

**DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES ÁREAS
DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN
EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL
- SIGA -**

CORAL CORAL CORAL

Trabajo de Grado para obtener el título de Bióloga

**Director
APOLINAR FIGUEROA CASAS Ph.D**

**Asesores
Mg. LEONIDAS ZAMBRANO POLANCO
BIÓLOGO: SAMIR CARLOS JOAQUI DAZA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGIA**

**Popayán
2009**

**DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO
DE TRES ÁREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA
EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO
DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL - SIGA -**

CORAL CORAL CORAL

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGIA
Popayán
2009**

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

CONTENIDO

	pág.
CONTENIDO	1
RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN	7
1. OBJETIVOS.....	9
1.1. GENERAL.....	9
1.2. ESPECÍFICOS.....	9
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	10
2.2. RUIDO.....	10
2.2.1. Características físicas del ruido.....	11
2.2.2. Características del ruido como agente contaminante.....	11
2.2.3. Tipos de ruido	12
2.3. NORMATIVIDAD	13
2.4. EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA	16
2.4.1. Efectos en el sistema auditivo.....	17
2.4.2. Efectos extra auditivos	19
2.4.3. Factores que influyen en la lesión auditiva producida por ruido	25
2.5. IMPACTO AMBIENTAL DEL RUIDO.....	26
2.5.1. El ruido ambiental.....	26
2.5.2. Evaluación ambiental.....	27
2.6. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	28
2.6.1. Mapa de ruido	28
2.6.2. Equipos de medición y especificaciones.....	30
2.7. ENCUESTA.....	31
2.8. MEDIDAS DE CONTROL	31
2.8.1. Sobre la fuente	34
2.8.2. Sobre el medio	34

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

2.8.3. Sobre el receptor	35
3. ANTECEDENTES	37
4. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.....	41
4.1. SECTOR 1: CENTRO – UNIVERSIDAD DEL CAUCA	42
4.2. SECTOR 2: TULCÁN – POMONA – UNIVERSIDAD DEL CAUCA.....	42
4.3. SECTOR 3: LAS GUACAS – UNIVERSIDAD DEL CAUCA	43
5. METODOLOGIA	45
5.1. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	46
5.1.1. Georreferenciación.....	46
5.1.2. Espacialización.....	47
5.2. APLICACIÓN DE LA LISTA DE CHEQUEO	50
5.3. APLICACIÓN DE LA MATRIZ CIR.....	52
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
6.1. ANALISIS DE INFORMACION DE LAS ENCUESTAS	55
6.1.1. ¿Existe ruido en su área de trabajo?.....	55
6.1.2. ¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?.....	56
6.1.3. ¿Se siente afectado por el ruido que se presenta en su área de trabajo?.....	58
6.1.4. Relación fuente de ruido Vs afección	59
6.2. CARTOGRAFIA TEMATICA DE RUIDO AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA.....	61
6.2.1. Cartografía temática de ruido ambiental sector Centro.....	61
6.2.2. Cartografía temática de ruido ambiental sector Tulcán- Pomona	65
6.2.3. Cartografía temática de ruido ambiental sector Las Guacas	69
6.3. EVALUACIÓN AMBIENTAL: APLICACIÓN DE LA MATRIZ CIR	72
6.3.1. Matriz CIR sector Centro.....	74
6.3.2. Actividades con mayor impacto para el sector Centro.....	76
6.3.3. Matriz CIR sector Tulcán - Pomona	77
6.3.4. Actividades con mayor impacto para el sector Tulcán-Pomona	79
6.3.5. Matriz CIR sector Las Guacas	80
6.3.6. Actividades con mayor impacto para el sector Las Guacas.....	81

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

7. MEDIDAS DE CONTROL.....	82
7.1. FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL	84
8. CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	98

Índice de Tablas

pág.

Tabla 1. Niveles de presión acústica y su equivalencia en decibelios (A).....	16
Tabla 2. Grado de hipoacusia y repercusión a nivel de comunicación	18
Tabla 3. Intensidad de ruido en dB(A) y valoración subjetiva de su percepción.....	19
Tabla 4. Características que influyen en el rendimiento debido a la presencia de ruido	21
Tabla 5. Efecto del ruido a nivel sistémico	23
Tabla 6. Combinación de colores para representaciones gráficas cada 5 decibels(A).....	29
Tabla 7. Horarios de intervalos de referencia para el territorio nacional.....	29
Tabla 8. Valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente	35
Tabla 9. Tiempos de muestreo por periodo de referencia para cada punto de muestreo	50
Tabla 10. Puntos de muestreo en el sector Centro	51
Tabla 11. Puntos de muestreo en el sector Tulcán-Pomona	51
Tabla 12. Puntos de muestreo en el sector Las Guacas.....	51
Tabla 13. Ejemplo de la Matriz de Coeficiente de Importancia Relativa (CIR).....	53
Tabla 14. ¿Existe ruido en su área de trabajo?.....	55
Tabla 15. Chi cuadrado: ¿Existe ruido en su área de trabajo?	55
Tabla 16. ¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?	56
Tabla 18. Afección por ruido en el área de trabajo	58
Tabla 19. Chi cuadrado: Afección por ruido en el área de trabajo	59
Tabla 20. ¿Cree que el ruido le genera distracción?	59
Tabla 21. Decibels(A) sector Centro.....	61
Tabla 22. Decibels sector Tulcán - Pomona.....	66
Tabla 23. Decibels sector Las Guacas.....	69
Tabla 24. Matriz CIR sector Centro.....	75
Tabla 25. Coeficientes de importancia del sector Centro	75
Tabla 26. Matriz CIR sector Tulcán – Pomona	78
Tabla 27. Coeficientes de importancia del sector Tulcán – Pomona	78
Tabla 28. Matriz CIR sector Las Guacas	80
Tabla 29. Coeficientes de importancia del sector Las Guacas.....	80
Tabla 30. Paralelo de las fuentes según el CIR para los sectores estudiados.....	81
Tabla 31. Ficha de manejo ambiental de fuentes de ruido externo.....	85
Tabla 32. Ficha de manejo ambiental de fuentes de ruido internas	86
Tabla 33. Ficha de manejo ambiental para fuentes de ruido de actividades de descanso....	87
Tabla 34. Ficha de manejo ambiental del ruido en áreas abiertas.....	88

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Índice de Figuras

	pág.
Figura 1. Incidencia del ruido en el deterioro de la salud humana	26
Figura 2. Sonómetro Quest 2900 y Calibrador de niveles de sonido Quest QC-10	30
Figura 3. Medidas de control de ruido en el sistema.....	31
Figura 4. Acciones del sonido al incidir sobre una superficie	32
Figura 5. Mapa de las áreas de estudio	41
Figura 6. Áreas de estudio sector Centro - UNICAUCA.....	42
Figura 7. Áreas de estudio sector Tulcán-Pomona - UNICAUCA	43
Figura 8. Áreas de estudio sector Las Guacas - UNICAUCA	44
Figura 9. Esquema de la metodología general	45
Figura 10. Ensamblaje del preamplificador y del micrófono al medidor	48
Figura 11. Posicionamiento del sonómetro.....	49
Figura 12. ¿Existe ruido en su área de trabajo?	56
Figura 13. ¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?	58
Figura 14. Afección por ruido en el área de trabajo.....	59
Figura 15. ¿Cree que el ruido le genera distracción.....	60
Figura 16. Mapa sector Centro Jornada Laboral Diurna.....	62
Figura 17. Mapa sector Centro Jornada Laboral Nocturna	63
Figura 18. Mapa sector Centro Jornada Festiva Diurna.....	64
Figura 19. Mapa sector Centro Jornada Festiva Nocturna.....	65
Figura 20. Mapa sector Tulcán - Pomona Jornada Laboral Diurna	66
Figura 21. Mapa sector Tulcán - Pomona Jornada Laboral Nocturna	67
Figura 22. Mapa sector Tulcán - Pomona Jornada Festiva Diurna.....	68
Figura 23. Mapa sector Tulcán - Pomona Jornada Festiva Nocturna	69
Figura 24. Mapa sector Las Guacas Jornada Laboral Diurna	70
Figura 25. Mapa sector Las Guacas Jornada Laboral Nocturna	71
Figura 26. Mapa sector Las Guacas Jornada Festiva Diurna.....	71
Figura 27. Mapa sector Las Guacas Jornada Festiva Nocturna	72

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

RESUMEN

En las actividades relacionadas con creación y socialización del conocimiento tales como la académica y la investigación; en los procesos de desarrollo y aplicación de técnicas y uso de tecnologías; en la administración; en la creación de arte y cultura; y en los diferentes trabajos que se desarrollan en el quehacer universitario se emite, como consecuencia directa no deseada, una cantidad desconocida de ruido en áreas y sectores no especificados. El ruido como un factor contaminante ambiental debe ser evaluado porque afecta de forma indeterminada, tanto al personal administrativo, profesores y alumnos como a los componentes del ambiente universitario que se encuentran expuestos a él.

Con tal fin, en el marco de la implementación del Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA) de la Universidad del Cauca, se realizó el presente diagnóstico que evaluó el ruido ambiental de algunas dependencias de la universidad en tres sectores de la ciudad de Popayán: El sector Centro, localizado en el sector histórico de la ciudad de Popayán, el sector Tulcán-Pomona, caracterizado por ser un área universitaria y el sector Las Guacas, ubicado al norte de la ciudad de Popayán. En cada sector se inició el diagnóstico con la aplicación de listas de chequeo mediante, las cuales se identificaron las principales actividades fuentes de ruido y con la Matriz de Coeficiente de Importancia Relativa (CIR), se las valoraron. Además se geoposicionaron los puntos donde se midieron los decibeles con un sonómetro previamente calibrado. Con estos insumos, se obtuvo la respectiva cartografía temática de cada sector, que representa la situación actual de los niveles de ruido ambiental en el área de estudio. Así se determinó que existe un impacto considerable en la Facultad de Artes en el sector Centro, donde la fuente principal de ruido es la práctica con instrumentos musicales cuyos niveles, 83.4dB(A), superan a los valores establecidos por la normatividad ambiental. En tanto que las dependencias del sector Tulcán-Pomona, presentan niveles más cercanos a los valores establecidos, debido a las áreas arborizadas como en las facultades de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, de Ingenierías y en los laboratorios y por las amplias zonas abiertas como en la Facultad de Agroindustria en el sector Las Guacas. Finalmente, se sugirieron medidas de control para las fuentes de ruido a través de las fichas de manejo ambiental.

Palabras claves: Coeficiente de Importancia Relativa, Ruido ambiental, Sistema de información geográfica, Sistema Integral de Gestión Ambiental.

INTRODUCCIÓN

La universidad juega un papel importante en la construcción del desarrollo sostenible formando el capital humano capaz de enfrentarse a dicho reto, además la universidad es una institución creadora de opinión y generadora de paradigmas metodológicos que han de regir el progreso social y ambiental. De ahí que en el año de 1990 se desarrollan políticas ambientales a nivel de gestión global con implicación en todos los ámbitos de las instituciones universitarias iniciándose así la ambientalización¹ de la universidad. Tiene una relevancia especial el primer documento político que firman varios rectores de todo el mundo llamado **La Declaración de Talloires de Rectores de Universidades para un Futuro Sostenible**, (Francia, Octubre de 1990). Posteriormente se suceden distintos acuerdos, en los cuales las universidades adquieren compromisos para desarrollar políticas de comunicación y sensibilización ambiental dirigidas tanto a los alumnos como personal académico, administrativo, de servicio y se diseñan sistemas de gestión ambiental con el objetivo de fomentar la cultura de sostenibilidad a nivel global (Cortina, 2001).

En vista de estos acontecimientos, la Universidad del Cauca aprueba la creación del **Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA)** para la universidad mediante la Resolución 346 de 2006, entrando en sintonía con los distintos acuerdos que existen a nivel internacional de ejecutar acciones encaminadas a estructurar, planificar, gestionar y definir responsabilidades, acciones y procedimientos relacionados con la gestión del medio ambiente. Además, como entidad de carácter público tiene en cuenta la Resolución Orgánica 5580 de 2004 de la Contraloría General de la República, donde refiere, en los numerales 4 y 11 del artículo 268 de la Constitución Política, que las entidades que manejan recursos del gobierno deben hacer rendición de cuenta ante el Contralor General de la República, dando así cumplimiento a la legislación nacional.

Entre las principales acciones del Plan de Gestión Ambiental de la universidad, aprobado con la Resolución 111 del 2009, es llevar a cabo un diagnóstico para la identificación y valoración del estado ambiental que presenta actualmente la institución académica dado que en el desarrollo de las actividades cotidianas, académicas y de investigación que orienta la universidad, hace uso de recursos de manera que genera impactos por el manejo de equipos y materiales, sustancias o elementos. Uno de los impactos a evaluarse es el generado por el ruido (Ruido Ambiental), que es consecuencia directa no deseada de las actividades que se desarrollan en la institución; en este sentido se desconoce la cantidad de ruido emitido así como las áreas emisoras y/o receptoras en el campus.

¹ Adopción de compromisos relacionados con los principios del desarrollo sostenible, La Universidad de Granada propone líneas estratégicas de formación e investigación ambiental.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Este estudio tuvo en cuenta la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Medio Ambiente, las Normas Técnicas Colombianas (NTC) y la normatividad internacional. Cabe aclarar que a nivel nacional esta temática es relativamente nueva, por lo que existen pocos antecedentes y metodologías adecuadas para la evaluación del Ruido ambiental en instituciones educativas.

Esta investigación adquiere importancia porque al caracterizar el ambiente acústico de algunas dependencias del campus de la Universidad del Cauca, se genera información que sirve de apoyo para el desarrollo de programas de salud para el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad universitaria, cumpliendo de esta manera con la política ambiental nacional y con los compromisos ante la comunidad internacional y por efecto realza la imagen de la institución educativa ante la comunidad local, regional y nacional.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

1. OBJETIVOS

1.1. GENERAL

Diagnosticar el ambiente acústico actual de algunas dependencias del campus de la Universidad del Cauca en la ciudad de Popayán a efectos de recomendar propuestas que prevengan ambientes ruidosos dentro de la universidad.

1.2. ESPECÍFICOS

- Medir los niveles de ruido ambiental a los que está expuesta la comunidad universitaria en tres sectores en la ciudad de Popayán.
- Desarrollar la cartografía temática de los niveles de ruido ambiental de algunas dependencias de la Universidad del Cauca en la ciudad de Popayán delimitando los sectores afectados por este contaminante.
- Identificar los principales impactos ambientales y los componentes más afectados que se dan en las actividades y que producen ruido tanto al interior como en su entorno inmediato de la Universidad del Cauca.
- Proponer alternativas de control y mitigación a las actividades que generen impacto por ruido en las áreas estudiadas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL

Un Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA) es un proyecto estructurado encaminado a diagnosticar², planificar, gestionar y definir responsabilidades y procedimientos que se relacionan con la filosofía de garantizar servicios de calidad mediante la complementación de controles que aseguren que todos los procesos que participan del servicio se ejecutan dentro de las características establecidas (Figuroa, 2005).

El sistema integral de gestión ambiental de la Universidad del Cauca aporta procesos con el fin de cumplir las exigencias actuales de ser una institución competitiva, haciendo necesario el desarrollo de programas de gestión que controlen sus efectos donde actúa. Por lo tanto, el diagnóstico del ambiente sónico de algunas dependencias de la Universidad del Cauca se desarrolla dentro del marco del SIGA persiguiendo estos objetivos.

2.2. RUIDO

Desde el punto de vista físico, el sonido es una sensación auditiva producida por una onda, debido a la perturbación mecánica que se propaga a través de un medio elástico (aire, líquido o sólido) a una velocidad característica de este. También se define como cualquier variación de presión sobre la presión atmosférica que el oído humano puede detectar.

El ruido es un sonido molesto y desagradable, que puede consistirse de un tono puro simple, aunque en la mayoría de los casos contiene muchos tonos a diferentes frecuencias e intensidades. De los atributos que distinguen entre un sonido deseado y otro desagradable, es por regla general la intensidad (Turk et al, 1973), cuanto más intenso es un sonido tanto más probable es que se lo considere como ruido.

La perturbación generada por un sonido depende tanto de su nivel, como de la frecuencia; a mayores frecuencias las molestias son más pronunciadas que a bajas frecuencias. Al mismo nivel sonoro, los tonos puros perturban más que un sonido complejo cargado de muchos tonos.

² Diagnosticar: recoger y analizar datos para evaluar problemas de diversa naturaleza

2.2.1. Características físicas del ruido

Presión sonora: cantidad de energía que transporta el sonido para su propagación y se mide en Pascales (Pa). El rango de la presión sensible al oído humano está entre 20 Pascales (Pa) (umbral de audición) y 200 Pa (umbral de dolor).

Nivel de presión sonora: L_p , por definición es 10 veces el logaritmo de la presión sonora sobre una presión sonora base que es el umbral del sonido. El resultado son decibeles (dB^3) de presión sonora. Equivalen a la décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión: $\text{Log } R = 1\text{dB}/10$.

Potencia Sonora: energía sonora emitida por la fuente en determinado tiempo cuya unidad de medida es vatio⁴ (w). La Presión Sonora, se divide por la unidad de área normal a la dirección de su propagación, se le denomina **Intensidad Sonora**, w/m^2 (Harris, 1995).

Presión Sonora Pondera A: presión de la media cuadrática, determinada mediante el uso de la red "A" de ponderación de frecuencia.

Intensidad Sonora: energía sonora transmitida en una dirección específica a través de una unidad de área normal.

2.2.2. Características del ruido como agente contaminante

El ruido es una forma de tensión ambiental que produce una sensación directa, no es una sustancia, por lo tanto no se acumula y desaparece tan pronto deja de funcionar la fuente., sin embargo los efectos sobre el organismo no se eliminan con facilidad. A continuación se presentan características del ruido como contaminante ambiental:

- Es el contaminante más barato de producir y necesita poca energía para ser emitido.

³Decibel (dB): la unidad de medida adaptada para medir el sonido, que expresa la relación entre las presiones de un sonido cualquiera y un sonido de referencia en escala logarítmica

⁴ Unidad de potencia eléctrica del Sistema Internacional, que equivale a un julio por segundo. Un julio equivale al trabajo producido por una fuerza de un newton, cuyo punto de aplicación se desplaza un metro en la dirección de la fuerza.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- Tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes, es decir, es localizado.
- No se traslada a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado desplazado por el viento por ejemplo
- Se percibe sólo por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto. Ocasionalmente, en presencia de grandes niveles de presión sonora, por el tacto, hay percepción de vibraciones. A diferencia del otros contaminantes que son captados por varios sentidos con similar nivel de molestia. Por ejemplo, la contaminación del agua se puede percibir por su aspecto, olor y sabor
- Características objetivas (parámetros físicos) intensidad, frecuencia, duración, variabilidad, etc.
- Características subjetivas (apreciación). Del sujeto: biológicas, psicológicas, culturales, costumbres, calidad de vida. Del ambiente: zona donde se encuentra el afectado. De actividad: sueño, concentración, deporte (SESMA, 2004).

2.2.3. Tipos de ruido

Los ruidos se pueden clasificar de muchas maneras:

Por su carácter temporal:

Ruido constante: no tiene variación en el tiempo y permanece.

Ruido intermitente: tiene interrupciones en el tiempo.

Ruido fluctuante: el nivel sonoro cambia en el tiempo.

Ruido de impacto: es un ruido del tipo impulsivo, su nivel se eleva instantáneamente.

Ruido periódico: es cíclico y se repite en el tiempo.

Por sus características espectrales:

Tono puro: es emitido a una sola frecuencia.

Ruido de banda estrecha: es un ruido que se emite en un intervalo de frecuencias.

Ruido de banda ancha: se emite en todo el espectro frecuencial.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Ruido blanco: es un sonido cuya potencia de densidad espectral, es esencialmente independiente de la frecuencia.

Ruido rosa: el ruido que tiene un espectro continuo de frecuencia y una potencia constante dentro de una anchura de banda proporcional a la frecuencia central de la banda.

Por su naturaleza, fuente o ámbito del que proviene u otra característica peculiar: comunitario, industrial, aeronáutico, residencial, de tráfico vehicular.

Por su contenido semántico, es decir por el significado asociado: por su nivel sonoro, ruido alto, ruido medio, ruido bajo.

Los ruidos se pueden agrupar de muchas otras maneras de acuerdo con necesidades u otros parámetros que se requieran, por ejemplo salud, etc.

2.3. NORMATIVIDAD

La legislación colombiana trata por separado lo relacionado con la temática de ruido y el receptor (Gonzales, 2002) y tiene en cuenta el nivel de presión sonora admitido en decibels, duración y periodicidad. Zonas residencial, comercial, industria y el periodo: diurno o nocturno.

Los esfuerzos normativos para controlar la contaminación generada por ruido en Colombia, se remontan a 1974 cuando aparece la primera legislación que menciona explícitamente al ruido como contaminante. Fue así como el **Decreto Ley 2811**, expedido a partir de la Ley 23 del 12 de diciembre de 1973, en sus Artículos 3, 8, 33 y 75 establece al ruido como un aspecto a reglamentar, así como se establecen las condiciones y requisitos necesarios para preservar y mantener la salud y tranquilidad de los habitantes, mediante el control de ruidos, originados en actividades industriales, comerciales, domésticas, deportivas, de esparcimiento, de vehículos de transporte, o de otras actividades análogas.

En 1979 se expidió la **Ley 009 de 1979** por la cual se promulgan medidas sanitarias para la protección del medio ambiente, dándole la facultad al Ministerio de Salud Pública de impedir el tránsito de fuentes móviles que generen ruidos, en forma directa o por la remoción de alguna parte mecánica, de reglamentar los niveles de ruido, vibración y cambios de presión a que puedan estar expuestos los trabajadores, y la intensidad de sonidos o ruidos en las edificaciones se regirá por lo establecido en la presente Ley y sus reglamentaciones. Ese mismo año se emite por parte del Ministerio del Trabajo la **Resolución 2400**, que establece entre otros, la organización y desarrolló de programas permanentes de medicina preventiva, de higiene y seguridad industrial, así como aplicar

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

sistemas de control para protección contra riesgos profesionales, realizar estudios técnicos, aplicar métodos de control, mantenimiento preventivo, uso de silenciadores y limitar el tiempo de exposición y suministro de elementos de protección personal y la práctica de audiometrías.

Con el objeto de reglamentar lo establecido en el Decreto Ley 2811 y la Ley 09 de 1979, el Ministerio de Salud emite **la Resolución 8321** del 4 de Agosto de 1983, por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición, de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. En los capítulos uno a cuatro trata sobre el ruido ambiental, sus métodos de medición y determina los valores límite, mientras que el capítulo V trata sobre el ruido ocupacional. En relación con el capítulo V ha sido ampliamente desarrollado por diversos sectores interesados e incluso ha sufrido cambios y reformas legales, mientras que lo concerniente a ruido ambiental ha sido utilizado para la Resolución de quejas y prácticamente ha permanecido sin modificaciones. En la Constitución Nacional de 1991 el capítulo 3, de los derechos colectivos y del ambiente, establece en los artículos 79 y 80 que “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo” y “Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”.

En 1993 se sanciona la **Ley 99 de 1993** por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente; hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), encargando a las autoridades ambientales de ejercer la evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos, funciones que hasta ese momento en el tema de aire estaban en cabeza del Ministerio de Salud Pública, hoy Ministerio de la Protección Social.

En 1995 el Ministerio de Medio Ambiente estableció la norma marco para el componente aire a través del **Decreto 948**. Este Decreto contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire, en donde se consagran las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención y control, las competencias para la fijación de normas y los instrumentos y los medios de control y vigilancia. Con respecto al tema del ruido ambiental, el Decreto 948 en su Artículo 14 establece que el

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Ministerio del Medio Ambiente fijará mediante resolución los estándares máximos permisibles de emisión de ruido y de ruido ambiental, para todo el territorio nacional. Dichos estándares determinarán los niveles admisibles de presión sonora, para cada uno de los sectores clasificados por el Artículo 15 de este decreto y establecerán los horarios permitidos, teniendo en cuenta los requerimientos de salud de la población expuesta. Las normas o estándares de ruido de que trata este artículo se fijarán para evitar efectos nocivos que alteren la salud de la población, afecten el equilibrio de ecosistemas, perturben la paz pública o lesionen el derecho de las personas a disfrutar tranquilamente de los bienes de uso público y del medio ambiente. Las regulaciones sobre ruido podrán afectar toda presión sonora que generada por fuentes móviles o fijas, aun desde zonas o bienes privados, trascienda a zonas públicas o al medio ambiente” y luego todo lo expuesto en el capítulo V De la generación y Emisión de Ruido.

La Ley 715 de 2001 en sus artículos 74 y 76 asigna a los Departamentos las funciones de desarrollar y ejecutar programas y políticas para el mantenimiento del medio ambiente y los recursos naturales renovables así como las de coordinar y dirigir con la colaboración de las Corporaciones Autónomas Regionales, las actividades de control y vigilancia ambientales intermunicipales, que se realicen en el territorio del departamento y a los Municipios, en coordinación con las corporaciones autónomas regionales, las funciones de tomar las medidas necesarias para el control, la preservación y la defensa del medio ambiente en el municipio, promoviendo, participando y ejecutando programas y políticas para mantener el medio ambiente sano, coordinando y dirigiendo, con la asesoría de las Corporaciones Autónomas Regionales, las actividades permanentes de control y vigilancia ambientales.

Autoridades como el DAMA, DAGMA, CORPOGUAJIRA, AMVA, CVS, CVC, entre otras, preocupadas por el problema de contaminación del medio ambiente por ruido, han venido desarrollando actividades de medición de ruido ambiental. Sin embargo, hasta el principios del 2006 el país no contaba con una resolución que reglamentara el tema de ruido ambiental, como lo establece el Decreto 948 de 1995, aunque habían sido realizados esfuerzos para elaborar una, como por ejemplo, años atrás se contó con un proyecto de borrador de norma que estuvo a punto de ser sancionada. En razón de esta circunstancia algunas Corporaciones Autónomas Regionales (CARS) habían iniciado el proceso de establecer sus propias metodologías para la determinación del ruido ambiental. Para el 7 de Abril del 2006, el Ministerio de Medio Ambiente establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental a partir de la Resolución 0627 de 2006, en la que se establecen los niveles permisibles, para las jornadas diurna y nocturna. Para efectos del presente trabajo se tiene en cuenta el artículo 17, en el que la norma especifica que las Universidades y centros de estudio e investigación, están incluidos en el sector B: (Tranquilidad y Ruido Moderado) y establece que los Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental en Decibels dB(A) son 65dB(A) durante el día y 50dB(A) para la el período nocturno.

2.4. EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA

El concepto de efectos en la salud no debe ser interpretado en un sentido estricto o restrictivo, no es la ausencia de la enfermedad. La salud se identifica igualmente con un estado de bienestar físico, psíquico y social⁵, o con la situación de equilibrio con el entorno que garantice la ausencia de distorsiones desproporcionadas. El ruido puede romper ese equilibrio y de este modo desencadenar la enfermedad. La degradación ambiental por contaminación acústica repercute negativamente en la salud y el bienestar de las personas, aunque de manera variable en cada una de ellas; por lo que la subjetividad de la víctima influye considerablemente en sus efectos. Partiendo de este concepto de subjetividad, un mismo sonido puede ser considerado un elemento molesto para unas personas mientras que para otras no. Esto depende de las características del receptor y del momento que se produce el ruido. A continuación se presentan los principales efectos en la salud humana.

Para poder establecer el riesgo de lesión auditiva con la mayor precisión posible, es necesario que el sonómetro que registre lo haga de una manera similar a como lo hace el oído humano y para ello se puede utilizar filtros diferentes, siendo el filtro de tipo “A” el que logra un restiro casi idéntico al que percibe el oído humano, atenuando de forma importante los sonidos de frecuencias bajas (<500 Hz), respetando la frecuencia de 1000 Hz, (Tabla 1), aumentando algo entre 2000 y 4000 Hz y volviendo a atenuar las frecuencias altas (>8000 Hz); la medida registrada por los sonómetros equipados con ese filtro se expresa en dB(A).

Tabla 1. Niveles de presión acústica y su equivalencia en decibelios (A)

Rango	Intensidad sonora en 10^{12} w/m^2	Nivel sonoro en dB(A)	Fuente sonora
Nocivo	1002000.0001000.000	140	Motor a reacción
	102000.0001000.000	130	Fuegos artificiales
Umbral doloroso	12000.0001000.000	120	Sala de maquinas en navíos
	100.0001000.000	110	Banda de rock
	10.0001000.000	100	Martillo neumático, telar
	1.0001000.000	90	
Crítico	1001000.000	80	Calle con mucho tráfico
	101000.000	70	Automóvil particular
	11000.000	60	Oficina
	100.000	50	
	10.000	40	
	1.000	30	Conversación normal
	100	20	Vivienda Tranquila
	10	10	Murmullo de las hojas
	1	0	Umbral de audición

Tomado de UÑA et al. Ruido: Protocolo de vigilancia sanitaria específica. Madrid. Ministerio de Sanidad y Consumo. 2000.p. 19.

⁵ Este enfoque integral de la salud es el aceptado actualmente por la Organización Mundial de l Salud.

2.4.1. Efectos en el sistema auditivo

Efecto enmascarador: consiste en que un sonido impide la percepción total o parcial de otros sonidos. Este efecto es muy negativo cuando interfiere con la percepción de señales o mensajes y en especial de la comunicación hablada. Es entonces un factor de aislamiento al margen de sus efectos negativos sobre la moral o el humor de la persona, puede disminuir la eficacia en el trabajo e incluso aumentar el riesgo de accidentes. La competencia entre el sonido deseado y el que no lo es, siempre tiene resultados perjudiciales y esto puede representar en algunos casos, por ejemplo:

- Disminuir la seguridad ya que la persona recibe con dificultad el aviso de un posible peligro.
- Disminuyen las oportunidades de información ya que la comunicación oral queda parcialmente afectada.
- Obligar a las personas inmersas en un ambiente ruidoso a utilizar una intensidad vocal alta, realizando un sobre esfuerzo que le puede hacer desarrollar una disfonía disfuncional.
- Normalmente, un ruido enmascara a otro ruido o sonido cuando la diferencia de niveles entre los dos es igual o mayor a 6 decibeles.

Cansancio auditivo: o fatiga auditiva se define como un descenso transitorio de la capacidad auditiva. En este caso no hay lesión orgánica y la audición se recupera después de un tiempo de reposo sonoro, dependiendo de la intensidad y duración de la exposición al ruido. De hecho, sería la respuesta fisiológica de protección del oído hacia sonidos de intensidad elevada, más de 90 decibeles, que se manifestaría en una elevación temporal del umbral de audición persistente después de haber cesado la emisión del ruido. De este fenómeno es consciente cualquier persona que, por ejemplo, después de haber estado en una discoteca, sufre durante un rato dificultades para mantener una conversación y tiene la sensación de tener los oídos tapados. Cuanto más largo sea el tiempo de exposición, más amplio será el espectro de frecuencias afectadas. El cansancio auditivo afecta las frecuencias próximas a las del ruido al que se este expuesto y puede afectar principalmente las frecuencias altas más que las bajas. La recuperación del umbral de audición puede tardar unas horas, lo que dependerá de:

- La intensidad del ruido recibido. Cuanto más intenso, más grande es el desplazamiento del umbral de audición y, por lo tanto, más lenta es la recuperación.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

- El tiempo de exposición. Entre más larga sea la duración de la exposición, más lenta es la recuperación. Este punto debe ser tenido en cuenta al momento de efectuar alguna audiometría.
- Las frecuencias afectadas. Independientemente de las frecuencias del ruido fatigante, parece que las frecuencias alrededor de los 4000 Hz tardan más para recuperarse.

Hipoacusia: es la disminución del nivel de audición de una persona por debajo de lo normal, la cual puede ser reversible o permanente. Requiere de una exposición alta en intensidad y duración del ruido o un cansancio prolongado que no permite la recuperación. La evolución típica muestra una primera fase con pérdida de unos 40dB(A) en la zona de recepción de la frecuencia de 4000 ciclos por segundo que se recupera al acabar la exposición al ruido, siempre en relación con la audición de base previa. En una fase posterior esta pérdida no se recupera, aunque no aparecen dificultades comunicativas. Si la agresión del ruido continúa, las lesiones se extienden hacia las células sensoriales que captan ondas de frecuencias próximas a las de 4000 ciclos por segundo, así se inicia un progresivo deterioro de las habilidades comunicativas auditivo-verbales. En la Tabla 2 se presenta el grado de hipoacusia, el umbral de audición y el déficit auditivo.

Tabla 2. Grado de hipoacusia y repercusión a nivel de comunicación

Grado de hipoacusia	Umbral de audición	Déficit auditivo
Audición normal	0-25dB(A)	
Pérdida leve	25-40dB(A)	Dificultad en conversación en voz baja o a distancia
Pérdida moderada	40-55dB(A)	Conversación posible a 1 o 1-5m
Pérdida marcada	55-70dB(A)	Requiere conversación con voz fuerte
Pérdida severa	70-90dB(A)	Voz fuerte y a 30 cm
Pérdida profunda	>90dB(A)	Oye sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación

Tomado de UÑA et al., 2000. Ibid., p.27.

A continuación se presenta la sintomatología de la hipoacusia, la cual es el resultado de la presencia de lesiones:

- La persona presenta acúfenos⁶ al final del día, la audiometría revela una pérdida de sensibilidad auditiva a la frecuencia de 4000 Hz.
- La pérdida auditiva se incrementa a frecuencias próximas a 4000 Hz y la persona refiere algún problema comunicativo

⁶ Acúfenos: percepción de ruidos o zumbidos en los oídos

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

- La pérdida avanza hacia frecuencias más bajas con una clara repercusión en la comunicación auditivo-verbal.

2.4.2. Efectos extra auditivos

El ruido es un estímulo que desde el nacimiento de la persona provoca reflejo de defensa y su presencia provoca efectos psicosociales, tales como: dificultad de comunicación, alteraciones en el descanso, en el sueño nocturno, en la capacidad de concentración, provoca ansiedad, favorece el estrés, etc. Estos efectos tendrán una respuesta diferente según la actitud de la persona, su sensibilidad individual, los recursos particulares para reducirlo, el momento del día en el que se produce, entre otros.

Estos efectos van a alterar la vida social de la persona y, visto desde una perspectiva global del modo en que se podría enfermar, pueden modificar sus relaciones con el entorno. La relación entre la intensidad del sonido y la sensación subjetiva de molestia se expresa en la Tabla 3.

Tabla 3. Intensidad de ruido en dB(A) y valoración subjetiva de su percepción

Nivel de dB(A)	Valoración (subjetiva)
30	Débil
50-60	Moderado
70-80	Fuerte
90	Muy fuerte
120	Ensordecedor
130	Umbral de sensación dolorosa

Tomado de UÑA et al., 2000. Ibid., p. 28

Interferencia en la comunicación: la mayor parte de energía acústica del habla está en la banda de frecuencia de 200 a 6000 Hz y la señal más constante es de 300 a 3000 Hz. La interferencia en el habla es básicamente un proceso de enmascaramiento, en el cual el ruido simultáneo impide la comprensión. El proceso de comunicación depende de una variedad de factores los cuales se presentan a continuación:

- Del propio sonido, como la intensidad, las frecuencias y la duración.
- De las condiciones acústicas del sitio. En interiores, la comunicación se ve afectada por las características de reverberación, el tiempo de reverberación de más de un segundo produce pérdida en la discriminación del habla.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

- De la distancia entre los interlocutores, así como la presencia o no del canal visual en el mismo momento del acto verbal.
- Del uso de protectores acústicos
- De la audición de las personas
- Del uso por parte del hablante de señales verbales efectivas, es decir, hechas con una buena articulación, esfuerzo adecuado, etc.
- Del conocimiento y familiaridad del mensaje
- Las motivaciones de los sujetos (expectativas, fatiga, estrés).

El nivel del sonido de una conversación en tono normal, a un metro del que habla, oscila entre 50 y 55dB(A). Hablando a gritos se puede llegar a 75 u 80dB(A). Por otra parte, para que la palabra sea perfectamente inteligible es necesario que su intensidad supere en alrededor de 15dB(A) al ruido de fondo. Por lo tanto, un ruido superior a 35 ó 40dB(A) provocará dificultades en la comunicación oral que sólo podrán resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz. A partir de 65dB(A) de ruido, la conversación se torna extremadamente difícil. Situaciones parecidas se dan cuando el sujeto esta intentando escuchar otras fuentes de sonido (televisión, música, etc.). Ante la interferencia de un ruido, se reacciona elevando el volumen de la fuente creándose así una mayor contaminación sonora sin lograr totalmente el efecto deseado. La incapacidad para comprender el habla genera problemas personales y cambios en la conducta. Los grupos particularmente vulnerables a las interferencias auditivas son los ancianos, los niños que están en el proceso de adquisición de la lengua y de la lectura y los individuos no familiarizados con el lenguaje que están escuchando.

Efectos sobre el rendimiento: se ha demostrado que el ruido puede perjudicar el rendimiento de los procesos cognoscitivos, principalmente en trabajadores y niños. Si bien un incremento provocado del ruido puede mejorar el rendimiento en tareas sencillas de corto plazo, el rendimiento cognoscitivo se deteriora sustancialmente en tareas más complejas. Entre los efectos cognoscitivos más afectados por el ruido se encuentran la lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización. El ruido también puede actuar como estímulo de distracción y el ruido súbito puede producir un efecto desestabilizante como resultado de una respuesta ante una alarma. Es evidente que cuando el desarrollo de una tarea necesita el uso de señales acústicas, el ruido de fondo puede enmascarar estas señales o interferir con su percepción. Por otra parte, un ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración. En ambos casos se afectará la realización de la tarea, generando errores y disminuyendo la calidad y cantidad del producto de la misma. Algunos accidentes, tanto laborales como de tránsito, pueden ser

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

debidos a este efecto. En ciertos casos las consecuencias serán duraderas, por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no sólo aprenden a leer con mayor dificultad, sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura. En la Tabla 4 se presentan algunas características que influyen en el rendimiento de actividades debido a la presencia de ruidos.

Tabla 4. Características que influyen en el rendimiento debido a la presencia de ruido

Factor	Característica
Ruido	Variabilidad del nivel de ruido y su contenido espectral
	Ruido continuo o intermitente
	Repetición de ruidos de elevado nivel
	Ruidos de frecuencias mayores a 2000 Hz
Persona	Con características ansiosas e irritables
Propias de la tarea	Demanda mental que exija
	Demanda sensomotriz
	Complejidad
	Demanda auditiva o extraauditiva

Tomado de: IDEAM. Documento Soporte Norma de Ruido Ambiental. Bogotá. 2006. p.29.

En las escuelas alrededor de los aeropuertos, los niños expuestos crónicamente al ruido de aviones tienen problemas en la adquisición y comprensión de la lectura, en la persistencia para completar rompecabezas difíciles y en la capacidad de motivación. Se debe reconocer que algunas de las estrategias de adaptación al ruido de aviones y el esfuerzo necesario para desempeñar adecuadamente una tarea tienen su precio. Los niños que viven en áreas más ruidosas presentan alteraciones en el sistema nervioso simpático, lo que se manifiesta en mayores niveles de la hormona del estrés y presión sanguínea más elevada en estado de reposo.

Trastornos del sueño: el ruido ambiental produce trastornos del sueño importantes. Puede causar efectos primarios durante el sueño y efectos secundarios que se pueden observar al día siguiente. El sueño ininterrumpido es un prerrequisito para el buen funcionamiento fisiológico y mental. El ruido influye negativamente sobre el sueño de tres formas diferentes que se dan, en mayor o menor grado según peculiaridades individuales, a partir de los 30 decibelios:

- Mediante la dificultad o imposibilidad de dormirse.
- Causando interrupciones del sueño que, si son repetidas, pueden llevar al insomnio. La probabilidad de despertar depende no solamente de la intensidad del suceso ruidoso sino también de la diferencia entre ésta y el nivel previo de ruido estable. A partir de 45dB(A) la probabilidad de despertar es muy grande.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

- Disminuyendo la calidad del sueño, volviéndose éste menos tranquilo y acortándose sus fases más profundas, tanto las de sueño paradójico (los sueños) como las no-paradójicas. Aumentan la presión arterial y el ritmo cardiaco, hay vasoconstricción y cambios en la respiración, mayores movimientos corporales.

Como consecuencia de todo ello, la persona no habrá descansado bien y será incapaz de realizar adecuadamente al día siguiente sus tareas cotidianas. Si la situación se prolonga, el equilibrio físico y psicológico se ven seriamente afectados. Con frecuencia se intenta evitar o, al menos atenuar, estas situaciones mediante la toma de tranquilizantes, el uso de tapones auditivos o cerrando las ventanas para dormir. Las dos primeras prácticas son, evidentemente, poco saludables por no ser naturales y poder acarrear dependencias y molestias adicionales. La tercera hace también perder calidad al sueño por desarrollarse éste en un ambiente mal ventilado y/o con una temperatura demasiado elevada. Los efectos cuantificables del ruido sobre el sueño se inician a partir de LAeq de 30dB(A). Sin embargo, mientras más intenso sea el ruido de fondo, mayor será su efecto sobre el sueño. Los grupos sensibles incluyen principalmente a los ancianos, trabajadores por turnos, personas con trastornos físicos o mentales y otros individuos con dificultades para conciliar el sueño. Se cree que la mitigación del ruido en la primera parte de la noche es un medio efectivo para ayudar a las personas a conciliar el sueño. Se debe señalar que el efecto del ruido depende en parte de la naturaleza de la fuente.

Malestar: este es quizás el efecto más común del ruido sobre las personas y la causa inmediata de la mayor parte de las quejas. La sensación de malestar procede no sólo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo sino también de otras sensaciones, menos definidas pero a veces muy intensas, de estar siendo perturbado. Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia.

El nivel de malestar varía no solamente en función de la intensidad del ruido y de otras características físicas del mismo que son menos objetivables (ruidos "chirriantes", "estridentes", etc.) sino también de factores tales como miedos asociados a la fuente del ruido, o el grado de legitimación que el afectado atribuya a la misma. Si el ruido es intermitente influyen también la intensidad máxima de cada episodio y el número de éstos. Durante el día se suele experimentar malestar moderado a partir de los 50dB(A), y fuerte a partir de los 55dB(A). El ruido por encima de 80dB(A) también puede reducir la actitud cooperativa y aumentar la actitud agresiva. Asimismo, se cree que la exposición continua a ruidos de alto nivel puede incrementar la susceptibilidad de los escolares a sentimientos de desamparo. Se han observado reacciones más fuertes cuando el ruido está acompañado de vibraciones y componentes de baja frecuencia o impulsos, como un disparo. Las reacciones temporales más fuertes ocurren cuando la exposición aumenta con el tiempo, en comparación con una exposición constante.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

El estrés y sus manifestaciones y consecuencias: las personas sometidas de forma prolongada a situaciones de ruido que hayan perturbado y frustrado sus esfuerzos de atención, concentración o comunicación, o que hayan afectado su tranquilidad, descanso o sueño, suelen desarrollar algunos de los siguientes síndromes:

- Cansancio crónico,
- Tendencia al insomnio, con la consiguiente agravación de la situación,
- Enfermedades cardiovasculares: hipertensión, cambios en la composición química de la sangre, isquemias cardíacas, etc. Se han mencionado aumentos de hasta el 20% o el 30% en el riesgo de ataques al corazón en personas sometidas a más de 65dB(A) en periodo diurno,
- Trastornos del sistema inmune responsable de la respuesta a las infecciones y a los tumores,
- Trastornos psicofísicos tales como ansiedad, manía, depresión, irritabilidad, náuseas, jaquecas y neurosis o psicosis en personas predispuestas a ello.
- Cambios conductuales, especialmente comportamientos antisociales tales como hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social y disminución de la tendencia natural hacia la ayuda mutua.

Alteraciones en otros órganos: la exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas de los trabajadores y personas que viven cerca de aeropuertos, industrias y calles ruidosas. Después de una exposición prolongada a altos niveles de sonido los individuos susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía. La magnitud y duración de los efectos se determinan en parte por las características individuales, estilo de vida y condiciones ambientales. Aunque su efecto no puede cuantificarse, se han establecido relaciones entre el ruido y algunos sistemas o funciones fisiológicas (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto del ruido a nivel sistémico

Sistema afectado	Efecto
Sistema nervioso central	Hiperreflexia
Sistema nervioso autónomo	Dilatación pupilar
Aparato cardiovascular	Alteraciones de la frecuencia cardíaca e hipertensión arterial (aguda)
Aparato digestivo	Alteraciones de la secreción gastrointestinal
Sistema endocrino	Aumento del cortisol y otros efectos hormonales
Aparato respiratorio	Alteraciones del ritmo
Aparato reproductor – gestación	Alteraciones menstruales, bajo peso al nacer prematuridad,

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

	riesgos auditivos en el feto
Órgano de la visión	Estrechamiento del campo visual y problemas de acomodación
Aparato vestibular	Vértigos y nistagmos ⁷

Tomado y modificado de UÑA et al., 2000. Op. cit., p. 30

Efectos sobre el feto: se ha documentado que el ruido no sólo afecta a los adultos, sino que también a los niños y a los fetos de las mujeres embarazadas. Los ambientes ruidosos que causan interferencia con el habla pueden tener serias ramificaciones en la educación de un niño, especialmente si esto ocurre durante la etapa de desarrollo de adquisición del lenguaje. El feto reacciona al ambiente de su madre y puede ser directamente estimulado por el ruido. El feto también se ve afectado por la reacción de la madre al ruido. Esta combinación de efectos ha sido relacionada con un parto prematuro, bajo peso al momento de nacer, retardo del crecimiento y defectos de nacimiento.

Efectos cardiovasculares: las enfermedades cardiovasculares son el centro del estudio sobre los posibles efectos crónicos extrauditivos del ruido. Se han realizado estudios epidemiológicos dentro del campo de ruido en los lugares de trabajo (con indicadores de niveles altos de ruido), así como en el campo de ruido circundante (con indicadores de niveles bajos de ruido). Estos estudios no permiten explicar de forma clara los efectos adversos cardiovasculares de la exposición crónica al ruido laboral o al ruido ambiental. Pero las investigaciones desarrolladas sobre la relación entre la exposición al ruido y la hipertensión, tienen resultados más concretos. Por un lado se cuenta con el conocimiento experimental de los efectos hormonales del estrés y de los cambios en la vasoconstricción periférica y, por otro lado, la observación de que un nivel alto de ruido en el lugar de trabajo (>85dB(A)) induce al desarrollo de hipertensión; esto nos permite incluir al ruido como un estímulo de estrés inespecífico en un modelo de riesgo multifactorial de enfermedad cardiovascular, con un alto grado de fiabilidad biológica.

La presión arterial y el riesgo de hipertensión suelen incrementarse en las personas expuestas a altos niveles de ruido durante 5 a 30 años. Una exposición de largo plazo al ruido del tráfico con valores de LAeq, 24h de 65-70dB(A) también puede tener efectos cardiovasculares.

El nivel de la tensión arterial, por si misma, depende de una asociación compleja entre factores ambientales y relacionados con la personalidad, que desempeñan un papel importante para determinar la carga total de estrés. Dentro de las áreas de trabajo el estrés esta relacionado con la exposición al ruido. En enfermos con problemas cardiovasculares, arteriosclerosis o problemas coronarios, los ruidos fuertes y súbitos pueden llegar a causar

⁷ Nistagmo: oscilación espasmódica del globo ocular, producida por determinados movimientos de la cabeza o del cuerpo y reveladora de ciertas alteraciones patológicas del sistema nervioso o del oído interno.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

hasta un infarto y en los enfermos de diabetes, puede producir la elevación del azúcar provocando estados de coma y hasta la muerte.

Como los efectos extraauditivos del ruido tienen la mediación del sistema auditivo (Suter, 1996) lo que significa que es necesario oír el ruido para que se produzcan efectos perjudiciales, un protector auditivo correctamente colocado debe reducir la probabilidad de que se produzcan estos efectos del mismo modo que lo hace con la pérdida auditiva.

Efectos mentales y psicológicos: el ruido ambiental no causa directamente enfermedades mentales, pero se presume que puede acelerar e intensificar el desarrollo de trastornos mentales latentes. La exposición a altos niveles de ruido ocupacional se ha asociado con el desarrollo de neurosis, pero los resultados de la relación entre ruido ambiental y efectos sobre la salud mental todavía no son concluyentes. No obstante, los estudios sobre el uso de medicamentos, tales como tranquilizantes y pastillas para dormir, síntomas psiquiátricos y tasas de internamientos en hospitales psiquiátricos, sugieren que el ruido urbano puede tener efectos adversos sobre la salud mental. Con respecto a los cambios psicológicos, se ha observado que ante el ruido excesivo y constante, disminuye la concentración, la efectividad y la productividad y aumenta la frecuencia de accidentes de trabajo, la irritabilidad y los estados histéricos y neuróticos.

2.4.3. Factores que influyen en la lesión auditiva producida por ruido

Intensidad del ruido: el umbral de la nocividad del ruido del ambiente se sitúa entre 85 y 90dB(A). Cualquier ruido mayor de 90dB(A) puede ser lesivo para el hombre. En la población trabajadora se considera peligrosa la permanencia en un ambiente ruidoso con un Nivel Diario Equivalente ($L_{Aeq,d}$) superior a 80dB(A). Dicho nivel es el señalado en RD 1316/1989 como nivel límite a partir del cual hay que tomar medidas preventivas específicas.

Frecuencia del ruido: los sonidos mas peligrosos son los de alta frecuencia (superiores a 1000 Hz). La mayoría de los ruidos industriales comprenden una gama ancha de frecuencias. Por razones fisiológicas aún mal precisadas, las células ciliadas más susceptibles a la acción nociva del ruido son las encargadas de percibir las frecuencias entre 3000 y 6000 Hz, siendo la lesión de la zona de la membrana basilar destinada a percibir los 4000 Hz el primer signo de alarma generalmente.

Tiempo de exposición: el efecto adverso del ruido es proporcional a la duración de la exposición y parece estar relacionado con la cantidad total de energía sonora que llega al oído interno.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

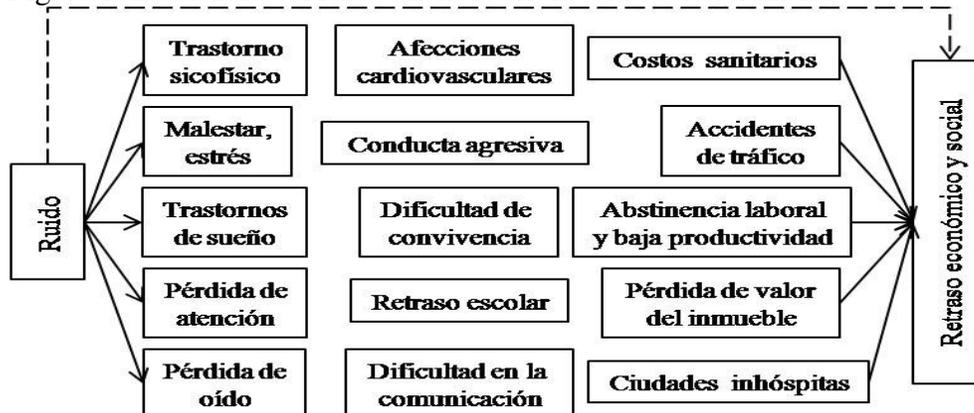
Susceptibilidad individual: se acepta como factor de riesgo, aunque es difícil demostrarlo. Unos sujetos tienen mayor sensibilidad al ruido y, sometidos al mismo, tendrán un daño mayor y más rápido en su agudeza auditiva que el resto de la población.

Naturaleza del ruido: la exposición intermitente es menos lesiva que la exposición continua. Los ruidos permanentes lesionan menos que los pulsados, a igualdad de intensidades, gracias a la amortiguación muscular que se produce en el oído medio.

2.5. IMPACTO AMBIENTAL DEL RUIDO

En general, el ruido es un problema ambiental que afecta a los ecosistemas. Este aspecto no ha sido suficientemente explorado pero los estudios desarrollados apuntan a los efectos negativos que se dan en el comportamiento de los animales ya que el hábitat y rutas naturales son desplazados, así como la creación de impedimentos a sus costumbres de reproducción y alimentación. Las investigaciones sobre el ruido tienen en cuenta, con frecuencia, a los efectos de este problema en la salud humana y sobre los aspectos sociales y económicos por los costos asociados al aumento de accidentes, a la disminución de productividad, la abstinencia laboral y la pérdida de valor de los inmuebles de sectores expuestos al ruido, además de la inversión en el acondicionamiento para la mitigación de los efectos negativos (Figura 1).

Figura 1. Incidencia del ruido en el deterioro de la salud humana



Modificado de http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html

2.5.1. El ruido ambiental

El ruido ambiental es el ruido envolvente (Harris, 1995) que se produce en el exterior, asociado con un ambiente determinado en un momento específico, compuesto

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

habitualmente del sonido de muchas fuentes en muchas direcciones, próximas y lejanas, en el que ningún sonido en particular es dominante.

2.5.2. Evaluación ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), como lo expresa la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile, (CONAMA, 1994): “Constituye una de las herramientas más útiles para la protección ambiental, ya que incorpora variables que hasta ahora no se tenían en cuenta. Así la EIA se entiende como un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales negativos o positivos de determinadas acciones humanas, permitiendo seleccionar alternativas que maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados”⁸.

Se han desarrollado diferentes metodologías para abordar el proceso de evaluación ambiental aunque existen diferencias entre ellas, la característica común en la mayoría es el uso de listas y matrices, esto permite cruzar información recogida durante la evaluación y facilitan la cuantificación de los impactos esperados.

Lista de Chequeo: consiste en una relación de factores y parámetros ambientales considerando todos sus aspectos y variables sin dejar ningún elemento importante para la toma de decisiones. Se considera el empleo de la lista de chequeo en la presente investigación por su objetividad en la obtención de información, porque proporciona de forma rápida una idea general sobre aquellas actividades que pueden afectar el ambiente y la salud de la población; de los factores y componentes ambientales que necesitan ser evaluados y de los posibles impactos ambientales sobre los que se deberá profundizar y formular juicios (Figueroa et.al.,1998).

Matriz de Coeficiente de Importancia Relativa - CIR-: permite establecer la Escala y el Peso entre las distintas variables que contribuyen o participan en la caracterización de un determinado sistema, en este caso relacionado con las actividades que se desarrollan dentro de las dependencias de la Universidad del Cauca.

La Matriz de CIR produce una calificación cuantitativa de la importancia de las actividades al interior de las listas de control o chequeo con escala y peso, las cuales permiten añadir una estimación de la significación de cada actividad, incluyendo una ponderación de las diferentes actividades. En términos generales, mediante esta matriz los impactos se evalúan enfrentando cada variable a todos los demás y respondiendo a la pregunta: *-Cuál de las dos*

⁸ CONAMA: Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: conceptos y antecedentes Básicos, 1994, citado por VILLAQUIRÁN, C. op.cit. 14p.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

variables enfrentadas produce mayor impacto en la población-; de este modo se establece la importancia de cada variable y de los impactos absolutos o relativos de las alternativas que puedan darse sobre cada variable, ya que la “Escala” se refiere a la asignación utilizada para reflejar los impactos de las alternativas y el “Peso” corresponde a la asignación de importancia entre las variables impactadas. “El resultado es la formulación de un método cuasi-matemático, donde las actividades son pesadas en términos de importancia relativa transformadas matemáticamente para formar índices de importancia” (SEGECO, 2005).

2.6. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son un sistema de información que utiliza computadoras para administración, modelado y planteamiento de temas de la realidad. Los SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada lógicamente en la captura, almacenamiento, análisis, transformación y presentación de la información con referencia geográfica y atributos de objetos y eventos que existen y/o suceden sobre la tierra, que pueden ser incorporados, para luego ser utilizados en la elaboración de mapas o coberturas temáticas que permiten la visualización y análisis de forma integrada de los datos originales. Se distinguen de los sistemas de información tradicionales porque además de la información descriptiva alfanumérica, permiten el manejo gráfico de la información.

Los dos tipos de datos que constituyen toda característica geográfica (espacial y descriptiva) son combinados en los SIG, permitiendo analizar su interacción dentro de un mapa o entre varios mapas y obtener una nueva característica propia. La estructuración de la información involucra los componentes SIG y la base de datos que este contiene. Este manejo espacial de la realidad, lo hace especialmente adecuado para los temas relativos al territorio incorporando al estudio y análisis de una región una potente y moderna herramienta para la toma de decisiones y para contestar preguntas de modo inmediato (CIAMPAGNA 2001)⁹.

Existen muchas otras definiciones de SIG, algunas de ellas acentúan su componente de base de datos, otras sus funcionalidades y otras enfatizan el hecho de ser una herramienta de apoyo en la toma de decisiones pero todos coinciden en referirse a un SIG como un sistema integrado para trabajar con información espacial, herramienta esencial para el análisis y toma de decisiones.

2.6.1. Mapa de ruido

⁹ CIAMPAGNA, JOSE. Administración de los Proyectos de Sistema de Información Geográfica. Citado por: VILLAQUIRÁN, C. op.cit. 15p.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Para representar información geográfica se utilizan los mapas base donde posteriormente se implantan de datos que van a consolidar la capa temática ambiental, en su elaboración se requiere de un plan donde se determinan los parámetros generales del mapa, se conceptualiza la información a representar y se preparan especificaciones para su posterior elaboración. En esta planeación se da énfasis especial a los elementos cartográficos del diseño.

Según la Resolución 0627 de 2006, el mapa de ruido es la representación de los datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, la Tabla 6 muestra las combinaciones de colores o sombreados recomendadas. En esta misma resolución también se recomienda el uso de los contornos que indican los límites entre zonas múltiplos de 5dB(A), haciendo referencia en los límites superior e inferior.

Tabla 6. Combinación de colores para representaciones gráficas cada 5 decibels(A)

Zona de Ruido Decibels (A)	Color
Menor de 35	Verde claro
35 a 40	Verde
40 a 45	Verde oscuro
45 a 50	Amarilla
50 a 55	Ocre
55 a 60	Naranja
60 a 65	Cinabrio
65 a 70	Carmín
70 a 75	Rojo lila
75 a 80	Azul
80 a 85	Azul oscuro

Anexo 5 de la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Medio Ambiente

En la Tabla 7, se establece los horarios diurnos y nocturnos para todo el territorio nacional que son los intervalos de referencia para obtener los Horario diurno ($L_{Aeq,d}$) = catorce (14) horas y Horario nocturno ($L_{Aeq,n}$) = y diez (10) horas.

Tabla 7. Horarios de intervalos de referencia para el territorio nacional

Diurno	Nocturno
De las 7:01 a las 21:00 horas	De las 21:01 a las 7:00 horas

Artículo 2 de la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Medio Ambiente

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

2.6.2. Equipos de medición y especificaciones

Sonómetros Quest 2900 (Tipo 2): proporciona exactitud de Usos Generales Tipo 2. Incorpora un registrador interno permitiendo almacenar uno o múltiples estudios en campo para su impresión posterior o para bajar la información a la computadora. Opcionalmente, un segundo circuito RMS mide ambos SPL ponderados "C" y "A", calcula la diferencia y proporciona el resultado en pantalla o lo imprime. El sonómetro Quest 2900, (Figura 2), cumple con las normas IEC 651-1979 y IEC 804-1984 y NTC 3428 y como lo exige el artículo 18 de la Resolución 0627.

Figura 2. Sonómetro Quest 2900 y Calibrador de niveles de sonido Quest QC-10



Sonómetros Quest 2900 (Tipo 2)



Calibrador de niveles de sonido Quest QC-10

Características Principales:

- Intervalo de medición de 0 a 140dB(A)
- Modos de respuesta lento, rápido, pico e impulso
- Modos de ponderación A, C y Lineal
- Despliega SPL, Lmax, Lmin, Leq, Lavg, TWA, LDN, CNEL Pa2 Hrs, SEL, tiempo real, tiempo transcurrido y voltaje de batería
- Membrana Keypad
- Pantalla con iluminación
- Micrófono Desmontable
- Cables de extensión para micrófono opcionales de 2, 10 y 50 pies (0.6, 3 y 15 m)
- Conector de salida AC/DC para registradores
- Interfase de computadora / impresora
- Disparo Manual-, Automático-, o de Umbral - Integración y Registro de Información
- Control del usuario de lo que se Registra, Despliega y se Imprime

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Respaldo Interno de Batería
Almacena Estudios Múltiples
Almacena Historial de Tiempo y Distribución Estadística de Información
Capacidad Expandible de Memoria
Opción "C" menos "A"
Soporte por QuestSuite para Software de Windows

Calibrador de niveles de sonido Quest QC-10. Es un calibrador, (Figura 2), de usos generales que produce un nivel de presión acústica constante de 114dB(A) en una frecuencia fija de 1,000 Hz. También proporciona una señal de salida de precisión 1-volt RMS vía un conector para audífono de 1/8 pulgada para verificar unidades como el Integrador de Vibración Quest VI-90. Cumple con las normas IEC 942:1988 (Class 1) y ANSI S1.40-1984.

2.7. ENCUESTA

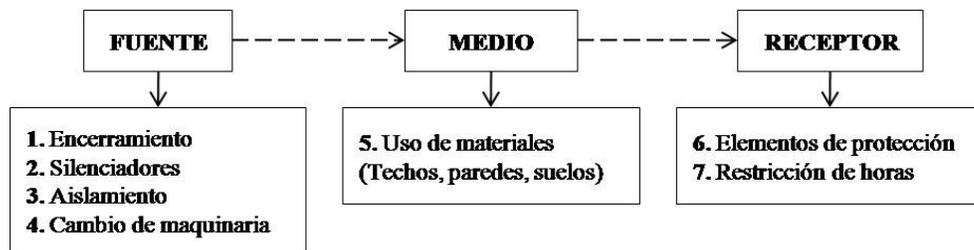
Es una herramienta que hace parte de la evaluación cualitativa para el desarrollo del diagnóstico del ambiente sonoro de la universidad, es decir que es la información recogida sirve de soporte para la evaluación del impacto que generan las fuentes de ruido, identificando las áreas de trabajo donde el ruido ambiental pueda estar interfiriendo el desarrollo normal de las demás actividades y se aplica a la comunidad universitaria.

2.8. MEDIDAS DE CONTROL

Para mitigar el impacto del ruido ambiental en la comunidad universitaria se parte del principio que el planteamiento de medidas de control de ruido se aplica sobre el sistema: FUENTE – MEDIO – RECEPTOR. En el que la fuente es la parte del sistema en la cual se origina la energía mecánica vibratoria (Ruido). El medio es donde la energía sonora viaja (sólido, líquido, gas) mediante compresiones y expansiones. Estos medios tienen diferentes propiedades que hacen favorable o no la transmisión de la energía de las ondas. El receptor recibe la energía mecánica, por ejemplo las personas, instrumentos o estructuras. Así, el planteamiento de medidas se hace sobre cada uno de los componentes de este sistema para obtener resultados favorables en la calidad de ruido ambiental (Figura 3).

Figura 3. Medidas de control de ruido en el sistema

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

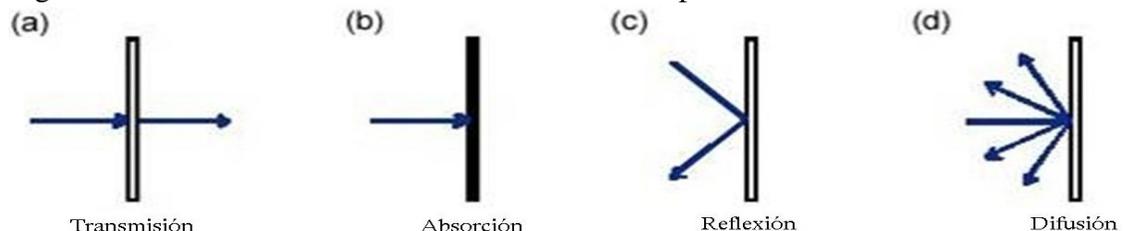


Modificado de HARRIS, M. C.; Manual para el Control del Ruido. 1995

Es posible que sea necesaria la combinación de dos o más medidas, para lograr un ambiente mas sano con respecto al ruido. Cabe aclarar que el control de ruido es diferente a reducción de ruido, un ejemplo de esto es que el ruido puede ser útil en el momento de aplicarlo como enmascaramiento, buscando de esta manera traslapar otro tipo de ruido, por ejemplo conversaciones o el del aire acondicionado.

En cuanto a las propiedades de los medios donde se desplazan las ondas sonoras tenemos que la capacidad de absorción de una fracción de energía de las ondas sonoras que se reflejan en una superficie se llama coeficiente de absorción de un material. Este coeficiente depende de la naturaleza del medio, la frecuencia del sonido y del ángulo con que la onda sonora incide sobre la superficie. En la Figura 4 se observa el comportamiento de la onda, representada por la flecha, que incide sobre una determinada superficie (Seep et.al, 2000).

Figura 4. Acciones del sonido al incidir sobre una superficie



Tomado de <http://www.nonoise.org/library/classroom/>. En línea: Abril de 2005

Transmisión: una parte de la energía del sonido incidente pasa al otro lado de la superficie (paredes, puertas, ventanas, etc). La cantidad de sonido que llega al otro lado dependerá del aislamiento de la pared.

Reflexión: el sonido incidente cambia su dirección al incidir sobre la superficie.

Absorción: la superficie absorbe la energía del sonido.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Difusión: el sonido se ve reflejado en múltiples dirección.

El introducir los métodos de reducción sonora de las ondas reflejas por absorción tiene dos efectos básicos: a) disminución del volumen que alcanza el sonido mientras la fuente está produciendo energía acústica; b) aumentar la velocidad de desaparición del sonido reverberante¹⁰ después que la fuente ha parado.

Tiempo de reverberación: es el tiempo que tarda un sonido en dejar de ser perceptible. Es decir, si un recinto tiene un tiempo de reverberación algo, cuando se esté produciendo un sonido y la fuente que lo genera cese, se oirá atenuarse durante un tiempo alto, si por el contrario el aula tiene un tiempo de reverberación bajo, el sonido se atenuará rápidamente una vez finalice esta fuente. El tiempo de reverberación depende fundamentalmente de dos parámetros: el volumen de la sala y la absorción acústica, así que los recintos con mayor volumen tendrán un tiempo de reverberación más elevado. La medida de control para este fenómeno acústico es el uso de material absorbente. En lo que respecta a la interferencia con el diálogo en interiores, cuando el nivel de ruido de fondo supera los 45 o 50dB(A), las personas empiezan a verse forzadas a alzar un poco la voz. Es muy común que se acuda al recurso de cerrar las ventanas para poder hablar más cómodamente si el nivel de ruido supera los 70dB(A), esta medida permite lograr unos 10dB(A) adicionales de atenuación (Viro et. al., 2002).

Ruido de fondo: es el ruido total de todas las fuentes de interferencia en un sistema alejado del objeto de estudio. Es decir, es el que se percibe en un recinto, incluso cuando en éste no se produce ninguna actividad. Proviene de espacios colindantes así como del exterior del edificio (calle, pasillos, otros salones, oficinas, etc).

Absorbente acústico: (material absorbente), es el material que por sus propiedades físicas, como la porosidad, atenúa la energía sonora que en él incide. Así, una pared recubierta de material absorbente atenúa más el sonido que una pared desnuda.

Atenuación del sonido: hacer referencia a la disminución del nivel que éste soporta al propagarse por el medio (aire, estructuras). Esta atenuación depende de la cantidad de energía que absorba el medio y de la distancia que separe el emisor del receptor. Un medio más absorbente producirá una mayor atenuación de la energía. De acuerdo con los componentes del sistema FUENTE-MEDIO-RECEPTOR, las medidas para el control de ruido ambiental se clasifican en tres categorías:

¹⁰ Reverberación: es la prolongación del sonido.

2.8.1. Sobre la fuente

Encerramiento: la construcción de estructuras o barreras sonoras obstruyen o disipan las emisiones sonoras. Estas pueden ser pantallas de varias formas y texturas, acordes con el paisaje. Otro método que se emplea es la plantación de árboles, arbustos y matorrales junto a las fuentes de ruido, aunque en general produce una pequeña reducción física en el ruido, salvo que las plantaciones sean densas y tengan profundidad (Canter, 1998). El uso de vegetación en el control de niveles de ruido, debe complementarse con otras medidas de control, dado que la vegetación misma resulta afectada con la contaminación, así la medida puede ser mas eficiente a este tipo de procedimiento (Lizana, 2003).

Silenciadores: son dispositivos que se incorporan a la maquinaria para la interrupción mecánica de las ondas sonoras como los resortes o soportes de goma.

Aislamientos: ubicando la fuente de ruido en sitios apartados, aumentando la distancia a la fuente sonora. Una distancia elevada entre emisor y receptor hará que el sonido se atenúe más, ya que el aire contribuye con su propia absorción. Por tanto, una mayor atenuación hará que el sonido llegue al receptor con menor intensidad (se percibe más débil), mientras que si hay poca atenuación, el sonido llegará con una intensidad parecida a la que tenía cuando ha sido generado.

Cambio o modificación de la Maquinaria: se puede desviar la vía del sonido con respecto al receptor dirigiendo mecánicamente el sonido en otra dirección. El mantenimiento preventivo y adecuado de la maquinaria reduce las vibraciones. Reemplazo de la maquinaria que ya haya cumplido el ciclo de vida útil.

El cambio de procesos o uso de materiales silenciosos; el anclaje de la maquinaria en general y los equipos pesado que produzcan ruido y vibraciones intensas, estas deben estar adecuadamente sujetas al piso, son otras alternativas de control que se emplean en la fuente emisora de ruido. Esta medida se aplica en laboratorios o plantas de producción donde hay equipos grandes y pesados.

2.8.2. Sobre el medio

Uso de materiales en estructuras: materiales de acabados para interiores como el hormigón, yeso endurecido, vidrio, mampostería, algunos tipos de madera y materiales de soldadura, son lo suficientemente rígidas, impermeables al aire y no porosas. No habrá

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

pérdida de energía de una onda sonora en la reflexión, de tal manera que la onda reflejada producirá la misma presión en un punto dado que la que produciría en la salida de la fuente sonora. Este tipo de superficies tienen coeficientes de absorción inferiores a 0.05. Los materiales porosos pueden tener coeficientes de 0.05 a 1.00. Estos materiales se conocen como materiales acústicos que vibran poco y que absorben parte sustancial de la energía de las ondas sonoras que chocan contra la superficie. Se aplican como recubrimientos de paredes y techos, como el yeso; unidades suspendidas individuales, como resortes; revestimiento para barreras y cerramientos usados para confinar el ruido de fuentes específicas o para reducir la transmisión de ruido a lo largo de conductos y pequeños pasajes. Para controlar el tiempo de reverberación en salones con cielorrasos altos, se pueden suspender techos acústicos.

2.8.3. Sobre el receptor

Uso de elementos de protección: los protectores de oídos pueden llegar a reducir el nivel de ruido en el oído de 10 a 45dB(A), según sea su estructura y diseño y la fracción sonora. Se emplean para niveles de ruido que justifican su empleo. Estos no sólo disminuyen la agudeza auditiva, sino que pueden incluso mejorarla. Se clasifican en: **externos** como orejeras, estos dispositivos van colocados sobre el pabellón auditivo; **insertos** como tapones y válvulas que se introducen en el conducto auditivo externo (Ruiz, 1997). Estos deben de cumplir ciertos requerimientos como el ajuste, grado de atenuación comodidad personal, compatibilidad con otros elementos de protección personal.

Restricción de horas: o la reducción de exposición se adopta rotando tareas, la Resolución 001792 de mayo de 1990 emitida por los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de la Salud estableció los dB(A) para el número de horas al que un trabajador puede estar expuesto. Este criterio es el mismo del Instituto Nacional para la Salud y la Seguridad Ocupacional, según la siguiente tabla.

Tabla 8. Valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente

Máxima Duración de Exposición Diaria	Nivel de Presión Sonora Decibeles(A)
8 horas	85
4 horas	90
2 horas	95
1 hora	100
30 minutos	105
15 minutos	110
7.5 minutos	115

Tomado de GONZALES B, H. A., OROZCO H., C. A. Control de Ruido: Marco Normativo y Legal con Aplicaciones en los Sistemas de Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado y Refrigeración

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

También se puede variar el horario de la fuente que genera el ruido. En el caso del corte de césped, esta medida sería la más conveniente para las dependencias de la universidad que tengan áreas verdes donde se realice esta actividad.

Las medidas de atenuación deberían aplicarse en el diseño construcción de edificios, entre ellas, reducir la superficie total de las ventanas u otros elementos de construcción acústicamente más débiles; sellar las filtraciones de ventanas, puertas y respiraderos; mejorar las actuales propiedades de atenuación sonora de los pequeños constructivos como puertas ventanas y de los grandes constructivos como paredes y tejados

Existen otras medidas que pueden contemplarse como las campañas educativas para reducir los niveles de ruido en los edificios de la universidad, la señalización para áreas donde se debe guardar silencio, generar o aplicar normas que lleven al control del ruido

Para la insonorización de edificios que están expuestos a ruido que proviene de fuentes externas, es habitual la instalación de doble ventana o doble acristalamiento y el asilamiento de paredes y techos mediante el uso de paneles prefabricado con alma absorbente.

3. ANTECEDENTES

A lo largo de los años noventa la Asociación Internacional de Universidades dio importantes pasos para la educación superior y el desarrollo humano sostenibles, pero el evento que ha levantado expectativas es La Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible, que tuvo lugar en Johannesburgo, Sudáfrica, en Septiembre del 2002, organizado por el Manejo Ambiental para Universidades Sostenibles, bajo los auspicios de las Naciones Unidas (Cortina, 2001).

Para las Universidades de la Comunidad Europea se comprueba un gran avance en el campo ambiental, y resalta el caso de la Universidad de Granada que ha sido una de las primeras universidades españolas en establecer dentro del llamado Plan Estratégico para la Mejora de la Calidad Ambiental el programa Control de Emisiones Procedentes de sus Centros Potenciales de Contaminación Atmosférica en el que los aspectos que se han identificado y evaluado es el de la emisión de ruido y vibraciones y concluye que las principales fuentes de ruido son los aparatos y maquinarias de laboratorios (bombas de vacío, compresores) y aparatos de aire acondicionado. Las mediciones realizadas han puesto de manifiesto que los límites establecidos por la legislación no se sobrepasan y su compromiso es realizar controles internos con mayor frecuencia como lo establece la legislación española con el objeto de asegurar el buen estado y funcionamiento de equipos.

En este sentido, alumnos de la asignatura Acústica Ambiental analizaron el nivel de ruido que se desprendía de las Facultades de Ciencia, Farmacia y Bellas Artes de la Universidad de Granada, y desarrollaron mapas de ruido ambiental en el campus de la universidad teniendo como indicador el nivel sonoro (corregido medio día, tarde y noche L_{den} según Directiva 2002/49/CEE.). También se desarrolló el curso de “Medición y evaluación del ruido ambiental” en colaboración con la Unidad de Física Acústica y Ambiental (UFAA) desarrollado dentro del Plan de Gestión para la Universidad de Granada. 2003.

En el 2004, por petición de La Oficina Verde de la Universidad Politécnica de Valencia, esta universidad presenta un documento sobre la evaluación del ambiente sonoro de los campus. Todas las mediciones se realizaron de acuerdo a la norma ISO 1996. Para ello se desarrolló la técnica de muestreo con diferentes mediciones en diversos puntos y a diferentes horas. Este diagnóstico está incluido en el plan para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad Politécnica de Valencia. Además se desarrolla planes de acción que se controlan y evalúan mediante un sistema de indicadores que abarcan los distintos ámbitos de la institución

En el 2004 con la Evaluación del ambiente acústico en centros de la Universidad de Santiago de Compostela, el planteamiento de las mediciones y las valoraciones de los

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

resultados se llevó a cabo teniendo en cuenta la jerarquía normativa correspondiente (ordenanza municipal, basada en la normativa de la comunidad Autónoma de Galicia, protección a los trabajadores y confort acústico). Finalmente, de acuerdo con las recomendaciones de la Comunidad Europea, se realizó encuestas entre los afectados como una medida de impacto generado por la contaminación acústica (Balsa et.al, 2004).

En América Latina, los países que estudian el ruido con rigor científico son Brasil, México, Argentina y Chile.

La Universidad la Salle en México, (Carranza 2003), con el Programa de Ecología, Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (ECOULSA), desarrolló el Estudio Sobre el Ruido Generado en la Universidad de la Salle y sus Alrededores. Causas, Efectos, Determinación de Horas Pico.

La Universidad Nacional Autónoma de México muestra su política para el desarrollo del proyecto Control Ecológico del Campus Universitario, (Gutiérrez, 2003), además que mejora el espacio académico creando áreas exclusivas de trabajo, como el caso del área auxiliar del laboratorio para el corrido de modelos, donde se solucionó la problemática de irrupción de las clases teóricas impartidas en los laboratorios (Gaceta UNAM, 2003), ya que en este mismo sitio se generaban ruido porque estaban instaladas las recortadoras en las que alumnos corrían sus modelos.

En Colombia algunas instituciones educativas que han realizado mediciones y análisis de ruido dentro de su centro educativo. Esta temática es relativamente nueva y poca la información que se tiene en cuanto al análisis y evaluación de Ruido (CRC, 2006). Las universidades que han generado estudios a partir de la evolución de su ambiente acústico, son:

Según un estudio enmarcado dentro del Proyecto "Universidad Parque", realizado por el Comité de Acción Ecológica, CAE, de la Universidad del Valle, en 1999 se realizó mediciones de ruido y se encontró que el promedio de ruido es de 59dB(A), mientras que en el centro de la ciudad de Cali la cifra alcanza a 89dB(A). (CAE, 1999). La diferencia de 30dB(A) se relaciona con las zonas verdes con las que cuenta la universidad, concluyendo que los árboles constituyen una barrera contra el ruido. Por otra parte, si se confronta los valores tomados con la normatividad actual, se concluye que el promedio de ruido dentro del campus del la Universidad del Valle, no supera los 65dB(A) establecidos mientras que en el centro de la ciudad de Cali sobrepasa los niveles establecidos para el sector C. Se debe tener en cuenta que para este año estaba en vigencia la Resolución 8321 y no especifica las zonas, como lo hace la Resolución 0627.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

El estudio correspondiente al Día Sin Carro, el cual fue desarrollado por la Universidad de Medellín; primera institución del Valle de Aburrá en implementar el programa en su campus universitario con el propósito de evaluar la calidad de aire en un día normal en comparación con el día sin carro. En este sentido, el día 27 de febrero de 2002 se realizó una jornada en puntos específicos (Costado sur – occidental de la cancha de fútbol y Portería principal) de la institución y con la colaboración del personal técnico de REDAIRE y del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, realizando monitoreos de monóxido de carbono y nivel de ruido ambiental. Los resultados de las mediciones para los dos puntos escogidos fueron para el punto Costado sur – occidental de la cancha de fútbol 66.7dB(A) día normal y de 63.1dB(A) para el día sin carro; y para el punto Portería principal 62.1 dB (A) día sin carro y 63.0dB(A) para el día normal.

Los sonidos del Campus de la Pontificia Universidad Javeriana, es el primer estudio de impacto ambiental del ruido realizado por Marroquín en el 2002 dentro del Programa de Aire y Ruido enmarcado en el Sistema de Gestión de esta universidad. Este estudio logra la caracterización de los sonidos presentes gracias a la medición y grabación de muestras interiores y exteriores alrededor del campus.

En La Universidad Tecnológica de Pereira en el 2002, se genera un artículo denominado Aplicación de los conceptos físicos, normativos y legales del Control de Ruido: Marco Normativo y Legal con Aplicaciones en los Sistemas de Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado y Refrigeración (CVAC/R) de la Universidad Tecnológica de Pereira (González y Orozco, 2002), en el que son analizados los aspectos históricos y precisa los conceptos físicos, normativos y legales del control del nivel del ruido en Salud Ocupacional y calidad del aire en los CVAC. Los métodos de medición son descritos y presentan algunas aplicaciones.

En el Plan de Acción Institucional de la Facultad de Salud Pública 2003-2006, de la Universidad de Antioquia, desarrolla actividades por sectores estratégicos. La actividad nominada Desarrollo del Talento Humano y del Bienestar Universitario se encuentra dentro del sector cuyo objetivo es realizar campañas para promover el civismo universitario y el control de ruido y la contaminación ambiental. Los responsables de esta actividad son la oficina de Planeación con apoyo de Servicios Generales y el Centro de Extensión: Comunicaciones, de esta universidad.

A nivel de salud ocupacional la Universidad del Cauca ha desarrollado varias actividades dirigidas a los administrativos de la universidad. En 1997, mediante vigilancias epidemiológicas da capacitaciones sobre el uso de elementos de protección personal contra el ruido. En 1999, por medio de una evaluación ambiental, Salud ocupacional realizó mediciones de los decibeles en varias dependencias de la universidad. Durante el 2001,

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Salud Ocupacional genera aplica y un programa de conservación auditiva en las que realiza audiometrías a los empleados, administrativos y profesores de todas las dependencias universitarias y en el 2006, organizó una jornada de capacitación sobre los efectos del ruido y de manejo de elementos de protección personal y nuevamente realiza audiometrías.

En la Universidad del Cauca, en colaboración con la Corporación Regional Autónoma del Cauca –CRC-, los estudiantes del programa de Ingeniería Física desarrollaron un sonómetro prototipo para la medición de los niveles de ruido con el que se realizó un par de mediciones de prueba comparando su desempeño de este prototipo con equipos comerciales (Muñoz y Legarda, 2006).

La norma NTC 4595 del ICONTEC (Ingeniería Civil y Arquitectura. Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares) Indica, en el capítulo 7 las características ambientales necesarias de los distintos espacios que conforman las instalaciones educativas para garantizar unas condiciones básicas de comodidad, entre ellas la comodidad auditiva¹¹. Esta norma hace énfasis en la adecuación sonora de los diferentes recintos educativos para la buena audición sin utilización de los medios electrónicos de amplificación.

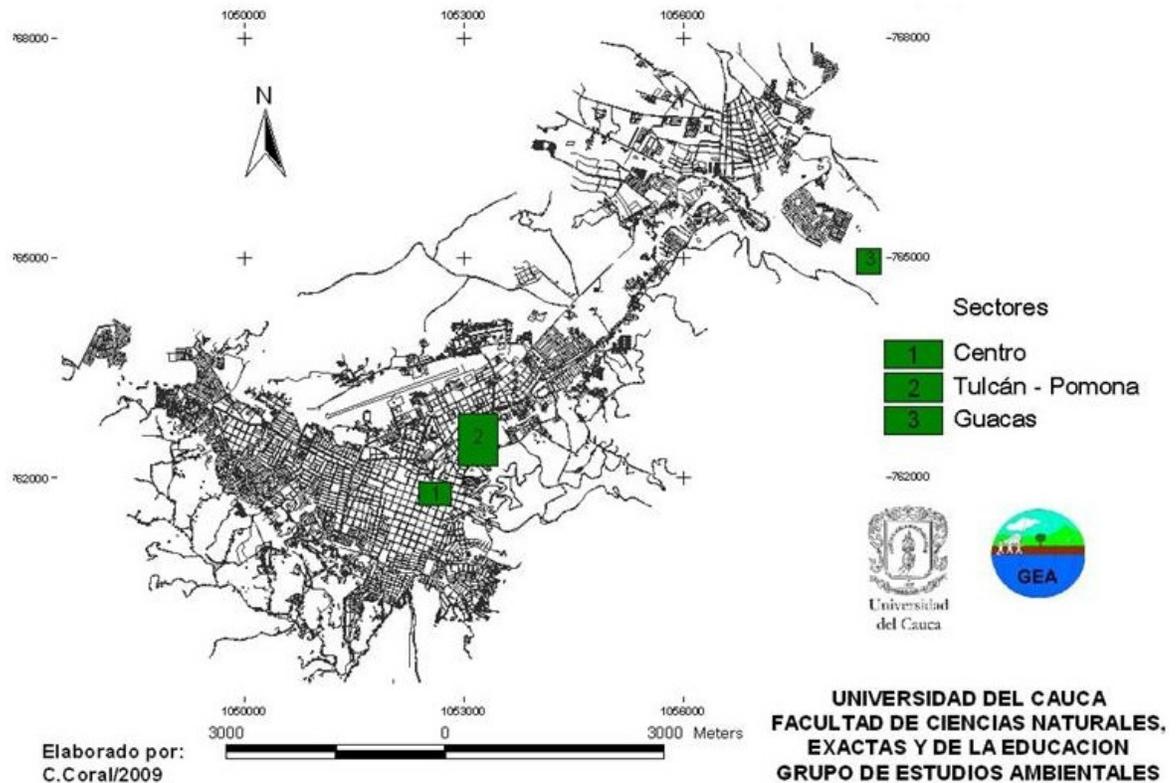
¹¹ Comodidad auditiva: hace referencia a las condiciones ambientales indispensables para garantizar un acondicionamiento acústico apropiado en los distintos espacios.

4. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio esta compuesta por tres sectores marcados en verdes en la Figura 5 y corresponden a los edificios pertenecientes a la Universidad del Cauca, comprendidos así: sector Centro, sector Tulcán-Pomona y sector Las Guacas, donde funcionan dependencias, facultades y laboratorios. Estos sectores fueron seleccionados porque es donde hay una población universitaria homogénea considerable, es decir entre profesores, estudiantes y administrativos, frente a las dependencias que no fueron seleccionadas para este diagnóstico. Además porque en ellas se presentan diversas actividades que son objeto de estudio en la presente investigación.

Figura 5. Mapa de las áreas de estudio

Ubicación de las áreas de estudio asociadas a edificios pertenecientes a la Universidad del Cauca en la ciudad de Popayán



Es importante resaltar que la Universidad del Cauca, no posee un campus propiamente dicho, ya que varias de sus facultades y dependencias, entre ellas las que son objeto de la presente investigación, están ubicadas en diferentes puntos de la ciudad, lo que permite

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

hacer la sectorización en el área de estudio. Cada sector presenta características especiales, ya sea por el tipo de uso de suelo y las actividades asociadas a esto.

4.1. SECTOR 1: CENTRO – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Este sector se encuentra localizado en el sector histórico de la ciudad de Popayán, es un sector en el que se presenta actividad comercial, actividad residencial y amplia actividad de servicios educativos. Las dependencias de este sector están afectadas por diferentes tipos de fuentes de ruido. Comprende las Facultades Humanidades, Derecho y Ciencias Políticas y Artes. Está aproximadamente a 1752 msnm. Los puntos de muestreo están entre N: 2° 26'44.7" y N: 2° 26'38.4" y W: 76° 36'25.3" y W: 76° 36'29.3".

Figura 6. Áreas de estudio sector Centro - UNICAUCA



4.2. SECTOR 2: TULCÁN – POMONA – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial (POT), este sector universitario se ubica en el sector histórico de la ciudad de Popayán. Sin embargo, en este sector del área de estudio,

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES ÁREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

respecto al sector Centro, la actividad comercial es menor y prevalecen las actividades de carácter residencial y de servicios educativos, además se caracteriza por tener amplias áreas con vegetación. Está aproximadamente a 1764 msnm. Los puntos de muestreo se encuentran ubicados entre 2° 27'00" y 2° 26'54" latitud Norte y 76° 36'08.8" y 76° 36'03.2" Longitud Occidente.

Comprende las facultades de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Salud, Ingenierías, Ciencias Contables y Administrativas y Laboratorios.

Figura 7. Áreas de estudio sector Tulcán-Pomona - UNICAUCA



4.3. SECTOR 3: LAS GUACAS – UNIVERSIDAD DEL CAUCA

El sector Las Guacas está localizado en el norte de la ciudad de Popayán. Es un sector donde prevalece la actividad residencial. Dentro del campus universitario de este sector hay amplias zonas verdes. Está aproximadamente a 1893 msnm. Los puntos de muestreo están entre 2° 28'24.8" y 2° 28'23" latitud Norte y 76° 33'19.6" y 76° 33'14.8" Longitud Occidente. Comprende la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

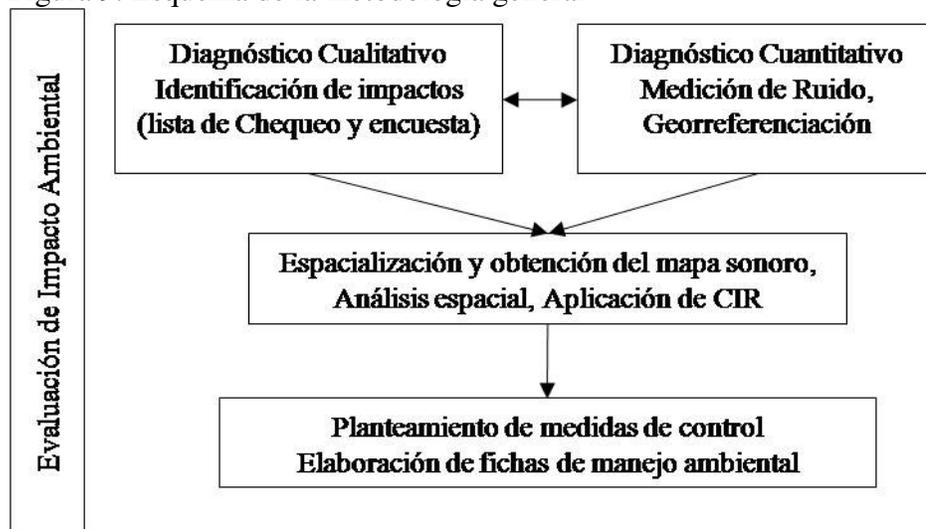
Figura 8. Áreas de estudio sector Las Guacas - UNICAUCA



5. METODOLOGIA

Para el desarrollo del diagnóstico del ambiente sonoro de la Universidad del Cauca se tuvieron en cuenta tres aspectos: el primero evaluación de impactos por medio de datos cualitativos, el segundo relacionado con la espacialización de ruido, usando valores de los decibeles medidos en cada sector y el manejo de Sistemas de Información Geográfica y el tercero el planteamiento de medidas para el control de las emisiones de ruido que apunten a mitigar los impactos que el ruido. La Figura 9, muestra la metodología general del proyecto.

Figura 9. Esquema de la metodología general



La aplicación de la encuesta y las mediciones de ruido se hacen de forma aleatoria en el tiempo, partiendo de jornadas establecidas y teniendo en cuenta que las mediciones deben efectuarse en tiempo seco, no debe haber lluvias, lloviznas, truenos o caída de granizo. Además deben darse condiciones académicas normales, teniendo en cuenta que durante las mediciones de los decibels (dB(A)), la población universitaria no se encuentra presente en su totalidad. Es decir que se cuenta exclusivamente con la población universitaria que desarrolla actividades durante la jornada laboral y académica en el momento de realizar el muestreo. Esto es relevante porque, como se explica anteriormente, el ruido como agente contaminante atmosférico, a diferencia de los demás, no es acumulativo (SESMA, 2004), ya que se disipa cuando deja de funcionar la fuente y sólo afecta a la población que está expuesta a él directamente. El tipo de muestreo es aleatorio estratificado, en este caso los estratos son los tres sectores en el área de estudio.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Se adaptó los lineamientos de la Resolución 0627 y se siguió los procedimientos de medición ambiental, Capítulo 2 de esta norma, que corresponde al posicionamiento del sonómetro¹². Debido a condiciones de horarios laborales y de logística, se ajustaron los horarios y las condiciones de medición, esto se indica en los numerales 5.2.2 de este capítulo.

APLICACIÓN DE ENCUESTA

La encuesta consta de 21 preguntas que se relacionan con el ruido que la comunidad perciben dentro de las dependencias de la universidad y del ruido en general (Anexo I). En ella se tiene en cuenta el vínculo que cada individuo con la universidad, por el tiempo de exposición al ruido durante la jornada de trabajo. Se aplicó de forma aleatoria en la comunidad universitaria que está presente justo en ese momento dentro de las dependencias en cada sector. El tamaño de la población encuestada fue de 150 individuos. Se considera representativa ya que así se obtendría una relación proporcional entre el tamaño población de cada sector y la población expuesta al ruido en cada sector establecido en la universidad. Los datos fueron procesados con el paquete estadístico SPSS 12.0.

Se aplica Chi Cuadrado como prueba de significancia para datos no paramétricos, a las respuestas de las preguntas seleccionadas, para corroborar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tres sectores. Si el valor de la prueba de significancia es menor a 0.05 se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

De la encuesta se seleccionaron preguntas que tienen relación con la evaluación de impacto, de manera que esta se convierte en una herramienta de soporte para la definición de fuentes de ruido dentro de la matriz de CIR en los tres sectores de la universidad. Para complementar el análisis de la encuesta, se tienen en cuenta las hipótesis planteadas.

H_0 : Las condiciones con respecto al ruido son iguales entre los tres sectores

H_1 : Las condiciones con respecto al ruido son diferentes entre los tres sectores

5.1. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

5.1.1. Georreferenciación

¹² Sonómetro: dispositivo de medición de nivel sonoro

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

La determinación de la cantidad de los puntos y su georreferenciación en las áreas de estudio dependieron del análisis de la información de las listas de chequeo y del resultado de las matrices que se aplicaron en cada sector, es decir que no se tuvo en cuenta el desarrollo de la grilla, como lo plantea la Resolución 0627 porque al ubicar los puntos en la grilla con escala determinada, se limita y excluye puntos importantes para la medición de los niveles de ruido, debido a inconvenientes que se presentan en algunas dependencias, en las que las áreas abiertas son pequeñas y la vegetación y la infraestructura de lo mismos edificios que se convierten en obstáculos para el geoposicionamiento, como en el caso de la Facultad de Artes. El equipo para este procedimiento es un GPS Garmin76s de 12 canales.

5.1.2. Espacialización

Para el desarrollo de estos procedimientos se emplearon los Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante el uso de plataformas Ilwis V3.2, ArcView V3.1, Google Earth, Versión 9, y Google Mapper en las cuales se realizaron las conversiones de coordenadas, y por medio de interpolación se establecieron las relaciones espaciales entre objetos¹³, los decibeles muestreados en cada punto y elementos geográficos tales como la distancia entre ellos y la zona o extensión geográfica donde los elementos se superponen; con lo cual se generó el mapa temático. En el numeral 2.6.1 de este documento se especifican las combinaciones de colores recomendados (Tabla 6).

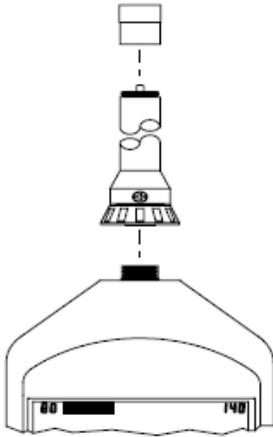
Sonómetro Quest 2900: *indicaciones de uso antes de cada medición:*

Antes de comenzar a medir se debe hacer el montaje del equipo, uniendo el micrófono con el preamplificador, de tal manera que los pines del micrófono coincidan con los orificios de preamplificador y con ayuda de la arandela que se encuentra en la base del preamplificador, se ajusta atornillándola (Figura 10).

¹³ Se define como objeto, todo componente definido en un catálogo que tienen un identificador o código específico para cada atributo a representar.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Figura 10. Ensamblaje del preamplificador y del micrófono al medidor



Tomado del Manual de Sonómetro integrado SL 900E & SL 2900E: instrucciones de uso

Encendido inicial y revisión: encender el medidor según el manual de manejo del equipo. Se revisa el indicador voltaje de las baterías.

Grabación de los datos de calibración: escoger el rango 114dB siguiendo el procedimiento del manual del equipo.

Programación del sonómetro QUEST 2900: seguir el procedimiento del manual, teniendo en cuenta la normatividad: respuesta Rápida (Fast), rango de medición 60 -120 dB, además se puede programar desde el computador, mediante su software QuestSuite Professional

Posicionamiento del instrumento de medición: el sonómetro se ubicó a 2m sobre el nivel del piso, modificando la especificación de la Resolución 0627, ya que en algunas dependencias internas hay una distancia mínima de 2.5m entre el piso y el cielorraso. Para disminuir la influencia de reflejos, las mediciones se realizaron a 4m de los edificios o estructuras que pudieran reflejar el sonido o a 5m. Cuando no existían paredes o barreras en los costados, se tomó el punto equidistante entre los límites del espacio público correspondiente. Ver siguiente figura.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Figura 11. Posicionamiento del sonómetro



Tiempos de muestreo: durante 3 meses, se realizaron muestreos en las dependencias de los tres sectores de forma aleatoria. El tiempo total de medición por cada periodo de referencia fue de una hora. Y se tuvo en cuenta que la duración del intervalo mínimo de muestreo es de 15 minutos, según la Resolución 0627, en cada punto se tomó 5 mediciones con orientación del micrófono hacia el Norte, el Sur, el Este, el Oeste y Vertical hacia arriba. La medición en cada orientación duró 12 minutos, hasta completar 1 hora, es decir que el Nivel equivalente sonoro con ponderación A (L_{Aeq}), respectivo para cada punto de muestreo, esta dado a partir de la integración de las mediciones en cada orientación y se obtuvo mediante la siguiente la expresión:

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{5} (10^{L_N/10} + 10^{L_O/10} + 10^{L_S/10} + 10^{L_E/10} + 10^{L_V/10}) \right)$$

Tomado de la Resolución 0627, Capítulo II

Donde,

L_{Aeq} = Nivel equivalente de la medición

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

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

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

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

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

L_v = Nivel equivalente medio en la posición del micrófono orientada en sentido vertical

Se evitaron tomar las mediciones en la misma franja horaria (Viro et al, 2002) en cada punto en los días de muestreo. Según la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Medio Ambiente. El número de días de muestro por punto, se definió en dos por semana: uno laborable y uno no laborable, mientras se tenían las condiciones apropiadas para llevar a cabo el muestreo, ver Tabla 9.

Tabla 9. Tiempos de muestreo por periodo de referencia para cada punto de muestreo

Período de referencia	Número de horas por periodo Resolución 0627	Intervalo mínimo de medición Resolución 0627	Tiempo de medición por orientación	Total tiempo de medición
Diurno	12	15 minutos	12 minutos	1 hora
Nocturno	12	15 minutos	12 minutos	1 hora

Modificado del Artículo 15 de la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Medio Ambiente

Los periodos de referencia establecido por la Resolución 0627 es de 14 horas para el diurno y de 10 horas para el nocturno. La modificación se debe a que la jornada laboral termina a la 6:00pm, lo que disminuye el número de fuentes e impacto generado por el ruido de las diferentes actividades. Por lo tanto, se modificó el número de horas para los dos períodos de referencia, quedando estos con el mismo número de horas. El período de referencia diurno se determinó entre las 7:00 am a 6:59 pm y el período de referencia nocturno se determinó entre las 7:00 pm a 6:59 am.

5.2. APLICACIÓN DE LA LISTA DE CHEQUEO

Se diseñó una lista de chequeo de tipo control descriptivo, que nos permite ver los componentes del sistema FUENTE-MEDIO-RECEPTOR, además se puede valorar las variables relacionadas con la evaluación de las fuentes de ruido en el ambiente universitario, (Anexo II).

Se realizaron visitas a las dependencias universitarias, allí se llenaban tantos formatos como número de áreas ruidosas, de esta manera fue posible detectar las actividades que se desarrollan en la universidad y que generan ruido, también se definieron las áreas donde se puede valorar el impacto ambiental que genera el ruido. Es así como se definieron los puntos de muestreo para las dependencias universitarias de los tres sectores.

En las siguientes tablas se presentan los puntos seleccionados

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Tabla 10. Puntos de muestreo en el sector Centro

Dependencia	Punto	
	No.	Nombre
Humanidades	1	Patio Etnoeducación
	2	Patio Principal
	3	Biblioteca
Derecho y Ciencias Políticas	1	Derecho
	2	Ciencias Políticas2
	3	Ciencias Política 1
	4	Vice Administrativa
Artes	1	Patio Principal
	2	Patio Diseño
	3	Patio Flautas
	4	Cafetería
	5	Patio - Trombones

Tabla 11. Puntos de muestreo en el sector Tulcán-Pomona

Dependencia	Punto	
	No.	Nombre
Administración y Ciencias Contables	1	Entrada Principal
	2	Semáforos
	3	Respaldo Contaduría
Ingenierías	1	Laboratorio Ambiental
	2	Parqueadero
	3	Laboratorio Hidráulica
Laboratorios	1	Entrada Principal
	2	Lab. Biología
	3	Lab. Química
Educación	1	Parqueadero
	2	Biblioteca
	3	Salida Talleres
	4	Respaldo Biblioteca - Sistemas
Ciencias de la Salud	1	Parqueadero
	2	Morfología
	3	Plantas- Extractores
	4	Hall
	5	Entrada Principal

Tabla 12. Puntos de muestreo en el sector Las Guacas

Dependencia	Punto	
	No.	Nombre
Las Guacas	1	Parqueadero
	2	Salones
	3	Cafetería
	4	Planta de Procesamiento

5.3. APLICACIÓN DE LA MATRIZ CIR

La valoración del impacto ambiental del ruido ambiental, se realizó mediante la aplicación de La Matriz de Coeficiente de Importancia relativa (CIR) (Villaquirán 2007), que se procesa de la siguiente manera:

Se clasifican las actividades según su magnitud o importancia, asignando puntos según una escala a intervalos o porcentual (0, 0.5, 1), aunque esta lista ofrece alguna interpretación de los impactos de las actividades, se apoya en la asignación subjetiva de valores numéricos que si se agregan aritméticamente asumirán que cada impacto tiene la misma importancia.

- Se hace un listado de las actividades, que a criterio de investigador y según la información recogida, se realizan al interior del área de estudio. Este listado de actividades se introduce en la matriz de CIR, (Tabla 13), ubicándolas en las filas de la primera columna de la izquierda y en las columnas siguientes, las mismas actividades en orden inverso, como, con el fin de que pueda ser confrontada y pesada cada actividad con las muestras restantes.
- Una vez organizadas las actividades, se asignan los pesos o los valores de importancia para cada actividad según las siguientes condiciones:
 1. Si ambas actividades tienen igual importancia para el sistema, se asigna una calificación de 0.5.
 2. Si la actividad de la fila es mas importante que la actividad de la columna con la que se compara, se asigna una calificación de 1.
 3. Si la actividad de la fila es de menos peso que la actividad de la columna, se asigna una calificación de 0.
- También se utiliza una variable nominal que por definición no genera impacto, pero se incluye, para evitar asignar a cualquier variable impactada el valor cero “0”, es decir, sin importancia relativa. Esta variable se considera un artificio de la matriz.

Esta calificación se registra en las casillas de matriz, ubicadas por encima de las marcadas con una equis “X”, que corresponde a las casillas en donde se cruza la misma actividad. En el lado opuesto, es decir por debajo de estas casillas, se registran las calificaciones opuestas obtenidas para cada interacción entre actividades. Así, si en el cruce de la Actividad 1 de la fila, con la Actividad 2 de la comuna la calificación fue de 1, entonces la calificación de la Actividad 2 de la fila con la Actividad 1 de la columna (ubicada por debajo de las casillas marcadas con la letra equis) será 0. Cuando una actividad esté calificada con 0.5 por encima de las casillas marcadas con la letra equis, su valor en el lado opuesto será el mismo (0.5).

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Tabla 13. Ejemplo de la Matriz de Coeficiente de Importancia Relativa (CIR)

Actividades		Nominal	Actividad	SUMATORIA	% CIR						
		8	7	6	5	4	3	2	1		
ACTIVIDADES	Actividades 1	1				1				X	
	Actividades 2	1				05			X		
	Actividades 3	1				0	X				
	Actividades 4	1			1	X	1	05	0		
	Actividades 5	1			X						
	Actividades 6	1		X							
	Actividades 7	1	X								
	Nominal 8	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL											

Para la calificación final de toda la matriz, se suman las calificaciones por actividad horizontalmente, (fila) incluyendo la calificación de la actividad nominal y se ubican los resultados en la columna SUMA. Luego se suman los resultados de esta columna y se hallan los porcentajes de importancia para cada actividad aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Calificación Actividad} \times 100}{\text{SUMA}}$$

Para comprobar la adecuada calificación de la matriz, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{SUMA} = \frac{N(N-1)}{2}$$

Donde N es el número de actividades incluidas en la matriz. La sumatoria de los resultados de cada actividad debe ser igual al número de actividades (N). Si esta regla no se cumple, la calificación de la matriz y los valores relativos no son correctos

Por último, las actividades que resultaron más importantes o con mayor peso o mayor porcentaje en la matriz serán descritas y sustentadas con mayor amplitud en el análisis de

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

resultados. Esta matriz se realizará para cada sector, evaluando las actividades que se identificaron en cada sector¹⁴.

¹⁴ Water Resources Assessment Methodology (WRAM). Impact Assessment and Alternative Evaluation – Technical Report Y- 77 7 Feb 1987. Office Chief of Engineers, U.S. Army Washington D.C 1987. P. 22 – 25 citado por: VILLAQUIRÁN, C. op. cit. p. 29 – 31

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta a continuación los resultados y el análisis de la información obtenidos en los procesos de la aplicación de la encuesta, medición de decibeles y la matriz de CIR, para lograr plantear las medidas de control a través de la fichas de manejo ambiental identificadas como fuentes de ruido y se dan sus respectivos porcentajes de impacto para cada uno de los tres sectores estudiados en la Universidad del Cauca

6.1. ANALISIS DE INFORMACION DE LAS ENCUESTAS

La información obtenida con la encuesta que se aplicó a la comunidad universitaria se clasifica como cualitativa, ya que parte de la percepción personal sobre su situación frente al ruido en la institución universitaria.

6.1.1. ¿Existe ruido en su área de trabajo?

En la Tabla 14 obtenemos la relación de la población encuestada y las frecuencias respectivas para cada sector frente a la pregunta planteada a la población encuestada.

Tabla 14. ¿Existe ruido en su área de trabajo?

		Sector	Si	No	Total
Centro	Recuento		46	4	50
	% de Sector		92,0%	8,0%	100,0%
	% de ¿Existe Ruido en su área de trabajo?		37,1%	15,4%	33,3%
	% del total		30,7%	2,7%	33,3%
Tulcán	Recuento		43	7	50
	% de Sector		86,0%	14,0%	100,0%
	% de ¿Existe Ruido en su área de trabajo?		34,7%	26,9%	33,3%
	% del total		28,7%	4,7%	33,3%
Las Guacas	Recuento		35	15	50
	% de Sector		70,0%	30,0%	100,0%
	% de ¿Existe Ruido en su área de trabajo?		28,2%	57,7%	33,3%
	% del total		23,3%	10,0%	33,3%
Total	Recuento		124	26	150
	% de Sector		82,7%	17,3%	100,0%
	% de ¿Existe Ruido en su área de trabajo?		100,0%	100,0%	100,0%
	% del total		82,7%	17,3%	100,0%

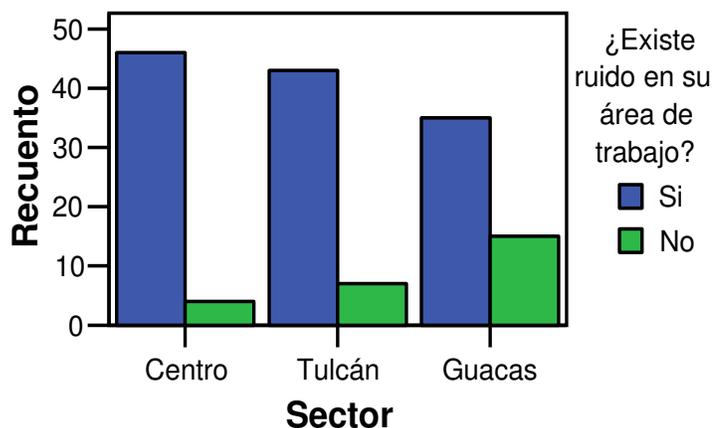
Tabla 15. Chi cuadrado: ¿Existe ruido en su área de trabajo?

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9,026(a)	2	,011
N de casos válidos	150		

De acuerdo con la pregunta *¿Existe Ruido en su área de trabajo?* la Tabla 15, arroja una diferencia significativa ($0.011 < 0.05$), rechazamos la H_0 . Es decir que en cada sector, la población encuestada detecta niveles de ruido y la prueba nos corrobora que entre los tres sectores las condiciones con respecto al ruido son diferentes. En la Figura 24, observamos estas diferencias, en cuanto a la respuesta negativa a la pregunta. Para los sectores Centro y Tulcán-Pomona, la población encuestada percibe ruido durante la jornada laboral mientras que para el sector Las Guacas la percepción de ruido de la comunidad es menor. Se puede afirmar que esta diferencia se debe a que las características de cada sector, su ubicación y las actividades desarrolladas, determinan sus respectivos ambientes sonoros. También es necesario resaltar que la respuesta afirmativa para esta pregunta, en general, tiene un mayor porcentaje que la respuesta negativa. El 82.7 % frente al 17.3% de los individuos encuestados pertenecientes a la población universitaria, perciben ruido en su área de trabajo.

Figura 12. *¿Existe ruido en su área de trabajo?*



6.1.2. ¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?

En la Tabla 16 obtenemos la relación de la población encuestada y las frecuencias respectivas para cada sector frente a la pregunta planteada a la población encuestada.

Tabla 16. *¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?*

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Sector		Si	No	NS/NR	Total
Centro	Recuento	46	4	0	50
	% de Sector	92,0%	8,0%	,0%	100,0%
	% de ¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?	37,1%	21,1%	,0%	33,3%
	% del total	30,7%	2,7%	,0%	33,3%
Tulcán	Recuento	42	6	2	50
	% de Sector	84,0%	12,0%	4,0%	100,0%
	% de ¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?	33,9%	31,6%	28,6%	33,3%
	% del total	28,0%	4,0%	1,3%	33,3%
Las Guacacas	Recuento	36	9	5	50
	% de Sector	72,0%	18,0%	10,0%	100,0%
	% de ¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?	29,0%	47,4%	71,4%	33,3%
	% del total	24,0%	6,0%	3,3%	33,3%
Total	Recuento	124	19	7	150
	% de Sector	82,7%	12,7%	4,7%	100,0%
	% de ¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	82,7%	12,7%	4,7%	100,0%

17. Chi cuadrado: ¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?

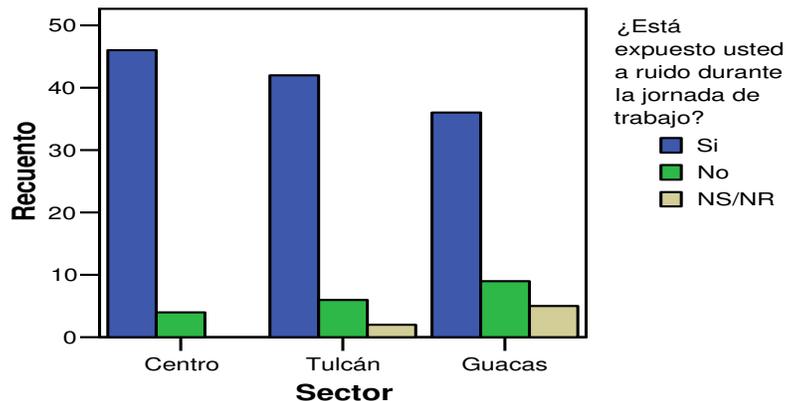
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,654(a)	4	,070
N de casos válidos	150		

De acuerdo con la pregunta *¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?*, la prueba de significancia, (Tabla 17), nos indica que debemos aceptar la H_0 , ($0,07 > 0,05$), es decir que en los tres sector, la población está expuesta al ruido durante la jornada de trabajo.

En la Figura 25 observamos que la respuesta afirmativa tiene un mayor representación, es decir que durante las jornadas de trabajo, 82.7 % de los individuos encuestados pertenecientes a la población universitaria, aceptan estar expuestos al ruido.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES ÁREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Figura 13. ¿Está expuesto usted al ruido durante la jornada de trabajo?



6.1.3. ¿Se siente afectado por el ruido que se presenta en su área de trabajo?

En la Tabla 18 se presenta la relación de la población encuestada y las frecuencias respectivas para cada sector frente a la pregunta planteada a la población encuestada.

Tabla 18. Afección por ruido en el área de trabajo

Sector		Si	No	NS/NR	Total
Centro	Recuento	39	10	1	50
	% de Sector	78,0%	20,0%	2,0%	100,0%
	% de ¿Se siente afectado por el ruido que se presenta en su área de trabajo?	39,8%	20,0%	50,0%	33,3%
	% del total	26,0%	6,7%	,7%	33,3%
Tulcán	Recuento	32	18	0	50
	% de Sector	64,0%	36,0%	,0%	100,0%
	% de ¿Se siente afectado por el ruido que se presenta en su área de trabajo?	32,7%	36,0%	,0%	33,3%
	% del total	21,3%	12,0%	,0%	33,3%
Las Guacas	Recuento	27	22	1	50
	% de Sector	54,0%	44,0%	2,0%	100,0%
	% de ¿Se siente afectado por el ruido que se presenta en su área de trabajo?	27,6%	44,0%	50,0%	33,3%
	% del total	18,0%	14,7%	,7%	33,3%
Total	Recuento	98	50	2	150
	% de Sector	65,3%	33,3%	1,3%	100,0%
	% de ¿Se siente afectado por el ruido que se presenta en su área de trabajo?	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	65,3%	33,3%	1,3%	100,0%

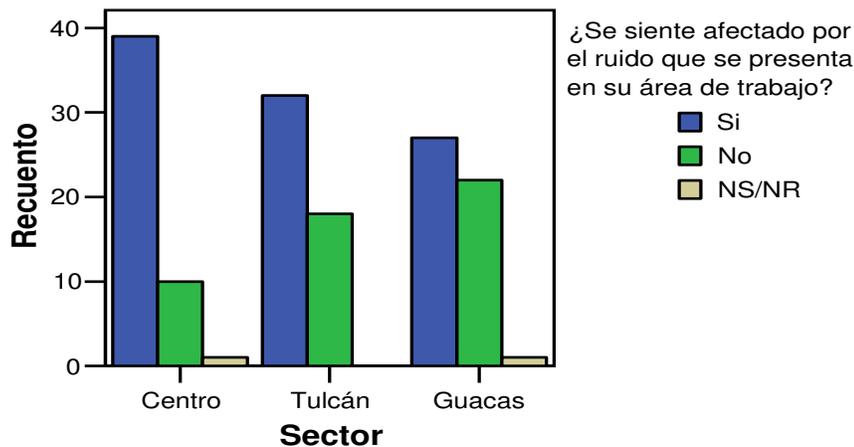
DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Tabla 19. Chi cuadrado: Afección por ruido en el área de trabajo

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,704(a)	4	,103
N de casos válidos	150		

De acuerdo con la pregunta *¿Se siente afectado por el ruido que se presenta en su área de trabajo?*, en la Tabla 19, el resultado de la prueba arroja una diferencia no significativa ($0.103 > 0.05$), por lo tanto aceptamos la H_0 , es decir que para los tres sectores, la población encuestada se siente afectada por el ruido en el área de trabajo. La comunidad perteneciente al sector Centro con el 26% de aceptación a la pregunta planteada, es la más afectada según la gráfica de la Figura 26 y en general, el 65.3 % de los individuos encuestados pertenecientes a la población universitaria, se sienten afectados por el ruido que perciben en sus áreas de trabajo.

Figura 14. Afección por ruido en el área de trabajo



6.1.4. Relación fuente de ruido Vs afección

En la Tabla 20 se presenta el porcentaje de población afectada por el ruido y que les genera distracción, cuando están desarrollando sus actividades en su área de trabajo.

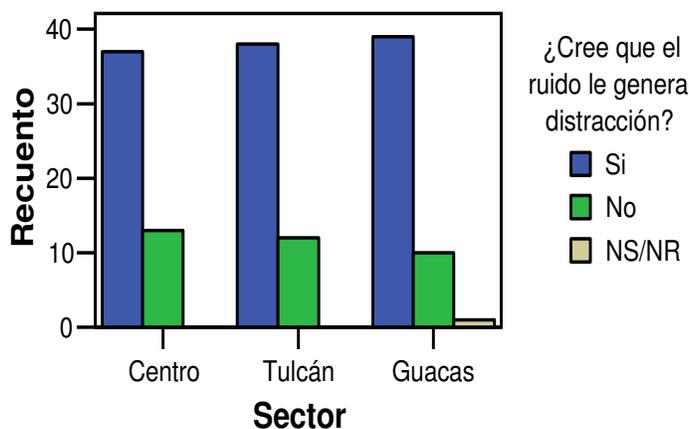
Tabla 20. ¿Cree que el ruido le genera distracción?

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Sector		Si	No	NS/NR	Total
Centro	Recuento	37	13	0	50
	% de Sector	74,0%	26,0%	,0%	100,0%
	% de ¿Cree que el ruido le genera distracción?	32,5%	37,1%	,0%	33,3%
	% del total	24,7%	8,7%	,0%	33,3%
Tulcán	Recuento	38	12	0	50
	% de Sector	76,0%	24,0%	,0%	100,0%
	% de ¿Cree que el ruido le genera distracción?	33,3%	34,3%	,0%	33,3%
	% del total	25,3%	8,0%	,0%	33,3%
Las Guacas	Recuento	39	10	1	50
	% de Sector	78,0%	20,0%	2,0%	100,0%
	% de ¿Cree que el ruido le genera distracción?	34,2%	28,6%	100,0%	33,3%
	% del total	26,0%	6,7%	,7%	33,3%
Total	Recuento	114	35	1	150
	% de Sector	76,0%	23,3%	,7%	100,0%
	% de ¿Cree que el ruido le genera distracción?	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% del total	76,0%	23,3%	,7%	100,0%

El 76% de los individuos encuestados pertenecientes a la población universitaria, les distrae el ruido que se presenta en sus lugares de trabajo.

Figura 15. ¿Cree que el ruido le genera distracción



DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

6.2. CARTOGRAFIA TEMATICA DE RUIDO AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

A continuación se presentan la cartografía temática de ruido ambiental de la jornada laboral y jornada festiva, en los períodos diurno y nocturno para cada sector de los tres sectores estudiados de la Universidad del Cauca.

En ellos se representan los decibeles a los que están sometidas las dependencias de la universidad, que se producen durante el desarrollo de diferentes actividades tanto académicas como administrativas, o en el caso contrario cuando no hay actividad de ningún tipo dentro de la universidad y se reduce el número de fuentes.

6.2.1. Cartografía temática de ruido ambiental sector Centro

Esta parte del área de estudio al estar en el sector histórico de la ciudad, se ve afectada por varias fuentes de ruido móviles externas, además del sinnúmero de actividades que se desarrollan en el interior de los edificios pertenecientes a la universidad Todo este tipo de actividades generan congestión en las horas pico¹⁵ durante el periodo laboral diurno¹⁶, reportando altos niveles de ruido, 83.4dB(A).

Al confrontar los valores de los decibels de este sector (Tabla 21), observamos que los niveles de ruido en varios puntos donde se realizaron los muestreos, se exceden incumpliendo la norma ambiental establecida.

Tabla 21. Decibels(A) sector Centro

Dependencia	Punto		Decibels(A)		Decibeles(A)	
	No.	Nombre	Jornada Laboral	Jornada Festiva	D	N
Humanidades	1	Patio Etnoeducación	54,20	46,80	45,30	42,80
	2	Patio Principal	62,80	51,80	43,60	39,20
	3	Biblioteca	69,30	61,20	47,20	46,10
Derecho y Ciencias Políticas	1	Derecho	59,00	43,40	43,30	41,60
	2	Ciencias Políticas2	65,50	46,50	46,80	42,00
	3	Ciencias Política 1	66,10	50,00	52,20	47,80
	4	Vice Administrativa	56,70	51,50	47,80	42,50
Artes	1	Patio Principal	83,40	50,90	59,50	36,10
	2	Patio Diseño	76,10	46,80	55,10	42,00
	3	Patio Flautas	69,60	63,90	50,40	32,00
	4	Cafetería	80,40	39,40	61,00	38,90
	5	Patio - Trombones	77,50	77,90	62,00	38,10

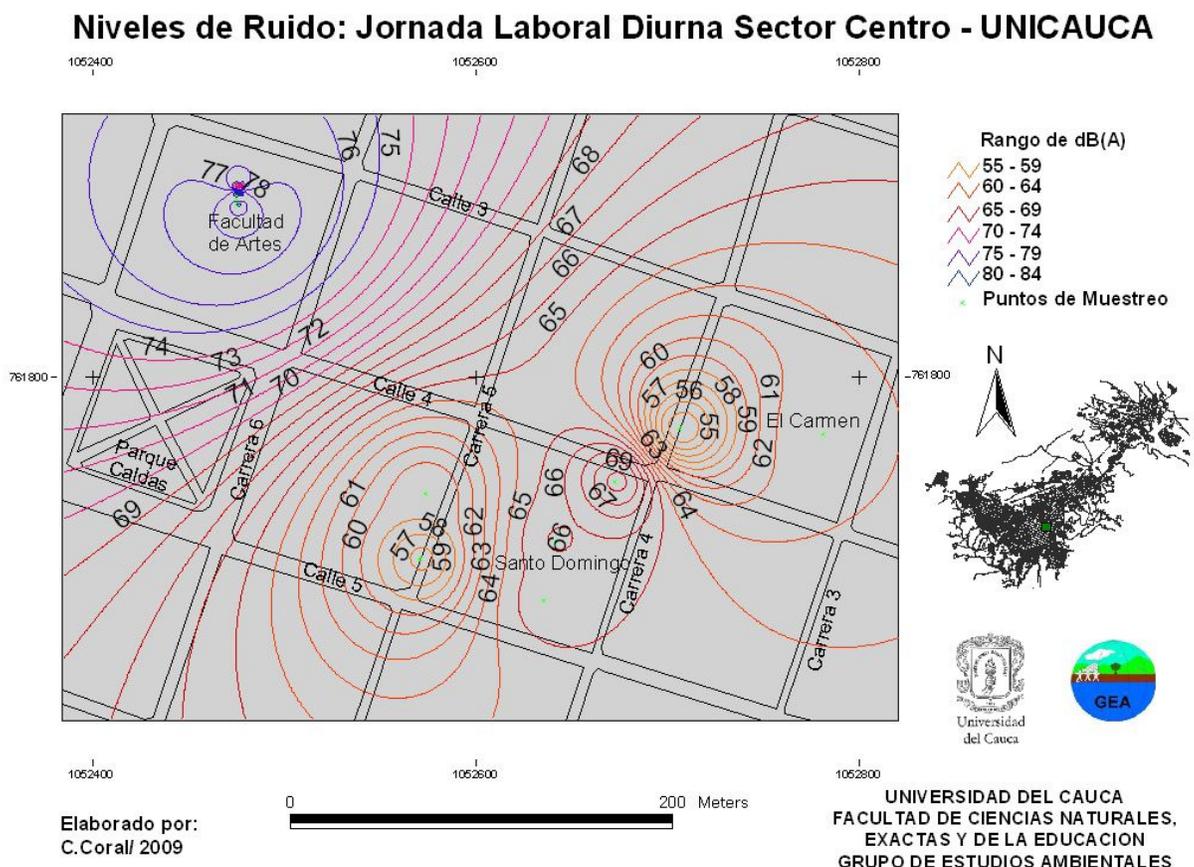
¹⁵ Horario pico: 7:20am - 8:30am/ 11:50am - 12:30pm/ 1:50pm - 2:30pm/ 5:50pm - 6:30pm

¹⁶ Periodo diurno: comprendido entre las 7:00am - 6:59pm

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

El mapa de ruido del sector Centro en la jornada laboral diurna (Figura 12), muestra altos niveles para la Facultad de Artes. Con respecto a las Facultades de Humanidades, de Derecho y Ciencias Políticas, el mapa revela que los valores se aproximan a lo establecido en la norma, aunque presentan niveles excedidos en el punto de muestreo 3, (Tabla 21), Biblioteca, de la Facultad de Humanidades, 69.30dB(A), esto se debe a la confluencia de personas, además el ruido del tráfico que trasciende de la parte externa de esta facultad, se tiene en cuenta que este edificio se encuentra entre la Carrera 3 y 4 con calle 4, que son vías con alto flujo vehicular, sobre todo en horas pico. Otro punto que excede el nivel establecido es el punto de muestreo 3, Patio 1 de Ciencias Políticas Para la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, 66.10dB(A), se debe a que durante el cambio de hora, los estudiantes se agrupan en este punto.

Figura 16. Mapa sector Centro Jornada Laboral Diurna



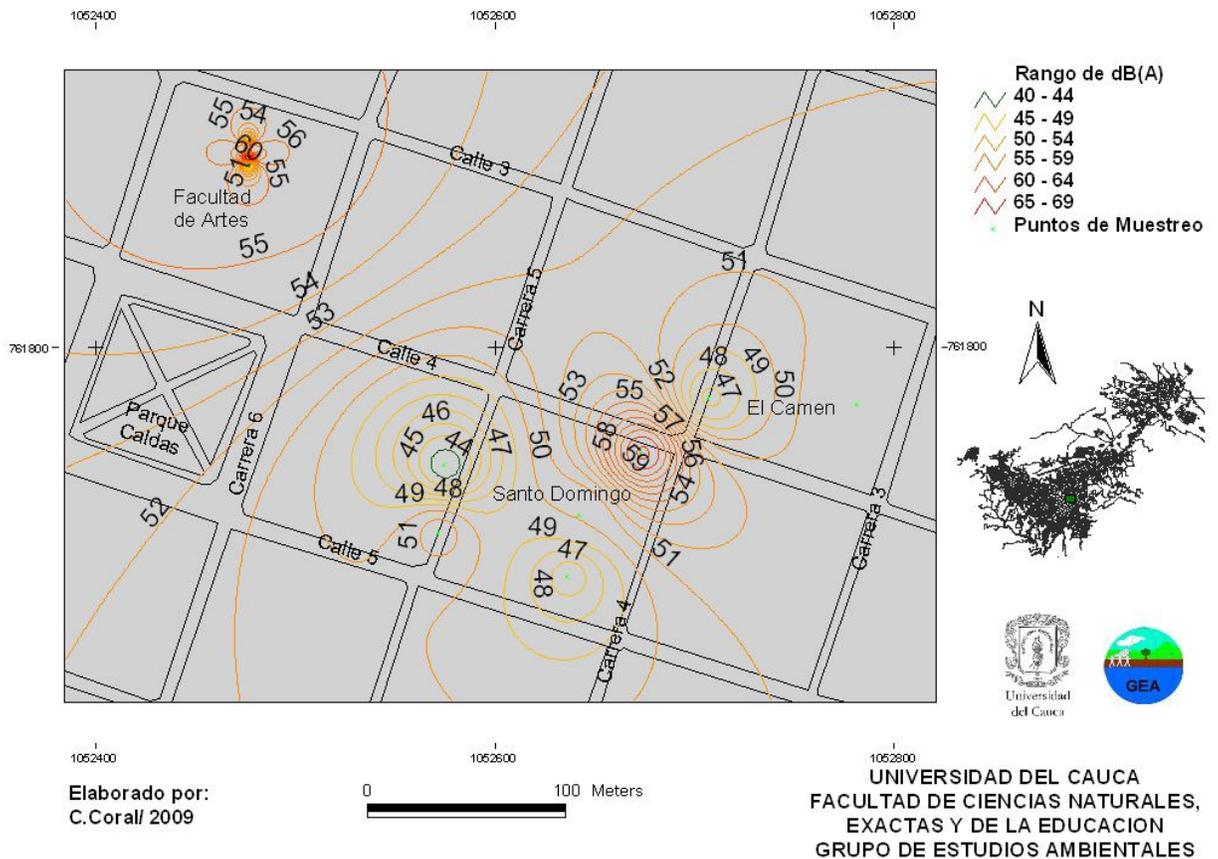
El mapa de ruido de la jornada laboral (Figura13) muestra la situación en el horario nocturno para el sector Centro. Observamos que el valor de los decibeles disminuyen considerablemente en la Facultad de Artes, pero aun sobrepasa el valor de 50dB(A) establecido para el período nocturno en la Resolución 0627. A excepción del punto de

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

muestreo 5, Patio de trombones, 77.90dB(A), esto se debe a que en el horario nocturno se realizan prácticas musicales. Así mismo, en la Facultad de Humanidades también se disminuyen los niveles de ruido, aunque desde el inicio del periodo nocturno¹⁷, aún se desarrollan actividades académicas y la existencia de fuentes de ruido está relacionada con la presencia de estudiantes en el edificio. En la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, el valor de los decibeles, (Tabla 21), están relativamente acordes al valor establecido en la Resolución 0627.

Figura 17. Mapa sector Centro Jornada Laboral Nocturna

Niveles de Ruido: Jornada Laboral Nocturna Sector Centro - UNICAUCA



Las Figuras 14 y 15 ilustran los mapas de ruido del sector Centro para la jornada festiva, en horario diurno y nocturno respectivamente y presentan valores que cumplen con la normatividad ambiental. Cabe resaltar la diferencia que se presenta entre las dos jornadas en este sector. En la Facultad de Artes por ejemplo, en el punto de muestreo 1, (Tabla 21), Patio principal, que durante la jornada laboral diurna alcanza un valor máximo de 83.4dB(A), durante la jornada festiva diurna presenta el un valor mínimo de 59.5dB(A),

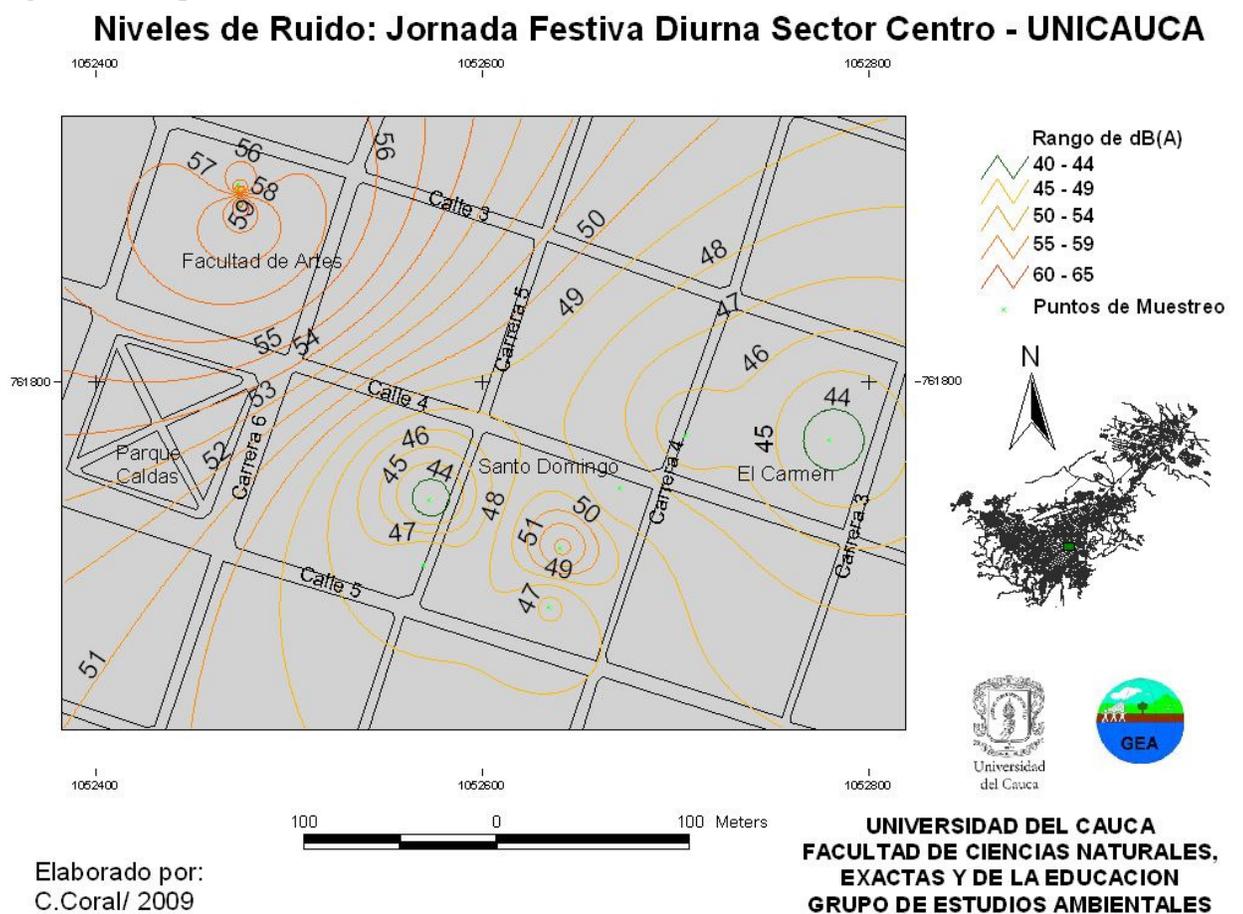
¹⁷ Periodo nocturno: comprendido entre las 7:00pm – 6:59am

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

esta disminución se debe tanto a la disminución de actividades dentro de los edificios de la Universidad como a la disminución del flujo vehicular en este sector.

En los mapas de ruido de la jornada festiva se hacen visibles puntos que durante la jornada laboral no lo eran, esto se debe a que el ruido que producen las fuentes durante la jornada laboral los enmascaran, es decir que hay fuentes de ruido presentes y que hacen su aporte al ruido ambiental de la universidad, pero que al ser permanentes no se perciben, sino hasta cuando las otras fuentes dejan de funcionar.

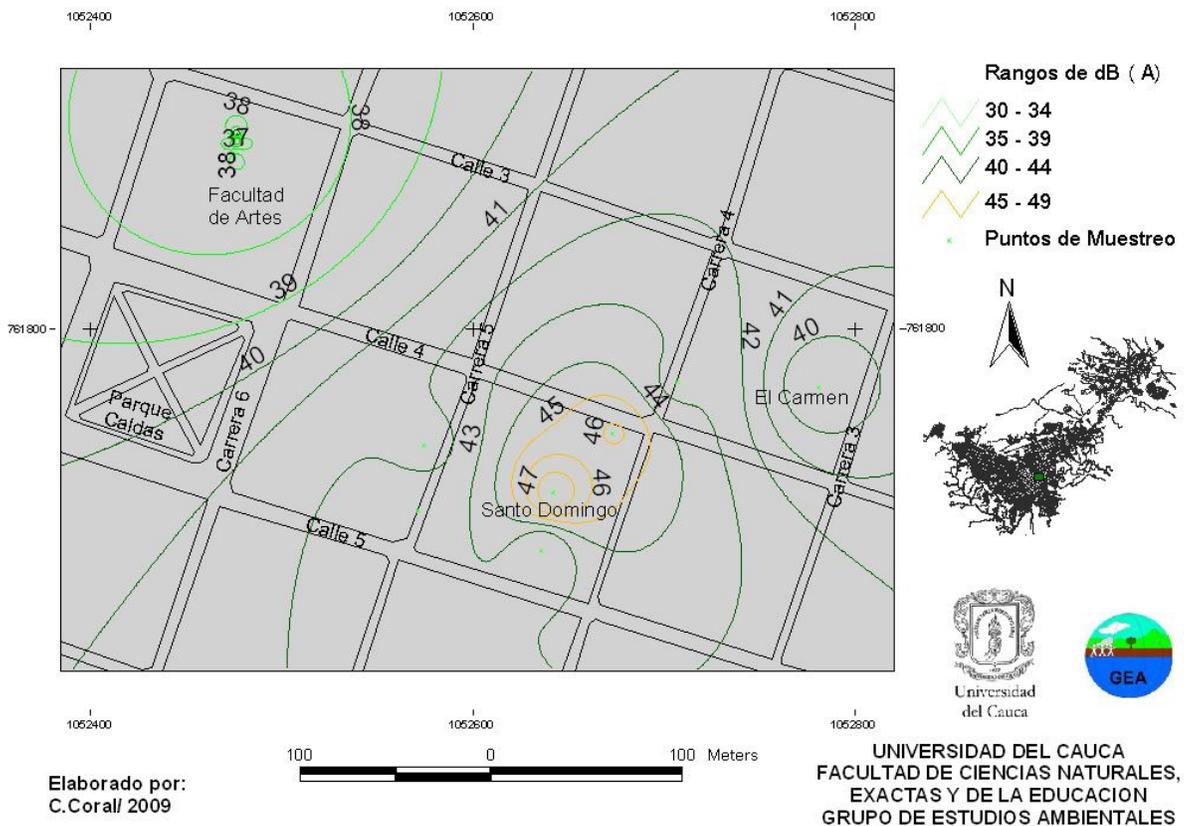
Figura 18. Mapa sector Centro Jornada Festiva Diurna



DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Figura 19. Mapa sector Centro Jornada Festiva Nocturna

Niveles de Ruido: Jornada Festiva Nocturna Sector Centro - UNICAUCA



6.2.2. Cartografía temática de ruido ambiental sector Tulcán- Pomona

Durante la jornada laboral diurna, el valor de los niveles de ruido, (Tabla 22), de este sector no superan el valor máximo permitido, 65dB(A). A excepción de la Facultad de Salud en la que el valor máximo de los niveles de ruido para el periodo diurno están en 74.4dB(A).

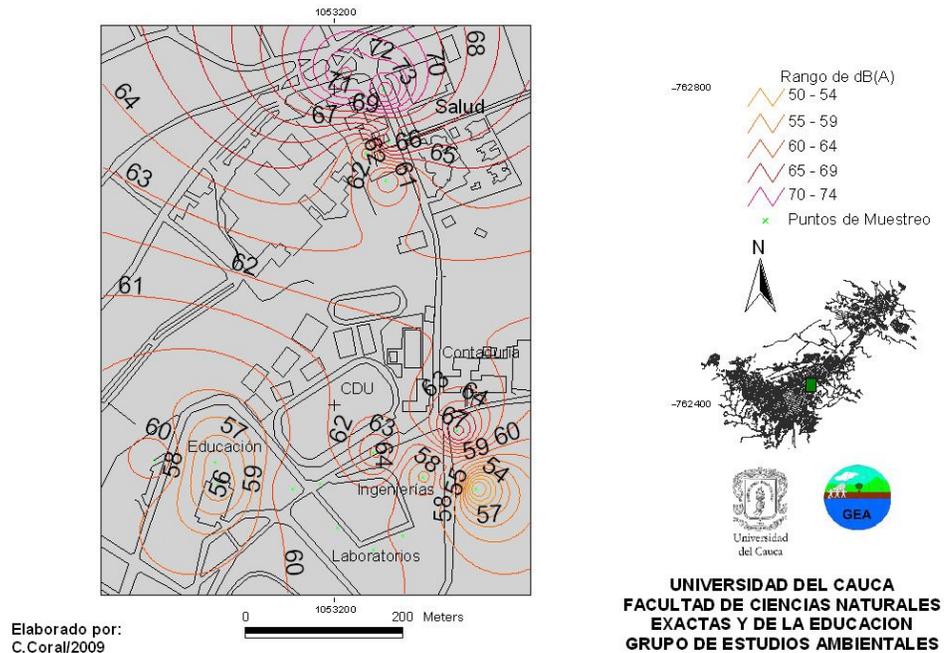
Esto se debe a la cercanía de esta Facultad a la Carrera 6, que en horas pico presenta alto flujo vehicular, influye en el incremento de los valores de niveles de ruido alcanzando los 73dB(A), sobre todo durante la jornada laboral diurna (Figura 16). Además se pueden observar otros puntos internos a esta facultad que presentan valores excedidos, como son el hall y los puntos donde hay extractores (Tabla 22).

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Tabla 22. Decibeles sector Tulcán - Pomona

Dependencia	Punto		Jornada Laboral		Jornada Festiva	
	No.	Nombre	D	N	D	N
Administración y Ciencias Contables	1	Entrada Principal	60,90	50,90	59,20	47,90
	2	Semáforos	67,30	46,90	65,30	48,50
	3	Respaldo Contaduría	51,00	54,10	51,60	49,00
Ingenierías	1	Laboratorio Ambiental	64,20	59,40	61,60	58,30
	2	Parqueadero	57,70	53,70	48,80	48,90
	3	Laboratorio Hidráulica	59,70	46,70	48,50	44,60
Laboratorios	1	Entrada Principal	60,40	51,40	57,50	52,00
	2	Lab. Biología	60,90	51,40	49,40	47,60
	3	Lab. Química	60,40	49,30	45,40	40,80
Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación	1	Parqueadero	55,10	45,70	49,20	47,10
	2	Biblioteca	55,60	55,80	44,70	48,20
	3	Salida Talleres	60,60	56,40	55,20	52,70
	4	Respaldo Biblioteca - Sistemas	61,00	61,00	59,40	60,30
Ciencias de la Salud	1	Parqueadero	60,20	61,60	57,30	52,20
	2	Morfología	61,60	51,00	52,30	52,80
	3	Plantas- Extractores	68,70	50,00	58,00	50,90
	4	Hall	74,40	71,30	67,70	63,60
	5	Entrada Principal	73,10	66,10	69,60	65,90

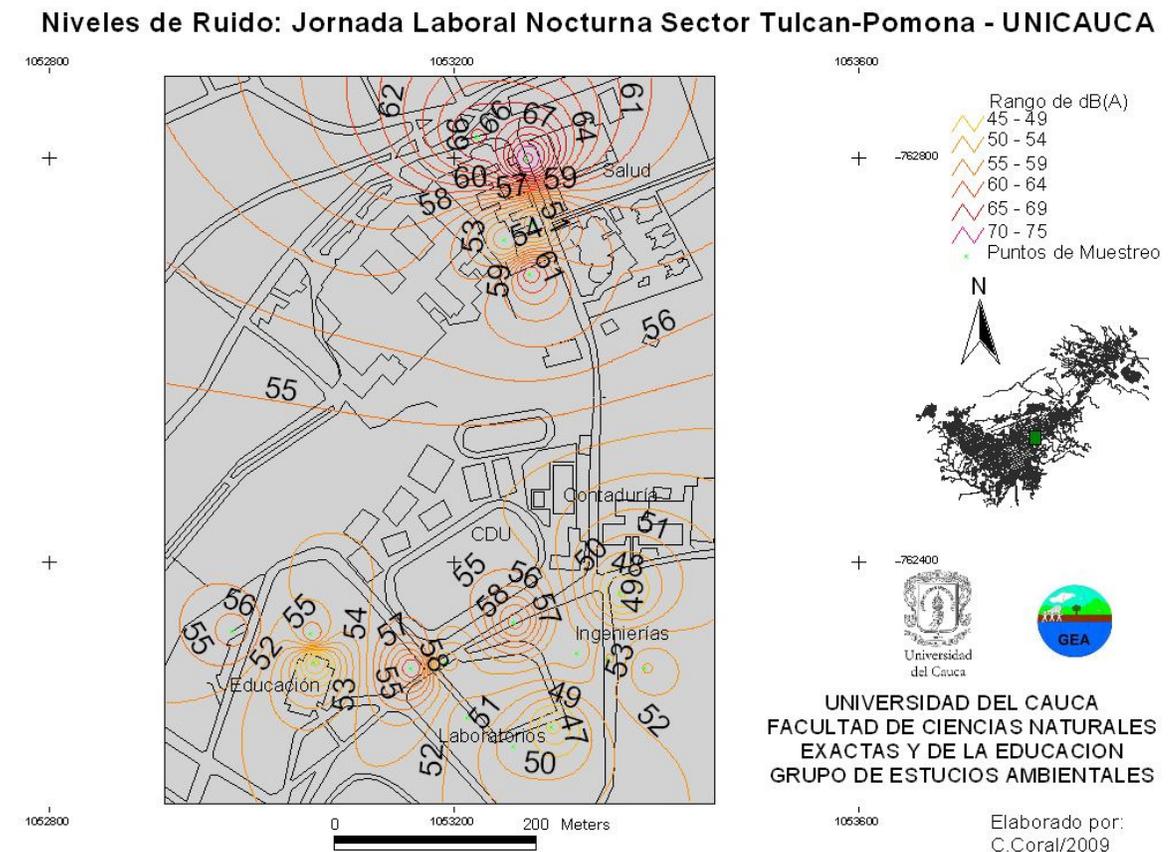
Figura 20. Mapa sector Tulcán - Pomona Jornada Laboral Diurna
Niveles de Ruido: Jornada Laboral Diurna Sector Tulcan-Pomona - UNICAUCA



DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

En la jornada laboral nocturna para el sector Centro, la actividad tanto administrativa como académica disminuye, así mismo se reduce el número de fuentes, en La Figura 17, se observa que alrededor de los puntos de muestreo disminuye el nivel de ruido representado en las isófonas¹⁸. Para el punto 4 de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Respaldo de Biblioteca – Sistema, los valores en los niveles de ruido varían poco y que el aporte de ruido al interior de la facultad se debe a que este punto esta próximo de la Carrera 3 que se intercepta Carrera 2, aunque con poco flujo vehicular, son vías que alternas, para el tránsito de hacia el norte, sur o centro de la ciudad.

Figura 21. Mapa sector Tulcán - Pomona Jornada Laboral Nocturna



Las Figuras 18 y 19 muestran los mapas de ruido del sector Tulcán – Pomona para la jornada festiva para los horarios diurno y nocturno respectivamente y muestran valores que cumplen con la normatividad ambiental, a excepción de los puntos 4 y 5 de la Facultad de Salud, que corresponden al hall y a la entrada principal respectivamente, ver Tabla 22, ya que sobrepasan los valores establecidos por la Resolución 0627, pero que con respecto a la

¹⁸ Isófonas: es una curva que conecta los puntos en que la función tiene un mismo valor constante

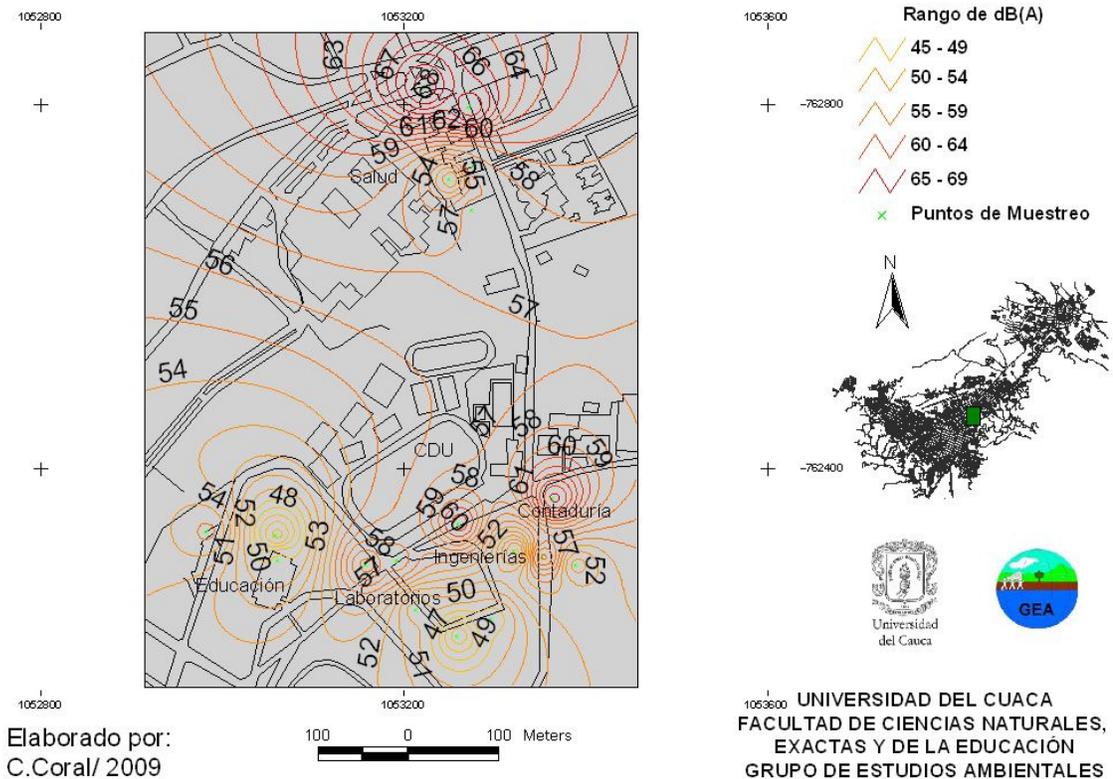
DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

jornada laboral se observa disminución en dichos valores. Esta disminución de los valores en los niveles de ruido se debe a la disminución del flujo vehicular de la Carrera 6.

En general, los mapas de este sector nos muestran poca variabilidad en los valores de los decibeles entre la jornada laboral y la jornada festiva, esto se debe a que hay actividades y fuentes que son constantes y solo se hacen perceptibles durante el periodo nocturno o durante la jornada festiva. Las fuentes de ruido internas de las dependencias universitarias, desaparecen durante la jornada festiva y durante el periodo nocturno haciéndose más sensibles las fuentes que provienen del exterior, aportando al ruido ambiental de este sector.

Figura 22. Mapa sector Tulcán - Pomona Jornada Festiva Diurna

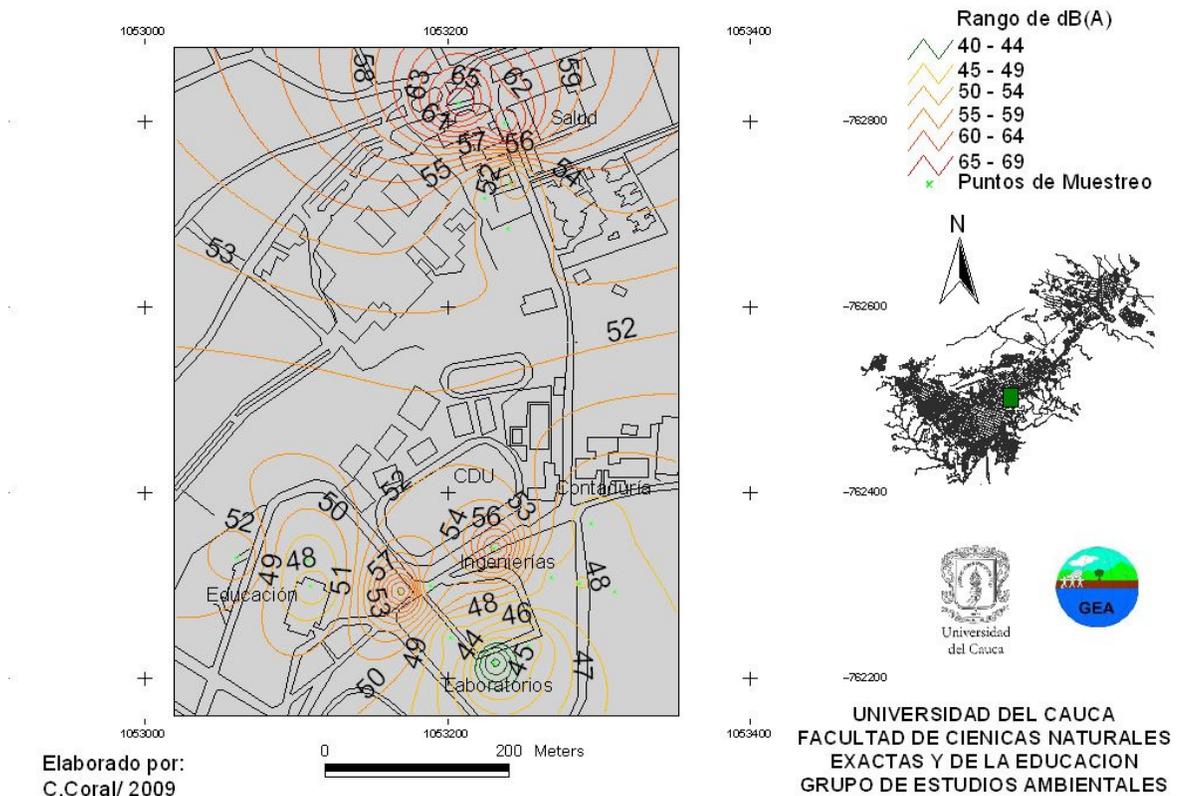
Niveles de Ruido: Jornada Festiva Diurna Sector Tulcan-Pomona - UNICAUCA



DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Figura 23. Mapa sector Tulcán - Pomona Jornada Festiva Nocturna

Niveles de Ruido: Jornada Festiva Nocturna Sector Tulcan-Pomona - UNICAUCA



6.2.3. Cartografía temática de ruido ambiental sector Las Guacas

Los valores de los niveles de ruido presentados en la Tabla 23, en general muestran que de la Facultad de Agroindustria, es un sector con baja contaminación sonora.

Tabla 23. Decibeles sector Las Guacas

Dependencia	Punto		Jornada Laboral		Jornada Festiva	
	No.	Nombre	D	N	D	N
Las Guacas	1	Parqueadero	49,40	43,20	42,60	48,60
	2	Salones	57,90	38,90	41,60	45,60
	3	Cafetería	64,30	41,40	48,60	43,70
	4	Planta de Procesamiento	65,20	44,60	47,20	47,70

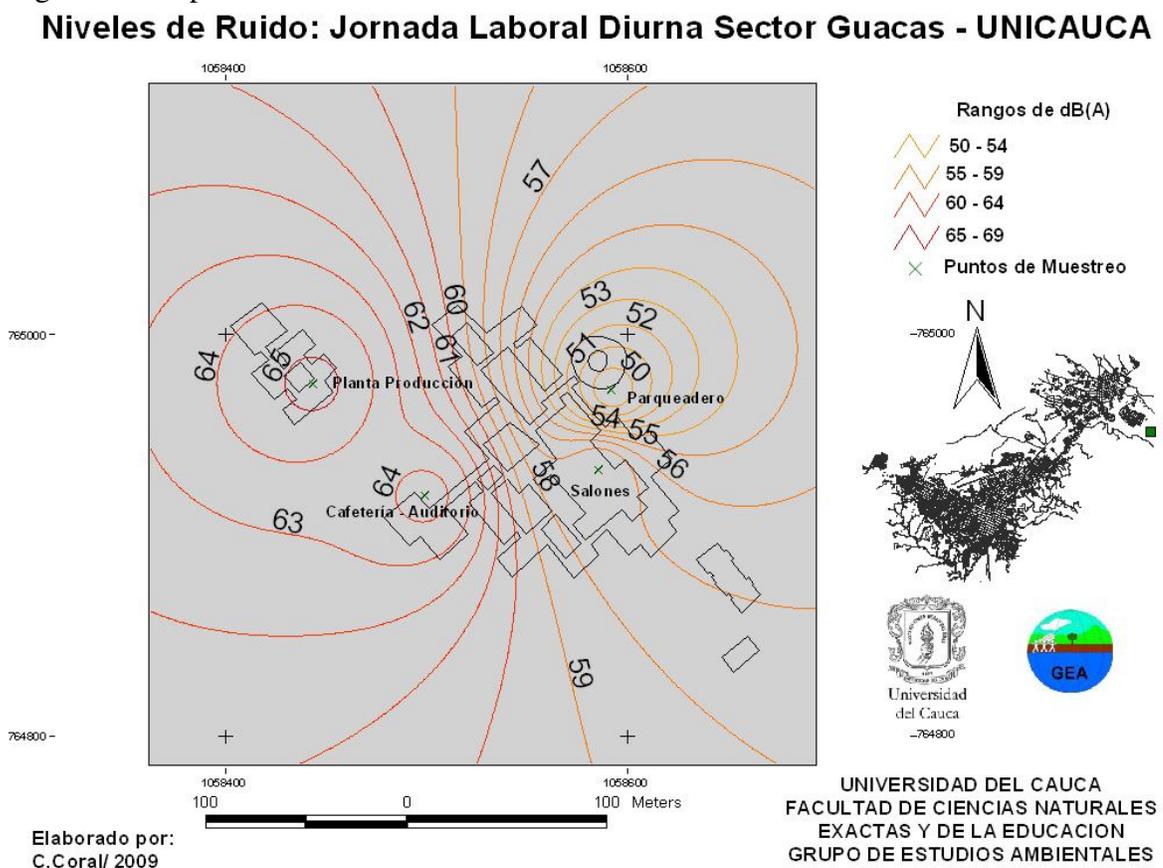
DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

En los mapas del sector Las Guacas, presentan que los valores de los niveles de ruido están dentro de la normatividad ambiental en la Resolución 0627. La Facultad de Agroindustria hay amplias zonas abiertas así el ruido generado por las actividades no trasciende de un punto de muestreo a otro, es decir que el ruido que se desprenden de las fuentes de este sector afectan directamente a quienes están expuestos a él.

El punto donde se encuentran la planta de procesamiento de quinua, esta expuesto a niveles de ruido, 65.20dB(A), que sobre pasa levemente al nivel establecido por la norma ambiental (Tabla 23).

Con respecto al ruido proveniente del golpe de las gotas de lluvia sobre el tejado, los valores de los niveles de ruido de esta fuente no se representan, ya que según la metodología plateada a partir de la Resolución 0627, no se debe muestrear en condiciones de lluvia. Pero la información de esta situación recolectada en la encuesta se tiene en cuenta para el presente análisis ya que genera inconvenientes en el desarrollo normal de las actividades académicas

Figura 24. Mapa sector Las Guacas Jornada Laboral Diurna



DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Figura 25. Mapa sector Las Guacas Jornada Laboral Nocturna

Niveles de Ruido: Jornada Laboral Nocturna Sector Guacas - UNICAUCA

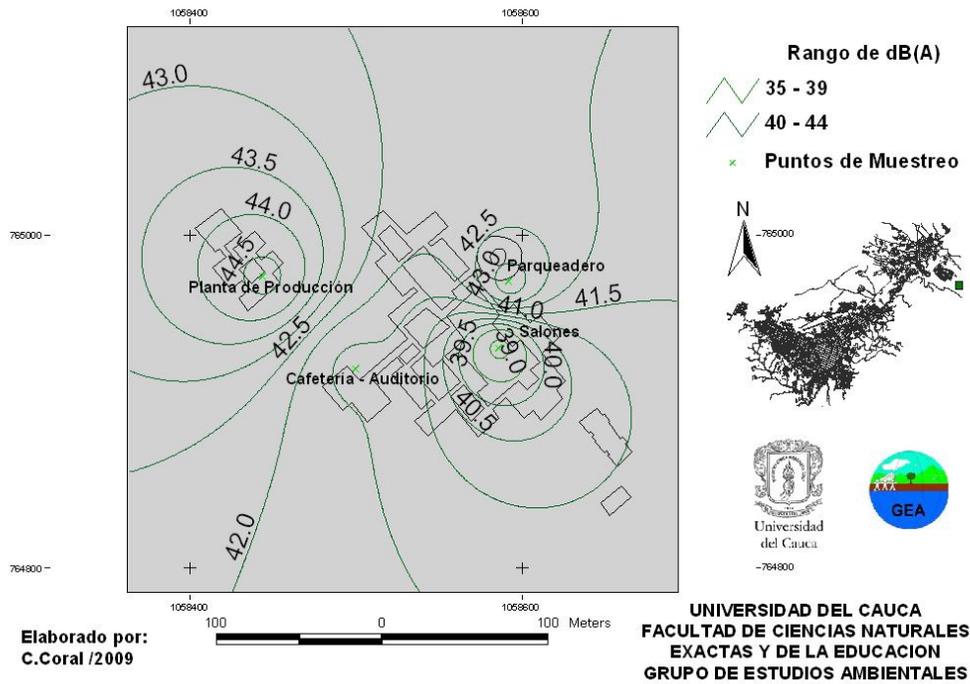
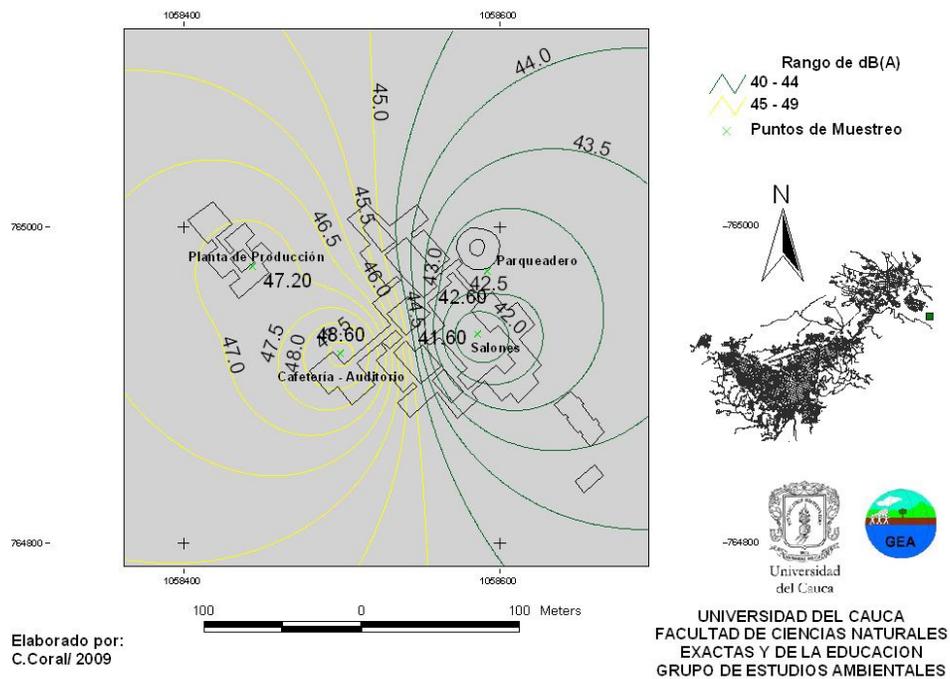


Figura 26. Mapa sector Las Guacas Jornada Festiva Diurna

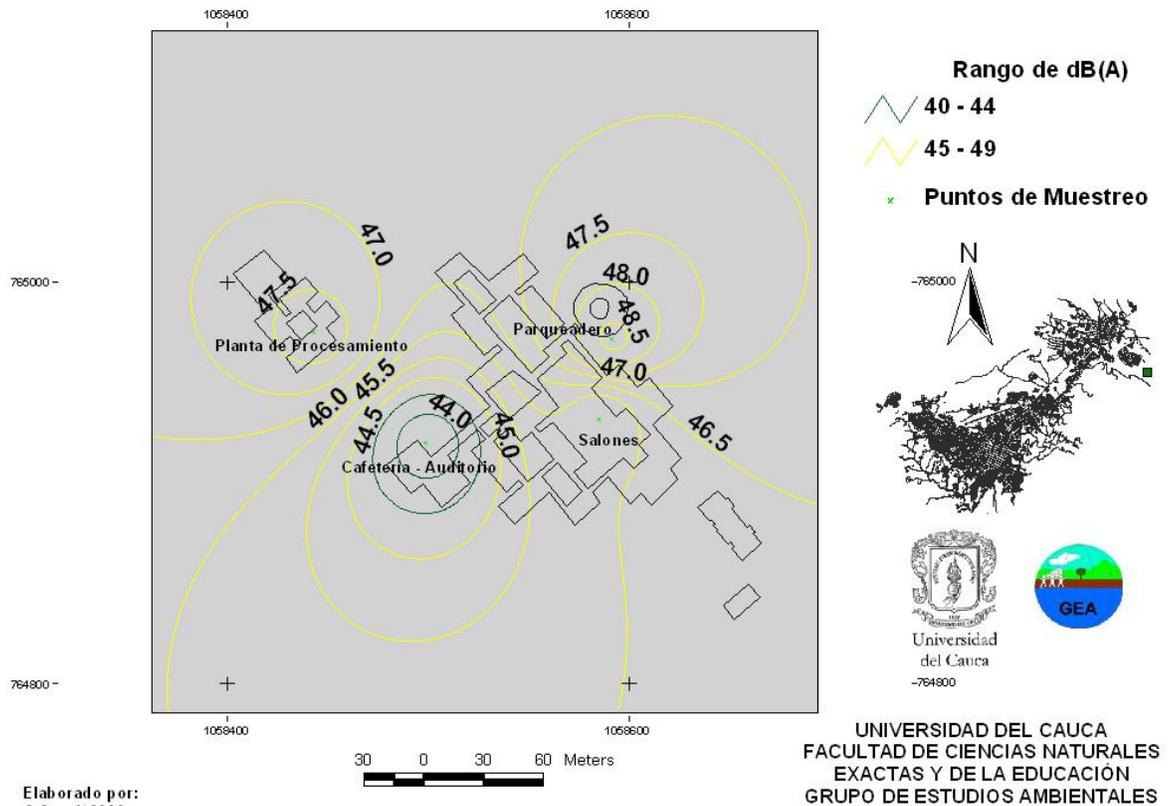
Niveles de Ruido: Jornada Festiva Diurna Sector Guacas - UNICAUCA



DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Figura 27. Mapa sector Las Guacas Jornada Festiva Nocturna

Niveles de Ruido: Jornada Festiva Nocturna Sector Guacas - UNICAUCA



6.3. EVALUACIÓN AMBIENTAL: APLICACIÓN DE LA MATRIZ CIR

Entendiéndose como Ruido Ambiental el ruido resultado de la contribución al ambiente de todos y cada uno de las fuentes emisoras del ruido independientemente de sus características (NTC 3522), se han identificado por medio de la lista de chequeo las siguientes fuentes en las dependencias de la Universidad del Cauca:

Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas: a diferencia de otras fuentes, esta se origina en el exterior de las dependencias, es decir que es una actividad ajena a los procesos internos de la universidad. Esta fuente se tiene en cuenta porque el impacto que genera afecta al interior de las facultades en los salones y oficinas que están anexas y perpendiculares a las vías. El tipo de ruido que produce esta fuente es continuo, con fluctuaciones aleatorias a lo largo de las jornadas, presentando valores máximos en las horas pico; en mañana entre las 7am y 8:30 am, al medio día, entre las 12m – 12:30pm y entre las 2pm y 3pm, en horario vespertino entre las 5:30 y 7pm. Se considera como una fuente lineal de ruido, porque se

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

genera sobre las vías que van perpendiculares a las dependencias de la universidad tanto en el sector Centro como en el sector Tulcán. En estudios se ha comprobado que el ruido del tráfico es la fuente de ruido de mayor trascendencia en las grandes ciudades (Lizana, 2003). Aproximadamente el 70% del ruido presente en las ciudades, es responsabilidad del tránsito vehicular (Conama, 2006).

Pregoneo – Publicidad: esta es otra fuente externa y móvil. Proviene de las áreas externas de las dependencias de la universidad en los sectores Centro y Tulcán - Pomona de la ciudad de Popayán, este tipo de fuente afecta de forma directa a las áreas que están inmediatamente anexas a las vías públicas. Se producen durante la jornada laboral y aunque no es una fuente regular, contribuye con el ruido ambiental de los dos sectores

Prácticas con instrumentos musicales: es una fuente interna fija. Esta es una fuente constante y fluctuante, ya que a lo largo de la jornada se presentan picos máximos que se intensifican durante los períodos de evaluaciones y exámenes.

Talla – Pulimiento: es una fuente interna fija. Esta fuente es propia de la Facultad de Artes y es generada por los estudiantes en el interior de los talleres destinados para el pulimiento y la talla. Aunque esta actividad es esporádica generan un incremento representativo en los niveles de ruido de la dependencia y al ruido ambiental de este sector Centro.

Cafeterías – Puntos de encuentros: es una fuente interna fija. Esta fuente es común de en los tres sectores estudiados. Los corredores dentro de las dependencias, entendidos como áreas para desplazamiento, son usados como puntos de encuentro y salas de espera por parte de los estudiantes, generalmente no se controla el volumen de las charlas afectando a los salones continuos a los pasillos. En las cafeterías se presenta la misma situación. Estos espacios no cuentan con la ubicación correcta, ya que como en el caso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, la cafetería se encentra anexo al auditorio, afectando a las actividades que se desarrollan dentro de el por el ruido generado en la cafetería. En la Facultad de Ciencias de la Salud, la cafetería esta frente al hall principal compartiendo, este espacio con las oficinas de administración de la facultad. El hall es usado como punto de encuentro y se presenta la misma situación que en los pasillos.

Cambios de hora: es una fuente interna fija y fluctuante. Esta fuente es común de en los tres sectores estudiados. Se presenta durante la jornada laboral en las áreas comunes de las dependencias, tales como corredores y patios. Alcanza valores máximos cuando los estudiantes inician y/o terminan clases.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Corte de césped: esta actividad genera una fuente de ruido en el sector Tulcán, donde hay áreas verdes y se hace con el fin de hacerles mantenimiento en las dependencias de la Universidad. Esta actividad también se desarrolla en el sector Centro y en el sector Las Guacas, mientras en el sector Centro estas áreas son pequeñas y la duración de esta labor suele realizarse en fines de semana, o entre semana en las horas no laborables, en el sector Las Guacas las amplias áreas abiertas atenúan el ruido que se genera en este proceso.

Ruido de fondo: es el ruido que proviene de fuentes externas generadas por diferentes actividades. Se considera como fuente porque aparte de las fuentes reconocidas, existen otras que no están determinadas, pero que contribuyen al ruido que se presenta en cada uno de los tres sectores. Esta fuente resulta no ser molesta en tanto no se excedan los límites. En el caso de las aulas de la Facultad de Agroindustria, en el sector de Las Guacas, presentan un aislamiento pobre debido a que el material de sus paredes son de prefabricado y el ruido que se percibe dentro de los salones proviene de los salones vecinos.

Manejo de equipos: es una fuente interna fija. Se presentan en laboratorios durante el funcionamiento de determinados equipos y de maquinaria. Los sectores que presentan esta fuente son el sector Centro y el sector Tulcán. Generalmente el ruido producido es inevitable durante el desarrollo de las prácticas, pero que afecta a los estudiantes y profesores y al personal expuesto a él.

Golpe de gotas de lluvia sobre el tejado: es una fuente externa fija. Este tipo de ruido es propio del sector de Las Guacas y se produce durante los periodos de lluvias fuertes cuando el golpe del agua sobre el tejado genera ruido que no es atenuado porque los salones no tienen cielo raso.

Alarmas – Sensores: es una fuente interna fija. Se presenta dentro de las bibliotecas de la universidad donde hay dispositivos de seguridad. Aunque este tipo de fuente no es común, resultan picos altos cuando estos son activados, de manera que afecta a los usuarios y trabajadores de estas dependencias.

A continuación se analizan las actividades identificadas como fuentes de ruido y se dan sus respectivos porcentajes de impacto para cada uno de los tres sectores estudiados en la Universidad del Cauca.

6.3.1. Matriz CIR sector Centro

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Tabla 24. Matriz CIR sector Centro

Coeficiente de Importancia Relativa – CIR – Actividades realizadas en dependencias de la Universidad del Cauca que generan impactos por ruido		ACTIVIDADES SECTOR CENTRO								SUMATORIA	% CIR
		Nominal	Cambios de hora	Ruido de fondo	Talla–Pulimiento	Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas	Pregoneo – Publicidad	Cafeterías – Puntos de encuentros	Prácticas con instrumentos musicales		
ACTIVIDADES		8	7	6	5	4	3	2	1		
	Prácticas con instrumentos musicales	1	1	05	1	05	05	05	X	5	17.86
	Cafeterías – Puntos de encuentros	2	1	05	1	05	05	X	05	4.5	16.07
	Pregoneo – Publicidad	3	1	0	05	05	X	05	05	3.5	12.5
	Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas	4	1	05	1	X	05	05	05	4.5	16.07
	Talla – Pulimiento	5	1	0	X	0	05	0	0	2	7.14
	Ruido de fondo	6	1	05	X	05	05	05	05	4	14.29
	Cambios de hora	7	1	X	1	05	1	05	0	4.5	16.07
	Nominal	8	X	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	7	2.5	3	5	2.5	3.5	2.5	2	28	100

Las actividades con mayor importancia relativa para el sector Centro fueron en su orden: Prácticas con instrumentos musicales, con una puntuación de 5 (17.86%). Las actividades Cafetería – Puntos de encuentro, Tráfico – Bocina – Sirenas – Alarmas y Cambios de hora, tienen la puntuación de 4.5 (16.07%), ver la siguiente tabla.

Tabla 25. Coeficientes de importancia del sector Centro

	ACTIVIDAD	Puntuación	Coeficiente de Importancia Relativa
1	Prácticas con instrumentos musicales	5	17.86
2	Cafeterías – Puntos de encuentro	4.5	16.07
3	Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas	4.5	16.07
4	Cambios de hora	4.5	16.07
5	Ruido de fondo	4	14.29
6	Pregoneo – Publicidad	3.5	12.5
7	Talla – Pulimiento	2	7.14

6.3.2. Actividades con mayor impacto para el sector Centro

Prácticas con instrumentos musicales: esta actividad se desarrolla en el edificio de la Facultad de Artes de la Universidad del Cauca, en ella se incluyen la práctica con instrumentos de viento, cuerda, percusión y la práctica de canto y coro. Generalmente durante las prácticas con instrumentos musicales se producen sonidos, melodías y ritmos que al no estar integrados se convierten en fuentes de ruido con las que se alcanzan valores entre los 69.60dB(A) a 83.40dB(A), (Tabla 21), durante la jornada laboral diurna. Para tener control del ruido generado en esta situación, dentro de la dependencia se han acondicionado cubículos en los que se usan materiales como láminas de trípex y panales de huevo, además en las ventanas se utilizan doble vidrio. Sin embargo, el número de cubículos no son suficientes, por lo que obliga a los estudiantes y tutores a realizar las prácticas musicales en los patios o en otros lugares de la facultad que no son adecuados para este tipo de prácticas, todo esto afecta directamente a los estudiantes de otros programas, a profesores y a los administrativos con quienes está siendo compartido el edificio. Es la actividad con mayor porcentaje en la confrontación con las otras halladas en este sector, ya que afecta a la mayoría de la población universitaria de esta facultad y porque el ruido que produce esta fuente, enmascara a las demás.

Cafeterías – Puntos de encuentros: las facultades del sector Centro cuentan con cafetería relativamente apropiadas. Para la Facultad de Artes, el impacto de esta fuente no es representativo, ya que este ruido es enmascarado por el ruido producido durante la actividad de prácticas con instrumentos musicales. El valor registrado en esta área es de 80.40dB(A). Para la Facultad de Humanidades y Facultad de Derecho y Ciencias Políticas el impacto que genera esta fuente afecta a las personas que están desarrollando actividades académicas labores administrativas dentro de los salones y oficinas, aportando al incremento de ruido ambiental de este sector de la universidad. La Facultad de Humanidades también es afectada por este tipo de fuente, porque presenta una gran confluencia de personas, haciendo que el nivel de ruido 69.30dB(A), exceda al establecido por la Resolución 0627. En casos extraordinarios, cuando se desarrollan actividades en los patios, dentro de las dependencias, tales como bailes, asambleas o eventos especiales se hace uso de equipos de amplificación que también generan inconformidad dentro de la comunidad que sigue laborando. No se tiene el registro de esta situación porque la metodología define que las mediciones se deben realizar en condiciones normales académicas.

Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas: se recuerda que esta fuente es ajena a los procesos internos de la universidad. En el caso del sector Centro, que está ubicado en el sector histórico de la ciudad de Popayán, presenta esta problemática porque los edificios donde la universidad tiene sus sedes, están circundadas por vías de con alto tráfico. Por ejemplo, La Facultad de Derecho y Ciencias Políticas esta rodeada por las Calles 4ª y 5ª y

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

por las Carreras 4ª y 5ª y la Facultad de Humanidades ubicada en la intersección de la Calle 4 con Carrera 5, que son vías principales en el centro de la ciudad y que en horario pico el flujo vehicular se incrementa. Así el ruido que genera esta fuente afecta al interior de las facultades en los salones y oficinas que están anexas a las vías, afectando al personal universitario que labora en estas áreas. Más adelante en el análisis de la encuesta, se contempla esta situación.

Cambios de hora: se presenta durante la jornada laboral y alcanza valores de 66.10dB(A) superando los niveles establecidos por la normatividad ambiental cuando los estudiantes inician y/o terminan clases. Esta situación tiene picos en el inicio de una hora o cambio de una hora a otra, así, mientras unos alumnos están cambiando de clases, otros están en clase, lo que hace que se presente interferencia en el desarrollo de la labor académica en este punto. En el caso del sector Centro, la facultad con mayor impacto es la de Derecho y Ciencias Políticas, exactamente en el patio de la entrada secundaria sobre la Calle 5. En este punto donde se percibe altos decibels y es donde están ubicados salones del programa de Ciencias Políticas. En la Facultad de Humanidades, a pesar de que se presenta esta misma situación, el ruido se propaga, porque hay áreas más abiertas, disminuyendo los decibels. En cuanto a la Facultad de Artes el ruido que genera esta actividad se ve enmascarado por el ruido que se genera con la práctica de instrumentos musicales. Además la infraestructura de esta dependencia hace que el ruido se encierre y produzca reverberación haciéndolo más intenso, especialmente en el interior de los salones.

6.3.3. Matriz CIR sector Tulcán - Pomona

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Tabla 26. Matriz CIR sector Tulcán – Pomona

Coeficiente de Importancia Relativa – CIR – Actividades realizadas en dependencias de la Universidad del Cauca que generan impactos por ruido		ACTIVIDADES SECTOR TULCAN -POMONA										SUMATORIA	% CIR
		Nominal	Alarmas – Sensores	Corte de césped	Cambios de hora	Ruido de fondo	Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas	Manejo de equipos	Pregoneo – Publicidad	Cafeterías – Puntos de encuentros			
		9	8	7	6	5	4	3	2	1			
ACTIVIDADES	Cafeterías – Puntos de encuentros	1	1	05	05	05	05	1	1	X	5.5	15.28	
	Pregoneo – Publicidad	2	1	05	0	05	05	05	X	0	3	8.33	
	Manejo de equipos	3	1	05	05	05	0	X	05	0	3	8.33	
	Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas	4	1	1	05	05	1	X	1	05	05	6	16.67
	Ruido de fondo	5	1	05	0	X	0	05	05	05	3	8.33	
	Cambios de hora	6	1	1	05	X	1	05	1	1	05	6.5	18.06
	Corte de césped	7	1	05	X	05	1	05	05	1	05	5.5	15.28
	Alarmas – Sensores	8	1	X	05	0	05	0	05	05	05	3.5	9.72
	Nominal	9	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		8	4.5	2.5	1.5	5	2	5	5	2.5	36	100	

Las actividades con mayor importancia relativa para el sector Tulcán – Pomona (Tabla 27), fueron en su orden, Cambios de hora, con una puntuación de 6.5 (18.06%), Tráfico – Bocina – Sirenas – Alarmas 6 (16.67), las actividades Corte de Césped y Cafetería – Puntos de encuentro, tienen la puntuación de 5.5 (15.28%).

Tabla 27. Coeficientes de importancia del sector Tulcán – Pomona

ACTIVIDAD	Puntuación	Coeficiente de Importancia Relativa
1 Cambios de hora	6.5	18.06
2 Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas	6	16.67
3 Corte de césped	5.5	15.28
4 Cafeterías – Puntos de encuentros	5.5	15.28
5 Alarmas – Sensores	3.5	9.72
6 Pregoneo – Publicidad	3	8.33
7 Manejo de equipos	3	8.33
8 Ruido de fondo	3	8.33

6.3.4. Actividades con mayor impacto para el sector Tulcán-Pomona

Cambios de hora: a diferencia del sector Centro, esta actividad cobra importancia presentando una puntuación de 6.5 en la matriz de CIR, (Tabla 26). En las Facultades de Educación, Ingenierías esta fuente tiene su impacto sobre las aulas que están en corredores y por los que transitan los universitarios que cambian de clase. Los niveles de ruido están a rededor de los 60dB(A) Como consecuencia, las personas que están desarrollando actividades académicas, presentan desatención e interferencia en el desarrollo de sus actividades. En la Facultad de Salud, esta situación es semejante tanto en los corredores como en los pasillos, sumándose a ella el ruido que se presenta en la entrada principal de esta facultad, 74.40dB(A), donde se ubican las oficinas administrativas y el hall principal. Este punto de tránsito, es usado por la mayor parte del personal universitario de esta facultad. En la Facultad de Ciencias Contables y Administrativas y en los Laboratorio de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación esta situación no presenta impactos importantes, ya que a diferencia de las demás facultades que conforman este sector, la planta física de este edificio no es cerrada, de esta manera el ruido generado por esta fuente se dispersa.

Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas: esta fuente se origina en el exterior de los edificios pertenecientes a las facultades de este sector y el impacto que genera afecta al interior de las dependencias que están anexas a las vías. En este sector la Facultad Salud es la más afectada por el ruido de esta fuente. Ya que paralela a este edificio está la Carrera 6 que es una de las vías principales que llevan al norte de la ciudad y por la que transita gran parte del flujo vehicular y al igual que en el sector Centro, se congestiona en las horas pico generando altos decibeles, 73.10dB(A). La incidencia del impacto de esta fuente no es significativa para las demás facultades que hacen parte de este sector, ya que estas presentan áreas amplias con zonas arborizadas que funcionan como barreras naturales contra el la propagación del ruido.

Corte de césped: Esta actividad suele realizarse durante las jornadas laborables generando molestia a la población universitaria que simultáneamente desarrollan actividades académicas y administrativas, generando inconformidad entre la comunidad universitaria, como se vio anteriormente en el análisis de las encuestas. El sector Tulcán – Pomona es el mas afectado, por lo que es aquí donde zonas verdes mas amplias que son aledañas a los salones y oficinas.

Cafeterías – Puntos de encuentros: en la Facultad de Ciencias de la Salud la cafetería está ubicada frente al hall principal compartiendo este espacio con las algunas oficinas de administración de la facultad, además, en esta área se encuentra el auditorio principal. El hall es usado como punto de encuentro al igual que los pasillos. En estos puntos se concentra el ruido porque son áreas cerradas generando picos máximos en las mediciones 74.40dB(A). En la Facultad de Educación, el impacto de esta actividad recae en los salones anexas a los pasillos igual que la situación en el sector Centro. En los Laboratorios, en

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

varias ocasiones, durante el desarrollo de prácticas, los estudiantes se ubican en los pasillos anexos a los laboratorios, e interrumpen la labor académica dentro de estos espacios.

6.3.5. Matriz CIR sector Las Guacas

Tabla 28. Matriz CIR sector Las Guacas

Coeficiente de Importancia Relativa – CIR –		ACTIVIDADES								%CIR	
		SECTOR LAS GUACAS									
Actividades realizadas en dependencias de la Universidad del Cauca que generan impactos por ruido		Nominal	Manejo de equipos	Golpe de gotas de lluvia sobre el tejado	Corte de césped	Cambios de hora	Ruido de fondo	Cafeterías – Puntos de encuentros	SUMATORIA		
		7	6	5	4	3	2	1			
SECTOR	Cafeterías – Puntos de encuentros	1	1	05	05	05	1	X	4	19.04	
	Ruido de fondo	2	1	0	05	05	X	0	2.5	11.91	
	Cambios de hora	3	1	0	05	05	X	05	3	14.29	
	Corte de césped	4	1	0	0	X	05	05	2.5	11.91	
	Golpe de gotas de lluvia sobre el tejado	5	1	05	X	1	05	05	4	19.04	
	Manejo de equipos	6	1	X	05	1	1	1	05	5	23.81
	Nominal	7	X	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	6	1	2	3.5	3	3.5	2	21	100		

Las actividades con mayor importancia relativa para el sector Las Guacas (Tabla 29) fueron en su orden, Manejo de equipos, con una puntuación de 5 (23.81%), las actividades Golpe de gotas de lluvia sobre el tejado y Cafetería – Puntos de encuentro, tienen la puntuación de 4 (19.04%) y con menor puntaje pero no menos importante, Cambios de hora con puntuación de 3 (14.29%).

Tabla 29. Coeficientes de importancia del sector Las Guacas

ACTIVIDAD	Puntuación	Coeficiente de Importancia Relativa
1 Manejo de equipos	5	23.81
2 Golpe de gotas de lluvia sobre el tejado	4	19.04
3 Cafeterías – Puntos de encuentro	4	19.04
4 Cambios de hora	3	14.29
5 Corte de Césped	2.5	11.91
6 Ruido de fondo	2.5	11.91

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

6.3.6. Actividades con mayor impacto para el sector Las Guacas

Manejo de equipos: en la complejidad de las prácticas de laboratorio van a estar acompañadas del uso de equipos que producen ruido, esto es normal, pero afecta directamente a estudiantes, profesores y personal de apoyo. Esta actividad es la que mas impacto determina la matriz de CIR (Tabla 28), en el sector de Las Guacas, porque durante el funcionamiento de tales equipos en la planta de procesamiento de quinua, hay personal universitario expuesto a estas emisiones de ruido.

Golpe de gotas de lluvia sobre el tejado: el material del tejado de esta facultad es de zinc, material que transmite parte de la energía sonora de las gotas de lluvia al interior de los salones, produciendo reverberación, como consecuencia se debe suspender clases, porque este fenómeno hace que disminuya considerablemente la inteligibilidad de la comunicación.

Cafeterías – Puntos de encuentros: en el caso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias este espacio no cuentan con la ubicación correcta, ya que la cafetería se encuentra anexo al auditorio, de manera que el ruido generado en la cafetería afecta a las actividades que se desarrollan dentro del auditorio. En el caso de los pasillos de esta facultad a pesar que están en áreas abiertas, el ruido que generan los estudiantes en estos puntos, afecta a los salones que están anexos a ellos.

En la Tabla 30 se presenta el consolidado de las tres matrices en los tres sectores.

Tabla 30. Paralelo de las fuentes según el CIR para los sectores estudiados

FUENTES	Coeficiente de Importancia Relativa por sectores		
	Centro	Tulcán -Pomona	Las Guacas
1 Alarmas – Sensores		9.72	
2 Cafeterías – Puntos de encuentros	16.07	15.28	19.04
3 Cambios de hora	16.07	18.06	14.29
4 Golpe de gotas de lluvia sobre el tejado			19.04
5 Manejo de equipos		8.33	23.81
6 Corte de césped		15.28	11.91
7 Práctica con Instrumentos musicales	17.86		
8 Pregoneo – Publicidad	12.5	8.33	
9 Ruido de fondo	14.29	8.33	11.91
10 Talla y Pulimiento	7.14		
11 Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas	16.07	16.67	

7. MEDIDAS DE CONTROL

A partir de este diagnóstico son varias las actividades que se desarrollan dentro de las dependencias en cada sector de la Universidad del Cauca y que se han determinado como fuentes de ruido y de alguna forma se requieren mantenerlas controladas. A pesar de que no existe una reglamentación para el manejo y control del ruido en ambientes específicos de las instituciones educativas, en la que se apoye la presente propuesta, se parte de los resultados de las matrices de CIR y de los mapas generados, con los que se tiene un diagnóstico y que reflejan el promedio del nivel sonoro existente en las áreas de sometidas a estudio. Además hay varios documentos en los que a partir de investigaciones y estudios de instituciones académicas, se dictan medidas de control de ruido para estos espacios. De aquí se retoman algunas medidas, buscando que sean las más convenientes para las situaciones dadas en nuestra universidad.

Mejoras acústicas a los edificios existentes

Se parte de que la estructura, el diseño y los materiales que tienen los edificios de la universidad en los sectores estudiados y conociendo la deficiencia en su calidad acústica, el aislamiento es, en la mayoría de los casos, el punto más débil en la infraestructura de las edificaciones en las dependencias de los tres sectores estudiados (Centro, Tulcán-Pomona y Las Guacas).

Para comenzar, se debe conseguir que el ambiente ruidoso de las calles, pasillos y de los puntos de encuentro, no interfiera en las actividades que se desarrollan tanto en salones, bibliotecas, oficinas. Inicialmente es necesario hacer mediciones del sonido de fondo de estos recintos para determinar que método de aislamiento es necesario. Es probable que en pocos casos se pueda modificar las paredes, techos, pisos, o ventanas. Por lo tanto, es conveniente que se centren las medidas en evitar la existencia de aberturas y otros caminos secundarios por los que el sonido anule el aislamiento existente. Para esto se vigilara:

Buen cierre de las puertas: evitar que queden rendijas una vez las puertas estén cerradas. Un buen ajuste con el suelo y con el marco mejorará significativamente el aislamiento acústico de las puertas.

Buen cierre de ventanas: igual que en el caso anterior, se debe asegurar que una vez cerradas las ventanas no queden aberturas. Se recomienda tanto el uso de doble cristal con el fin de reforzar el aislamiento para el ruido que trasciende desde las áreas externas, como el uso de cortinas en ventanas instaladas a unos centímetros separadas de la pared.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

En las facultades del sector Centro, específicamente en las oficinas administrativas y salones de las dependencias que están anexas a vías vehiculares son las áreas donde se requiere hacer la aplicación de este tipo de medida. Otros sitios que requieren aplicar aislamiento, son las áreas de salones y oficinas en las facultades de Educación y Ciencias de la Salud del sector Tulcán-Pomona, por la cantidad de personas que transitan por estas áreas dentro de las dependencias. Esto para evitar la inmisión de ruido que se presenta en las áreas externas, tanto de cada dependencia, como en el exterior de las facultades.

Otra fuente de ruido que se presenta, generalmente dentro de los salones y oficinas del recinto universitario, es cuando se realizan movimientos de mesas y sillas al inicio o al finalizar las clases. Este tipo de ruido se denomina ruido de impacto, que además de ser molesto en el lugar donde se genera, trasciende principalmente hacia el piso inferior. Una medida para reducir este ruido de impacto consiste en colocar punteras de caucho o goma en las patas de estos objetos, consiguiendo reducir el ruido producido en el mismo recinto como el ruido que se transmitiría hacia otras áreas, incluyendo a las inferiores.

Con un tratamiento acústico adecuado en el techo, podemos ajustar considerablemente el tiempo de reverberación. La solución más eficaz será la instalación de un falso techo cuya cavidad se puede también llenar de material absorbente, el techo puede instalarse a una distancia específica mas abajo del techo original. Así el falso techo no solo reducirá el tiempo de reverberación debido a que aporta más absorción al recinto. Las disposiciones del techo dependerán de: el material del que estén hechos los paneles absorbentes, distancia a la que se coloquen del techo original, material absorbente con el que se rellene la cavidad.

Esta medida se aplicaría sobre todo en la Facultad de Artes sobre los cubículos, salones donde se hacen prácticas con los instrumentos musicales y los salones donde se hacen tallas y pulimentos. También se puede contemplar la aplicación de tal medida para la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en donde no existe un cielorraso en ninguno de los salones esto evitará que el golpe de las gotas de lluvia interfiera en el desarrollo de las actividades académicas. En los puntos de encuentro de las facultades como son las cafeterías también se puede aplicar esta medida y con mayor razón, ya que por medidas higiénicas y sanitarias exigidas, algunos comedores deben tener paredes embaldosadas, siendo estas dependencias dentro de la universidad áreas indeseablemente reflectantes, como es el caso de la cafetería de la Facultad de Salud.

Otras medidas que se sugieren para el caso de laboratorios en las facultades de Salud, Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación y Ciencias Agropecuarias, donde hay equipos y maquinaria, es el uso de dispositivos de seguridad personal como los tapas oídos u orejeras.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Para la corte de césped seria recomendable el manejo de horarios diferentes a los de la jornada laboral.

También es conveniente realizar jornadas de sensibilización frente al ruido, además de ubicar señalización en las áreas donde es conveniente el silencio

Para edificios nuevos : con el objetivo de ofrecer un ambiente sonoro apropiado para el desarrollo adecuado de las distintas actividades en las dependencias de la universidad, seria conveniente que se tuvieran en cuenta, para los nuevos edificios un estudio acústico previo a la construcción final, buen aislamiento entre salones, oficinas, especialmente en aquellas que tienen vías vehiculares anexas, para esto seria necesario el uso de doble pared, ubicación adecuada de puertas, aislamiento adecuado de puertas y las ventanas con doble cristal, el uso de cortinas a cierta distancia de la pared y las alfombras, también son un buen recurso para evitar la reflexión y reverberación en los espacios cerrados como salones y oficinas. En estos espacios, se toma como medida evitar el uso de materiales reflectantes como cristales y baldosas en las paredes.

7.1. FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL

Estas fichas proporcionan información básica para la formulación e implementación de acciones de manejo para el control de las actividades consideradas como fuentes de ruido, las cuales han sido identificadas con la matriz de CIR. Este proceso se aplicó en los tres sectores estudiados de la Universidad del Cauca.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Tabla 31. Ficha de manejo ambiental de fuentes de ruido externo

Medidas de control para fuentes de ruido externas que afectan directamente a las dependencias universitarias.		Ficha 1													
 <p>Tráfico – Bocina – Sirenas – Alarmas 03/26/2009</p> <p>Intersección Calle 4 con Carrera 4 - Edificio El Carmen</p>	 <p>Tráfico – Bocina – Sirenas – Alarmas, Pregoneo – Publicidad 03/26/2009</p> <p>Intersección Calle 5 con Carrera 4 - Edificio de Santo Domingo</p>														
<p>Objetivo: Aplicar medidas de control de ruido sobre las actividades que durante su desarrollo genere contaminación sonora en la malla vial perimetral a las dependencias de la Universidad del Cauca.</p>															
<p>Fuentes de ruido: Tráfico – Bocina – Sirenas – Alarmas, Pregoneo – Publicidad</p>		<p>Componente Afectado: Biótico Subcomponente: Humano</p>													
<p align="center">EFECTOS ADVERSOS</p> <ol style="list-style-type: none"> Degradación del paisaje urbano. Incremento de problemas de salud en la comunidad universitaria. Disminución en el rendimiento laboral, académico y administrativo en la comunidad universitaria. 		<p align="center">DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR</p> <ol style="list-style-type: none"> Desarrollar programas de control de ruido en los sectores donde la universidad, tengan dependencias anexas a vías con alto flujo vehicular. Señalización de áreas donde se debe conservar silencio. Diseñar, con ayuda de los SIG, el modelo cartográfico que permita estimar el porcentaje de las áreas que superan los niveles de ruido establecido. 													
<p align="center">SEGUIMIENTO Y MONITOREO</p> <p>Las medidas de control deben estar incluidas dentro del plan de manejo ambiental de la universidad. Es necesario realizar valoraciones periódicas de los niveles de ruido para este tipo de fuentes, además es importante desarrollar la respectiva evaluación ambiental. Desarrollar continuos monitoreos a las medidas aplicadas.</p>															
<p align="center">INDICADORES</p> <ol style="list-style-type: none"> Número de actividades ejecutadas/número de actividades programadas. Porcentaje de áreas afectadas durante las jornadas laboral y festiva en los horarios diurno y nocturno. Promedio de nivel de ruido que supere al establecido en la normatividad durante la jornada laboral. 															
<p align="center">COSTOS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th align="center">ITEM</th> <th align="center">CANTIDAD</th> <th align="center">VALOR UNITARIO (Jornada de 6 horas)</th> <th align="center">VALOR TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desarrollo de jornadas de sensibilización frente al ruido</td> <td align="center">3</td> <td align="center">200000</td> <td align="center">600000</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="3">TOTAL</td> <td align="center">600000</td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (Jornada de 6 horas)	VALOR TOTAL	Desarrollo de jornadas de sensibilización frente al ruido	3	200000	600000	TOTAL			600000
ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (Jornada de 6 horas)	VALOR TOTAL												
Desarrollo de jornadas de sensibilización frente al ruido	3	200000	600000												
TOTAL			600000												
<p>Responsable: Coordinación Sistema Integral de Gestión Ambiental – Universidad del Cauca</p>															

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Tabla 32. Ficha de manejo ambiental de fuentes de ruido internas

Medidas de control para fuentes de ruido internas que afectan directamente a la población universitaria expuesta a ellas.		Ficha: 2
		
Facultad de Artes	Facultad de Ciencias Agropecuarias	Laboratorio de Biología - Educación
Objetivo: Aplicar medidas de control de ruido a las actividades de tipo académico, que durante su desarrollo generen contaminación sonora dentro de las dependencias universitarias.		
Fuentes de ruido: Prácticas con instrumentos musicales, Talla – Pulimiento, Manejo de equipos.		Componente Afectado: Biótico Subcomponente: Humano
EFFECTOS ADVERSOS 1. Degradación del ambiente sonoro del campus universitario. 2. Incremento de problemas de salud en la comunidad universitaria. 3. Disminución en el rendimiento laboral, académico y administrativo en la comunidad universitaria.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR 1. Revisión, mantenimiento y cambio de maquinaria, equipos e instrumentos que sean de apoyo para el desarrollo de las actividades académicas. 2. Destinar áreas adecuadas dentro del campus universitario para el desarrollo de las actividades que sean fuentes de ruido que no se puedan evitar. 3. Hacer uso de materiales, estructuras y diseños apropiados para el control de ruido, siguiendo la normatividad ambiental establecida. 4. Diseñar, con ayuda de los SIG, el modelo cartográfico que permita estimar el porcentaje de las áreas que superan los niveles de ruido establecido.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO Las medidas de control deben estar incluidas dentro del plan de manejo ambiental de la universidad. Es necesario realizar valoraciones periódicas de los niveles de ruido para este tipo de fuentes, además es importante desarrollar la respectiva evaluación ambiental. Desarrollar continuos monitoreos a las medidas aplicadas.		
INDICADORES 1. Número de actividades ejecutadas/número de actividades programadas. 2. Porcentaje de áreas afectadas durante las jornadas laboral y festiva en los horarios diurno y nocturno. 3. Promedio de nivel de ruido que supere al establecido en la normatividad durante la jornada laboral		
COSTOS		
Recursos incluidos dentro de la implementación del Sistema Integral de Gestión Ambiental		
Responsible: Coordinación Sistema Integral de Gestión Ambiental – Universidad del Cauca		

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Tabla 33. Ficha de manejo ambiental para fuentes de ruido de actividades de descanso

Medidas de control para fuentes de ruido generadas por actividades de esparcimiento, descanso.			Ficha 3
			
<p>Objetivo: Aplicar medidas de control de ruido sobre las actividades que durante el descanso, recreación y esparcimiento, generan contaminación sonora en algunas áreas de las dependencias de la Universidad del Cauca.</p>			
<p>Fuentes de ruido: Cafeterías – Puntos de encuentros, Cambios de hora.</p>		<p>Componente Afectado: Biótico Subcomponente: Humano</p>	
<p align="center">EFFECTOS ADVERSOS</p> <p>1. Disminución en el rendimiento laboral, académico y administrativo en la comunidad universitaria.</p>	<p align="center">DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar programas de control de ruido en los sectores donde la universidad. 2. Señalización de áreas donde se debe conservar silencio. 3. Promover jornadas de sensibilización frente al ruido. 4. Diseñar, con ayuda de los SIG, el modelo cartográfico que permita estimar el porcentaje de las áreas que superan los niveles de ruido establecido. 		
<p>SEGUIMIENTO Y MONITOREO</p> <p>Las medidas de control deben estar incluidas dentro del plan de manejo ambiental de la universidad. Es necesario realizar valoraciones periódicas de los niveles de ruido para este tipo de fuentes, además es importante desarrollar la respectiva evaluación ambiental. Desarrollar continuos monitoreos a las medidas aplicadas.</p>			
<p>INDICADORES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Número de actividades ejecutadas/número de actividades programadas. 2. Porcentaje de áreas afectadas durante las jornadas laboral y festiva en los horarios diurno y nocturno. 3. Promedio de nivel de ruido que supere al establecido en la normatividad durante la jornada laboral 			
<p>COSTOS</p>			
ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Desarrollo de jornadas de sensibilización frente al ruido.	3	200000	600000
Materiales e insumos de oficina (marcador, lapicero, resma de papel, cinta adhesiva).	3	15000	45000
TOTAL			645000
<p>Responsable: Coordinación Sistema Integral de Gestión Ambiental – Universidad del Cauca.</p>			

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES ÁREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

Tabla 34. Ficha de manejo ambiental del ruido en áreas abiertas

Medidas de control para fuentes de ruido externas que afectan directamente a las dependencias universitarias.		Ficha 4
		
Sector Guacas. En todos los salones sin cielo raso se produce reverberación cuando llueve lo que lleva a suspender clases		
Objetivo: Aplicar medidas de control de ruido sobre las actividades que durante su desarrollo genere contaminación sonora en las áreas abiertas de las dependencias de la universidad		
Fuentes de ruido: Corte de césped, Ruido de fondo, Golpe de gotas de lluvia sobre el tejado		Componente Afectado: Biótico Subcomponente: Humano
<p align="center">EFFECTOS ADVERSOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incremento de problemas de salud en la comunidad universitaria 2. Disminución en el rendimiento laboral, académico y administrativo en la comunidad universitaria 	<p align="center">DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Para la corte de césped manejar horarios diferentes a los de la jornada laboral 2. Hacer uso de materiales, estructuras y diseños apropiados para el control de ruido, siguiendo la normatividad ambiental establecida para controlar el ruido generado por el golpe de la lluvia en los tejados. 3. Diseñar, con ayuda de los SIG, el modelo cartográfico que permita estimar el porcentaje de las áreas que superan los niveles de ruido establecido. 	
<p align="center">SEGUIMIENTO Y MONITOREO</p> <p>Las medidas de control deben estar incluidas dentro del plan de manejo ambiental de la universidad. Es necesario realizar valoraciones periódicas de los niveles de ruido para este tipo de fuentes, además es importante desarrollar la respectiva evaluación ambiental. Desarrollar continuos monitoreos a las medidas aplicadas.</p>		
<p align="center">INDICADORES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Número de actividades ejecutadas/número de actividades programadas. 2. Porcentaje de áreas afectadas durante las jornadas laboral y festiva en los horarios diurno y nocturno. 3. Promedio de nivel de ruido que supere al establecido en la normatividad durante la jornada laboral 		
<p align="center">COSTOS</p>		
Recursos incluidos dentro de la implementación del Sistema Integral de Gestión Ambiental		
Responsable: Coordinación Sistema Integral de Gestión Ambiental – Universidad del Cauca		

8. CONCLUSIONES

La caracterización de los diferentes tipos de fuentes de ruido en las dependencias de la universidad incluye la cuantificación de los niveles de ruido; la identificación de componentes ambientales afectados, la descripción de los ambientes en los que se produce el ruido, para lograr emitir adecuadas medidas de control.

La falta de normatividad y reglamentos específicos que controlen el ruido en los espacios académicos y universitarios no permite tener ambientes sonoras adecuados para el desarrollo normal de las actividades que aquí se realizan.

El ruido en jornadas académicas, laborales y administrativas, además de dificultar la inteligibilidad, proporciona daños a la salud al personal universitario que se ve obligado a hablar con niveles superiores a los normales por tiempos prolongados.

Varios de los puntos muestreados están en situación crítica ya que superan los 80 decibeles si se tiene en cuenta que el umbral de audición normal es de 25 a 30dB(A).

A causa de los ruidos producidos tanto en el interior como en el exterior de las dependencias, puede reducir drásticamente la comprensión de la comunicación y afecta al desarrollo normal de actividades relacionadas con la enseñanza, con la administración y demás actividades que se desarrollan dentro de los recintos en la universidad.

Las áreas arborizadas del sector Tulcán-Pomona y las zonas abiertas en el sector Las Guacas funcionan como medidas de control de ruido.

Existen fuentes que son exclusivas de cada dependencia y que determinan su nivel de ruido ambiental, lo que permite obtener diferencias en las evaluaciones de impacto para cada sector.

Las actividades que se desarrollan y las diferencias paisajísticas entre los tres sectores estudiados y que se relacionan con algunas dependencias de la universidad son dos factores que no permiten una sinopsis en la evaluación de impactos por ruido ambiental dentro de la matriz de CIR.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

En la Matriz de CIR, la práctica con instrumentos musicales, es la fuente con mayor coeficiente para el sector Centro y los valores de decibeles medidos superan a los niveles de ruido referenciados en la normatividad ambiental, de tal manera que se presenta un enmascaramiento con respecto a las demás fuentes valoradas.

La fuente de ruido Tráfico – Bocinas – Sirenas – Alarmas, que afecta a las dependencias del sector Centro y Tulcán-Pomona de la Universidad del Cauca es una actividad ajena a los procesos internos de la universidad y para su control es necesario el trabajo conjunto con la administración municipal, para lograr un adecuado flujo vehicular sobre las vías anexas a áreas de las universidad.

La estructura, el diseño y los materiales que tienen los edificios de la universidad en los sectores estudiados presentan deficiencias en su calidad acústica, por ejemplo, el aislamiento es, en la mayoría de los casos, el punto más débil en la planta física de las dependencias en los tres sectores estudiados (Centro, Tulcán-Pomona y Las Guacas).

Las principales vías para el sector Centro son las Carreras 3ª, 4ª, 5ª y 6ª; y las Calles 3ª, 4ª y 5ª la Carrera y para el sector Tulcán-Pomona es la Carrera 6ª. Estas vías, según los mapas de ruido ambiental respectivos durante la jornada laboral diurna, presentan niveles de ruido por encima del valor establecido en la normatividad ambiental.

La carencia de cielo raso en los salones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en el sector Las Guacas, genera inconvenientes en el desarrollo normal de las actividades académicas durante la temporada invernal, debido a que el golpe del agua sobre el tejado genera ruido que no es atenuado; además, el material del tejado de esta facultad es de zinc, material que por sus características físicas transmite parte de, la energía sonora de las gotas de lluvia al interior de los salones produciendo reverberación, como consecuencia se deben suspender clases, porque este fenómeno hace que disminuya considerablemente la inteligibilidad de la comunicación

No existe un conocimiento sobre los efectos negativos del ruido sobre la salud, a pesar que el 69% de los 100 encuestados manifiestan incomodidad por el ruido en el campus universitario.

Los niveles consolidados de ruido obtenidos en la Facultad de Artes, en el sector Centro durante la jornada laboral diurna superan los estándares permitidos, establecidos en el artículo 17 de la Resolución 0627.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

En el sector Centro, durante la jornada laboral nocturna, el impacto disminuye considerablemente con respecto al diurno de esta jornada, porque hay menos personas expuestas al ruido.

Las fuentes de ruido que presentan un alto porcentaje de impacto durante el horario diurno de la jornada laboral, en los tres sectores son práctica de instrumentos musicales, el ruido producido durante los cambios de hora, el ruido generado por el tráfico, las bocinas, sirenas y alarmas, el manejo de equipos y el golpe de gotas de lluvia sobre el tejado ya que afectan a gran parte de la población universitaria.

Por lo anterior se acepta la hipótesis planteada ya que el comportamiento de los decibeles medidos en los tres sectores estudiados pertenecientes a la universidad, durante las cuatro jornadas, están determinados por sus características espaciales, por sus actividades y por la calidad estructural de la planta física de sus edificios.

RECOMENDACIONES

Para plantear acciones contra el ruido, es necesario conocer como se produce, cual es su distribución, así como el impacto del mismo en la población. Para ello es necesario realizar diagnósticos rigurosos y precisos que nos ayuden en la posterior toma de decisiones. Como resultado de este trabajo se recomienda:

Hacer divulgación de los problemas que ocasiona el ruido, para la salud y por defecto a la calidad de vida en la comunidad universitaria.

Implementar campañas educativas de forma periódica que conduzcan a la educación, concientización, para el manejo y reducción del ruido en la universidad en el que participen activamente la comunidad universitaria en general.

Establecer aislamientos acústicos en las áreas consideradas como fuentes de ruido (Facultad de Artes).

Implementar el uso de las barreras acústicas vivas o prefabricadas en vías de alto tráfico vehicular (sector Tulcán – Facultad de Ciencias de la Salud)

Sugerir a la administración municipal por medio de la administración universitaria que se desarrollen programas de control de ruido en los sectores donde la universidad, tengan dependencias anexas a vías con alto flujo vehicular.

Realizar monitoreo al ruido ambiental de manera permanente en las dependencias de la universidad, en especial en los sectores para los que en el presente diagnostico presentaron niveles altos en los decibeles.

Dentro de la planificación del desarrollo y construcción de nuevos edificios para la universidad se tengan en cuenta materiales y estructuras y diseños apropiados para el control de ruido, siguiendo la normatividad ambiental establecida

Realizar jornadas de vigilancias epidemiológicas a la comunidad universitaria en general.

Fomentar el uso de elementos de protección auditiva en las áreas donde la comunidad universitaria este expuesta a fuentes de ruido dentro de las dependencias

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

BIBLIOGRAFÍA

ARMADA DE LOS ESTADOS UNIDOS. Metodología de valoración de recursos: Valoración de impactos y alternativas de evaluación. Washington: Jefe de oficina de ingenieros. Informe Técnico Y.- 77 7, Febrero de 1987. p. 22 – 25.

ASOCIACIÓN DE LÍDERES UNIVERSITARIOS PARA UN FUTURO SUSTENTABLE. Declaración Talloires, Francia, 1990 [Documento disponible en línea en formato pdf]: http://siga.uniandes.edu.co/articulos/23_talloires.pdf. Octubre de 2005.

BALSA. R., FEIJÓO S., ARINES S. y BARROS N. Evaluación del Ambiente Acústico en Centros de la Universidad de Santiago de Compostela. España: Universidad de Santiago, Departamento de Física Aplicada. 2004 [Documento disponible en línea en formato pdf]: <http://www.sea-acustica.es/Guimaraes04/ID25.pdf>. Diciembre de 2008.

CAMPUS. Los Alumnos Estudian los Niveles de Ruido de las Facultades. Campus Noticias. España, Feb 2003, 9p. [Documento disponible en línea en formato pdf]: <http://prensa.ugr.es/prensa/campus/c-pdf/campus230/p9.pdf>. Mayo de 2007.

CANTER, W. Larry. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid – España: McGraw-Hill / Interamericana. 1998. p. 369 – 414.

CARRANZA, María C. Programa de Ecología, Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (ECOULSA). México: Universidad la Salle, 2003. [Documento en línea en formato pdf]: <http://200.13.88.129/areas/natexact/Ecoulsa/pdf/programaECOULSA.pdf>. Abril de 2005

CIAMPAGNA, José. Administración de los Proyectos de Sistema de Información Geográfico. Argentina: Grupo para el desarrollo de sistemas de Información Geográfica. 31 de Marzo del Año 2000 [En línea]: www.gdsig.com.ar. Córdoba.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Resolución No. 0627 del 7 Abril de 2006.

COMITE DE ACCIÓN ECOLÓGICA. Universidad Parque: Univalle de la Mano con la Naturaleza: Univalle, una zona de frontera. Universidad del Valle, en: Campus, Cali Septiembre de 1999 No.1. Agosto de 2005.

CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA. Resolución Orgánica No. 5580, Reglamentación de la metodología de los planes de mejoramiento: Consideraciones. Colombia, Mayo 2004.

CONAMA: Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: conceptos y antecedentes Básicos, Chile, 1994. Efectos del ruido sobre la salud, la sociedad y la economía.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

[Disponible en línea]: http://www-riodps-prg/Referencias/Ruido_efectos.html. Abril de 2005.

-----, El contaminante más común: ¿Qué es el Ruido? Chile, 2006. [Documento disponible en línea en formato pdf]: <http://www.sinia.cl/1292/fo-article-26278.pdf>] 5 de Febrero del 2009.

CORTINA CUNILL. M. Angels. Boletín de Educación Superior: Políticas Universitarias Ambientales y de Desarrollo Sostenible. Cátedra UNESCO de Gestión de la Educación Superior No.11 (10/12/2001). [Documento disponible en línea en formato pdf]: http://www.upc.edu/cudu/Newsletter/CRUE/castella/news_es_11.pdf. Septiembre de 2005.

ESPINOSA, Pedro; CARDENAS, Carolina, PEINADO, Adelina y PUGA, Juan. Plan Estratégico para la Mejora de la Calidad Ambiental en la Universidad de Granada 2004-2008. Universidad de Granada, 2004. [Documento disponible en línea en formato pdf]: <http://www.granda.org/inet/wambiente.nsf/link/zA82>. Mayo de 2007.

ESRI, 2001. ArcView 3.2

FIGUEROA, Apolinar. Sistema de Gestión Ambiental. Popayán: Universidad del Cauca, 2005.

-----, CONTRERAS, Rafael y SANCHEZ, Juan. Evaluación de impacto ambiental: un instrumento para el desarrollo. Cali – Colombia: Corporación Universitaria Autónoma del Occidente; Centro de Estudios Ambientales para el Desarrollo Regional. 1998. p. 77-78.

Gaceta UNAM. Órgano informativo de la facultad de estudios superiores IZTACALA Universidad Nacional Autónoma de México. 9ª época No 208 abril 10 de 2003. [Documento disponible en línea en formato pdf]: <http://gaceta.iztacala.unam.mx/208.pdf>. Abril de 2006.

GONZALES, Héctor y OROZCO, Carlos. Control de Ruido: Marco Normativo y Legal con Aplicaciones en los Sistemas de Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado y Refrigeración (CVAC/R) de La UTP. Universidad Tecnológica de Pereira. Scientia Et Técnica. N°. 20: Octubre 2002/ P. 87- 92. [Documento disponible en línea en formato pdf]: <http://www.utp.edu.co/~hagonza/pdf/legisruido.pdf>. Marzo de 2005.

GUTIERREZ, Sergio. Control Ecológico del Campus Universitario. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2003. [Documento disponible en línea]: <http://www.dgelu.unam.mx/acuerdos/acu13.htm>. Abril 2006.

HARRIS, Cyril. Manual para el Control del Ruido. 3 ed. España: Mc Graw- Hill, 1998. 2v.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

IDEAM. Documento Soporte Norma de Ruido Ambiental. Bogotá. Subdirección de Estudios Ambientales. CONVENIO DE ASOCIACIÓN MAVDT – CDMB – CORANTIOQUIA – CAM – CAS – CORPOGUAJIRA – AMVA – CCB – IDEAM: 112/04 (NUMERACIÓN IDEAM). 2006. [Documento disponible en línea en formato pdf]: <http://www.ideam.gov.co/biblio/paginaabierta/Documento%20soporte%20ruido.pdf>. Octubre del 2006.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMA TÉCNICA. Acústica: Descripción y Medición del Ruido Ambiental. Cantidades Básicas y Procedimientos. Bogotá: ICONTEC 1993 (NTC 3522).

------. Ingeniería Civil y Arquitectura: Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares. Bogotá: ICONTEC 2006, 2ª ed. (NTC 4595). [Disponible en línea en formato pdf]: www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-97690_archivo_pdf.pdf. Enero de 2009.

LIZANA, Cristián. Programa de arborización urbana para la región metropolitana de Santiago. Concepción – Chile: Universidad Bio-Bio, 2003. [Documento disponible en línea en formato pdf.]: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/198/19800813.pdf>. Febrero de 2009.

Manual de Sonómetro integrado SL 1900E & SL 2900E. [Documento disponible en línea en formato pdf]: <http://www.pce-iberica.es/manuales/manual-sonometro-1900-2900.pdf>. Agosto de 2005.

MARROQUIN, Omayra. Sonidos del campus de la Pontificia Universidad Javeriana, Sistema de Gestión Ambiental, Programa de Aire y Ruido. Bogotá, 2002. [Documento en línea]: <http://www.javeriana.edu.co/sga/rs/inicio.html>. Marzo de 2005.

MUÑOS C. J. y LEGARDA C. D. Desarrollo de un Sistema de Medición de Ruido Ambiental para la Corporación Regional Autónoma del Cauca. Popayán, 2006.

RUÍZ, Felipe. El Ruido: Efectos Auditivos y Extra-auditivos. En: CÓRDOBA Darío. Toxicología. 3 ed. Medellín – Colombia: P. Editores. 1997. 451p.

SEEP, Benjamin, GLOSEMEYER, Robin, HULCE, Emily. LINN, Matt y AYTAR, Pamela. Acústica para aulas de clase, un recurso para crear ambientes de aprendizaje con condiciones acústicas apropiadas. Comité Técnico para la Arquitectura Acústica de la sociedad Americana acústica Agosto, 2000. [Documento disponible en línea]: <http://www.nonoise.org/library/classroom/>. Abril de 2005.

SEGECO. Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica “Santa Rita” y Línea de Transmisión. Electricidad Andina. Feb 2009. [Documento disponible en línea]:

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaae/publicaciones/estudios_impacto/santarita/santa.htm.

SERVICIO DE SALUD METROPOLITANO DEL AMBIENTE. Informe General Relativa a Acústica. Santiago de Chile. 2004. [Disponible en línea en formato pdf]: <http://www.sesma.cl/sitio/download/acustica/ANTECGERALACUSTICA.PDF>. Mayo de 2007.

SPSS 12.0, for Windows, 2007.

SUTER, Alice. Ruido: Naturaleza y efectos del ruido: capítulo 47. [pdf en línea]: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/47.pdf>. Abril de 2006.

TOLCACHIES, Alberto. Medicina ambiental: Ruido. Buenos Aires. [Disponible en línea, en formato pdf]: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/salud_ambiente/File/9.pdf. Diciembre de 2008.

TURK, Amos, TURK, Jonathan, WITTES, Janet y WITTES, Robert. Tratado de Ecología: Ruido. México, Interamericana 1973. p. 200-216.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad de Antioquia el Plan de Acción Institucional de la Facultad de Salud Pública 2003-2006 [En línea]: http://guajiros.udea.edu.co/fnsp/Documentos/Direccion/Act_Ind_Met.xls. Marzo de 2006.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA. Resolución 346. Popayán, Mayo 8 de 2006.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA: Sistema de Gestión Medio Ambiental: Evaluación del Ambiente Sonoro en los Campus de la Universidad Politécnica de Valencia. España. 2004. [Documento disponible en línea en formato pdf]: <http://www.upv.es/ofiverde/ruido/Informe%20Ruidos%20UPV.pdf>. Noviembre de 2005.

UÑA, Miguel, GARCÍA, Estíbaliz y BETEGON, Amparo. Ruido: Protocolo de vigilancia sanitaria específica. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo. 2000. [Disponible en línea en formato pdf]: <http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/ruido.pdf>. Abril de 2005.

VILLAQUIRAN, Cindy: Estudio comparativo de los efectos de las actividades antrópicas en la población de roble (*Quercus humboldtii* Bonpland) de dos relictos de bosque en la parte media de la cuenca del río Palacé, municipio de Popayán. Popayán 2007. p. 14-15, p. 29-31.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

VIRO, Gabriel, BONELLO, Oscar, GAVINOWICH, Daniel y RUFFA, Francisco. Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados. Argentina. Universidad de Buenos Aires. 2002. p 25, 39. [Documento disponible en línea en formato pdf]: <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/protoc-fiuba.pdf>. Febrero de 2006.

DIAGNÓSTICO DEL AMBIENTE SÓNICO DE TRES AREAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (SIGA)

ANEXOS

Anexo I: formato de encuesta

Anexo II: formato de lista de chequeo



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
GRUPO DE ESTUDIOS AMBIENTALES –GEA
SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL – SIGA
ANEXO I



Lista de Chequeo No.: _____

Fecha: _____

Hora: _____

Dependencia Universitaria: _____

Responsable: _____

Con esta evaluación preliminar del ambiente acústico actual de algunas dependencias de la Universidad del Cauca en el municipio de Popayán, se espera recoger información para que se inicie el proceso de implementación del Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA), dirigido por el Grupo de Estudios Ambientales (GEA) de la Universidad del Cauca

Variables a Evaluar		Si	No	Indicador en dB	Valor permisible en dB	Coordenada	Observación
Identificación de Fuente							
Existen Fuentes de Ruido?							
Tipo de Fuente	Fija						
	Móvil						
El ruido es producido por	Maquinaria						
	Equipo						
	Proceso						
	Actividad						
	Otro	Cuál?					
Tipo de Ruido	Continuo						
	Impulsivo						
	Intermitente						
	Fluctuante						



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
 FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
 DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
 GRUPO DE ESTUDIOS AMBIENTALES –GEA
 SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL – SIGA



Variables a Evaluar		Si	No	Indicador en dB	Valor permisible en dB	Coordenada	Observación
Sistema de Control de Ruido en la Fuente o Emisor de Ruido							
Se aplica algún sistema de control en la fuente o foco emisor de ruido							
Método	Mantenimiento de maquinaria						
	Sustitución de maquinaria						
	Cambio de procesos/ materiales						
	Encerramiento/aislamiento de las secciones ruidosas						
	Uso de silenciadores						
	Uso de dispositivos que reduzcan la transmisión de ruido en equipos/maquinaria						
	Se ancla la maquinaria/ equipos al suelo						
Sistema de Control en el Medio							
Hay sistema de control de ruido en el medio?							
Método	Uso de materiales absorbentes acústicos						
	Barreras antisonoras	Naturales					
		Artificiales					
	Aumento de distancia entre la fuente y el receptor						
	Hay señalización en áreas donde se genera ruido?						



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
 FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
 DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
 GRUPO DE ESTUDIOS AMBIENTALES –GEA
 SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL – SIGA



Variables a Evaluar		Si	No	Indicador en dB	Valor permisible en dB	Coordenada	Observación
Sistema de Control al Receptor							
Hay sistema de control de ruido para el receptor?							
Método	Se limita el tiempo de exposición de ruido al receptor?						
	Se usan elementos de protección personal contra el ruido?						
	Elementos	Tapones					
		Cascos					
		Audífonos					
	De estos elementos se tiene en cuenta:						
	Grado de atenuación						
	Comodidad personal						
	Ajuste						
	Factibilidad de colocación, conservación y mantenimiento						
Disponibilidad permanente							
Compatibilidad con otros elementos de protección							



ANEXO II

Encuesta No.: _____ Fecha: _____

Dependencia Universitaria: _____

Sector: _____

Vínculo con la Universidad:

1) Docente ()

2) Estudiante ()

3) Administrativo ()

4) Contratista ()

Con el fin de hacer un diagnóstico a la comunidad universitaria y conocer el grado de información frente al ruido ambiental en las dependencias de la Universidad del Cauca, se elabora la siguiente encuesta. Agradezco su tiempo y colaboración

IDENTIFICACIÓN DE LA FUENTE DE RUIDO

1. ¿SABE QUE ES EL RUIDO?
 - Si _____ (1)
 - No _____ (2)
2. ¿EXISTE RUIDO EN SU ÁREA DE TRABAJO? (Si su respuesta es "NO" pase al numeral 4)
 - Si _____ (1)
 - No _____ (2)
3. ¿RECONOCE LA FUENTE DEL RUIDO EN SU ÁREA DE TRABAJO?
 - Si _____ (1)
 - No _____ (2)
4. ¿ESTÁ EXPUESTO USTED AL RUIDO DURANTE LA JORNADA DE TRABAJO? (Si su respuesta es "NO" pase al numeral 7)
 - Si _____ (1)
 - No _____ (2)
5. ¿A QUE HORA DEL DÍA PERCIBE USTED EL RUIDO?
 - Sólo en la mañana _____ (1)
 - Sólo en la tarde _____ (2)
 - En la mañana y en el tarde _____ (3)
6. ¿CUÁNTO TIEMPO SE EXPONE USTED AL RUIDO?
 - Menos de una hora _____ (1)
 - Una hora _____ (2)
 - Dos horas _____ (3)
 - Mas de dos horas _____ (4)
7. ¿GENERA USTED RUIDO?
 - Si _____ (1)
 - No _____ (2)

EFFECTOS DEL RUIDO

8. ¿SE SIENTE AFECTADO POR EL RUIDO QUE SE PRESENTA EN EL SECTOR? (Si su respuesta es "NO" pase al numeral 11)
 - Si _____ (1)
 - No _____ (2)
9. ¿TIENE NECESIDAD DE LEVANTAR EL VOLUMEN DE LA VOZ CUANDO HAY RUIDO EN SU ÁREA DE TRABAJO?
 - Si _____ (1)
 - No _____ (2)
10. PRESENTA ALGÚN PROBLEMA DE SALUD POR CAUSA DEL RUIDO GENERADO EN SU SECTOR DE TRABAJO
 - Si _____ (1)
 - No _____ (2)
11. ¿CREE QUE EL RUIDO LE GENERA DISTRACCIÓN?:
 - Si _____ (1)
 - No _____ (2)

12. ¿CREE QUE EL RUIDO LE GENERA CANSANCIO?
- Si _____ (1)
 - No _____ (2)
13. ¿CREE QUE EL RUIDO LE GENERA DOLOR DE CABEZA?
- Si _____ (1)
 - No _____ (2)
14. ¿CREE QUE EL RUIDO LE GENERA IRRITABILIDAD?
- Si _____ (1)
 - No _____ (2)

MEDIDAS DE CONTROL

15. ¿CONOCE LA NORMA NACIONAL DE EMISIÓN DE RUIDO Y RUIDO AMBIENTAL VIGENTE PARA EL TERRITORIO COLOMBIANO?
- Si _____ (1)
 - No _____ (2)
16. ¿CONOCE ALGÚN TIPO DE CONTROL PARA LA EMISIÓN DE RUIDO QUE SE IMPLEMENTE DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA?
- Si _____ (1)
 - No _____ (2)
17. ¿CONOCE ALGÚN TIPO DE CONTROL DE RUIDO PARA EL RECEPTOR QUE SE IMPLEMENTE EN LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA? (Si su respuesta es "NO" pase al numeral 19)
- Si _____ (1)
 - No _____ (2)
18. ¿SE REDUCE O LIMITA EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO EN SU ÁREA DE TRABAJO?
- Si _____ (1)
 - No _____ (2)
19. ¿USA EN SUS ACTIVIDADES ALGÚN DISPOSITIVO QUE REDUZCA LA EMISIÓN DE RUIDO?
- Si _____ (1)
 - No _____ (2)
20. ¿QUÉ TIPO DE DISPOSITIVO UTILIZA DE PROTECCIÓN PERSONAL CONTRA EL RUIDO
- Orejeras _____ (1)
 - Audífonos _____ (2)
 - Tapones _____ (3)
 - Ninguno _____ (4)
21. ¿CREE QUE EL RUIDO AL QUE ESTÁ EXPUESTO SE PUEDE DISMINUIR?
- Si _____ (1)
 - No _____ (2)
 - N/S. N/R _____ (9)

Responsable:

CORAL CORAL CORAL
 Biología/Gestión Ambiental
 GEA (Grupo de Estudios Ambientales)
 Universidad del Cauca
 Popayán - Colombia
 ccoral@unicauca.edu.co
 Tel: 8209800 Ext. 2607