas medioambientales, sino también problemas físicos, desequilibrios psicológicos y trastornos de sueño. En concreto, el ruido tiene efectos fijos sobre dos aspectos fundamentales: la salud y el bienestar, explica el experto en Acústica Ambiental del Instituto de Acústica del CSIC, Pedro Cobo. Según este investigador, los ruidos que sobrepasan los 70 dB causan problemas sobre la salud, mientras que los que superan los 55 dB causan problemas sobre el bienestar, como interferencias en la comunicación o efectos sobre la concentración, la memoria, el aprendizaje o el sueño. (Cobo, 1999)

En 1972 la Organización Mundial de la Salud (OMS) catalogó el ruido como una forma más de contaminación. Actualmente es considerado como uno de los contaminantes ambientales más molestos y que más inciden sobre el bienestar de los ciudadanos, pero sigue siendo la contaminación menos y peor regulada de todas las existentes. (Larraz, 2000)

En la ciudad de Lima se realiza “Estudio de los niveles de ruido en la ciudad Universitaria de San Marcos”, donde la metodología comprende una encuesta preliminar, dirigida a estudiantes, profesores, trabajadores y visitantes, para determinar la distribución de los puntos de monitoreo dentro de la Ciudad Universitaria (CU). En estos puntos de monitoreo se registró la intensidad de sonido y las condiciones meteorológicas de mayor influencia para el estudio, como son: presión, temperatura, porcentaje de humedad relativa, velocidad y dirección del viento. El análisis de los datos de monitoreo permitió construir un mapa de riesgos por efecto del nivel de ruido en la CU San Marcos. Asimismo, se analizó el nivel de influencia en la desconcentración y pérdida de interés de profesores, estudiantes y personal administrativo en sus actividades al interior del recinto universitario; para el análisis comparativo se tomó como referencia los niveles de ruido establecidos en el D.S. N° 085-2003-PCM y en la Ordenanza N° 015 de la Municipalidad de Lima. (Olivera L., 2008)

En la Universidad de Guadalajara, México, se realiza estudio “El Entorno Acústico en los Centros Universitarios: Análisis y Propuestas que buscaba conocer y analizar los niveles de ruido y contaminación acústica en los espacios universitarios, para proponer actividades relacionadas con los aspectos referidos al ruido ambiental y la contaminación que éste produce, resaltando el objetivo de realizar los Mapas Acústicos de diversos Campus Universitarios, con el fin de concientizar y elevar los niveles de participación general activa de los universitarios, en el ámbito de la solución de los impactos ambientales que a diario se provocan. Se busca igualmente, proponer una metodología para generar los datos e información y proyectarlos en diferentes contextos de nuestra sociedad, como una respuesta al compromiso social y una contribución para el logro de mayores niveles de bienestar comunitario, potenciando un impulso hacia el Desarrollo Sostenible de nuestra Institución y nuestra región. (Universidad de Guadalajara, 2009)

Por otra parte la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, realizó un estudio de Percepción del ruido ambiental en los estudiantes universitarios y las afecciones que provoca. El objetivo de esta investigación fue determinar la percepción del ruido ambiental que tienen los estudiantes de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), en la Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media (UAMZM). Además de establecer si las características sociodemográficas del estudiante influyen en el nivel de percepción de las dimensiones en las que se evalúa el ruido, así como conocer si el ruido es causa de estrés en el estudiante universitario. En conclusión, se evaluó el ruido en dimensiones siendo Interferencias y molestias las que más perturba a los estudiantes de la Unidad. (Gómez D., 2012).

En la Universidad Nacional sede Medellín se realiza un estudio preliminar que contó con la asesoría del profesor Julián Bedoya de la Facultad de Minas, donde se realizó una estimación con parámetros estadísticos de los niveles de ruido en las aulas de clase a partir de la identificación de las distintas fuentes de ruido en el campus universitario y las distancias de las aulas de dichas fuentes. El resultado preliminar indicaba altos niveles de ruido en muchas áreas del campus y hacía evidente la necesidad de una medición más precisa. El profesor Bedoya ofreció a la Oficina su colaboración con la asignación de un trabajo académico a los estudiantes del curso de “Higiene y seguridad industrial” en el que se haría la medición técnica de los niveles de ruido en 1 grupo principal de aulas destinado a la programación académica de la Sede. En dicho estudio se concluyó que los niveles de ruido en las aulas no excedían los límites establecidos en la normatividad. (Oficina de Planeacion, 2007)

Por otra parte, en la ciudad de Pereira se realiza el estudio “Formulación de lineamientos para la gestión del ruido ambiental en la Universidad Tecnológica de Pereira”. La investigación tuvo como propósito fundamental realizar una medición de ruido ambiental en los espacios del campus universitario de la UTP, para lo cual se tuvo como base los criterios establecidos en la Resolución 0627 de 2006, esto con el fin de formular posteriormente unos lineamientos estratégicos para la gestión de ruido ambiental universitario. El trabajo determinó que los niveles de ruido causados por la contaminación acústica en los bloques 11 y 12 de la Facultad de Agronomía son muy importantes y se deben tener en cuenta. Además, se encontró que

dentro de dicha área existen variados niveles de ruido en todos los salones escogidos, donde los valores promedios están entre 59.32 y 69.01 dB demuestran las zonas de menor y mayor grado de contaminación acústica. (Sanchez X., 2011).

Igualmente, en Bogotá se desarrolló “Estudio de los niveles de ruido En la corporación Universitaria Iberoamericana”. El estudio buscaba conocer cuáles son los niveles de ruido a los que se exponen tanto los estudiantes como el personal que labora en la Corporación Universitaria Iberoamericana sede Bogotá. Dicho estudio se realizó tomando como referencia para la medición de decibels 15 lugares escogidos de forma aleatoria, y en cada uno de estos se tomó la medición de los niveles de ruido en 4 puntos determinados. Los resultados permitieron comprobar que el promedio de los niveles de ruido presentes sobrepasa los establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante la resolución 0627 de 2006. (Passuy k., 2013).

4. METODOLOGÍA

El tipo de investigación que se lleva a cabo en este proyecto es de carácter mixto, desarrollando un trabajo de campo y un trabajo documental. El trabajo de campo tuvo una duración de dos días (un día entre semana y un día fin de semana) y el documental de dos meses. El trabajo en su totalidad fue desarrollado en la UNAD sede Cartagena los días 13 y 16 de mayo de 2017. Este estudio aplicó la metodología recomendada por la Resolución 0627 del 7 de abril del 2006 Ministerio del Medio Ambiente, como referencia para su ejecución, igualmente el trabajo establecido en este proyecto para alcanzar los objetivos propuestos previamente fue dividido en las siguientes etapas:

4.1. Recopilación de información preliminar

Esta etapa consiste en la recolección de información preliminar, extraída de textos, artículos y publicaciones en Internet, que estén relacionados con la evolución que han tenido las técnicas de medición, evaluación y modelación del ruido, incluyendo los últimos adelantos que se han alcanzado en este campo, que han creado en los investigadores conceptos y criterios sólidos para la realización del estudio.

4.1.1. Trabajo de campo

Para la ejecución del trabajo de campo se tomó como referencias las metodologías descritas en las Resoluciones 08321 de agosto de 1983 y 0627 de abril de 2006, que establecen las mediciones de ruido ambiental a 1.2 m del nivel del suelo y a 1.5 m de distancia de obstáculos.

Este trabajo de campo se desarrolló tomando datos en jornada diurna, en 5 estaciones, con un registro de datos cada segundo por una hora en cada estación, durante un día entre semana y otro día durante el fin de semana, teniendo en cuenta la modalidad a distancia y que es el fin de semana los días donde más se frecuenta a la universidad por parte de alumnos, profesores y personal particular.

Las mediciones de presión sonora se realizaron los días sábado 13 de 08:00 a 13:00 y martes 16 de 14:00 a 20:00 de mayo de 2017, donde se tomaron registro a los niveles de presión sonora cada segundo e identificación de datos atípicos, esto se puede apreciar en el Anexo I donde se encuentra el registro de los datos recopilados durante las labores de campo.

En cuanto a los datos meteorológicos se omitieron para las estaciones internas (pisos 1, 2, 3 y 4) por encontrarse en área protegida de viento y alteración directa del sol. Se tomaron para la estación de la cancha de microfútbol parámetros de temperatura ambiente y velocidad y dirección del viento. Para corroborar las condiciones meteorológicas durante las mediciones se verifico la información en la página del CIOH Climatología del Caribe, buscando las variables como temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento.

4.1.2. Planificación Trabajo de Campo

Criterios de selección de estaciones de monitoreo.

Para determinar los puntos de instalación de las estaciones de monitoreo se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Los niveles de la edificación principal de las instalaciones del centro.
- Los puntos representativos del paso de los estudiantes y funcionarios del CCAV Cartagena.
- Las zonas de esparcimiento o sitios con fines recreativos donde compartan los estudiantes.
- Los sitios de mayor aglomeración de parte de los funcionarios del CCAV Cartagena.

4.1.3 Puntos de Muestreo

A través de un análisis de las instalaciones de la universidad se determinaron los puntos en las cuales se tomaron las medidas niveles de presión sonora de ruido ambiental, teniendo en cuenta los puntos de mayor tránsito de personal y los días de entre semana y fin de semana.

Se determinaron cinco puntos, ubicados en las áreas directas de influencia, teniendo en cuenta los puntos de mayor tránsito, de mayor aglomeración y esparcimiento del personal de alumnos, funcionarios y visitantes, en este sentido se colocó la estación en los pasillos frente a las escaleras de cada piso, estos puntos son clave ya que son paso obligado para el personal que llega a ese piso o va en tránsito para el siguiente, igualmente se instaló en el primer piso a un costado de la recepción y adicionalmente en la cancha de microfútbol (parqueadero). (Figura No. 7).

Figura No. 7. Localización de estaciones en los diferentes niveles



Fuente: Composición Imagen Google Earth enero 2017.

Para los registros de niveles de presión sonora se dividió las horas de aforos en mediciones de 12 minutos para las direcciones norte, sur, este, oeste y vertical hacia arriba. La Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 Ministerio de Medio Ambiente, en el Capítulo I de las disposiciones generales (Artículo 2, Horarios, Hoja N°1).

4.1.4. Equipos

Para Las mediciones por punto se utilizó un Sonómetro Marca Extech, tipo II, con filtros de ponderación en frecuencia (ponderación tipo A), los certificados de calibración del equipo se

puede apreciar en el Anexo II. El sonómetro tiene una precisión de ± 1.5 y una resolución de 0.1 dB, soportado en un trípode de 1,5 m de altura para su estabilidad y mantener sobre el nivel del piso. Luego de realizar el encendido y conexión del sonómetro y el PC, se buscó la orientación por medio de la brújula para cada dirección. El equipo se calibro al inicio de cada jornada con un calibrador marca Extech modelo 407766, MARCANDO 95 dB. Los datos de ruido fueron registrados a través de un software del mismo equipo (Software Extech Modelo 407752) en el computador por medio de conexión USB.

La estación de monitoreo conto con los siguientes elementos:

- **Sonómetro:** Es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros. Para el desarrollo de esta investigación se utilizó el Sonómetro Marca Extech Instrument, tipo II, Modelo 407750 (Figura No. 8), atendiendo las especificaciones Resolución 627 de 2006. (La Tabla No. 2) muestra las especificaciones técnicas del equipo.

Figura No. 8. Sonómetro Marca Extech Modelo 407750



Fuente: Autor

Tabla No. 2. Especificaciones Sonómetro Marca Extech Modelo 407750

ESPECIFICACIONES	
Ítem	Características
Pantalla	LCD retro-iluminada de 2000 cuentas, gráfica de barras análoga
Tasa de actualización de pantalla	Dígitos primarios LCD: 0.5 segundos; Gráfica de barras: 50 mS
Gráfica de barras análoga	En incrementos de 1 dB con amplitud de 50dB
Micrófono	Condensador Electret (0.5" diámetro)
Amplitud de banda de medición	31.5 Hz a 8 kHz
Escala de medición	Ponderación A: 30 a 130 dB; Ponderación C: 35 a 130 dB 6 escalas en incrementos de 10 dB: 30 a 80 dB, 40 a 90 dB, 50 a 100 dB, 60 a 110 dB, 70 a 120 dB, 80 a 130 dB
Precisión / Resolución	± 1.5 dB / 0.1 dB
Selección del tiempo de respuesta	Rápido (125 ms) y Lento (1 segundo)
Salidas análogas CA y CD	0.707 VCA rms en toda la escala; 10 m VDC / dB; Enchufes de salida de 3.5 mm
Normas	Cumple con ANSI y IEC Tipo 2
Calibrador externo	Modelos Extech 407766 o 407744
Tensión	Batería de 9 V; Vida de la batería 20 horas (típica) con indicación de batería débil
Dimensiones / peso	80 x 256 x 38 mm (3.2 x 10.1 x 1.5") / 240 g (8.5 oz.)

Fuente: Manual Sonómetro

- Calibrador ó Pistófono:** Es una pequeña cavidad provista de un pistón con movimiento de vaivén y desplazamiento medible, que permite establecer una presión conocida el interior de la cavidad. Generalmente utilizado para efectuar calibraciones de sonómetros. Para el desarrollo de esta investigación se utilizó el Calibrador Marca Extech Instruments Modelo 407766, (Figura No. 9). con certificado de calibración vigente. Los sonómetros fueron calibrados por la empresa Power Tools a la cual le fueron comprados. En la tabla No. 3 se muestran las especificaciones técnicas del equipo mencionado

Figura No. 9. Calibrador Marca Extech modelo 407766



Fuente: Catálogo Extech 2007

Tabla No. 3. Especificaciones del Calibrador Extech modelo 407766

ESPECIFICACIONES	
Ítem	Características
<i>Señales de salida</i>	407744: 94 dB 407766: 94 dB y 114 dB
<i>Precisión de la señal de salida</i>	407744: ± 0.5 dB; 407766: ± 0.5 dB (94 dB), ± 0.8 dB (114 dB)
<i>Frecuencia de la señal de salida</i>	Onda sonoidal 1 kHz
<i>Precisión de frecuencia de la señal de salida</i>	$\pm 5\%$
<i>Tamaños de micrófonos compatibles</i>	micrófonos de 0.5" y 1"
<i>Distorsión armónica total (THD)</i>	<2% @94 dB, <5% @ 114 dB (407766)
<i>Temperatura de operación</i>	0 a 50 oC (32 a 122 oF)
<i>Alimentación de energía</i>	Dos baterías de 9 V
<i>Consumo de energía</i>	Aprox. 10 mA DC
<i>Prueba de batería</i>	LED de estado
<i>Dimensiones</i>	2.2" diámetro x 5.7" largo (50 x 145 mm)
<i>Peso</i>	340 g (0.75 lbs.)

Fuente: Manual Calibrador

- **Estación Meteorológica:** Mide e indica parámetros de temperatura, velocidad del viento y presión atmosférica.

Está integrada por la una estación central que proporciona datos como son: velocidad del viento en el rango de 0 – 108 km/h, Rango temperatura de 0 °C– 50 °C, la estación corresponde a un Termo anemómetro Digital MDA II (Figura No. 10). Las características se encuentran detalladas en la Tabla 4.

Figura No. 10. Estación Meteorológica marca La Crosse Technology



Fuente: Autor.

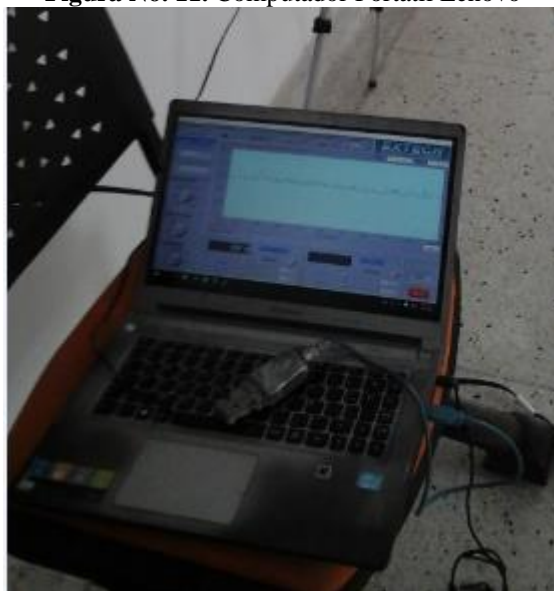
Tabla No. 4. Características Estación Meteorológica

Características Estación Meteorológica – MDA II
<i>Aproximadamente: Tiempo para medir la velocidad media del viento. 2s</i>
<i>Velocidad de muestreo para la medición de temperatura: Aprox. 1 vez / segundo.</i>
<i>Entorno de funcionamiento 0 ° C a 50 ° C, RH <75 %.</i>
<i>Duración de la batería: 200 horas (típico)</i>
<i>Dimensiones: Instrumento: 160 (H) x 65,5 (L) x 35 (D) mm; Hélice: 370 (H) x 75 (L) x 45 (D) mm</i>
<i>Longitud del cable: 800 mm</i>
<i>Temperatura gamas: -20 ° C ~ 60 ° C / -4 ° F ~ 140 ° F</i>
<i>Sensor: NTC</i>
<i>mph (millas por hora)</i>
<i>Precisión: ± 3 % de la escala completa - Resolución: 0,1 mph</i>
<i>km / h (kilómetros por hora)</i>
<i>rango: 1,1 kmh ~ 108,0 kmh</i>

Fuente: Manual Estación Meteorológica

Computador Portátil: Computadora personal móvil utilizada en este proyecto para capturar los datos (Niveles de Presión Sonora) mediante el software de conexión al equipo Extech Instrument modelo 407752. El portátil que se utilizó fue de marca LENOVO modelo nx9010 (Figura No. 11).

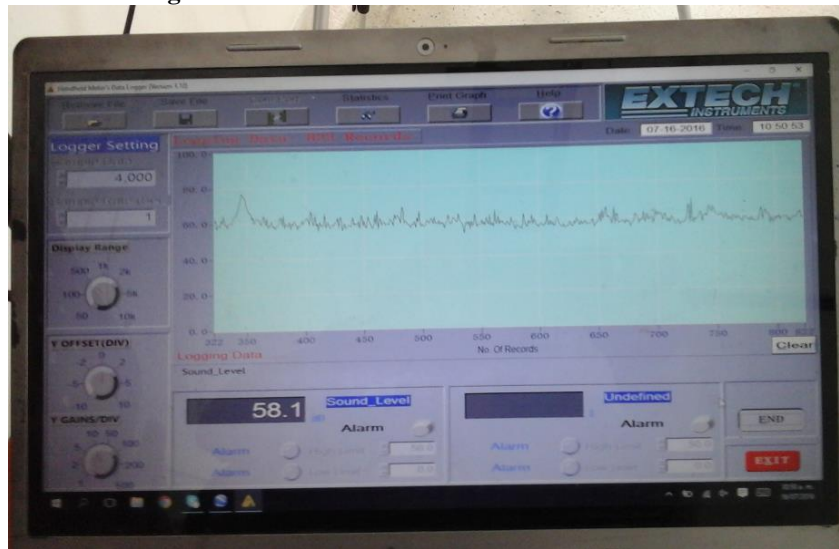
Figura No. 11. Computador Portátil Lenovo



Fuente: Autor

- **Software para captura de datos Extech Instrument modelo 407752:** Este programa de software permite al usuario capturar hasta 10,000 lecturas de medidor (por archivo) en una computadora (Figura No. 12).

Figura No. 12. Software Extech Modelo 407752



Fuente: Manual Software Extech 407752, 2004

- **Trípode:** Instrumento donde se coloca el sonómetro para evitar el movimiento y cumplir con la reglamentación descrita en la norma (Figura No. 13).

Figura No. 13. Trípode a 1.5 m de altura



Fuente: Autor

4.1.5.1. Procedimiento de Medición de Ruido

Las mediciones se realizaron durante dos días, un día entre semana y un día fin de semana, se tuvo en cuenta que el fin de semana y en especial el día sábado es el día más concurrido por el personal de alumnos, profesores y visitante por ser esta una institución de educación a distancia (Tabla No. 5). Lo anterior se hizo con el objetivo de comparar la variación de los niveles de ruido entre los días escogidos.

Tabla No. 5. Fechas de muestreo

Día	Estación	Intervalo de medición/Estación	Numero de datos/Estación	Hora de medición
Sábado 13 de mayo 2017	1 Piso	1 Hora, con un registro por segundo	3600	11:39 am - 12:39 pm
	2 Piso			10:37 am - 11:37 am
	3 Piso			09:34 am - 10:34 am
	4 Piso			08:27 am - 09:27 am
	Parqueadero			12:45 pm - 13:45 pm
Martes 16 de mayo 2017	1 Piso	1 Hora, con un registro por segundo	3600	18:14 pm - 19:14 pm
	2 Piso			17:11 pm - 18:11 pm
	3 Piso			16:09 pm - 17:09 pm
	4 Piso			13:00 pm - 14:00 pm
	Parqueadero			19:18 pm - 20:18 pm

Fuente: Autor

Estas jornadas de medición incluyen horas picos y horas valles, lo que nos permitió determinar la variación de ruido entre estas dos horas. (Figura No. 14).

Figura No. 14. Toma de información durante muestreo



Fuente: Autor.

Para la toma de los datos se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones:

- El sitio de ubicación de la intersección analizada, se escogió evitando la presencia de superficies reflectantes, aparatos de sonido de manera que la señal recibida fuera netamente producida por las diferentes fuentes circundantes.
- El sonómetro se calibró para un tiempo de respuesta rápida y filtro de ponderación A,
- Se efectuó la correspondiente calibración del sonómetro en el sitio de medición antes de iniciar cada toma de datos para determinar las condiciones del lugar.

4.1.5.2. Medición de Condiciones Meteorológicas

Teniendo en cuenta que el sitio de las estaciones era dentro del edificio la medición de los parámetros meteorológicos se efectuaron al iniciar e intermedio de la medición. Se tomaron los parámetros de temperatura, dirección y velocidad del viento; con el fin de dar cumplimiento a lo exigido en la resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (Figura No. 15)

Figura No. 15. Toma de datos meteorológicos



Fuente : Autor.

4.2 Análisis de Información Obtenida

Luego de obtener las mediciones por estación (un día entre semana y un día fin de semana) se calculó el nivel equivalente de presión sonora promedio (L_{Aeq}) para ruido ambiental aplicando la formula (1).

$$L_{Aeq} = 10.\log((1/5).(10^{L_N/10} + 10^{L_o/10} + 10^{L_S/10} + 10^{L_E/10} + 10^{L_V/10})) \quad (1)$$

Donde:

L_{Aeq} = Nivel equivalente resultante de la medición.

L_N = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte.

L_O = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste.

L_S = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur.

L_E = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este.

L_V = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical.

Luego de calcular el nivel de presión sonora equivalente para cada estación para ambas jornadas diurnas de entre semana y fin de semana, se realizó un análisis de las estaciones que no cumplen con los niveles permitidos por la Resolución 0627 del 7 de Abril de 2006 Ministerio de Medio Ambiente (Figura No. 16), así como determinar que estaciones alcanzaron los mayores y menores niveles de ruido, qué porcentaje de puntos supera los estándares de presión sonora, las fuentes de generación de ruido, teniendo en cuenta que para las todas las estaciones tienen niveles máximos permitidos de ruido ambiental para sector B.

Figura No. 16. Niveles máximos permitido de ruido ambiental Res. 0627 de 2006

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		

Fuente: Resolución 0627 de 2006, con adaptación.

Con los datos calculados de niveles de presión sonora de las dos jornadas se necesitó determinar la desviación estándar (S) y la media aritmética (X) para hallar el coeficiente de variación (Cv), por punto se divide la desviación estándar entre la media aritmética; si de acuerdo a los datos obtenidos el coeficiente de variación está por debajo de 1,5 se muestra un nivel de confiabilidad alto, permitiendo validar el nivel de confianza de los trabajos de campo.

5. RESULTADOS

El estudio de los niveles de presión sonora por ruido ambiental en las instalaciones de la UNAD sede Cartagena están enmarcado en la reglamentación vigente para el control de emisiones de ruido por la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, así como las recomendaciones de las normas ISO 3740/2000, ISO 362/2007 y la NTC 3520.

Las condiciones meteorológicas durante las labores de campo se omitieron para las estaciones internas (pisos 1, 2, 3 y 4) por encontrarse en área protegida de viento, sin embargo se tomaron para la estación de la cancha de microfútbol parámetros de temperatura ambiente y velocidad y dirección del viento (Tabla No. 6). Para corroborar las condiciones meteorológicas durante las mediciones se verifico la información en la página del CIOH Climatología del Caribe, buscando las variables como temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento (Tabla No. 7).

Tabla No. 6. Condiciones climáticas estación cancha de microfútbol días de muestreo

FECHA	HOR	TEMPERATUR A °C	VIENTO		HUMEDAD (%)
			VELOCIDAD (km/h)	DIRECCIÓN N	
13 Sábado	12:50	30,6	1,0	E	78
	13:00	30,5	1,0	--	78
	13:10	30,2	1,0	--	78
	13:20	30,2	1,0	--	80
	13:40	30,2	1,2	E	80
	13:50	30,4	1,2	NE	78
16 Martes	19:25	27,8	2,5	N	82
	19:35	27,8	3,0	N	81
	19:45	27,6	1,8	N	81
	19:55	27,6	1,5	N	80
	20:10	27,6	1,5	N	80
	20:20	27,4	1,5	N	80

Fuente: Autor

Tabla No. 7. Condiciones meteorológicas días de observación

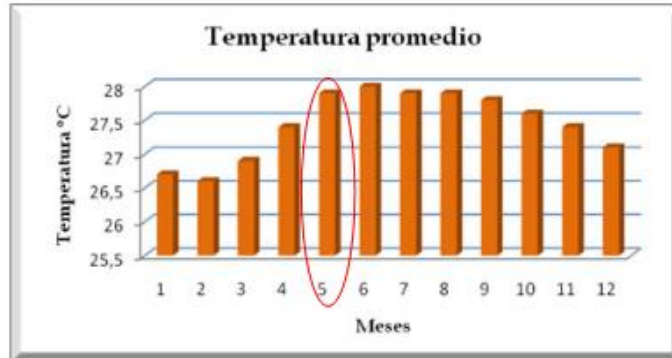
Fecha/Hora	Humedad % aire 2m	Presión Barométrica mb	Temp. Aire °C 2 m	Velocidad Viento m/s	Dirección Viento °
13/05/2017 08:00	76	1013,6	30,4	1,4	60,2 NE
13/05/2017 09:00	74	1014,2	30,7	1,4	224,7 SO
13/05/2017 10:00	72	1014,0	30,9	2,3	269,0 O
13/05/2017 11:00	72	1013,8	31,1	3,2	302,0 NO
13/05/2017 12:00	73	1013,7	31,3	4,6	302,2 NO
13/05/2017 13:00	77	1013,0	31,2	4,3	308,8 NO
13/05/2017 14:00	80	1012,1	29,9	3,2	330,7 NO
13/05/2017 15:00	79	1010,9	30,8	3,1	341,5 NO
13/05/2017 16:00	79	1010,6	31,1	3,5	336,4 NO
13/05/2017 17:00	79	1011,1	30,8	3,6	350,4 N
13/05/2017 19:00	81	1011,6	29,2	3,3	24,6 NE
13/05/2017 20:00	84	1012,3	29,0	1,9	43,4 NE
Fecha/Hora	Humedad aire 2m	Presión Barométrica	Temp. Aire 2m	Velocidad Viento	Dirección Viento
16/05/2017 08:00	90	1012,4	28,8	3,7	186,8 S
16/05/2017 09:00	85	1013,1	28,8	3,4	217,3 SO
16/05/2017 10:00	90	1013,4	27,6	6,6	270,6 O
16/05/2017 11:00	96	1013,1	27,4	3,4	307,7 NO
16/05/2017 12:00	87	1012,4	30,1	1,6	295,0 NO
16/05/2017 13:00	87	1011,3	29,6	4,9	266,5 O
16/05/2017 14:00	86	1010,7	29,8	5,7	272,2 O
16/05/2017 15:00	88	1010,5	28,1	4,2	298,2 NO
16/05/2017 17:00	88	1010,1	27,8	1,6	8,0 N
16/05/2017 18:00	93	1011,1	27,9	1,6	27,6 NE
16/05/2017 19:00	94	1011,2	27,8	1,9	33,3 NE
16/05/2017 20:00	93	1012,2	27,5	3,1	30,6 NE

Fuente: (EMMAS CIOH del 13 y 16 de mayo de 2017). Adaptacion autor

Comparando los datos meteorológicos obtenidos en la tabla 6, con los datos registrados los días sábado 13 y martes 16 (días de muestreos) se puede concluir que concuerda con las condiciones meteorológicas durante las labores de campo.

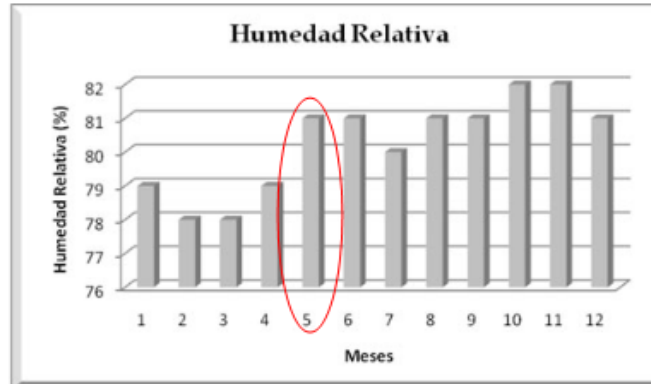
Igualmente se verificaron los datos meteorológicos obtenidos en la tabla 6, con los promedios multianuales del CIOH como se pueden apreciar en las figuras 17, 18 y 19, donde se encuentran temperaturas, humedad relativa, velocidad y dirección del viento multianuales, respectivamente presentes en el distrito de Cartagena de Indias D. T. y C. concluyendo que la información registrada en el campo se encuentran dentro de estos parámetros.

Figura No. 17. Temperatura promedio multianual Cartagena



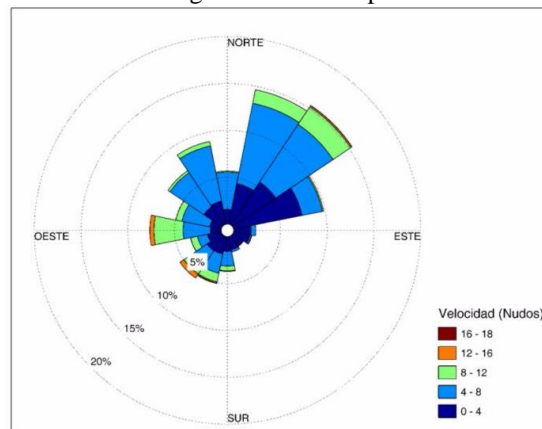
Fuente: (Boletines mensuales CIOH, 2016), Adaptación autor

Figura No. 18. Humedad Relativa promedio multianual Cartagena



Fuente: (Boletines mensuales CIOH, 2016), Adaptación autor

Figura No. 19. Distribución del régimen de viento para el mes de mayo en Cartagena



Fuente: (Boletines mensuales CIOH, 2016), Adaptación autor

Mediante los datos obtenidos en las mediciones y el análisis realizado, se pudo establecer y como respuesta al objetivo No 1 que durante las jornadas de trabajo de los día entre semana y fin de semana para las cinco estaciones no son ruidosos, debido a que en ninguna de ellas sobrepasan los estándares permisibles, a pesar que en la estación localizada en el primer piso sobrepasa los parámetros estipulados por la Resolución 627 del 2006 en un decibel, siendo la que presenta anomalía para el fin de semana. Esto debido a que es el día sábado donde más concurre el personal de alumnos y docentes a desarrollar actividades académicas, Igualmente se observa el aumento para todas las estaciones del fin de semana.

Para efectos de comparación y evaluación del cumplimiento o no de la norma los datos de niveles de presión promedio equivalente (LAeq) son redondeados a números enteros, estos resultados resumidos se pueden ver en la tabla No. 8.

Tabla No. 8. Resumen de resultados de las mediciones para las jornadas diurnas (estaciones A, B, C, D y E) de los días entre semana y fin de semana con la normatividad correspondiente

ESTACION	Día de la semana en análisis	Datos de las mediciones y normatividad		
		LAeq promedio	Nivel Máximo de LAeq permitido	CUMPLE CON LA NORMATIVIDAD
Piso 1	Fin de semana	66	65	NO
Piso 2		61	65	SI
Piso 3		58	65	SI
Piso 4		61	65	SI
Cancha		57	65	SI
Piso 1	Entre semana	62	65	SI
Piso 2		59	65	SI
Piso 3		57	65	SI
Piso 4		55	65	SI
Cancha		56	65	SI

Fuente: Autor

El análisis de resultados de las mediciones realizadas para cada estación se presenta a continuación:

5.1 Resultados de monitoreo de niveles de presión

De acuerdo a los datos de nivel de presión sonora promedio equivalente (LAeq) obtenidos se dividió su estudio en dos jornadas días entre semana y fin de semana como se presenta a continuación:

5.1.1 Jornadas fin de semana

Estas mediciones se realizaron el sábado 13 de mayo de 2017, para lo cual se iniciaron labores 08:00 am, se inició por la estación del 4º piso acuerdo lo planeado, ubicando la estación en los pasillos frente a las escaleras de los pisos 2, 3 y 4, en el primer piso en el sector de la recepción y en la cancha de microfútbol (parqueadero). Una vez instalada la estación se procedió a la calibración del sonómetro

En general las condiciones climáticas fueron estables presentando un poco de nubosidad, estas condiciones se pueden observar en la tabla No. 7 (Datos meteorológicos estación CIOH), en cuanto los datos meteorológicos tomados en campo no se registraron los de las estaciones dentro de la edificación ya que estas condiciones no alteraban las mediciones, sin embargo si se registraron datos para la estación de la cancha de microfútbol (parqueadero). (Tabla No. 9)

Tabla No. 9. Datos meteorológicos observados estación Cancha de microfútbol (Parqueadero).

HORA	TEMPERATURA °C	VIENTO		Humedad %
		Velocidad m/s	Dirección	
12:50	30,6	2.3	N	78
13:00	30,5	2.0	N	78
13:10	30,2	1.5	N	78
13:20	30,2	1.8	N	80
13:40	30,2	1,2	NE	80
13:50	30,4	1,2	NE	78

Fuente: Autor

5.1.1.1 Análisis estación 4º piso sábado 13 de mayo de 2017


El registro de datos para esta estación se inició a las 08:27 (Figura No. 20) donde se tomaron datos cada segundo en las posiciones norte, este, sur, oeste y vertical durante 12 minutos en cada posición, en la tabla No. 10 y figura No. 21 se pueden apreciar los datos atípicos tomados durante las labores de campo para este día.

Figura No. 20. Toma de datos estación 4º piso



Fuente: Autor

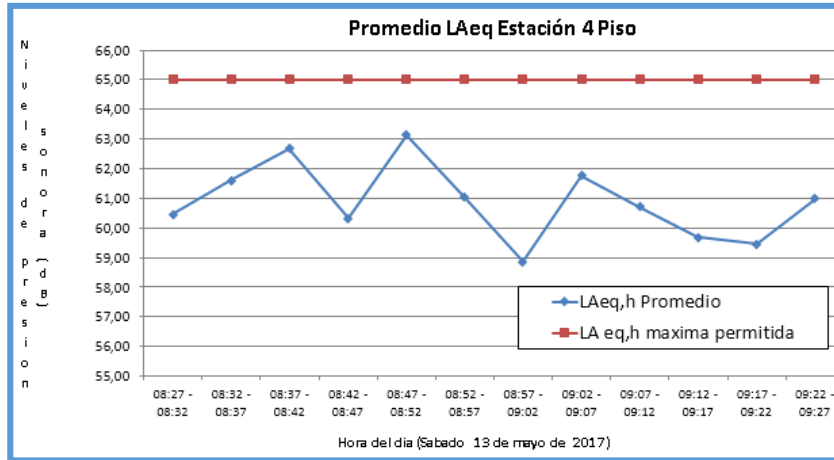
Tabla No. 10. Identificación de datos atípicos 13 de mayo 2017, Estación 4º piso

MEDICION DE RUIDO AMBIENTAL			
 PROYECTO: Análisis de los Niveles de Presión Sonora en La Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Cartagena.			
FECHA	Sábado 13 de mayo de 2017.	UBICACIÓN	4º Piso
DATOS ATÍPICOS			
HORA	DURACION	DESCRIPCION DEL EVENTO	DICIBELES
08:40	6 seg.	Paso de avión aterrizaje	62,8
08:51	6 seg.	Paso de avión aterrizaje	63,2
09:03	7 seg.	Paso de avión aterrizaje	61,8
09:25	6 seg.	Paso de avión aterrizaje	61,0

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura No. 21 Las anomalías presentadas por el paso de aeronaves no sobrepasaron los niveles máximos de presión sonora permitidos, estando por debajo 2 dB aproximadamente.

Figura No. 21. Distribución temporal del LAeq, estación 4 piso para día entre semana



Fuente: Autor

Los resultados del análisis de la estación del 4 piso para el día sábado nos arroja que del total de datos tomados 721, sobrepasaron el nivel máximo permitido el 13,45 % de los datos, la media aritmética presentada para esta observación fue de 60,89 dB lo que indica que está dentro del rango exigido por la norma, por otra parte se observa que estos datos tienen una S de 3,88 lo que indica la cantidad que están alejados del promedio, estos datos son muy homogéneos ya que su C.v es muy bajo (0,06), en cuanto a la ponderación frecuencial máxima fue de 77 y la mínima de 54 y por tanto la ponderación frecuencial promedio fue de 61. En la tabla No. 11 se aprecia el análisis de los datos estadísticos para el 4° piso.

Tabla No. 11. Análisis datos 4 piso

NIVEL MAXIMO PERMITIDO DURANTE EL DIA		ESTADISTICA		
65				
N° Total de datos	721			
No Ruidoso		Porcentaje	Desviación Estándar (S) (dB)	3,88
N° de datos que NO cumplen con el nivel máximo permitido	97	13,45%	Media Aritmética (X) (dB)	60,89
N° de datos que cumplen con el nivel máximo permitido	624	86,55%	Coefficiente de Variación (Cv)	0,06
N° IMP	0	0,00%	Percentil 10 (dB)	56,91
LAeq,h Promedio	61		Percentil 50 (dB)	59,98
			Percentil 90 (dB)	66,45
Max LAeq,h	77			
Min LAeq,h	54			

Fuente: Autor

5.1.1.2 Análisis estación 3° piso sábado 13 de mayo de 2017

El registro de datos para esta estación se inició a las 09:34 (Figura No. 22) donde se tomaron datos cada segundo en las posiciones norte, este, sur, oeste y vertical durante 12 minutos en cada posición, en la tabla No. 12 y figura No. 23 se pueden apreciar los datos atípicos tomados durante las labores de campo para este día.

Figura No. 22. Toma de datos estación 3° piso



Fuente: Autor

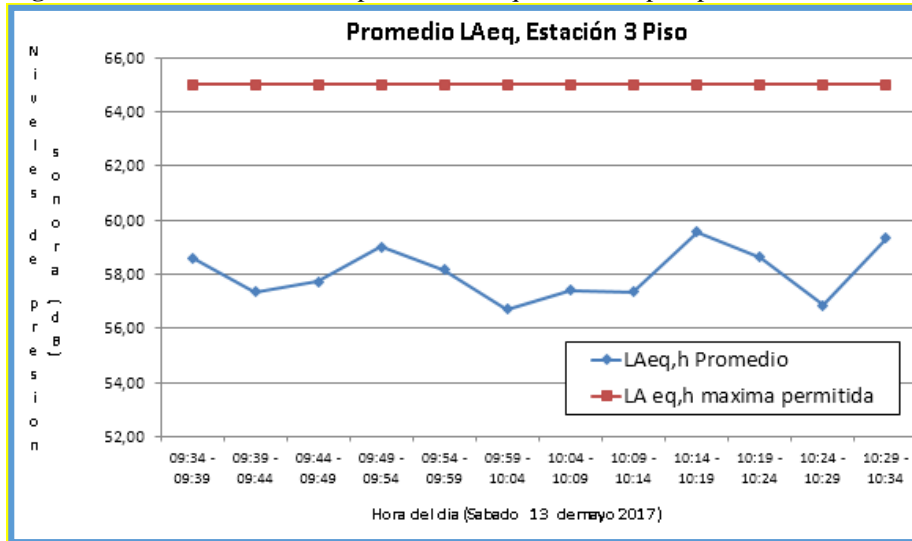
Tabla No. 12. Identificación de datos atípicos 13 de mayo 2017, Estación 3° piso

UNAD Universidad Nacional Abierta y a Distancia				MEDICION DE RUIDO AMBIENTAL			
PROYECTO: Análisis de los Niveles de Presión Sonora en La Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Cartagena.							
FECHA	Sábado 13 de mayo de 2017.			UBICACIÓN	3° Piso		
DATOS ATIPICOS							
HORA	DURACION	DESCRIPCION DEL EVENTO				DICIBELES	
09:52	6 seg.	Paso de avión aterrizaje				58,7	
10:17	6 seg.	Paso de avión aterrizaje				58,9	
10:34	7 seg.	Paso de avión aterrizaje				58,8	

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Figura No. 23 las anomalías presentadas por el paso de aeronaves no sobrepasaron los niveles máximos de presión sonora permitidos, estando por debajo más de 6,2 dB.

Figura No. 23. Distribución temporal del LAeq, estación 3 piso para el fin de semana



Fuente: Autor

El análisis de la estación del 3° piso para el día sábado nos indica que del total de datos tomados 721, indica que el 4,44 % de los datos sobrepasaron el límite máximo permitido, la media aritmética presentada para esta observación fue de 58,03 dB lo que indica que está dentro del rango exigido por la norma, por otra parte se observa que estos datos tienen una S de 2,87 lo que indica la cantidad que están alejados del promedio, igualmente presenta unos datos muy homogéneos ya que su Cv es muy baja (0,05), en cuanto a la ponderación frecuencial máxima para esta estación fue de 78 y la mínima de 54 y una ponderación frecuencial promedio de 58. En la tabla No. 13 se puede observar los datos estadísticos de los datos registrados para el 3° piso.

Tabla No. 13. Análisis datos 3 piso

NIVEL MÁXIMO PERMITIDO DURANTE EL DÍA		65		ESTADÍSTICA	
Nº Total de datos	721				
No Ruidoso		Porcentaje		Desviación Estándar (S) (dB)	2,87
Nº de datos que NO cumplen con el nivel máximo permitido	32	4,44%		Media Aritmética (X) (dB)	58,03
Nº de datos que cumplen con el nivel máximo permitido	689	95,56%		Coefficiente de Variación (Cv)	0,05
Nº IMP	0	0,00%		Percentil 10 (dB)	55,69
LAeq,h Promedio	58			Percentil 50 (dB)	57,23

		Percentil 90 (dB)	61,28
Max LAeq,h	78		
Min LAeq,h	54		

Fuente: Autor

5.1.1.3 Análisis estación 2° piso sábado 13 de mayo de 2017.


El registro de datos para esta estación se inició a las 10:37 (Figura No. 24) donde se tomaron datos cada segundo en las posiciones norte, este, sur, oeste y vertical durante 12 minutos en cada posición, en la tabla No. 14 y figura No. 25 se pueden apreciar los datos atípicos tomados durante las labores de campo para este día.

Figura No. 24. Toma de datos estación 2° piso



Fuente: Autor

Tabla No. 14. Identificación de datos atípicos 13 de mayo 2017, Estación 2° piso

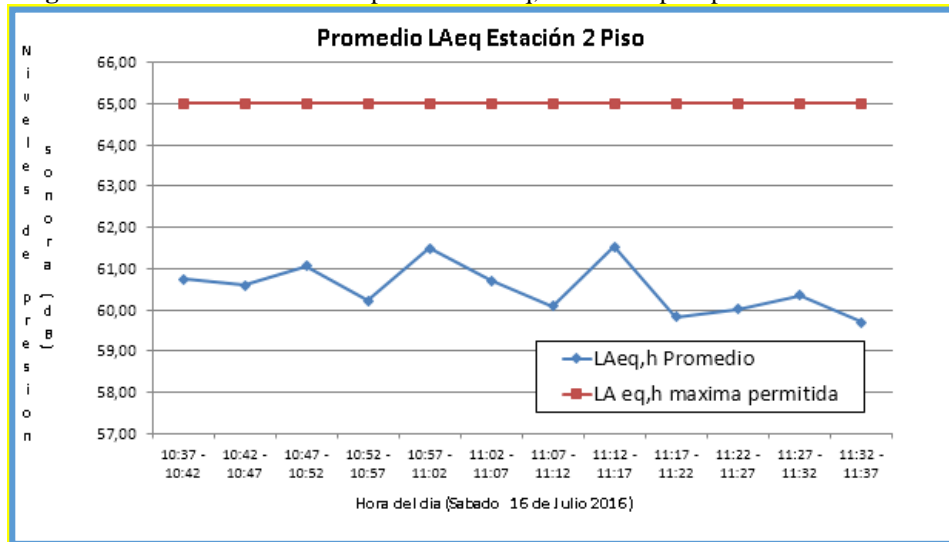
	MEDICION DE RUIDO AMBIENTAL		
	PROYECTO: Análisis de los Niveles de Presión Sonora en La Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Cartagena.		
FECHA	Sábado 13 de mayo de 2017.	UBICACIÓN	2° Piso
DATOS ATIPICOS			
HORA	DURACION	DESCRIPCION DEL EVENTO	DICIBELES

10:49	6 seg.	Paso de avión aterrizaje	61,1
11:00	6 seg.	Paso de avión aterrizaje	61,6
11:15	7 seg.	Paso de avión aterrizaje	61,5
11:30	7 seg.	Paso de avión aterrizaje	60,4

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura No. 25 Las anomalías presentadas por el paso de aeronaves no sobrepasaron los niveles máximos de presión sonora permitidos, estando por debajo más de 3,5 dB.

Figura No. 25. Distribución temporal del LAeq, estación 2 piso para el fin de semana.



Fuente: Autor

Los resultados del analisis de la estacion del 2 piso para el dia sabado nos arroja que del total de datos tomados 721, el 3,47 % no cumplen con el nivel máximo permitido, la media aritmetica presentada para esta observacion fue de 60,54 dB lo que indica que esta dentro del rango exigido por la norma, por otra parte se observa que estos datos tienen una S de 2,06 lo que indica la cantidad que están alejados del promedio, los datos de esta estacion son muy homogéneos ya que presenta un Cv es muy bajo (0,03), en cuanto la ponderación frecuencial máxima presentada fue de 72 dB y la mínima de 57 dB y por tanto la ponderación frecuencial promedio fue de 61 dB. En la tabla No. 15 se aprecia el análisis de los datos para el 2º piso.

Tabla No. 15. Análisis datos 2 piso

NIVEL MAXIMO PERMITIDO DURANTE EL DIA	65		ESTADISTICA	
Nº Total de datos	721			
No Ruidoso		Porcentaje	Desviación Estándar (S) (dB)	2,06
Nº de datos que NO cumplen con el nivel máximo permitido	25	3,47%	Media Aritmética (X) (dB)	60,54
Nº de datos que cumplen con el nivel máximo permitido	696	96,53%	Coficiente de Variación (Cv)	0,03
Nº IMP	0	0,00%	Percentil 10 (dB)	58,61
LAeq,h Promedio	61		Percentil 50 (dB)	60,12
			Percentil 90 (dB)	62,74
Max LAeq,h	72			
Min LAeq,h	57			

Fuente: Autor

5.1.1.4 Análisis estación 1º piso sábado 13 de mayo de 2017


El registro de datos para esta estación se inició a las 11:39 (Figura No. 26) donde se tomaron datos cada segundo en las posiciones norte, este, sur, oeste y vertical durante 12 minutos en cada posición, en la tabla No. 16 y figura No. 27 se pueden apreciar los datos atípicos tomados durante las labores de campo para este día.

Figura No. 26. Toma de datos estación 1º piso



Fuente: Autor

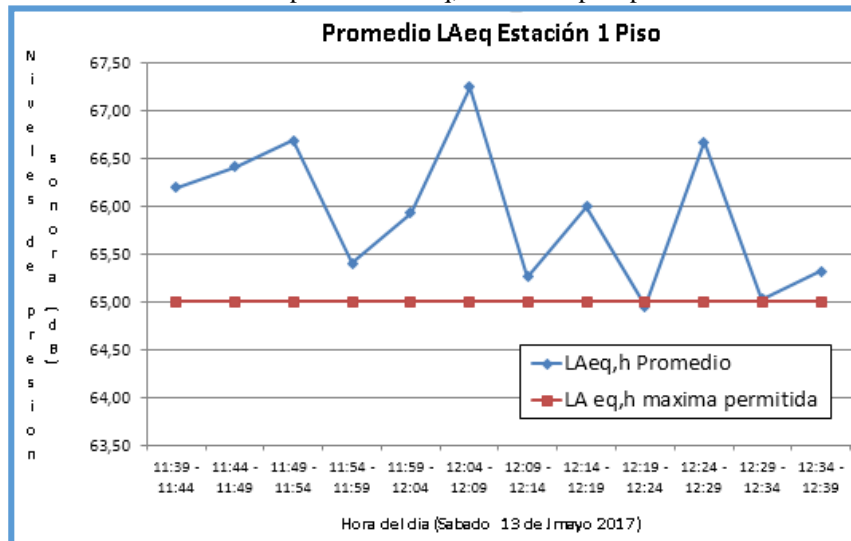
Tabla No. 16. Identificación de datos atípicos 13 de mayo 2017, Estación 1° piso

	MEDICION DE RUIDO AMBIENTAL		
	PROYECTO: Análisis de los Niveles de Presión Sonora en La Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Cartagena.		
FECHA	Sábado 13 de mayo de 2017.	UBICACIÓN	1° Piso
DATOS ATIPICOS			
HORA	DURACION	DESCRIPCION DEL EVENTO	DICIBELES
11:52	7 seg.	Paso de avión aterrizaje	66,7
12:04	6 seg.	Paso de avión aterrizaje	67,4
12:17	6 seg.	Paso de avión aterrizaje	66,0
12:28	7 seg.	Paso de avión aterrizaje	66,7

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura No. 27 las anomalías presentadas por el paso de aeronaves en esta estación sobrepasaron los niveles máximos de presión sonora permitidos, estando por encima 1,5 dB, adicionalmente toda la medición se encuentra sobrepasando el nivel máximo permitido por la norma, esto se debe a que es el punto más concurrido y adicionalmente se encuentra allí un televisor el cual genera altos niveles de ruido.

Figura No. 27. Distribución temporal del LAeq, estación 1 piso para el fin de semana.



Fuente: Autor

Los resultados del analisis de la estacion del primer piso nos indica que se tomaron un total de 721 datos, de estos 69,21 % no cumplen con el nivel máximo permitido, siendo este un valor alto para lo que se venia tomando, la media aritmetica presentada para esta estacion fue

de 65,93 dB lo que indica que esta estación sobre paso los niveles exigido por la norma, por otra parte se observa que estos datos tienen una S de 1,94 lo que indica la cantidad que están alejados del promedio, estos datos son bastante homogéneos ya que su C.v es muy bajo (0,03), en cuanto la ponderación frecuencial máxima fue de 76 dB y la mínima de 62 dB y por tanto la ponderación frecuencial promedio fue de 66 dB. Estos datos son muy coherentes ya que en este piso es donde se presenta el mayor movimiento de personal. En la tabla No. 17 se aprecia el análisis de los datos para el 1° piso.

Tabla No. 17. Análisis datos 1° piso

NIVEL MAXIMO PERMITIDO DURANTE EL DIA		65			
N° Total de datos		721			
No Ruidoso		Porcentaje	ESTADISTICA		
N° de datos que NO cumplen con el nivel máximo permitido		499	69,21%	Desviación Estándar (S) (dB)	1,94
N° de datos que cumplen con el nivel máximo permitido		222	30,79%	Media Aritmética (X) (dB)	65,93
N° IMP		0	0,00%	Coefficiente de Variación (Cv)	0,03
LAeq,h Promedio		66		Percentil 10 (dB)	63,95
				Percentil 50 (dB)	65,64
				Percentil 90 (dB)	68,07
Max LAeq,h		76			
Min LAeq,h		62			

Fuente: Autor

5.1.1.5 Análisis estación Cancha microfútbol (parqueadero) sábado 13 de mayo de 2017


El registro de datos para esta estación se inició a las 11:39 (Figura No. 28) donde se tomaron datos cada segundo en las posiciones norte, este, sur, oeste y vertical durante 12 minutos en cada posición, en la tabla No. 18 y Figura No. 29 se pueden apreciar los datos atípicos tomados durante las labores de campo para este día.

Figura No. 28. Toma de datos estación Cancha microfútbol (parqueadero)



Fuente: Autor

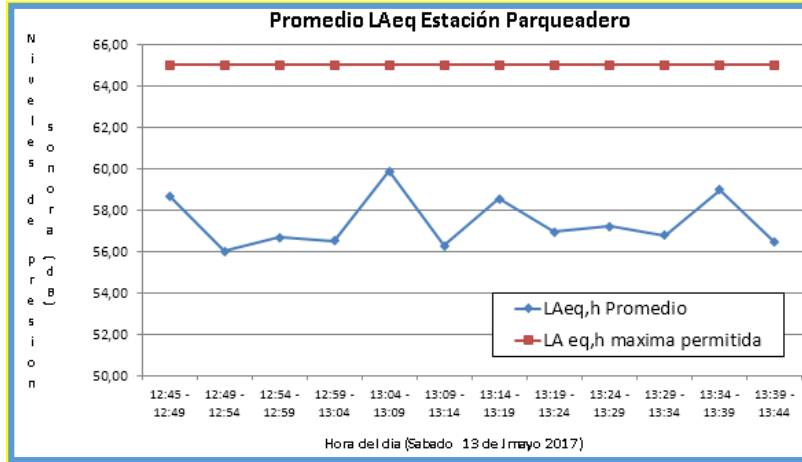
Tabla No. 18. Identificación de datos atípicos 13 de mayo 2017, Estación Cancha microfútbol (parqueadero)

			
MEDICION DE RUIDO AMBIENTAL			
PROYECTO: Análisis de los Niveles de Presión Sonora en La Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Cartagena.			
FECHA	Sábado 13 de mayo de 2017.	UBICACIÓN	1° Piso
DATOS ATIPICOS			
HORA	DURACION	DESCRIPCION DEL EVENTO	DICIBELES
11:52	7 seg.	Paso de avión aterrizaje	66,7
12:04	6 seg.	Paso de avión aterrizaje	67,4
12:17	6 seg.	Paso de avión aterrizaje	66,0
12:28	7 seg.	Paso de avión aterrizaje	66,7

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura No. 29 las anomalías presentadas por el paso de aeronaves, en esta estación no se sobrepasaron los niveles máximos de presión sonora permitidos, estos se encuentran por debajo 7 dB.

Figura No. 29. Distribución temporal del LAeq, estación Cancha de microfútbol (parqueadero)



Fuente: Autor

Los datos del parqueadero nos muestra que se tomaron 721, de los cuales 4,58 % no cumplen con el nivel máximo permitido, mostrando una media aritmetica de 57,42 dB lo que indica que esta dentro del rango exigido por la norma, por otra parte se observa que estos datos tienen una S de 2,96 lo que indica la cantidad que estan alejados del promedio, los datos de esta estacion son muy homogeneos ya que presenta un Cv es muy bajo (0,05), en cuanto la ponderación frecuencial máxima presentada fue de 74 dB y la mínima de 54 dB por tanto la ponderación frecuencial promedio fue de 57 dB. En la tabla No. 19 se aprecia el análisis de los datos para la cancha de microfútbol (parqueadero).

Tabla No. 19. Análisis datos Cancha de microfútbol (Parqueadero)

NIVEL MAXIMO PERMITIDO DURANTE EL DIA		65			
Nº Total de datos	721	ESTADISTICA			
No Ruidoso					
Nº de datos que NO cumplen con el nivel máximo permitido	33	4,58%	Media Aritmética (X) (dB)	57,42	
Nº de datos que cumplen con el nivel máximo permitido	688	95,42%	Coficiente de Variación (Cv)	0,05	
Nº IMP	0	0,00%	Percentil 10 (dB)	55,37	
LAeq,h Promedio	57		Percentil 50 (dB)	56,68	
			Percentil 90 (dB)	59,27	
Max LAeq,h	74				
Min LAeq,h	54				

Fuente: Autor

5.1.2 Jornada entre semana

Estas mediciones se realizaron el día martes 16 de mayo de 2017, para lo cual se iniciaron labores 13:00 pm, se inició por la estación del 4º piso acuerdo lo planeado, ubicando la estación en los lugares donde se ubicó el día sábado, pasillos frente a las escaleras de los pisos 2, 3 y 4, en el primer piso en el sector de la recepción y en la cancha de microfútbol (parqueadero). Una vez instalada la estación se procedió a la calibración del sonómetro.

Las condiciones climáticas fueron estables presentando poca de nubosidad, estas condiciones se pueden observar en la tabla No. 7 (Datos meteorológicos estación CIOH), en cuanto los datos meteorológicos tomados en campo no se registraron los de las estaciones dentro de la edificación ya que estas condiciones no alteraban las mediciones, sin embargo si se registraron datos para la estación de la cancha de microfútbol (parqueadero) (Tabla No. 20).

Tabla No. 20 Datos meteorológicos observados estación Cancha de microfútbol (Parqueadero) para el día martes 16 de mayo 2017.

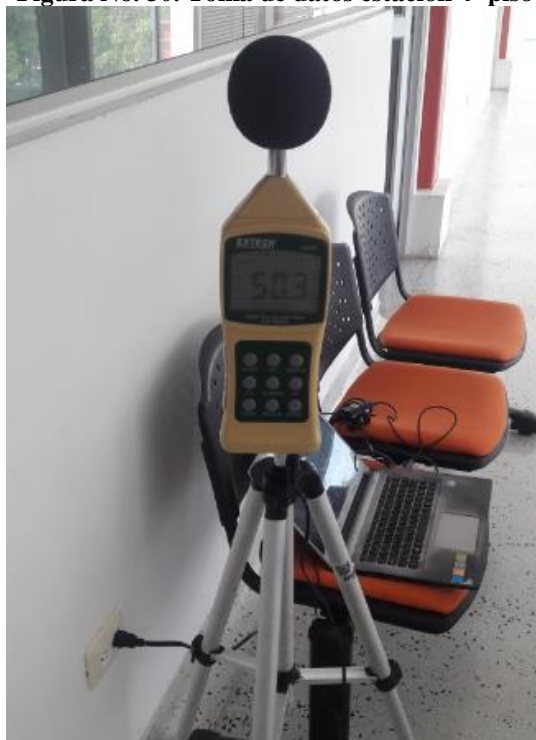
HORA	TEMPERATURA °C	VIENTO/		Humedad %
		Velocidad m/s	Dirección	
19:25	27,8	2,5	N	82
19:35	27,8	3,0	N	81
19:45	27,6	1,8	N	81
19:55	27,6	1,5	N	80
20:10	27,6	1,5	N	80
20:20	27,4	1,5	N	80

Fuente: Autor

5.1.2.1. Análisis estación 4º piso martes 16 de mayo de 2017


El registro de datos para esta estación se inició a las 13:03 (Figura No. 30) donde se tomaron datos cada segundo en las posiciones norte, este, sur, oeste y vertical durante 12 minutos en cada posición, en la tabla No. 21 y figura No. 31 se pueden apreciar los datos atípicos tomados durante las labores de campo para este día.

Figura No. 30. Toma de datos estación 4° piso



Fuente: Autor

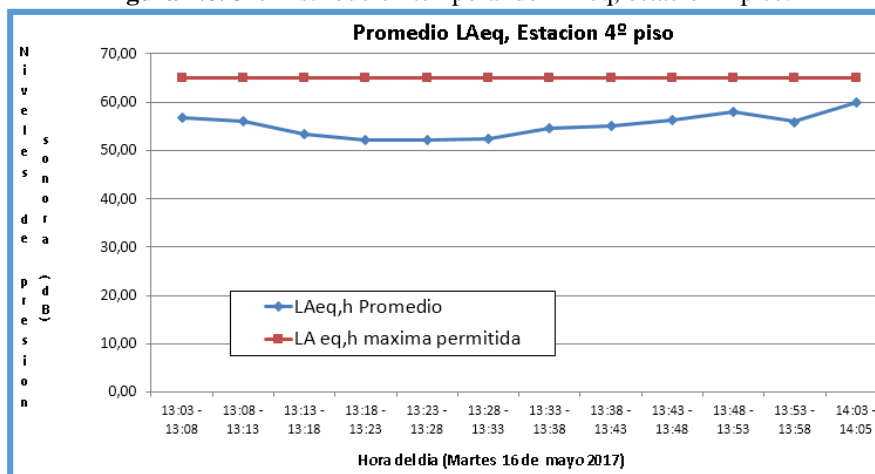
Tabla No. 21. Identificación de datos atípicos 16 de mayo 2017, Estación 4° piso

	MEDICION DE RUIDO		
	PROYECTO: Análisis de los Niveles de Presión Sonora en La Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Cartagena		
FECHA	16 de mayo 2017	UBICACIÓN DE LA ESTACION	4° Piso
CUADRO DE DATOS ATIPICOS			
HORA	DURACION seg.	DESCRIPCION DEL EVENTO	DECIBELES
13:05	6	Paso de ambulancia sirena	58,68
13:50	6	Paso de avión aterrizaje	59,2
14:10	7	Paso de avión aterrizaje	60,0

Fuente: Autor

Como se puede observar en la imagen No. 23 Las anomalías presentadas por el paso de aeronaves no sobrepasaron los niveles máximos de presión sonora permitidos, estando por debajo 10 dB aproximadamente.

Figura No. 31. Distribución temporal del LAeq, estación 4 piso.



Fuente: Autor

Los resultados del análisis de la estación del 4 piso para el día martes nos arroja que del total de datos tomados 721, el 4,44 % de los datos sobrepasaron el nivel máximo permitido, la media aritmética presentada para esta observación fue de 55,16 dB lo que indica que está dentro del rango exigido por la norma, por otra parte se observa que estos datos tienen una S de 4,77 lo que indica la cantidad de desibels que están alejados del promedio, estos datos son muy homogéneos ya que su Cv es muy bajo (0,09), en cuanto a la ponderación frecuencial máxima fue de 79 dB y la mínima de 49 dB y por tanto la ponderación frecuencial promedio fue de 55 dB. En la tabla No. 22 se aprecia el análisis de los datos para el 4º piso.

Tabla No. 22. Análisis datos 4 piso día martes

NIVEL MÁXIMO PERMITIDO DURANTE EL DÍA		65	
Nº Total de datos	721	ESTADÍSTICA	
No Ruidoso		Porcentaje	Desviación Estándar (S) (dB)
Nº de datos que NO cumplen con el nivel máximo permitido	32	4,44%	4,77
Nº de datos que cumplen con el nivel máximo permitido	689	95,56%	Media Aritmética (X) (dB)
Nº IMP	0	0,00%	55,16
LAeq,h Promedio	55		Coefficiente de Variación (Cv)
			0,09
			Percentil 10 (dB)
Max LAeq,h	79		50,60
Min LAeq,h	49		Percentil 50 (dB)
			53,86
			Percentil 90 (dB)
			61,20

Fuente: Autor

5.1.2.2. Análisis estación 3° piso martes 16 de mayo de 2017


El registro de datos para esta estación se inició a las 16:09 (Figura No. 32) donde se tomaron datos cada segundo en las posiciones norte, este, sur, oeste y vertical durante 12 minutos en cada posición, en la tabla No. 23 y figura No. 33 se pueden apreciar los datos atípicos tomados durante las labores de campo para este día.

Figura No. 32. Toma de datos estación 3° piso



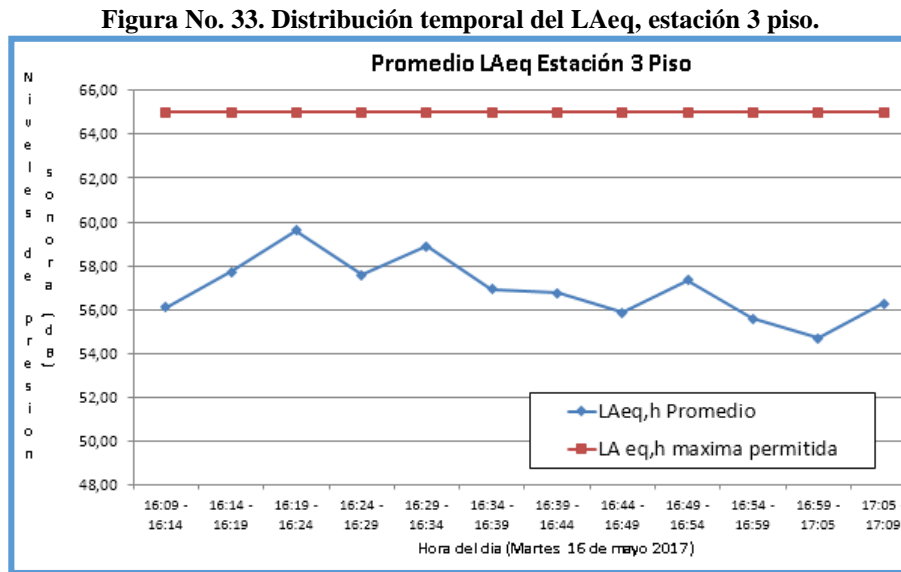
Fuente: Autor

Tabla No. 23. Identificación de datos atípicos 16 de mayo 2017, Estación 3° piso

	MEDICION DE RUIDO		
	PROYECTO: Análisis de los Niveles de Presión Sonora en La Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Cartagena		
FECHA	16 de mayo 2017	UBICACIÓN DE LA ESTACION	3° Piso
CUADRO DE DATOS ATIPICOS			
HORA	DURACION seg.	DESCRIPCION DEL EVENTO	DECIBELES
16:21	6	Paso de avión aterrizaje	59,8
16:32	6	Paso de avión aterrizaje	59,2
16:52	6	Paso de avión aterrizaje	57,6
17:06	6	Paso de avión aterrizaje	56,4

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura No. 33 las anomalías presentadas por el paso de aeronaves no sobrepasaron los niveles máximos de presión sonora permitidos estando por debajo 8 dB aproximadamente.



Fuente: Autor

Los resultados del análisis de la estación del 3 piso para el día martes nos indica que del total de datos tomados 721 el 2,64 % sobrepasaron el nivel máximo permitido, la media aritmética presentada para esta observación fue de 56,95 dB lo que indica que esta dentro del rango exigido por la norma, por otra parte se observa que estos datos tienen una S de 2,87 lo que indica la cantidad de dB que están alejados del promedio, estos datos son muy homogéneos ya que su Cv es muy bajo (0,05), en cuanto la ponderación frecuencial máxima fue de 70 dB y la mínima de 52 dB y por tanto la ponderación frecuencial promedio fue de 57 dB. En la tabla No. 24 se aprecia el análisis de los datos para el 3° piso.

Tabla No. 24. Análisis datos 3 piso

NIVEL MÁXIMO PERMITIDO DURANTE EL DÍA	65			
N° Total de datos	721		ESTADÍSTICA	
No Ruidoso		Porcentaje	Desviación Estándar (S) (dB)	2,87
N° de datos que NO cumplen con el nivel máximo permitido	19	2,64%	Media Aritmética (X) (dB)	56,95

N° de datos que cumplen con el nivel máximo permitido	702	37,36%	Coefficiente de Variación (Cv)	0,05
N° IMP	0	0,00%	Percentil 10 (dB)	54,150
LAeq,h Promedio	57		Percentil 50 (dB)	56,19
			Percentil 90 (dB)	60,85
Max LAeq,h	70			
Min LAeq,h	52			

Fuente: Autor

5.1.2.3. Análisis estación 2° piso martes 16 de mayo de 2017

El registro de datos para esta estación se inició a las 17:11 (Figura No. 34) donde se tomaron datos cada segundo en las posiciones norte, este, sur, oeste y vertical durante 12 minutos en cada posición, en la tabla No. 25 y figura No. 35 se pueden apreciar los datos atípicos tomados durante las labores de campo para este día.


Las anomalías registradas en cuanto a los niveles de presión sonora se debieron principalmente a los pasos de los aviones en su proceso de aterrizaje (Tabla No. 25).

Figura No. 34. Toma de datos estación 2° piso



Fuente: Autor

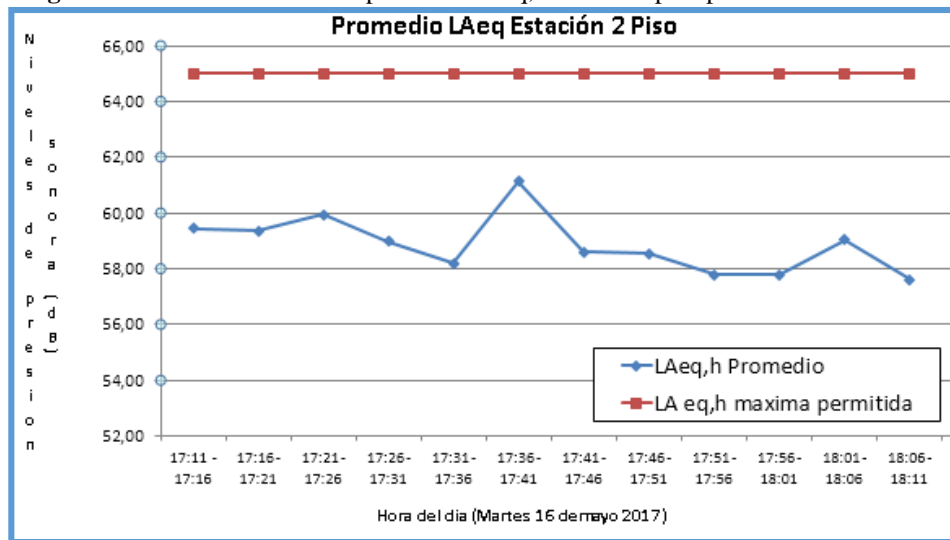
Tabla No. 25 Identificación de datos atípicos 16 de mayo 2017, Estación 2° piso

	MEDICION DE RUIDO		
	PROYECTO: Análisis de los Niveles de Presión Sonora en La Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Cartagena		
FECHA	16 de mayo 2017	UBICACIÓN DE LA ESTACION	2° Piso
CUADRO DE DATOS ATIPICOS			
HORA	DURACION seg.	DESCRIPCION DEL EVENTO	DECIBELES
17:28	7	Paso de avión aterrizaje	60,0
17:38	6	Paso de avión aterrizaje	61,4
18:03	6	Paso de avión aterrizaje	59,2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura No. 35 las anomalías presentadas por el paso de aeronaves no sobrepasaron los niveles máximos de presión sonora permitidos estando por debajo 8 dB aproximadamente.

Figura No. 35 Distribución temporal del LAeq, estación 2 piso para día entre semana.



Fuente: Autor

Los resultados del analisis de la estacion del 2 piso para el dia martes nos indica que del total de datos tomados 721 el 3,74 % sobrepasaron el nivel maximo permitido, la media aritmetica presentada para esta observacion fue de 58,88 dB lo que indica que esta dentro del rango exigido por la norma, por otra parte se observa que estos datos tienen una S de 2,51 lo que

indica la cantidad de desibeles que estan alejados del promedio, estos datos son muy homogeneos ya que su Cv es muy bajo (0,04), en cuanto la ponderación frecuencial máxima fue de 71 dB y la mínima de 55 dB y por tanto la ponderación frecuencial promedio fue de 59 dB. En la tabla No. 26 se aprecia el análisis de los datos para el 2° piso.

Tabla No. 26. Análisis datos 2 piso

NIVEL MAXIMO PERMITIDO DURANTE EL DIA		65		
N° Total de datos		721		
No Ruidoso		Porcentaje	ESTADISTICA	
			Desviación Estándar (S) (dB)	2,51
N° de datos que NO cumplen con el nivel máximo permitido	27	3,74%	Media Aritmética (X) (dB)	58,88
N° de datos que cumplen con el nivel máximo permitido	694	96,26%	Coefficiente de Variación (Cv)	0,04
N° IMP	0	0,00%	Percentil 10 (dB)	56,47
LAeq,h Promedio	59		Percentil 50 (dB)	58,24
			Percentil 90 (dB)	62,06
Max LAeq,h	71			
Min LAeq,h	55			

Fuente: Autor

5.1.2.4. Análisis estación 1° piso martes 16 de mayo de 2017

El registro de datos para esta estación se inició a las 18:14 (Figura No. 36) donde se tomaron datos cada segundo en las posiciones norte, este, sur, oeste y vertical durante 12 minutos en cada posición, en la tabla No. 27 y figura No. 37 se pueden apreciar los datos atípicos tomados durante las labores de campo para este día.


Las anomalías registradas en cuanto a los niveles de presión sonora se debieron principalmente a los pasos de los aviones en su proceso de aterrizaje (Tabla No. 27).

Figura No. 36. Toma de datos estación 1° piso



Fuente: Autor

Tabla No. 27. Identificación de datos atípicos 16 de mayo 2017, Estación primer piso

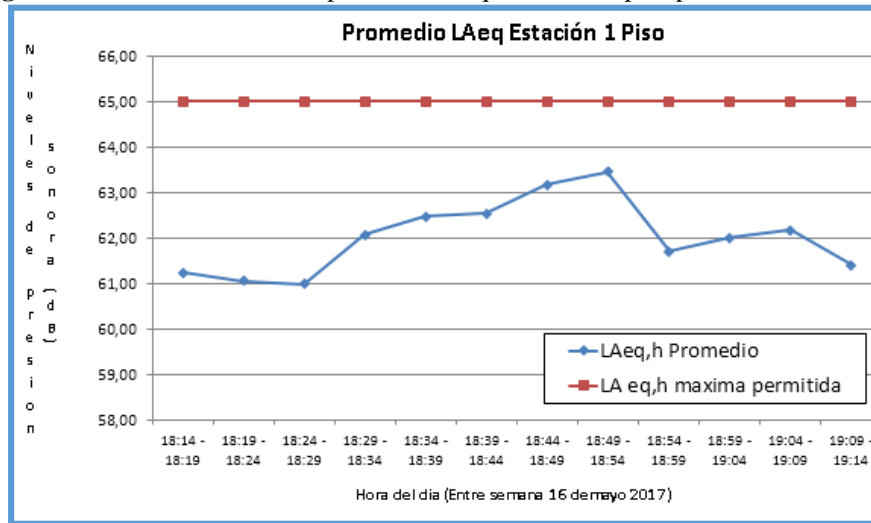
	MEDICION DE RUIDO		
	PROYECTO: Análisis de los Niveles de Presión Sonora en La Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Cartagena		
FECHA	16 de mayo 2017	UBICACIÓN DE LA ESTACION	1° Piso
CUADRO DE DATOS ATIPICOS			
HORA	DURACION seg.	DESCRIPCION DEL EVENTO	DECIBELES
19:52	7	Paso de avión aterrizaje	63,5
19:06	7	Paso de avión aterrizaje	62,2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura No. 37 las anomalías presentadas por el paso de aeronaves no sobrepasaron los niveles máximos de presión sonora permitidos estando por debajo 3 dB aproximadamente, igualmente se observa en la imagen que partir de las 18:25 hasta las 18:50 se va incrementando el promedio de LAeq lo cual se debió al flujo del personal especialmente administrativo que termina labores y también por incremento del tránsito automotor en hora pico.

Realizando una comparación con el día sábado que se sobrepasaron los niveles de ruido permisible para esta estación se observa que para este día no se sobre pasaron los niveles máximos permitidos, ya que el flujo de personas fue menor.

Figura No. 37. Distribución temporal del LAeq, estación 1° piso para día entre semana.



Fuente: Autor

Los resultados del análisis de la estación del primer piso para el día martes nos indica que del total de datos tomados 721 el 8,04 % sobrepasaron el nivel máximo permitido, la media aritmética presentada para esta observación fue de 62,03 dB lo que indica que esta dentro del rango exigido por la norma, por otra parte se observa que estos datos tienen una S de 1,99 lo que indica la cantidad de decibelios que están alejados del promedio, estos datos son muy homogéneos ya que su Cv es muy bajo (0,03), en cuanto a la ponderación frecuencial máxima fue de 72 dB y la mínima de 59 dB y por tanto la ponderación frecuencial promedio fue de 62 dB. En la tabla No. 28 se aprecia el análisis de los datos para el primer piso.

Tabla No. 28. Análisis datos 1 piso

NIVEL MÁXIMO PERMITIDO DURANTE EL DÍA	65		ESTADÍSTICA	
Nº Total de datos	721			
No Ruidoso		Porcentaje	Desviación Estándar (S) (dB)	1,99
Nº de datos que NO cumplen con el nivel máximo permitido	58	8,04%	Media Aritmética (X) (dB)	62,03

N° de datos que cumplen con el nivel máximo permitido	663	91,96%	Coefficiente de Variación (Cv)	0,03
N° IMP	0	0,00%	Percentil 10 (dB)	60,20
LAeq,h Promedio	62		Percentil 50 (dB)	61,47
			Percentil 90 (dB)	64,61
Max LAeq,h	72			
Min LAeq,h	59			

Fuente: Autor

5.1.2.5. Análisis estación Cancha de microfútbol (Parqueadero) martes 16 de mayo de 2017

El registro de datos para esta estación se inició a las 19:18 (Figura No. 38) donde se tomaron datos cada segundo en las posiciones norte, este, sur, oeste y vertical durante 12 minutos en cada posición, en la tabla No. 29 y figura No. 39 se pueden apreciar los datos atípicos tomados durante las labores de campo para este día.


Las anomalías registradas en cuanto a los niveles de presión sonora se debieron principalmente a los pasos de los aviones en su proceso de aterrizaje (Tabla No.29).

Figura No. 38. Toma de datos estación cancha de microfútbol (parqueadero)



Fuente: Autor

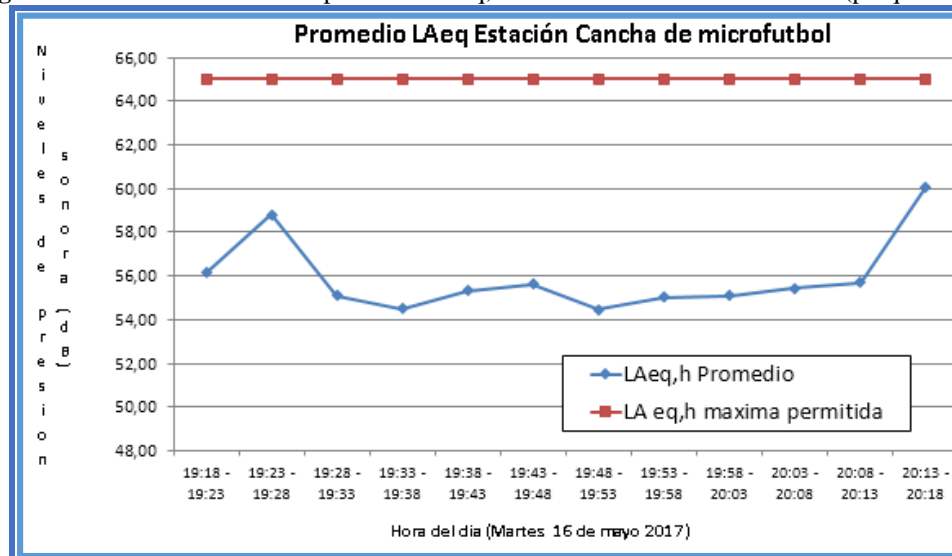
Tabla No. 29. Identificación de datos atípicos 16 de mayo 2017, Estación Cancha de microfútbol (parqueadero)

	MEDICION DE RUIDO		
	PROYECTO: Análisis de los Niveles de Presión Sonora en La Universidad Nacional Abierta y a Distancia Sede Cartagena		
FECHA	16 de mayo 2017	UBICACIÓN DE LA ESTACION	Cancha
CUADRO DE DATOS ATIPICOS			
HORA	DURACION seg.	DESCRIPCION DEL EVENTO	DECIBELES
19:25	7	Paso de avión aterrizaje	59,0
19:06	7	Paso de avión aterrizaje	60,1

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura No. 39 las anomalías presentadas por el paso de aeronaves no sobrepasaron los niveles máximos de presión sonora permitidos estando por debajo 6 dB aproximadamente, igualmente se observa en la imagen que partir de las 19:28 hasta las 20:08 se presenta una estabilidad en cuanto al ruido ambiental con un promedio de LAeq de 55 dB con una calma debió al flujo del personal especialmente administrativo ha termina sus labores.

Figura No. 39. Distribución temporal del LAeq, estación Cancha de microfútbol (parqueadero).



Fuente: Autor

Los resultados del análisis de la estación del primer piso para el día martes nos indica que del total de datos tomados 721 el 2,22 % sobrepasaron el nivel máximo permitido, la media aritmética presentada para esta observación fue de 55,88 dB lo que indica que está dentro del rango exigido por la norma, por otra parte se observa que estos datos tienen una S de 2,86 lo que indica la cantidad de desibels que están alejados del promedio, estos datos son muy homogéneos ya que su Cv es muy bajo (0,05), en cuanto a la ponderación frecuencial máxima fue de 77 dB y la mínima de 52 dB y por tanto la ponderación frecuencial promedio fue de 56 dB. En la tabla No. 30 se aprecia el análisis de los datos para la cancha de microfútbol (parqueadero)

Tabla No. 30. Análisis datos cancha de microfútbol (parqueadero)

NIVEL MÁXIMO PERMITIDO DURANTE EL DÍA		65			
Nº Total de datos		721		ESTADÍSTICA	
No Ruidoso		Porcentaje		Desviación Estándar (S) (dB)	2,86
Nº de datos que NO cumplen con el nivel máximo permitido	16	2,22%		Media Aritmética (X) (dB)	55,88
Nº de datos que cumplen con el nivel máximo permitido	705	97,78%		Coefficiente de Variación (Cv)	0,05
Nº IMP	0	0,00%		Percentil 10 (dB)	53,83
LAeq,h Promedio	56			Percentil 50 (dB)	55,32
				Percentil 90 (dB)	57,91
Max LAeq,h	77				
Min LAeq,h	52				

Fuente: Autor

En la tabla No. 31 se presenta el resumen de los datos adquiridos durante las jornadas de trabajo tanto entre semana con el fin de semana, se aprecia que en la estación del primer piso del día sábado fue la única que sobrepasó los valores máximos permitidos por la norma.

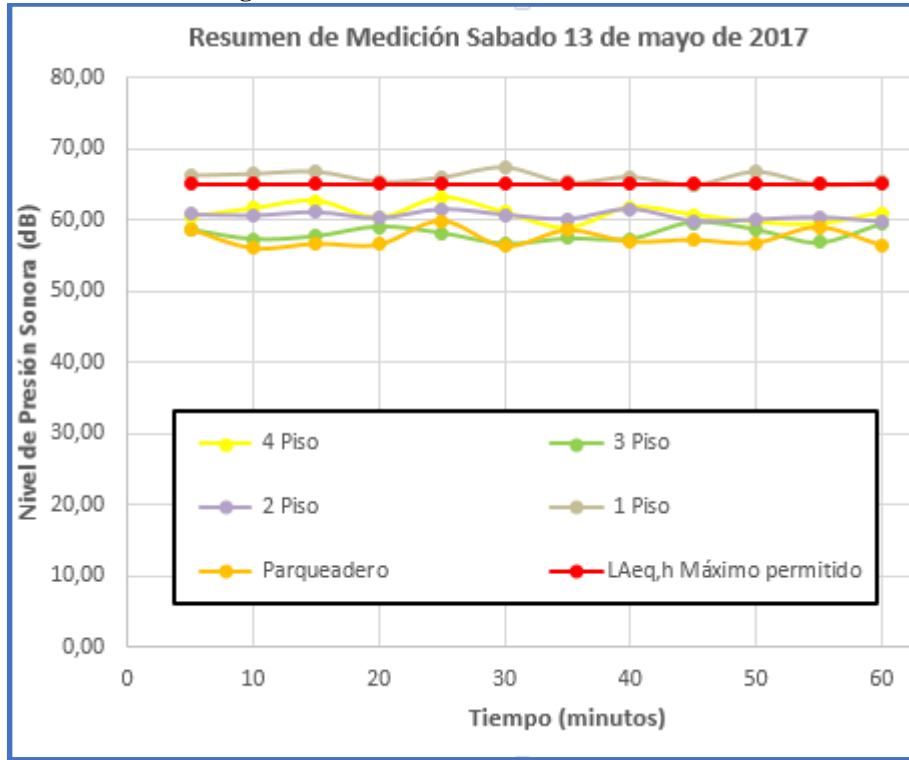
Tabla No. 31. Resumen de datos registrados durante los labores de campo para las jornadas entre semana y fin de semana, incluyendo su fundamento estadístico

ESTACION	Día de la semana en análisis	DATOS ESTADÍSTICOS										
		Nº total de datos recopilados	Nº de datos que NO cumplieron con el nivel máximo permitido	Nº de datos que cumplieron con el nivel máximo permitido	Valor Mínimo de LAeq,d medido	Valor Máximo de LAeq,d medido	Desviación Estándar (S) (dB)	Media Aritmética (X) (dB)	Coficiente de Variación (Cv)	Percentil 10 (dB)	Percentil 50 (dB)	Percentil 90 (dB)
4 Piso	Fin de semana	721	97	624	55	77	3,88	60,89	0,06	56,91	59,98	66,45
3 Piso		721	32	689	54	78	2,87	58,03	0,05	55,69	57,23	61,28
2 Piso		721	25	696	57	72	2,06	60,54	0,03	58,61	60,12	62,74
1 Piso		721	499	222	62	76	1,94	65,93	0,03	63,95	65,64	68,07
Cancha		721	33	688	54	74	2,96	57,42	0,05	55,37	56,68	59,27
4 Piso	Entre semana	721	32	689	49	79	4,77	55,16	0,09	62,35	61,80	66,03
3 Piso		721	19	702	52	70	2,87	56,95	0,05	54,15	56,19	60,85
2 Piso		721	27	694	55	71	2,51	58,88	0,04	56,47	58,24	62,06
1 Piso		721	58	663	59	72	1,99	62,03	0,03	60,20	61,47	64,61
Cancha		721	16	705	52	77	2,86	55,88	0,05	53,83	55,32	57,91

Fuente: Autor

Igualmente podemos observar en la figura No. 40 el resumen del comportamiento en cada una de las estaciones del nivel del ruido presentado el día sábado 13 de mayo de 2017, observa que la estación que se localizó en el primer piso sobrepasó en la mayor parte de los registros el nivel máximo exigido en la resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, esto debido a que la estación se localizó en la recepción y es este lugar donde transita la mayor parte de personal (alumnos, administrativo, docentes y visitantes) adicional a esto se encontraba allí un televisor encendido con un alto volumen, pero sin embargo esta anomalía es en promedio de 1 dB. La estación que continúa con los niveles más altos pero sin sobrepasar el nivel máximo permitido por la norma fueron los registrados en el cuarto piso, esto probablemente a que en este piso se encuentra la sala de profesores y algunos laboratorios de práctica, la estación que registra menos nivel de ruido es la cancha (parqueadero), esto es lógico ya que el tránsito por allí es menor y además se encuentra a cielo abierto disipando el ruido que se logre presentar, por otra parte la imagen nos muestra los picos causados por el paso de los aviones en el proceso de aterrizaje.

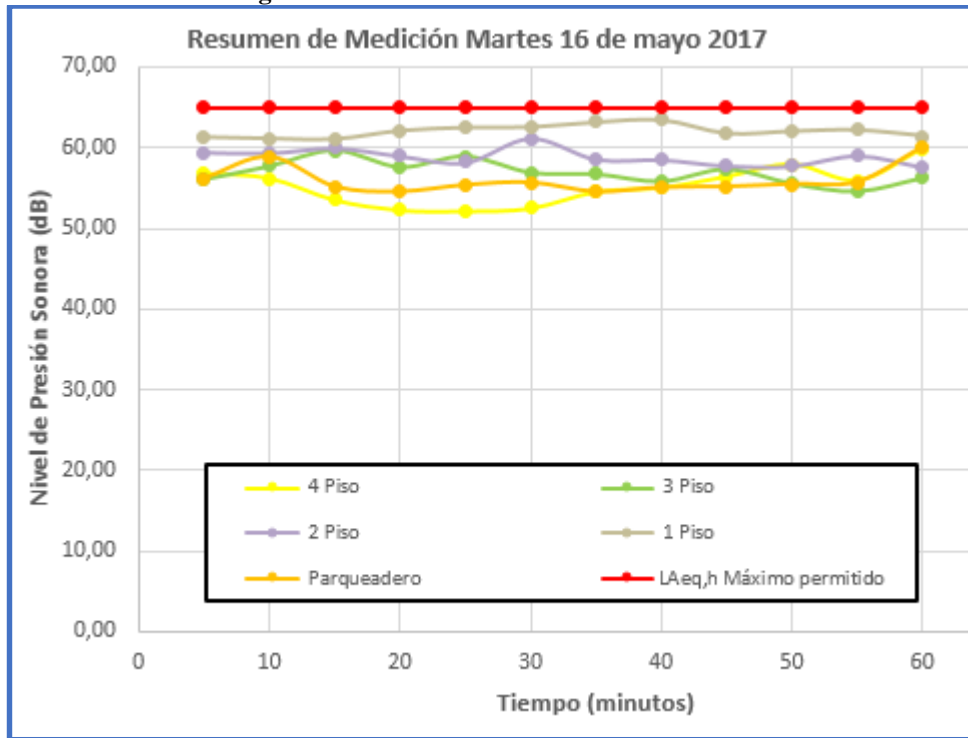
Figura No. 40. Resumen medición día sábado.



Fuente: Autor

En la figura No. 41 podemos observar el comportamiento de las estaciones del nivel del ruido presentado el martes 16 de mayo de 2017, se determinó que el promedio de nivel de ruido no sobrepasa los registros el nivel máximo exigido en la resolución, La estación que registro los niveles más altos fue igualmente la del primer piso, por razones descritas en el párrafo anterior, el promedio de nivel de ruido presentado en esta estación se encontró 3 dB por debajo del límite máximo permitido por la norma. La estación que continúa con los niveles más altos fueron los registrados en el segundo piso, la estación que registra menos nivel de ruido para este día fue la que se localizó en el cuarto piso, esto debido a que entre semana es menos el flujo de personal en la institución, por otra parte la imagen nos muestra los picos causados por el paso de los aviones en el proceso de aterrizaje.

Figura No. 41. Resumen medición día martes.



Fuente: Autor

De modo general los resultados obtenidos demostraron que el fin de semana registro los mayores valores, donde la mayoría de las estaciones cumplieron con los valores permitidos por la norma, aunque el primer nivel del fin de semana supero en todos los registros la misma, producto del paso de los aviones, acompañado del televisor que allí se encuentra y el tránsito obligatorio para el acceso al centro de parte de los estudiantes.

A su vez los niveles 2, 3 y 4 para ambos periodos presentaron valores promedios más altos producto de lo poco hermético de sus instalaciones, mientras que el parqueadero registro los valores menores dado la zona abierta de su locación que disipa en gran medida el ruido.

6. CONCLUSIONES

El estudio de los niveles de presión sonora por ruido ambiental en las cinco estaciones del CCAV Cartagena están enmarcado en la reglamentación vigente para el control de emisiones de ruido por la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, así como las recomendaciones de las normas ISO 3740/2000, ISO 362/2007 y la NTC 3520. Mediante los datos obtenidos por las mediciones y el análisis realizado, se pudo observar que durante la jornada de los días entre semana y fin de semana para las cinco estaciones no presenta problemas por ruido ambiental, debido a que en ninguna de ellas sobrepasan los estándares permisibles; excepto la estación del primer piso del fin de semana donde sobrepasa los parámetros estipulados por la Resolución; sin embargo esta anomalía fue en promedio de 1 dB por encima de la norma para un sector tipo B (tranquilidad y ruido moderado, máximo permitido diurno 65 dB) que contempla restricción para zonas de centros educativos, esta anomalía se presenta debido a que la estación se localizó en la recepción y es este lugar donde transita la mayor parte de personal (alumnos, administrativo, docentes y visitantes) adicional a esto se encontraba allí un televisor encendido con un alto volumen, los resultados de los niveles de presión sonora equivalente para la estación del primer piso fueron de 66 y 62 dB para fin y entre semana, respectivamente. En general los niveles de presión sonora del día sábado sobrepasaron los del día martes.

Se concluye que NO se presentaron inconvenientes de ruido ambiental en general en las instalaciones, sin embargo, el primer piso durante el registro del fin de semana fue quien presentó los mayores valores registrados superando los de la norma en casi todas las mediciones, por su parte los 2, 3 y 4 niveles presentaron los siguientes niveles y el parqueadero fue el que registró mayor disipación del mismo.

Vale aclarar que el paso concurrencial de las aeronaves a tan baja altura no deja de ser molesto y puede llegar a presentar alteraciones a la salud o molestias a las personas que allí comparten, en este sentido y teniendo en cuenta que el control del ruido se puede efectuar en diferentes medios como son: la fuente, el medio y el receptor, para el caso de estudio nos empeñaremos más en proponer medidas de mitigación del ruido en el medio, es así que, las

medidas propuestas en establecer posibles soluciones para mitigar o adaptar el impacto del ruido por el paso de las aeronaves sobre las instalaciones del CCAV Cartagena serian:

- Implementar ventanas de doble vidrio con espesores superiores a 5 mm para disipar el mismo.
- El Aislamiento acústico con pantallas.
- Revestimiento absorbente del sonido de la fachada

Además, teniendo en cuenta, que el tema de la contaminación sonora por aeronaves, ha sido un tema de no muy amplia investigación en el país, se hace necesario que las entidades ambientales y de salud involucradas trabajen de manera conjunta con las entidades privadas para trabajar sobre este tema en la ciudad de Cartagena.

7. RECOMENDACIONES

Las actividades más impactantes que generan ruido ambiental y que se presentan en el campus son tránsito de aeronaves en el proceso de aterrizaje, los vehículos particulares y las personas, adicionalmente el televisor que se encuentra en el primer piso

Dentro de las recomendaciones al problema del ruido ambiental presentado en el campus se dan las siguientes:

El paso concurrido de las aeronaves puede llegar a presentar niveles crónicos de salud a las personas que allí comparten, lo mejor es implementar ventanas de doble vidrio con espesores superiores a 5 mm para disipar el mismo.

Se requiere que el televisor que se encuentra en el primer piso se mantenga con un volumen moderado que no ocasione molestias al personal que transite o permanezca en esta zona.

Las estrategias de lucha contra el ruido se articulan sobre los siguientes aspectos:

Establecimiento y reducción de los límites de emisión de ruido.

Protección de la población más expuesta mediante la adopción de aislamiento acústico en las fachadas de los edificios y la colocación de pantallas acústicas en las áreas de ruido más intenso.

Adopción de medidas preventivas. En este sentido la consideración del ruido debe ser parte integrante de la planificación urbana y de la gestión de los usos del suelo. Hay que poner una especial atención en la ubicación de las actividades más sensibles al ruido, tales como hospitales, residencias de ancianos, escuelas, jardines de infancia, etc., con el fin de evitar incompatibilidades de usos del suelo.

Tradicionalmente, la forma de actuar contra el ruido es a base de reglamentaciones elaboradas y puestas en práctica por las distintas Administraciones Publicas. Actualmente se han desarrollado en distintos países dos tipos o categorías de reglamentaciones en materia de ruido ambiental:

- Reglamentos específicos.
- Legislaciones globales.

Teniendo en cuenta, que el tema de la contaminación sonora, ha sido un tema de no muy amplia investigación en la ciudad, se hace necesario que las entidades ambientales y de salud involucradas trabajen de manera conjunta con las entidades privadas para investigar más a fondo la problemática del ruido ambiental por esta actividad en la ciudad de Cartagena.

8. BIBLIOGRAFÍA




- Aerocivil. (22 de Junio de 2017). *AIS COLOMBIA*. Obtenido de <http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/servicio-de-informacion-aeronautica-ais/Documents/17%20SKCG.pdf>
- Alonzo, F. A. (Mayo de 2009). *Teoria Electroacustica*. Obtenido de https://www.arauacustica.com/files/publicaciones_relacionados/pdf_esp_173.pdf
- Azqueta, D. (1997). *Valoracion economica de la calidad Ambiental*. España: McGraw Hill.
- Berglund, B., & Lindvall, T. y. (1999). *Guidelines for Community Noise*. Londres, Inglaterra: World Health Organization WHO.
- Brüel & Kjør. (1996). *Ruido Ambiental*. Obtenido de <https://www.bksv.com/media/doc/br1630.pdf>
- CIOH. (2007). *Climatologia del Caribe*. Obtenido de <http://www.cioh.org.co/meteorologia/Climatologia/ResumenCartagena4.php>
- CIOH. (2007). *Climatologia del Caribe*. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de <http://www.cioh.org.co/meteorologia/Climatologia/ResumenCartagena4.php>
- Cobo, P. (1999). *Instituto de Acustica del CSIC*. España.
- Collado, J. M. (2004). *No me grites que es peor*. España: Unidad de educacion Ambiental.
- COMONA. (2000). *Bases para la refurlacion del plan de prevencio y descontaminacion atmosferica de la Region Metropolitana de santiago de Chile. Chile*. Obtenido de Comision Nacional del Medio Ambiente : [http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf](https://books.google.com.co/books?id=xMnDZqgiifwC&pg=PA74&lpg=PA74&dq=Comisi%C3%B3n+Nacional+de+Medio+Ambiente+CONAMA+2000+chile&source=bl&ots=1_jQdZKNTy&sig=Xx6cRjAFrr-aeUSycw2mjY7KoZ4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWjl9sza4J3UAhUC5iYKHZ0eDv8Q6AEIMTAD#v=onepage&q=Escuela Colombiana de Ingenieria. (2007). Niveles de Ruido Protocolo. Obtenido de <a href=)
- Gómez D., R. A. (2012). Percepción del ruido ambiental en los estudiantes universitarios y las afecciones que provoca. *TLATEMOANI*.
- Icontec. (28 de Agosto de 2013). *Norma Tecnica Colombiana*. Obtenido de <http://www.ambientalex.info/guias/NTC3520.pdf>
- International Organization for Standardization. (Noviembre de 2000). *ISO*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/1260.html>
- International Organization for Standardization. (2007). *ISO*. Obtenido de <https://www.iso.org/ics/17.140.30/x/>
- Larraz, P. (2000). *Diagnostico Ambiental para la agenda 21*. Granada España: IV España.
- Ochoa J, F. B. (1990). *Medida y control del ruido*. Barcelona: Marcombo.
- Oficina de Planeacion. (Diciembre de 2007). *Estudio de los niveles de ruido en las aulas de clase*. Obtenido de <http://planeacion.medellin.unal.edu.co/images/documentos/EstudioRuidoAulas.pdf>
- Olivera L., J. P. (2008). Estudio de los niveles de ruido en la Ciudad Universitaria de San Marcos – Lima. *Centro de Desarrollo e Investigación en Termofluidos CEDIT*, 31.

- Passuy k., Y. N. (13 de junio de 2013). *Estudio de los niveles de ruido en la Corporación Universitaria Iberoamericana*. Obtenido de <http://www.investigamos.co/estadistica/docs/90820030.pdf>
- Sanchez X., D. F. (2011). *Formulación de lineamientos para la gestión del ruido ambiental en la Universidad Tecnológica de Pereira*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Ciencias Ambientales.
- Torres & Muñoz. (1999). *Evaluación del Impacto Acústico en Carreteras en su etapa de predicción*. Universidad Tecnológica Vicente Peréz Rosales.
- Universidad de Guadalajara. (2009). *El entorno acústico en los centros universitarios: Análisis y propuestas*. Jalisco México: Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

9. ANEXOS

ANEXO I. FORMATOS DE CAMPO DATOS NIVEL DE PRESION SONORA

Formato datos nivel de presión sonora 4° Piso, 13 de mayo 2017


		MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL		Croquis	
PROYECTO: <u>Análisis de los niveles de presión sonora en la Universidad Nacional Abierta y A Distancia - UNAD, Cartagena.</u>					
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha (D/M/A): <u>13 de Mayo 2017</u> Hora de Inicio: <u>08:27</u> Hora de Final: <u>09:37</u> Responsable de la Medición: <u>Hector J. Ospina</u> Supervisor: <u>Inq. Jaime Fortich F.</u>		Ubicación de la Medición: <u>4° Piso UNAD C/Genia.</u> Propósito de la Medición: <u>Determinación niveles de Presión sonora</u>		Hoja: _____ de _____	
INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA					
Tipo de Instrumentación Utilizada: <u>Sonómetro, Calibrador y Comp. Portátil</u> Equipo Utilizado: <u>Sonómetro Extech II</u> Números de Serie del Equipo: <u>309669 + PT 1728</u> Datos de Calibración: <u>95.00</u> Fecha de Vencimiento del Certificado de Calibración: _____ Observaciones: <u>Se verifica calibración</u>					
CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE LA MEDICIÓN					
Hora	Temperatura (°C)		Velocidad (m/s) y Dirección del Viento	Humedad (%)	Presión Atmosférica (hPa)
	Viento	Ambiental			
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN					
Descripción de Tiempos de Medición: <u>Toma de datos en posición N, S, E, O y V por 12 min</u> Intervalos de Tiempos de Medición: <u>1h dato por seg.</u> Descripción de las Fuentes de Sonido Existentes: <u>Ruido Ambiental</u>					
EVENTOS DE POSIBLE ALTERACIÓN DE LA MEDICIÓN					
Hora	Duración	Descripción del Evento	Valor Mín de Emisión (dB(A))		
08:40	6 Seg.	Paso de avión	62.8		
08:51	6 Seg.	Paso de avión	63.2		
09:03	7 Seg.	Paso de avión	61.8		
09:25	6 Seg.	Paso de avión	61.0		
Observaciones: _____					
Firma del Responsable de la Medición: 			Firma del supervisor: 		


Obs. No se toman parámetros meteorológicos por estar dentro de las instalaciones condiciones climáticas estables.

Formato datos nivel de presión sonora 3° Piso, 13 de mayo 2017

UN Universidad Nacional		MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL			
ECAPMA		PROYECTO: Analisis de los niveles de presión sonora en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UPAO Cortegena			
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha (D/M/A):	13 de Mayo 2017	Ubicación de la Medición:	3° piso UPAO - C/enga		
Hora de Inicio:	09:34	Hora de Final:	10:34		
Responsable de la Medición:	Hector S. Ospina	Propósito de la Medición:	Determinación niveles de presión sonora		
Supervisor:	Jaime Forstich F.		Hoja:	de	
INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA					
Tipo de Instrumentación Utilizada:	Sonometro, Calibrador y comp. portatil				
Equipo Utilizado:	Sonometro Extech II				
Datos de Calibración:	95dB		Números de Serie del Equipo:	989669+PT1728	
Observaciones:	Fecha de Vencimiento del Certificado de Calibración:				
CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE LA MEDICIÓN					
Hora	Temperatura (°C)		Velocidad (m/s) y Dirección del Viento	Humedad (%)	Presión Atmosférica (hPa)
	Viento	Ambiental			
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN					
Descripción de Tiempos de Medición:	Toma de datos en posición N, S, E, O y V. por 12 min				
Intervalos de Tiempos de Medición:	UN dato por seg.				
Descripción de las Fuentes de Sonido Existentes:	Ruido Ambiental				
EVENTOS DE POSIBLE ALTERACIÓN DE LA MEDICIÓN					
Hora	Duración	Descripción del Evento	Valor Mdx de Emisión (dB(A))		
09:52	6 seg	Paso de avion	58.7		
10:17	6 seg	Paso de avion	58.9		
10:34	7 seg.	Paso de avion	59.9		
Observaciones:					
Firma del Responsable de la Medición:			Firma del supervisor:		

OBS. No se toman datos meteorológicos por estar dentro de las instalaciones de la UPAO:
 Las condiciones meteorológicas son estables.





MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL

Croquis

PROYECTO: Analisis de los niveles de presión sonora en la Universidad Nacional Abierta e Distancia - UNAD Cartagena.

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha (D/M/A): 13 de Mayo 2017 Ubicación de la Medición: 2º Piso UNAD - Cartagena
 Hora de Inicio: 10:31 Hora de Final: 11:31 Propósito de la Medición: Determinación niveles de presión sonora
 Responsable de la Medición: Hector J. Ospina
 Supervisor: Ing. Jaime Fortich, F. Hoja: de

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

Tipo de Instrumentación Utilizada: Sonómetro, Calibrado y Comp. Portátil
 Equipo Utilizado: Sonómetro Ettech II Números de Serie del Equipo: 309669 + P1728
 Datos de Calibración: 5dB Fecha de Vencimiento del Certificado de Calibración:
 Observaciones:

CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE LA MEDICIÓN

Hora	Temperatura (°C)		Velocidad (m/s) y Dirección del Viento	Humedad (%)	Presión Atmosférica (hPa)
	Viento	Ambiental			

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Descripción de Tiempos de Medición: Toma de datos durante 12 min en posición N, S, E, O y V
 Intervalos de Tiempos de Medición: Un dato por seg.
 Descripción de las Fuentes de Sonido Existentes: Ruido Ambiental

EVENTOS DE POSIBLE ALTERACIÓN DE LA MEDICIÓN

Hora	Duración	Descripción del Evento	Valor Máx de Emisión (dB(A))
<u>10:49</u>	<u>6 seg</u>	<u>Paso de avión</u>	<u>61.1</u>
<u>11:00</u>	<u>6 seg</u>	<u>Paso de avión</u>	<u>61.6</u>
<u>11:15</u>	<u>2 seg</u>	<u>paso de avión</u>	<u>61.5</u>
<u>11:30</u>	<u>7 seg</u>	<u>paso de avión</u>	<u>60.4</u>

Observaciones:

Firma del Responsable de la Medición: [Firma] Firma del supervisor: [Firma]

OBS. No se toman datos meteorológicos por estar dentro de las instalaciones de la UNAD.
 Las condiciones meteorológicas son estables.

UN		MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL			
ECAPMA		PROYECTO: Analisis de los niveles de presión sonora en La Universidad Abierta y a Distancia - UNAD - C/Gená			
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha (D/M/A): 17 de mayo 2013		Ubicación de la Medición: 2º Hco UNAD, C/Gená			
Hora de Inicio: 11:30 Hora de Final: 12:30		Propósito de la Medición: Determinación de los niveles de presión sonora			
Responsable de la Medición: Hector S. Ospina		Hoja: de			
Supervisor: Ing. Jaime Forchich F.					
INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA					
Tipo de Instrumentación Utilizada: Sonómetro Calibrado y Computador		Número de Serie del Equipo: 309669 + PT 1728			
Equipo Utilizado: Sonómetro Extech II		Fecha de Vencimiento del Certificado de Calibración:			
Clase de Calibración: 95 dB					
Observaciones:					
CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE LA MEDICIÓN					
Hora	Temperatura (°C)		Velocidad (m/s) y Dirección del viento	Humedad (%)	Presión Atmosférica (Pa)
	Viento	Ambiental			
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN					
Descripción de Tiempos de Medición: Toma de datos en posición N, S, E, O y V cada 12 min.					
Intervalo de Tiempos de Medición: Un dato por seg.					
Descripción de los Puntos de Sonido Calentados: Ruido Ambiental					
EVENTOS DE POSIBLE ALTERACIÓN DE LA MEDICIÓN					
Hora	Duración	Descripción del Evento	Valor Máx de Nivel (dB(A))		
11:52	7 seg	Paso de avion	66.7		
12:04	6 seg	Paso de Avion	63.4		
12:17	6 seg	Paso de Avion	66.0		
12:28	7 seg	Paso de Avion	66.7		
Observación: Se nota ruido permanente por el paso de personal y el TV encendido.					
Firma del Responsable de la Medición: <i>[Firma]</i>		Firma del supervisor: <i>[Firma]</i>			

Formato datos nivel de presión sonora Cancha de microfútbol (Parqueadero), 13 de mayo 2017

UN Universidad Nacional		MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL		Croquis	
PROYECTO: Analisis de los niveles de presión sonora en la Universidad Nacional abierta y a Distancia UNAD - C/Gená.					
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha (D/M/A): <u>13 Mayo de 2017</u>		Ubicación de la Medición: <u>Cancha de Microfútbol (Parqueadero)</u>			
Hora de Inicio: <u>12:45</u> Hora de Final: <u>12:55</u>		Propósito de la Medición: <u>Determinación niveles de presión sonora.</u>			
Responsable de la Medición: <u>Hector J. Ospina</u>		Supervisor: <u>Ina. Jaime Forstich</u>		Hoja: <u>de</u>	
INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA					
Tipo de Instrumentación Utilizada: <u>Sonómetro, Calibrador, Comp. Portátil</u>		Números de Serie del Equipo: <u>309669 + PT1728</u>			
Equipo Utilizado: <u>Sonómetro Extech II</u>		Fecha de Vencimiento del Certificado de Calibración: <u></u>			
Datos de Calibración: <u>95 dB.</u>		Observaciones: <u></u>			
CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE LA MEDICIÓN					
Hora	Temperatura (°C)		Velocidad (m/s) y Dirección del Viento	Humedad (%)	Presión Atmosférica (hPa)
	Viento	Ambiental			
12:50		20.6	1.0 E	78	
12:00		20.5	0.5 E	78	
13:10		20.2	0.5 E	78	
13:20		20.2	0.2 NE	80	
13:40		20.2	1.2 E	80	
12:50		20.4	1.2 NE	78	
/		/	/	/	
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN					
Descripción de Tiempos de Medición: <u>Toma de datos en posición N, S, E, O y V durante 12 min</u>					
Intervalos de Tiempos de Medición: <u>Un dato por seg.</u>					
Descripción de las Fuentes de Sonido Existentes: <u>Ruido Ambiental</u>					
EVENTOS DE POSIBLE ALTERACIÓN DE LA MEDICIÓN					
Hora	Duración	Descripción del Evento		Valor Máx de Emisión (dB(A))	
12:47	3 Seg	Paso de avion		58.4	
13:06	6 Seg	Paso de avion		59.9	
13:16	6 Seg	Paso de avion		58.3	
12:36	7. Seg	Paso de avion		58.6	
/	/	/		/	
Observaciones: <u></u>					
Firma del Responsable de la Medición: <u>[Firma]</u>			Firma del supervisor: <u>[Firma]</u>		

OBS. Condiciones meteorológicas estables.

Formato datos nivel de presión sonora 4º Piso, 16 de mayo 2017

MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL					
UN Universidad Nacional	PROYECTO: Análisis de los niveles de presión sonora en la Universidad Abierta y a Distancia. Sede Cortagosa.				
	ECAPMA				
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha (D/M/A): 16 de Mayo 2017	Ubicación de la Medición: 4º piso UNAD-C/gens	Hoja: de			
Hora de Inicio: 13:00	Hora de Final: 14:00	Propósito de la Medición: Determinación niveles de presión sonora.			
Responsable de la Medición: Hector J. Ospina.	Supervisor: Ing. Jaime Fortich F.				
INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA					
Tipo de Instrumentación Utilizada: Sonómetro, Calibrador y Amp. Portátil					
Equipo Utilizado: Sonómetro EXTECH II		Número de Serie del Equipo: 309669 + PE 1728			
Datos de Calibración: Fecha de Vencimiento del Certificado de Calibración:					
Observaciones: Se efectúa prueba de calibración.					
CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE LA MEDICIÓN					
Hora	Temperatura (°C)		Velocidad (m/s) y Dirección del Viento	Humedad (%)	Presión Atmosférica (hPa)
	Viento	Ambiental			
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN					
Descripción de Tiempos de Medición: Toma de datos por posición N, S, E, O y V. durante 12 min					
Intervalos de Tiempos de Medición: Un dato por seg.					
Descripción de las Fuentes de Sonido Existentes: Ruido Ambiental					
EVENTOS DE POSIBLE ALTERACIÓN DE LA MEDICIÓN					
Hora	Duración	Descripción del Evento	Valor Máx de Emisión (dB(A))		
13:05	6 seg	Sirena de Ambulancia	58.6		
13:50	6 seg	Paso de camion	59.2		
14:10	7 seg	Paso de camion	60.0		
Observaciones:					
Firma del Responsable de la Medición:			Firma del supervisor:		

Obs. No se toman datos meteorológicos por estar dentro de las inst. de la UNAD.
 Las condiciones meteorológicas son estables.

Formato datos nivel de presión sonora 3° Piso, 16 de mayo 2017

MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL

UN Universidad Nacional

ECAFMA

PROYECTO: Analisis de los niveles de presión sonora en la Universidad Nacional Alberto y a Distancia UNAD - Cúcuta.

Croquis

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha (D/M/A): 16 de mayo 2017 Ubicación de la Medición: 3° PISO UNAD - Cúcuta
 Hora de inicio: 16:09 Hora de Final: 17:09 Propósito de la Medición: Determinación niveles de presión sonora
 Responsable de la Medición: Hector J. Ospina Hoja: de
 Supervisor: Ing. Jaime Fortich. F.

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

Tipo de Instrumentación Utilizada: Sonómetro, Calibrador, comp. Portátil
 Equipo Utilizado: Sonómetro Extech II Números de Serie del Equipo: 309669 + PT 1728
 Datos de Calibración: 95 dB Fecha de Vencimiento del Certificado de Calibración:
 Observaciones:

CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE LA MEDICIÓN

Hora	Temperatura (°C)		Velocidad (m/s) y Dirección del Viento	Humedad (%)	Presión Atmosférica (hPa)
	Viento	Ambiental			


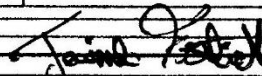
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Descripción de Tiempos de Medición: Toma de datos D, S, E, A y V. durante 12 min
 Intervalos de Tiempos de Medición: Un dato por seg.
 Descripción de las Fuentes de Sonido Existentes: Ruido Ambiental?

EVENTOS DE POSIBLE ALTERACIÓN DE LA MEDICIÓN

Hora	Duración	Descripción del Evento	Valor Máx de Emisión (dB(A))
16:21	6 seg	Paso de avion	59.8
16:32	6 seg	Paso de avion	59.2
16:52	6 seg	Paso de avion	57.6
17:06	6 seg	paso de avion	56.4

Observaciones:

Firma del Responsable de la Medición:  Firma del supervisor: 

OBS No se toman datos meteorológicos por estar dentro de las inst. de la UNAD.
 Las condiciones meteorológicas son estables.

Formato datos nivel de presión sonora 2° Piso, 16 de mayo 2017

 	MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL		Croquis		
	PROYECTO: <i>Analisis de los Niveles de presión Sonora en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD - C/Genia.</i>				
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha (D/M/A): <i>16 de mayo 2017</i>		Ubicación de la Medición: <i>2° PISO UNAD.</i>			
Hora de inicio: <i>17:11</i> Hora de Fin: <i>18:11</i>		Propósito de la Medición: <i>Determinación niveles de presión sonora.</i>			
Responsable de la Medición: <i>Hector J. Ospina</i>			Hoja: <i>1</i> de <i>1</i>		
Supervisor: <i>Ing. Jaime Fajula</i>					
INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA					
Tipo de Instrumentación Utilizada: <i>Sonometro, Calibrador y Comp. Portatil</i>					
Equipo Utilizado: <i>Sonometro BTECH II</i>		Números de Serie del Equipo: <i>309669 + PT1728</i>			
Datos de Calibración: <i>95 dB.</i>		Fecha de Vencimiento del Certificado de Calibración:			
Observaciones:					
CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE LA MEDICIÓN					
Hora	Temperatura (°C)		Velocidad (m/s) y Dirección del Viento	Humedad (%)	Presión Atmosférica (hPa)
	Viento	Ambiental			
<i>17:11</i>	<i>17:11</i>	<i>18:11</i>			
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN					
Descripción de Tiempos de Medición: <i>Toma de datos en posición N, S, E, O y V. durante 02 min</i>					
Intervalos de Tiempos de Medición: <i>Un dato por seg.</i>					
Descripción de los Fuentes de Sonido Existentes: <i>Ruido Ambiental</i>					
EVENTOS DE POSIBLE ALTERACIÓN DE LA MEDICIÓN					
Hora	Duración	Descripción del Evento	Valor Máx de Emisión (dB(A))		
<i>17:28</i>	<i>2 seg</i>	<i>Paso de avion</i>	<i>60.0</i>		
<i>17:38</i>	<i>6. seg</i>	<i>Paso de avion</i>	<i>61.4</i>		
<i>18:03</i>	<i>6. seg</i>	<i>Paso de avion</i>	<i>59.2</i>		
Observaciones:					
Firma del Responsable de la Medición: <i>[Signature]</i>				Firma del supervisor: <i>Jaime Fajula</i>	



*Obs. No se toman datos meteorológicos por estar dentro de las instalaciones de la UNAD.
 Las condiciones meteorológicas son estables.*

MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL					
UN Universidad Nacional ECAPMA	PROYECTO: Analisis de los niveles de Presion sonora en la Universidad Abierta y a Distancia - UNAD. Cartagena.				
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha (D/M/A): <u>16 de Mayo 2017</u> Hora de Inicio: <u>18:14</u> Hora de Final: <u>19:16</u> Responsable de la Medición: <u>Hector J. Ospina</u> Supervisor: <u>Ing. Jaime Fortich F.</u>	Ubicación de la Medición: <u>1° PISO UNAD</u> Propósito de la Medición: <u>Determinación nivel del ruido</u> Hoja: ___ de ___				
INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA					
Tipo de Instrumentación Utilizada: <u>Sonometro, Computador y Calibrador</u> Equipo Utilizado: <u>Sonometro Extach II</u> Datos de Calibración: _____ Observaciones: _____				Números de Serie del Equipo: <u>309669 + 1327, 3097870</u> (PT 1887) Fecha de Vencimiento del Certificado de Calibración: _____	
CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE LA MEDICIÓN					
Hora	Temperatura (°C)		Velocidad (m/s) y Dirección del Viento	Humedad (%)	Presión Atmosférica (hPa)
	Viento	Ambiental			
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN					
Descripción de Tiempos de Medición: <u>Toma de datos O, S, E, D y V por 12 min</u> Intervalos de Tiempos de Medición: <u>Un dato por seg.</u> Descripción de las Fuentes de Sonido Existentes: <u>Ruido Ambiental</u>					
EVENTOS DE POSIBLE ALTERACIÓN DE LA MEDICIÓN					
Hora	Duración	Descripción del Evento		Valor Máx de Emisión (dB(A))	
<u>18:52</u>	<u>7 seg.</u>	<u>Paso de OVOM</u>		<u>63.5</u>	
<u>19:06</u>	<u>7 seg.</u>	<u>Paso de camion</u>		<u>62.2</u>	
Observaciones: _____ Firma del Responsable de la Medición: <u>[Firma]</u> Firma del supervisor: <u>[Firma]</u>					

OBS. No se toman datos meteorológicos por estar dentro de las instalaciones de la UNAD.
 - las condiciones meteorológicas son estables.

Formato datos nivel de presión sonora Cancha de microfútbol (Parquedero), 16 de mayo

2017

 	MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL				
	PROYECTO: Analisis de los Niveles de presión sonora en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UANAD C/Gen. Croquis				
INFORMACIÓN GENERAL					
Fecha (D/M/A): 16 de Mayo de 2017		Ubicación de la Medición: Cancha de Microfútbol (Parquedero de)			
Hora de Inicio: 19:18 Hora de Final: 20:18		Propósito de la Medición: Determinación de Presión sonora			
Responsable de la Medición: Hector J. Ospina					Hoja: de
Supervisor: Ing. Jaime Farfán F.					
INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA					
Tipo de Instrumentación Utilizada: Sonómetro, portatil, calibrador					
Equipo Utilizado: Sonómetro Estech II			Números de Serie del Equipo: 309669 + PR 1728		
Datos de Calibración: 95 dB			Fecha de Vencimiento del Certificado de Calibración:		
Observaciones:					
CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE LA MEDICIÓN					
Hora	Temperatura (°C)		Velocidad (m/s) y Dirección del Viento	Humedad (%)	Presión Atmosférica (hPa)
	Viento	Ambiental			
19:25		27.8	2.5 N	82	
19:35		27.8	3.0 N	81	
19:45		27.6	1.8 N	81	
19:55		27.6	1.5 N	80	
20:10		27.6	1.5 N	80	
20:20		27.4	1.5 N	80	
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN					
Descripción de Tiempos de Medición: Toma de datos en posición. P, S, E, O y V por 12 min					
Intervalos de Tiempos de Medición: Se toma un dato por seg.					
Descripción de las Fuentes de Sonido Existentes: Ruido Ambiental.					
EVENTOS DE POSIBLE ALTERACIÓN DE LA MEDICIÓN					
Hora	Duración	Descripción del Evento		Valor Máx de Emisión (dB(A))	
19:35	7	Paso de avion		59.0	
20:13	7	Paso de avion		60.1	
Observaciones:					
Firma del Responsable de la Medición:			Firma del supervisor:		

OBS. Las condiciones meteorológicas son estables.

ANEXO II. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO EXTECH
407750.

EXTECH
INSTRUMENTS

EXCELLENCE IN TECHNOLOGY Since 1971

ISO 9001 Certified Extech Instruments Corporation • 255 Bear Hill Road • Waltham, MA 02451-1064

Certificate of Calibration

Certificate Number: 5827
Document Number: 3400

Customer Details:
Customer Name: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

Instrument Details:

Manufacturer:	EXTECH INSTRUMENTS	Calibration Date:	September 24, 2008
Description:	SOUND LEVEL METER	As Received:	NEW
Model Number:	407750		
Serial Number:	309669+ PT1728, 3097870- PT1887		
Equip. ID Number:	N/A		


Environmental Details:
Temperature: 21 Deg. +/- 5 C Relative Humidity: 40% +/- 15%

Procedures Used:
Calibration Procedure: EICM407750-CP

Certification

Extech Instruments certifies that the instrument listed above meets the specifications of the manufacturer at the completion of its calibration. Standards used are traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), or have been derived from accepted values, natural physical constants, or through the use of the ratio method of self-calibration techniques. Methods used are in accordance with ISO 10012-1 and ANSI/NCCL Z540-1-1994. This certificate is not to be reproduced other than in full, except with prior written approval of Extech Instruments Corporation. All the calibration standards used have an accuracy ratio of 4:1 or better, unless otherwise stated.

Technician Notes:

Technician: TERI KING Approved By: 

Phone: 781.890.7440 ext 210 • Fax: 781.890.3957 • E-mail: repair@extech.com • www.extech.com

Certificate of Calibration

Certificate Number: 5827

Document Number: 3400

As Received Calibration Data

Standard Reading	UUT	Accuracy	High Limit	Low Limit	Error	Status
------------------	-----	----------	------------	-----------	-------	--------

Function : dB (A Weighting)/Frequency/Distortion

94 dB	94.1	± (0.5 dB)	94.5	93.5	0.1	PASS
114 dB	114.3	± (0.5 dB)	114.5	113.5	0.3	PASS
1KHz (94 dB)	1031	± (4%)	1040	960	31	PASS
Distortion	0.8	<3%	<3%	NA	0.8	PASS

Final Reading Calibration Data

Standard Reading	UUT	Accuracy	High Limit	Low Limit	Error	Status
------------------	-----	----------	------------	-----------	-------	--------

Function : dB (A Weighting)/Frequency/Distortion

94 dB	94.1	± (0.5 dB)	94.5	93.5	0.1	PASS
114 dB	114.3	± (0.5 dB)	114.5	113.5	0.3	PASS
1KHz (94 dB)	1031	± (4%)	1040	960	31	PASS
Distortion	0.8	<3%	<3%	NA	0.8	PASS

UUT- Unit Under Test

Estandards Used

Manufacturer	Model #	Serial #	Description	Calibration Due Date
Bruel & Kjaer	4226	2038901	Acoustic Calibrator	July 11, 2008
Racal-Dana	1992	970676	Frequency Counter	February 6, 2008
Hewlett Packard	334A	822-01348	Distortion Analyzer	February 8, 2008

N.I.S.T. Reference No.: Standards traceable to N.I.S.T. listed above are on file and available upon request.

Certificate of Compliance

We hereby certify that to the best of our knowledge, the instruments listed below meet or exceed the specifications stated in the appropriate instruction manuals. Extech Instruments Corporation, an ISO 9001 certified company, inspects its incoming shipments using an approved sampling plan with an AQL. All incoming inspections are performed using test equipment that is traceable to National Standards.



COMPANY: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

MODEL	SERIAL NUMBER	DESCRIPTION	QTY
40730	304054 - 071029	SOUND LEVEL METER WITH PC INTERFACE	1
	307430 - 071027	BIG BACKLIT DISPLAY, PC INTERFACE & BACKGROUND SOUND ABSORBER	

Authorized Extech Signature: _____

Authorized Power Tools Signature: _____

Date: October 1, 2008