

**LAS TIC Y SU APLICACION EN LA CAPTURA Y ANALISIS DE DATOS
RELACIONADOS CON EL RUIDO AMBIENTAL EN EL CONTEXTO FISICO DE
LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER.**

ALUMNO WILHELM HERNANDO CAMARGO JÁUREGUI.

MAESTRIA
EN DESARROLLO SOSTENIBLE
Y MEDIOAMBIENTE.

2016

TABLA DE CONTENIDO.

ECUACIONES.....	7
INTRODUCCION.....	8
1. EL PROBLEMA.....	9
1.1. TITULO.....	9
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2. JUSTIFICACION.....	10
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
3.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	11
4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	12
4.1. ALCANCES.....	12
4.2. LIMITACIONES.....	12
5. DELIMITACION.....	13
5.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	13
5.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	13
5.3. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL.....	13
6. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	14
6.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	14
6.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	20
6.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
7. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	23
7.1. LA NATURALEZA DEL SONIDO, DEL RUIDO Y LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.....	23
7.2. EFECTOS DEL RUIDO Y LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA A LA SALUD HUMANA.....	29
7.3. APLICACIÓN DE LAS TIC EN EL ÁMBITO DE LAS MEDICIONES AMBIENTALES Y MEDIO AMBIENTALES (RUIDO AMBIENTAL).....	32
7.4. ESTÁNDARES PERMISIBLES PARA EL RUIDO AMBIENTAL.....	34
8. METODOLOGIA.....	41
8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	41
8.2. POBLACIÓN:.....	41
8.3. TIPO DE MUESTRA:.....	41
8.4. ALCANCES METODOLÓGICOS.....	41
8.5. PROCEDIMIENTO	41
8.5.1. Cumplimiento en SGSST Sistema de Gestión Seguridad y Salud en el Trabajo y Cumplimiento Ambiental.....	42

8.5.2. Análisis de hardware y software libre para la adquisición tratamiento e interpretación de datos asociados al aporte de ruido.	42
8.5.1.1. Etapa de Análisis tecnológico.	43
8.5.1.3. Etapa de Análisis de Respaldo y mantenimiento.	44
8.5.1.4. Etapa de de Análisis de Costos.	44
8.5.3. Medición de ruido Campus central UFPS.	45
8.5.4. Priorización de puntos para la instalación de las estaciones de monitoreo en el campus central de la UFPS.....	45
8.5.5. Diseño de las estaciones.	45
8.5.6. Integración de las tics para la captura y análisis de datos relacionados con el ruido.	46
8.7 INSTRUMENTOS.	46
8.6.1. INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	46
9. RESULTADOS.	47
9.1. Resultados: Cumplimiento del Sistema de Gestión Seguridad y Salud en el Trabajo y Cumplimiento Ambiental enfocado al ruido.	47
9.2. Resultados: Medición de Ruido Campus central UFPS.	48
9.2. Resultados: Análisis de hardware y software para la adquisición tratamiento e interpretación de datos asociados al aporte de ruido.	55
9.2.1. Pre análisis.	55
9.2.2. Resultados: Análisis tecnológico.....	55
9.2.3. Resultados: Análisis de Respaldo y mantenimiento.	57
8.5.1.4. Resultados: Análisis de Costos.....	58
9.2.5. Priorización de puntos para la instalación de las estaciones de monitoreo.	63
9.2.6. Diseño de las estaciones.	66
9.2.7. Integración de las tics para la captura y análisis de datos relacionados con el ruido.	69
6. CONCLUSIONES.....	70
7. RECOMENDACIONES.	72
8. BIBLIOGRAFIA.	73

TABLAS.

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB(A)	37
Tabla 2. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido Ambiental expresados en decibeles DB(A).....	39
Tabla 3. Resultados: Análisis de hardware y software libre para la adquisición tratamiento e interpretación de datos asociados al aporte de ruido.....	56
Tabla 4. Resultados: Análisis de Respaldo y mantenimiento.	58
Tabla 5. Resultados: Análisis de costos.	59
Tabla 6. Ubicación Estaciones.....	65
Tabla 7. Resultados: Relación de sensores utilizados.....	67

FIGURAS.

Figura N° 1. Inclusión de TIC en la adquisición de datos y vigilancia de la contaminación por ruido. (Fuente Autor.).....	10
Figura N° 2. Variación de la intensidad con la distancia. (Valero 1983)	24
Figura N° 3. Esquema periodo onda. (Valero 1983)	25
Figura N° 4. Esquema de evaluación y Análisis de placas de desarrollo (Franco 2007.)	42
Figura N° 5. Etapas de evaluación y Análisis de placas de desarrollo (Fuente Autor.).....	43
Figura N° 6. Cumplimiento Sistema de Gestión Seguridad y Salud en el Trabajo Factor físico “Ruido”	47
Figura N° 7. Cumplimiento Gestión Ambiental SGA Factor físico “Ruido” ..	48
Figura N° 8. Primer Monitoreo Aporte de ruido perímetro campus UFPS.....	49
Figura N° 9. Primer Monitoreo porcentaje Aporte de ruido perímetro campus UFPS	49
Figura N° 10. Segundo Monitoreo Aporte de ruido perímetro campus UFPS.	50
Figura N° 11 . Segundo Monitoreo porcentaje Aporte de ruido perímetro campus UFPS.....	50
Figura N° 12. Primer Monitoreo Aporte de ruido al interior del campus UFPS	51
Figura N°13. Primer Monitoreo Aporte de ruido semana, al interior del campus UFPS.....	52
Figura N°14. Primer Monitoreo Porcentaje Aporte de ruido semana, al interior del campus UFPS	52
Figura N° 15. Segundo Monitoreo Aporte de ruido al interior del campus UFPS	53
Figura N° 16. Segundo Monitoreo Aporte de ruido semana, al interior del campus UFPS.....	54
Figura N° 16. Segundo Monitoreo Aporte de ruido semana, al interior del campus UFPS.....	54
Figura N° 17. Cotización placa DAQ National Instruments USB-6008. (Fuente National Instruments 2016).....	60
Figura N° 18. Cotización placa ARDUINO LEONARDO R3. (Fuente Mactronica 2016)	61
Figura N° 19. Cotización placa Wemos D1 R2. (Fuente Mactronica 2016)	62
Figura N° 20. Localización espacial de las estaciones. (Fuente propia 2015)	63

Figura N° 21. Vista ampliada, localización espacial de las estaciones. (Fuente propia 2015)..... 64

Figura N° 22. Curva de respuesta de Frecuencias Micrófono WM 61A Panasonic. (Fuente Panasonic 2016)..... 68

Figura N° 23. Insumos partes y sensores adquiridos. 68

ECUACIONES.

Ecuación. 1. Variación de la intensidad en función a la distancia. (Valero 1983)	24
Ecuación. 2. Variación de la intensidad en función a la variación de la distancia. (Valero 1983).....	24
Ecuación. 3. Relación entre la intensidad y la distancia. (Valero 1983)	24
Ecuación. 4. Nivel de intensidad de un sonido. (Valero 1983)	25
Ecuación. 5. Expresión física frecuencia. (Valero 1983)	25
Ecuación. 6. Expresión física del periodo. (Valero 1983)	25
Ecuación. 7. Relación entre frecuencia y periodo. (Valero 1983).....	25
Ecuación. 8. Valores mínimos de presión sonora audibles en micro pascales (Miyara F.1999)	26
Ecuación. 9. NPS, Nivel de presión sonora o SPL (Sound pressure level) (Miyara F.1999)	26
Ecuación. 10. Relación NPS, Nivel de presión sonora con el mínimo audible en Db. (Miyara F.1999).....	27
Ecuación. 11. Ejemplo sonido a 60 dB. (Miyara F.1999).....	27
Ecuación. 12. Ejemplo sonido a 120 dB sonido más intenso audible. (Miyara F.1999)	27
Ecuación. 14. Cálculo $Leq_{emisión}$ de la emisión o aporte de ruido. (Resolución 0627 de 2006)	37

INTRODUCCION.

Es un hecho que la contaminación por ruido es un fenómeno real y en aumento producto remanente de las actividades humanas, la OMS ha calificado el ruido como la primera molestia en los países industrializados, el ruido es omnipresente y afecta la salud sin discriminación alguna, y en este sentido, la realidad cotidiana del entorno asociado a la Universidad Francisco de Paula Santander sede principal de la ciudad de Cúcuta, la contaminación por ruido es un aspecto que se debe observar, medir y cuantificar ya que este factor perturba directamente el desempeño y la salud de la población asociada al ámbito universitario: (Alumnos Docentes, administrativos, Contratistas visitantes).

Por consiguiente el seguimiento y la captura de los datos asociados a las variables que se encuentran relacionadas con la contaminación y aporte de ruido al interior del campus central de la UFPS, son de suma importancia a la hora de incluir la dimensión ambiental como eje para la toma acertada de decisiones de orden ambiental y medioambiental.

Y es en este punto donde el uso de ciertos elementos tecnológicos, informáticos, ofimáticos asociados al concepto de las TIC, (Tecnologías de la Información y Comunicación) toman gran relevancia especialmente el uso de los dispositivos denominados “componentes embebidos” ya que estos se presentan como una alternativa muy interesante para ser aplicados en el contexto de la metrología ambiental y medioambiental, en la captura y tratamiento de datos.

Los “componentes embebidos de desarrollo libre” junto a los software libre de código abierto son potentes herramienta para la adquisición, tratamiento publicación y consulta de datos e información via web. Estos dispositivos electrónicos programables “hardware libre” son diseñados y construidos para realizar tareas puntuales determinadas por el usuario mediante un lenguaje de programación de fácil entendimiento con el cual se definen las rutinas a realizar por el sistema. Estos dispositivos se caracterizan por el bajo consumo de energía, por poseer un bajo costo, por tener una excelente integración con diferentes sistemas computacionales y diferentes sistemas operativos.

1. EL PROBLEMA.

1.1. TITULO.

LAS TIC Y SU APLICACION EN LA CAPTURA Y ANALISIS DE DATOS RELACIONADOS CON EL RUIDO AMBIENTAL EN EL CONTEXTO FISICO DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Universidad Francisco de Paula Santander, no posee datos sobre el aporte de ruido y la contaminación acústica al interior del campus de la sede central, debido a que no existe protocolo o sistema alguno para la adquisición de datos relacionados con la contaminación acústica, por consiguiente no se conoce la realidad del aporte de ruido, y debido a esto no existen estrategias de mitigación y control de este fenómeno. No obstante a pesar de que UFPS posee la infraestructura tecnología necesaria para utilizar las TIC, (Tecnologías de la Información y Comunicación) como herramientas para la adquisición de datos y vigilancia medioambiental, no se han generado desarrollos enfocados a este tema en particular.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Pregunta central.

¿Qué tipo de recursos TIC “hardware y software” se podría utilizar para diseñar un **sistema experimental** de adquisición y vigilancia de los niveles de ruido, en la sede central de la universidad francisco de Paula Santander?

Pregunta secundaria.

¿La implementación de un sistema de monitoreo de ruido ambiental mediante el uso de TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) podrá aportar datos significativos sobre el aporte de ruido en el campus de la UFPS sede central?

2. JUSTIFICACION.

El presente trabajo pretende valorar las herramientas y recursos TIC específicamente estimar que tipo de hardware y software “*tarjeta de adquisición de datos, sistema embebido y software libre y de código abierto*” son los más adecuados para el diseño de un sistema de monitoreo de variables medio ambientales relacionadas con el aporte de ruido, evento que se perfila como un problema continuo y en aumento en la Universidad Francisco de Paula Santander, teniendo en cuenta que los recursos TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) se presentan como herramientas ideales para abordar este tema, ya que los datos pueden ser capturados y tratados mediante hardware y software de uso libre y código abierto, para posteriormente generar información relevante, la cual puede ser publicada vía web mediante el diseño de un acertada plataforma de gestión de Contenidos. De esta manera los datos y la información obtenida servirán para sentar las bases de una acertada gestión ambiental, de seguridad y salud en el trabajo en lo concerniente al manejo del aporte de ruido.

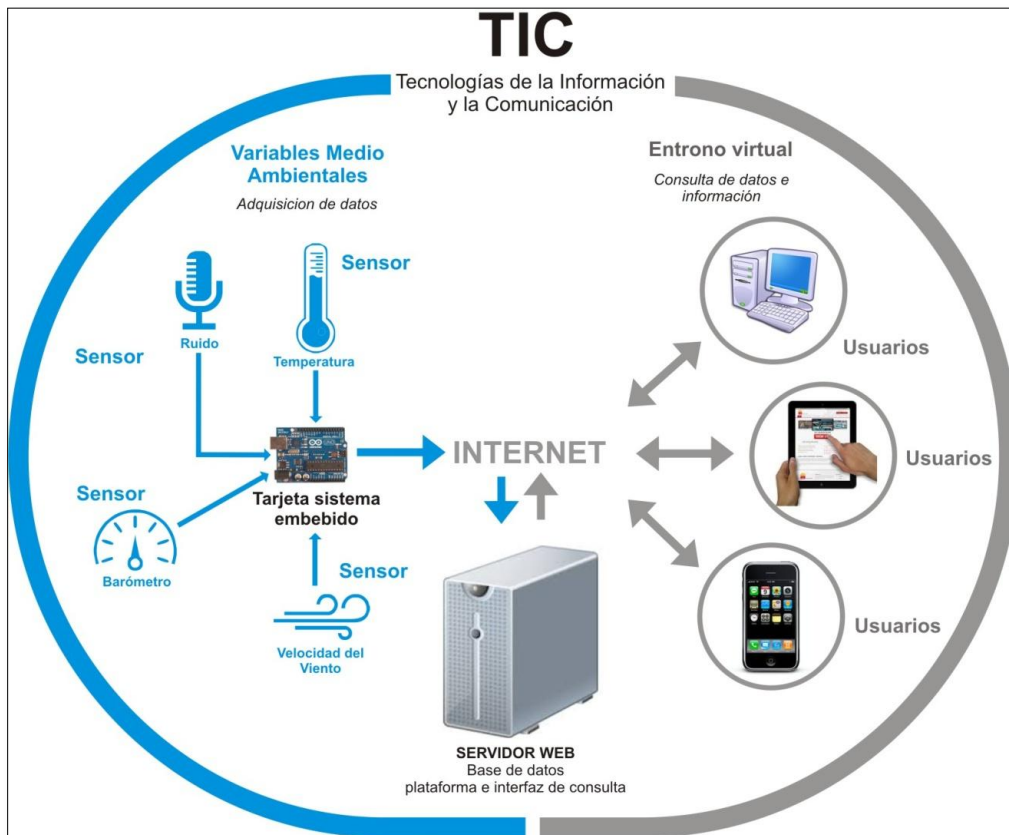


Figura N° 1. Inclusión de TIC en la adquisición de datos y vigilancia de la contaminación por ruido. (Fuente Autor.)

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Identificar los recursos TIC “hardware y software” adecuados para el diseño de un sistema de adquisición y vigilancia de los niveles de ruido, en la sede central de la universidad francisco de Paula Santander.

3.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Determinar y comparar el aporte de ruido generado al interior de la UFPS con el estándar normativo vigente.

Determinar a partir de la oferta existente de placas electrónicas embebidas cual es la más adecuada para el diseño de un sistema de monitoreo de los niveles de ruido, en la sede central de la UFPS.

Determinar a partir de la oferta existente que software y lenguajes de programación de código abierto son los más acertados para el tratamiento almacenamiento, y consulta de datos relacionados con el aporte de ruido y el diseño de una infraestructura web para la consulta de la información generada.

4. ALCANCES Y LIMITACIONES.

4.1. ALCANCES.

Diseño de 4 estaciones experimentales para la captura almacenamiento y posterior análisis de los datos relacionados con el aporte de ruido y las variables medioambientales asociadas a este fenómeno como lo son, la humedad relativa, la presión atmosférica, velocidad y dirección del viento y la temperatura.

Calibración de los sensores usando como referencia instrumentos adecuados (sonómetro tipo 1).

Comparar los datos de aporte de presión sonora obtenidos de las estaciones con un sonómetro tipo 1.

Diseño de una base de datos, plataforma web e interfaz gráfica de usuario para el tratamiento y consulta de los datos y la información obtenida.

Cobertura del área de mayor influencia de aporte de ruido y contaminación acústica del campus central de la UFPS.

Ser el primer sistema de monitoreo experimental de este tipo en el departamento de Norte de Santander.

4.2. LIMITACIONES.

El factor económico dispuso presupuesto solo para la construcción de 3 estaciones experimentales y la obtención de los elementos mínimos necesarios para la correcta conexión, alimentación energética y mantenimiento del sistema.

Los puntos escogidos para la instalación de las estaciones más que obedecer las pautas de un diseño de muestreo geoespacial, están sujetos a las condiciones locativas de la universidad específicamente a la disposición de la red eléctrica que aportará la energía necesaria para el funcionamiento de cada estación, así como a la disposición de la red de Ethernet, elemento necesario para enlazar de las estaciones con el servidor web y la base de datos diseñada.

La institución no cuenta con mediciones y documentos institucionales referentes al tema tratado.

La institución no cuenta con documentos y elementos institucionales asociados a la medición vigilancia control y mitigación de la contaminación acústica desde el punto de vista de los sistemas de gestión.

La institución no cuenta con estrategias encaminadas a la protección auditiva y a la medición audiométrica del umbral de audición del colectivo humano asentado en el área de influencia (Docentes, tutores, alumnos, administrativos, contratistas y visitantes)

Las estaciones no tendrán ningún tipo de validación normativa.

Las estaciones no realizará ningún tipo de análisis frecuencial a los datos obtenidos.

5. DELIMITACION.

5.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.

El proyecto se realizará en el área física asociada a la Universidad Francisco de Paula Santander campus sede central ubicada en el Área Metropolitana de la ciudad de Cúcuta capital del Departamento de Norte de Santander, en la dirección domiciliar: Avenida Gran Colombia No 12E-96 Barrio Colsag, cuyo perímetro espacial está formado por el polígono irregular con aristas ubicadas en las coordenadas geoespaciales:

844462.489,1365777.067
844462.698,1365777.199
844691.754,1365415.007
844691.754,1365415.007

Coordenadas en base al Sistema de referencia SRC: Bogotá 1975/Colombia East Central Zone.

5.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.

El proyecto está planteado para un dar cobertura **a la realidad actual** relacionada con la contaminación por ruido en el área física asociada a la Universidad Francisco de Paula Santander, campus sede central.

5.3. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL.

Para la ejecución de este proyecto se requirió la delimitación de los conceptos adquiridos en las áreas de: Metodología de la investigación. Tecnologías de la información y la comunicación TIC. Electrónica tarjetas de adquisición de datos, y Sistemas embebidos. Sonido y ruido. Sensores ambientales. Geoestadística. Estadística. Calidad del aire. Climatología. Gestión integral del recurso aire. Legislación ambiental. Fonoaudiología. Riesgos laborales. Seguridad industrial Salud ocupacional. Higiene industrial.

6. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Casi todas las investigaciones y proyectos tanto internacionales como nacionales se enfocan a metodologías de captura y análisis del aporte del ruido utilizando equipos de medición (sonómetros) operados por trabajadores del sector metrológico quienes realizan todas las tareas de planificación, ubicación de puntos de muestreo y captura de datos manualmente, para luego realizar un tratamiento estadístico y geoestadístico de los datos adquiridos, de esta forma plasman sobre el territorio la dinámica del ruido en un momento particular, intentando relacionar el ruido con otras variables del entorno, todo esto con el fin de predecir el fenómeno a futuro. Es pues que el enfoque final de la mayoría de proyectos encontrados es el de servir como referencia para la planeación territorial urbana y rural, la toma de decisiones y la comparación de datos con los estándares establecidos. A sí mismo cabe el mencionar que no existe mucha información relacionada con el desarrollo de sistemas de monitoreo electrónico de ruido ambiental continuo, ni mucho menos en el contexto universitario.

6.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

La universidad de California demostró que es posible asociar la depreciación acumulativa de las viviendas debido al ruido, mediante un modelo econométrico de acuerdo con el nivel de ruido existente y en relación a la distancia de una fuente de ruido significativa, pudieron determinar la depreciación generada por cada decibel de ruido detectado o incrementado, principalmente los generados por el ruido de motores de vehículos y maquinaria. Así mismo para este estudio los investigadores hicieron una estimación de costos para el estado de California en una cifra que oscila en un rango de 100 millones y 40 billones de dólares por año. Los investigadores creen que los costos reales en California no exceden los 5 billones de dólares por año. (Delucchi y Hsu, 1996, citado por Bedoya, 2003).

En algunas regiones de Estados Unidos, los eventos de contaminación ambiental por ruido, son de larga data, tanto el ruido generado por fuentes fijas y móviles han llegado a ser insoportables por ejemplo se afirma que zonas asociadas a los vuelos de aeronaves civiles y militares tanto en Nevada, como en Nuevo México, California y Washington el ruido producido por el tránsito aterrizaje y despegue de los aviones es insoportable, estudios existentes sobre el nivel de ruido en los sectores asociados a pistas de aterrizaje y las zonas aledañas a varios kilómetros de estas pistas, determinaron que el ruido puede exceder en algunos momentos los 110 decibeles. Para esto el gobierno de Estados Unidos ha dispuesto un equipo de trabajo, para determinar la forma de controlar este problema, este equipo está conformado por la alianza militar para la responsabilidad rural, centro para la diversidad biológica y otros, éstos como primera tarea, elaboran una evaluación del programa de trayectorias de vuelo de la fuerza aérea; la fuerza aérea por su parte sostiene que cuentan con un equipo de ambientalistas que regulan frecuentemente el impacto de contaminación por ruido debido al

sobrevuelo de aeronaves, por ejemplo se han tomado medidas en cuanto a la altura permitida para estas, teniendo en cuenta el ruido que producen en determinado rango. (Lortie, 2000).

La investigadora Elizabeth González del Laboratorio de Acústica y Luminotecnia CIC (AAA, 1999, online, llevó a cabo una exploración con enfoque sistémico en la ciudad de Montevideo (Uruguay), con el objeto de establecer una realidad mas acertada en relación al problema de contaminación por ruido, utilizó estadística multivariada, así como el análisis de clusters, herramienta de análisis estadístico para agrupaciones de variables y parámetros según sus características.

El Laboratorio de Acústica y Luminotecnia de la CIC y la Universidad Nacional de La Plata vienen efectuando desde 1999 diversas mediciones, y estudios en el ámbito de la planificación urbana específicamente en la correlación entre el aporte de ruido en zonas comerciales de Buenos Aires (Argentina) y la pérdida de confort y la molesta percibida por la población.

El Ing Federico Miyara (2000), en Argentina, realizó una caracterización acústica de una aeronave a partir del ruido de sobrevuelo, de esta forma pudo determinar que, sumado al efecto Doppler, el nivel de ruido y su percepción están relacionados con la interferencia destructiva entre el sonido directo que llega al (o al oído) y el que se ha reflejado en una superficie próxima, por lo general, el suelo.

Un grupo de investigadores de la Universidad de Rosario en Argentina liderados por el Ing Federico Miyara (2001), han trabajado sobre un modelo de simulación dinámica del ruido de tránsito, estructurado, en primera instancia, por un algoritmo de simulación acústica que utiliza la técnica de "Ray Tracing", en un entorno de geometría arbitraria, la combinación de estos elementos plasmados en el paquete Transruido, permiten obtener los niveles promedios equivalentes de ruido (L_{eq}) y otros descriptores estadísticos para la evaluación.

La Universidad de Guadalajara (Orozco, 2002, online), asociado al centro de ciencias biológicas y agropecuarias, integrado al programa de salud ambiental, viene desarrollando una serie de estudios cuyo objeto es el proporcionar elementos y herramientas aplicativas a las autoridades ambientales y de planificación urbana para que estas ejerzan el control de contaminación ambiental por ruido. Algunas de las propuestas lanzadas por este equipo de investigación, las cuales han tenido mayor atención han sido la planificación del uso del suelo, la sensibilización de la población, estimulación de la demanda de productos poco ruidosos y sistemas económicos de reducción de ruido, sistemas de amortiguación de ruido, aislamiento acústico y silenciadores.

Bengang Li, Shu Tao, y RW Dawson del Laboratorio de Procesos de Superficie Terrestre del Departamento de Ciencias Ambientales y Urbanas, de la Universidad de Pekín, MOE Laboratory for Earth Surface Process, Department of Urban and Environmental Sciences, Peking University, (2002) realizaron en Beijing un análisis al ruido provocado por el tráfico vehicular a lo largo de las 3 carreteras principales

de la ciudad que son, la 2ª y 3ª circunvalación urbana de Beijing las cuales circunscriben el centro de la ciudad, así como la Chang An-Avenue, una de las principales carreteras denominada como el corredor este-oeste que pasa a través del centro de la ciudad. Los resultados indican que estas carreteras principales están sobrecargadas por el flujo de tráfico durante el día y los niveles de ruido debido al tráfico por carretera a lo largo de estos caminos están por encima de los estándares ambientales relevantes.

Silvia Santini, y Kay Römer del Pervasive Computing Institute, adjunto al ETH Escuela Politécnica Federal de Zúrich, de Suiza y Andrea Vitaletti, del Departamento de Ciencias de la Computación De la Universidad de Roma "La Sapienza", Italia (2007) han propuesto una Red de sensores inalámbricos para Monitoreo de Ruido Ambiental como alternativa económica para ser utilizados en entornos urbanos como opción ante el uso de equipos de medición altamente costosos en su adquisición montaje y mantenimiento. En esta línea la investigación y la propuesta tiene como uno de sus fundamentos la inmediatez del dato el cual se captura y alimenta a tiempo real la base de datos diseñada para tal fin, así mismo analizan factores como la metodología de captura de datos en las áreas urbanas a cargo de funcionarios designados que recopilan datos en una localización de interés para el análisis y almacenamiento sucesivo, esto con sus imprevistos generados en la dinámica de esta labor. En contraposición a esto, una red de sensores inalámbricos baratos desplegados sobre el área de interés podría recopilar datos sobre la contaminación de ruido durante largos períodos de tiempo, y de forma automática reportando la captura a un servidor central, requiriendo de la intervención humana sólo en las etapas de instalación y mantenimiento del sistema.

Ellie D'Hondta, Matthias Stevensa, An Jacobsb del IBBT-SMIT Vrije Universiteit Brussel. Centro de Estudios en Medios Información y telecomunicaciones de la Universidad Libre de Bruselas (2007) trabajaron en metodologías participativas donde la población asociada al área de estudio jugaban un rol primordial al ser los ciudadanos los que colaboran con la captura de los datos de aporte de ruido mediante el uso de sus smartphones los cuales mostraron ser herramientas con un potencial bastante relevante para la captura de datos, en esta investigación se prueba que las técnicas de participación, cuando son implementadas correctamente, pueden generar la misma precisión que la conseguida con las técnicas de mapeo reglamentarias. Los investigadores definen la experiencia como un experimento de ciencia ciudadana realizado en la ciudad de Amberes con la ayuda y colaboración de un grupo de 10 voluntarios. A partir de los datos recogidos se pudo generar un mapa de ruido de la zona con márgenes de error de alrededor de 5 dB, comparables a los márgenes de error encontrados en los mapas oficiales de simulación de ruido obtenidos a partir de diferentes sistemas de interpolación.

Goran Horvat, Damir Sostaric y Drago Žagar del Departamento de Comunicaciones de la facultad de Ingeniería, J.J. Strossmayer de la universidad de Osijek Croacia (2012) También han realizado estudios sobre el tema de

adquisición de datos relacionados con el aporte de ruido, el grupo ha propuesto la implementación de redes piloto para el monitoreo de ruido ambiental a distancia en base a componentes electrónicos y placas de adquisición de datos programables de bajo costo, haciendo énfasis en los algoritmos como medio para corregir el probable error generado en la adquisición de datos, el funcionamiento de la red se realiza mediante la conexión via wireless, utilizo en sus investigaciones microprocesadores y placas económicas con resultados muy relevantes en calidad y captura de datos.

Li Chunming, Rencai Dong y Jingzhu Zhao del IUE-CAS, Institue of Urban Environment, Chinese Academy of Cience. Instituto de Ambiente Urbano de la Academia China de Ciencias (2012) realizaron un estudio el cual propicio un nuevo enfoque para abordar el monitoreo de ruido ambiental, y su análisis de distribución espacial-temporal para el control y gestión del ruido. El grupo de trabajo para realizar esta experiencia se baso en la realidad de muchas ciudades chinas en las cuales el ruido y su incremento progresivo se ha convertido en uno de los principales contaminantes del entorno urbano y la principal causa de quejas y molestias por consiguiente se planteó la necesidad de vigilar supervisar y controlar las fuentes espaciales y temporales de gran relevancia en lo referente al aporte de ruido, como lo son la maquinaria los vehiculos los teléfonos móviles, cámaras digitales, ordenadores personales, etc. El equipo de investigadores ha desarrollado un sistema de monitorización de ruido ambiental sobre la base de una plataforma de teléfono inteligente mediante el análisis espaciotemporal asociado al uso y al transito de los usuarios de smartphones La llamada plataforma de teléfono inteligente se calibra por medio de un instrumento de medida de ruido en tiempo real. La plataforma puede adquirir y registrar el nivel de ruido, captura el tiempo de vigilancia, las coordenadas de los sitios de monitoreo, además de la percepción de las personas ante el ruido, entonces, la plataforma de teléfono inteligente puede registrar los resultados del monitoreo permitiendo a los usuarios compartir la información y los datos. Por último, eligieron a Gulangyu, Xiamen, como un estudio de caso. Los resultados de la prueba demuestran que la plataforma podría ser utilizada para caracterizar los niveles de diferentes fuentes de ruido, y compartir los resultados del monitoreo con los demás usuarios en tiempo real. Los autores asumen que el monitoreo de ruido mediante el uso de esta herramienta puede reducir la exposición al ruido, permitiendo a los ciudadanos controlar y compartir la información sobre el ruido ambiental en cualquier momento y en cualquier lugar, así mismo permite al sistema y a los usuarios aumentar el número de muestras debido a la masiva participación ciudadana, formando poco a poco una red pública de monitoreo de ruido ambiental.

Peter W. Wessels, y Tom GH Basten funcionarios de la TNO. Organización Holandesa para la Investigación Científica Aplicada, del Gobierno de los países Bajos,(2015) han realizados estudios referentes a la contaminación acústica y el impacto del ruido sobre la salud humana enfocando sus intereses investigativos hacia el control del ruido en base al diseño e implementación de redes de sensores para el monitoreo de ruido ambiental como una forma adecuada y eficaz

para la obtención de una visión más clara sobre la realidad del fenómeno, debido al costo relativamente bajo de algunos componentes, esto permiten medir en muchos lugares durante largos períodos de tiempo. Según los investigadores el monitoreo puede ser usado para mejorar la precisión de los modelos o para evaluar y responder a los cambios en la dinámica de la contaminación acústica. Varios métodos de vigilancia, para diversas aplicaciones, se han desarrollado o están en fase de desarrollo, dado que la red no está diseñada para una sola aplicación, pues tiene un enfoque especial en flexibilidad y escalabilidad. Esto permite a la red hacer frente a la exigencia en varios frentes y diversas aplicaciones con diferentes escalas. Así mismo el estudio realizado por los autores plasma varios puntos de interés, en primera instancia realizan un análisis de la evolución y el desarrollo actual de las redes de monitoreo acústico y sus aspectos clave como lo son el hardware el mantenimiento y la disposición de piezas para mantenimiento, dividen las redes en cuatro categorías diferentes, que se distingue por cinco aspectos: los costos de hardware, escalabilidad, flexibilidad, fiabilidad y precisión. Estos cinco aspectos determinan la gama de aplicación adecuada para el diseño de la red. En segunda instancia se expone el diseño de una red de monitoreo la cual se utiliza para ilustrar aún más la relevancia de estos aspectos. Esta red fue diseñada para facilitar la investigación en el campo de las redes de monitoreo acústico y se utiliza para experimentar y aprender de un amplio campo de aplicaciones, y como tercera instancia abordan el diseño de tres aplicaciones de red para ilustrar los cinco aspectos que proponen.

Tito S Ibekwe, Folorunsho O David, Enoc Un Dahilo, Ibeneche O Gbujie • Maxwell M Nwegbu ,Onyekwere G Nwaorgu (2015) Realizaron una investigación en la cual se pretendía evaluar la Aplicación de smartphones como herramientas de captura de datos para la Vigilancia de Ruido Ambiental y probar la sensibilidad y la validez de los teléfonos móviles "inteligentes" para este fin. Este fue un análisis comparativo de un estudio transversal realizado entre enero de 2014 y febrero de 2015. Las lecturas del nivel de ruido, tanto para el día y la noche tanto para el sonómetro y el teléfono móvil mostraron valores equivalentes. Lecturas en dBA mostraron estar dentro de los límites aceptables de error.

G. Zambon . del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, de la Università di Milano y G. Brambilla del Instituto de Acústica y Sensores Segundo Orso Mario Corbino, CNR (2015) vienen realizando una categorización de clústeres en vías urbanas para la optimización del monitoreo de ruido con el objetivo de desarrollar una metodología basado en la estadística para optimizar la elección y el número de sitios de monitoreo, y para automatizar la actualización de los mapas de ruido utilizando los datos recuperados de la red de monitoreo actual, el enfoque estadístico de la metodología está en fase de desarrollo y su aplicación preliminar se enfocó a una muestra limitada de carreteras de la ciudad de Milán.

En la ciudad de Buenos Aires Argentina, La Agencia de Protección Ambiental, y el Ministerio de Espacio Público, opera la red de monitoreo para la calidad del aire desde el año 2008, esta red de monitoreo del aire y ruido está diseñada para analizar y posteriormente generar las bases para la gestión de la calidad del aire

en el entorno urbano. Los niveles diarios de contaminación que registran las estaciones, actualmente están disponibles a través de un sistema de consulta en línea por Internet, la red inicio con 4 estaciones, así mismo la red para monitoreo de ruido actualmente posee 41 Torres de Monitoreo Inteligentes (TMI). Una Torre de Monitoreo Inteligente (TMI) es una estación de monitoreo de ruido y variables meteorológicas las cuales realizan la captura de datos permanente. Esto permite generar información confiable, comparable y representativa, para su aplicación en la estrategia local de protección de la salud y el ambiente.

En lo referente a las experiencias en detección acústica para entornos de ciudades inteligentes (Smart Cities) se cita el proyecto EAR-IT Experimenting Acoustics in Real environments using Innovative Test-beds. (2013) Este es un proyecto co-financiado por la UE sobre los retos que aparecen en la detección acústica en las ciudades y edificios inteligentes. En el marco de la iniciativa FIRE (un concepto de la UE relacionado con la Internet del futuro), la ciudad de Santander (España) se ha convertido en un inmenso espacio de investigación experimental que se ha dado en llamar SmartSantander. EAR-IT ya ha instalado doce mil dispositivos por toda la ciudad. El proyecto EAR-IT se basa en 2 bancos de pruebas para demostrar el uso de datos acústicos en entornos inteligentes: los bancos de pruebas para la ciudad inteligente SmartSantander y los banco de pruebas para el edificio inteligente Smart Santander es una ciudad inteligente, líder europea implicada en varios proyectos de investigación. EAR-IT planea desplegar varios sensores de acústica para reconocer y localizar eventos como las sirenas de vehículos de emergencia, alerta para los ciudadanos en caso de accidente de coche, personas alteradas gritos etc. HobNet, que ha sido desarrollado para una investigación sobre redes de sensores inalámbricos para edificios inteligentes. El banco de pruebas actual está dirigido por Mandat Internacional en Ginebra en un entorno de oficina inteligente. EAR-IT pretende desplegar su sistema de vigilancia de audio para reconocer la presencia de usuarios y que puedan experimentar las interacciones más ricas con su entorno de trabajo, además de mejorar la eficiencia energética.

La iniciativa VisionTech4Life (2016) del País Vasco cuyo objetivo es conocer y mitigar los efectos ambientales que implica cualquier obra civil, ha elaborado un sistema de detección en tiempo real que permite medir la calidad del agua parámetros atmosféricos y aportes de ruido, todo esto apoyado en la tecnología de la empresa española Libelium que a su vez se basa en el diseño redes de sensores inalámbricos de desarrollo libre. Este proyecto se ha desplegado en la plantas de tratamiento de agua, "Villapérez" ubicada en Oviedo (Asturias, España).

La anterior mencionada empresa española Libelium desde el año (2008) diseña y fabrica hardware y un paquete de desarrollo de software (SDK software development kit) para la programación y desarrollo de aplicaciones enfocadas al uso de redes de sensores inalámbricos orientados especialmente hacia proyectos de metrología y Smart Cities, esta empresa actualmente tiene proyectos relacionados con medición de variables ambientales y medio ambientales

monitoreo de ruido, control de tráfico, monitoreo de la calidad del agua, seguridad y emergencias, ambientes inteligentes, gestión de recursos, domótica, agricultura e industria satelital entre otras. La tecnología desarrollada por esta empresa, actualmente se está utilizando en proyectos en Tailandia Indonesia, Italia Suiza Irlanda Serbia España Australia y en peru.

N. Garg, AK Sinha, V. Gandhi, RM Bhardwaj, AB Akolkar. Del National Physical Laboratory – India, Laboratorio Nacional de la India (2016) realizaron un estudio piloto con el fin de establecer la red nacional de monitoreo de ruido ambiental en las principales ciudades de la India, (NANMN) el piloto se realizó en las siete ciudades mas grandes de ese país. El objetivo del piloto era el continuo monitoreo de ruido durante todo el año. El piloto arrojó datos interesantes relacionados con la problemática generada por el ruido y su progresivo aumento, el estudio se basó en los valores observados en los últimos tres años. El monitoreo de ruido a largo plazo muestra que los niveles de ruido ambiental han aumentado marginalmente los últimos tres años. El estudio fue muy útil para determinar la magnitud de los niveles de ruido ambiental promedio anual, la planificación de las estrategias de acción para la reducción del ruido y la formulación de normas de ruido ambiental para el escenario y entorno de la India.

Enda Murphy, Eoin A. Rey de la University College Dublin, (2016) realizaron un estudio enfocado en analizar la viabilidad y exactitud de los teléfonos inteligentes y las aplicaciones de medición de los niveles de ruido para la captura de datos de ruido ambiental, concluyeron que el uso de los teléfonos inteligentes para medir el ruido ambiental, actualmente está en su infancia, no obstante tiene un gran potencial en el futuro para actuar como herramientas de monitoreo de ruido en las ciudades y el campo por igual, pero potencialmente tienen la ventaja de involucrar a los ciudadanos en la vigilancia del ambiente.

6.2. ANTECEDENTES NACIONALES.

El Grupo REDAIRE y el grupo de Investigación de la Escuela de Desarrollo Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, abordó el tema de la contaminación por ruido en el centro de la capital antioqueña, para este fin utilizaron el diseño experimental y la geoestadística con el fin de generar un acercamiento a la realidad del fenómeno en el área de estudio; utilizaron un paquete ofimático de estadística el software (Surfer) para la elaboración del mapa de ruido.

En el año 2006, El Grupo GEMA la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, y el Grupo de Higiene y Gestión Ambiental –GHYGAM del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, (Yepes et al, 2009), elaboraron el “Mapa Acústico para el Municipio de Medellín”. Usaron el software Geomedia Profesional 6.0, para la generación cartográfica incorporando la información básica de los municipios que componen la zona de estudio; para la visualización y publicación

de la cartografía se utilizó la extensión Shapefile, así mismo se diseñó y construyó una base de datos para la administración de la información y el acceso a reportes. Para la predicción y la distribución del ruido utilizaron Geoestadística, mediante la aplicación de dos técnicas de modelación puntual e interpolación: Kriging Ordinario (lineal) y Kriging Indicador (no lineal) asistido por computador.

La Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. en el 2002 desarrolló un programa de Gestión Ambiental con la asistencia del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente. Se diseñaron varias redes de vigilancia y monitoreo, entre las cuales el Global Environment Management System, sistema de monitoreo ambiental global o GEMS, por sus siglas en inglés es una de las redes con tecnología de punta para el control del ruido ocasionado por aviones en las inmediaciones del aeropuerto El Dorado en Bogotá. Este sistema se considera el único sistema de monitoreo automático en Latinoamérica, y se inauguró con tres estaciones piloto que se encuentran en las proximidades del aeropuerto:

- Terminal 1. Centro de Educación Distrital Capellanía Calle 32B # 88C-00
- Terminal 2. Jardín botánico
- Terminal 3. Centro de Atención Inmediata CAI (Parque Villa Luz) Policía Nacional. Cra. 77A Calle 62 20.

GEMS gracias a la conexión con el radar del aeropuerto El Dorado, puede medir de manera automática desde un centro de control, los niveles de ruido de las aeronaves que entren o salgan del terminal aéreo y determinar si violan los estándares de ruido permitido. Cuando una aeronave no cumpla con estos estándares se generará de manera automática una sanción a la aeronave infractora. GEMS contará también con un sistema para la atención de quejas por ruido, que correlacionará automáticamente la queja con un suceso sonoro que se presente en la zona de influencia de los monitores de ruido, permitiendo a la autoridad ambiental actuar con base en pruebas precisas. Bedoya (2003),

Actualmente el GEMS cuenta con 5 estaciones de monitoreo gestionadas y administradas por la Secretaría Distrital de Ambiente, estas proporcionan información técnica que ayuda al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establecer las herramientas de gestión necesarias para el cumplimiento de la normatividad ambiental de ruido. En especial el ruido generado por las operaciones aéreas del Aeropuerto Internacional El Dorado.

La red de monitoreo de calidad del aire, meteorología y ruido del Área Metropolitana Valle de Aburrá viene funcionando con 2 estaciones para medición de ruidos desde el 2009, actualmente cuenta con ocho estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental, siete fijas y una estación móvil, ubicadas a lo largo del Valle de Aburrá, y otras seis fueron adquiridas en el año 2011 y puestas a operar en el mes de abril del mismo año. Dichas estaciones, son operadas por personal de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Minas, en cumplimiento del contrato CD185 del 2011 con acta de inicio firmada el

7 de abril de 2011. Informe final Ruido Ambiental Área Metropolitana de Valle de Aburra Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

6.3. ANTECEDENTES LOCALES.

La Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR (2014) lidero en conjunto con la Subdirección de Transporte del Área Metropolitana de Cúcuta, el Instituto Departamental de Salud y la Universidad Francisco de Paula Santander el diagnóstico del estado de contaminación por ruido y la consecución del Mapa Estratégico de Ruido de Cúcuta. El mapa se elaboró de acuerdo a lo establecido en el Artículo 22 de la resolución 627 del 7 de abril de 2006 emanada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual contempla la obligatoriedad de la realización de mapas de ruido y exalta que es responsabilidad de la Corporaciones Autónomas Regionales elaborar, revisar y actualizar en los municipios de su jurisdicción con poblaciones mayores a (100.000) habitantes en aquellas áreas consideradas como prioritarias. Este diagnóstico evidenció que las zonas con mayores índices de ruido son aquellas donde operan actividades de servicio y comercio en los cuales el sistema de perifoneo es el más utilizado como estrategia para comercializar los productos y atraer clientes, debido a que los establecimientos se ubican fundamentalmente sobre las vías principales por el tránsito continuo de personas y acceso a los mismos. De acuerdo a este estudio la Corporación reveló que la comuna 1 de Cúcuta donde se encuentran situados los barrios: Centro, Latino y El Callejón es donde se presentan mayores niveles de contaminación auditiva. Igualmente, se dio a conocer que durante el periodo nocturno las mayores emisiones de ruido provienen de las fuentes fijas dedicadas a actividades de entretenimiento y diversión, especialmente de bares, discotecas, licoreras y billares, localizados en el Centro Comercial Bolívar y los barrios Escobal y El Callejón.

En relación a sistemas de captura y adquisición de datos en el departamento de Norte de Santander solo existe una experiencia, el SAT. Sistema de Alertas Tempranas en las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita, el cual nació en el marco del proyecto “Ciudades colombianas y cambio climático”, trabajado en conjunto con la Agencia Francesa para el Desarrollo, Fedesarrollo y la Fundación Ciudad Humana; el Instituto de Investigación y Debate sobre Gobernanza (IRG) identificó diferentes experiencias que aportan a la reflexión sobre la adaptación y/o mitigación del cambio climático. El “Sistema de Alerta Temprana-SAT ante eventos climáticos extremos en las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita, departamento de Norte de Santander” fue una de ellas, pues es una iniciativa innovadora que refleja la estrecha relación entre la Gestión de Riesgos de Desastres y el cambio climático, a la vez que representa un ejemplo que puede replicarse en otras regiones con las mismas condiciones y necesidades de monitoreo climatológico de bajo costo. (IRG. 2013)

7. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.

7.1. LA NATURALEZA DEL SONIDO, DEL RUIDO Y LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

La naturaleza del sonido es el de un movimiento vibratorio producido por cuerpos en movimiento periódico. Pero no todos los movimientos producen sonidos, solo las vibraciones de frecuencias de 16 hasta 20000 hz producen la sensación de sonido (Valero 1983)

El sonido a su vez es: cualquier variación de presión que el oído humano pueda detectar. (Brüel&Kjær 2000).

Así mismo el sonido físicamente se manifiesta como un evento de origen ondulatorio el cual se inicia cuando una partícula se pone en movimiento, luego este desplazamiento inicial se extiende a las partículas de aire adyacentes, generando un alejamiento paulatino de la fuente.

El sonido pues es una variable ambiental física. Como parámetro físico tiene una serie de propiedades. Las principales propiedades acústicas de las ondas sonoras son la frecuencia y la intensidad. La frecuencia se define como la longitud de la onda acústica. Cuando un sonido tiene una frecuencia elevada se percibe como agudo mientras que si la frecuencia es baja se percibe como grave. La intensidad se define físicamente como la amplitud de la onda acústica. Cuando un sonido tiene una intensidad elevada se percibe como fuerte mientras que si la intensidad es baja se percibe como débil. (Vivas et al, 2005)

La intensidad está relacionada a la percepción que se tiene de un ruido fuerte a uno débil.

Y en este sentido: La energía transportada en una onda por unidad de tiempo y de superficie lo que llamamos intensidad es proporcional a la amplitud al cuadrado ósea que para una frecuencia dada un sonido nos aparece mas y mas intenso si su amplitud crece. (Valero 1983)

Por consiguiente la intensidad de una onda es una magnitud proporcional al promedio del cuadrado de la amplitud, esta relación es de suma importancia en el análisis del sonido y el ruido en el contexto ambiental, ya que la amplitud influye directamente en la intensidad percibida de un sonido o ruido y esta a su vez depende de la cantidad de energía transportada por la onda. *Variación de la intensidad con la distancia:* De una fuente de potencia P salen ondas esféricas: figura1. (Valero 1983)

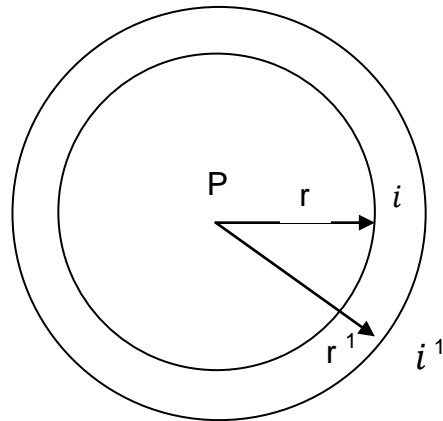


Figura N° 2. Variación de la intensidad con la distancia. (Valero 1983)

A una distancia r la intensidad de la onda es:

$$i = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Ecuación. 1. Variación de la intensidad en función a la distancia. (Valero 1983)

Para una distancia r^1 admitiendo que no hay absorción de energía, la intensidad se define:

$$i^1 = \frac{P}{(4\pi r^1)^2}$$

Ecuación. 2. Variación de la intensidad en función a la variación de la distancia. (Valero 1983)

Por lo tanto de lo anterior se deduce:

$$\frac{i}{i^1} = \frac{(r^1)^2}{r^2}$$

Ecuación. 3. Relación entre la intensidad y la distancia. (Valero 1983)

La intensidad de la onda varía en razón inversa al cuadrado de su distancia a la fuente y puesto que la intensidad es proporcional al cuadrado de la amplitud, esta varía en razón inversa a la distancia a la fuente. (Valero 1983)

El oído humano oye intensidades sonoras de 10^{-16} w/cm² hasta 10^{-4} w/cm², a causa de este gran intervalo de intensidades se utiliza una escala logarítmica en base 10. (Valero 1983)

Siendo w : vatio unidad de potencia (SI).= j/s julios sobre segundos, = N.m/s , Newton metro sobre segundo,= Kg.m/s^3 , Kilogramo metro cuadrado sobre segundo al cubo.

Y en este sentido se define el nivel de intensidad de una onda sonora como:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Ecuación. 4. Nivel de intensidad de un sonido. (Valero 1983)

La Frecuencia se define como el número de periodos por segundo. (Valero 1983)

$$f = \frac{1}{T}$$

Ecuación. 5. Expresión física frecuencia. (Valero 1983)

Donde T es el periodo.

El periodo se define como el intervalo de tiempo necesario para que una partícula situada en su máxima amplitud oscile y regrese a esta misma posición. (Valero 1983)

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Ecuación. 6. Expresión física del periodo. (Valero 1983)

Donde ω es la velocidad angular.

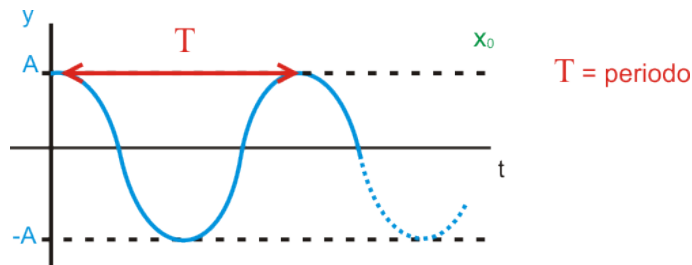


Figura N° 3. Esquema periodo onda. (Valero 1983)

Por consiguiente la relación entre frecuencia y periodo se da de la siguiente manera:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

Ecuación. 7. Relación entre frecuencia y periodo. (Valero 1983)

La unidad adoptada internacionalmente para la presión es el Pascal abreviada Pa. Expresada en esta unidad, la presión atmosférica es del orden de 100.000 Pa

(o, como se suele anunciar en los informes meteorológicos, alrededor de 1.000 hPa , donde hPa es la abreviatura de hectopascal , es decir 100 Pa). Ahora bien. Los aumentos y las disminuciones de presión debidas a las ondas sonoras son realmente muy pequeños comparados con este valor de presión atmosférica. Los sonidos más intensos que se perciben como tales (después de eso se perciben como dolor) implican un aumento de unos 20 Pa. Para distinguir este incremento de la presión atmosférica en ausencia de sonido, se lo denomina presión sonora, abreviada p. Así, la presión sonora es lo que se debe agregar a la presión atmosférica en reposo para obtener el valor real de presión atmosférica. Por ejemplo, si la presión en reposo es de 100.000 Pa y la presión en presencia de un sonido es de 100.008 Pa, entonces la presión sonora es $p = 100.008 \text{ Pa} - 100.000 \text{ Pa} = 8 \text{ Pa}$. (Miyara F.1999)

Las presiones sonoras audibles varían entre 0,00002 Pa y 20 Pa . El valor más pequeño, también expresado como 20μPa (donde μ Pa es la abreviatura de micropascal ,es decir una millonésima de Pa), se denomina umbral auditivo. (Miyara F.1999)

Para el rango de los sonidos audibles, la presión sonora varía entre valores extremadamente pequeños (0,00002 Pa = 20 ´ 10-6 Pa) hasta valores que si bien todavía pequeños, son un millón de veces más grandes que los anteriores (20 Pa). Estas cifras son poco prácticas de manejar, por lo cual se ha introducido otra escala que comprime este rango: la escala de decibeles. Para expresar una presión sonora en decibeles, se define primero una presión de referencia Pref que es la mínima presión sonora audible (correspondiente al sonido más suave que se puede escuchar): (Miyara F.1999)

$$P_{ref} = 0,00002 \text{ Pa} = 20 \mu\text{Pa} .$$

Ecuación. 8. Valores mínimos de presión sonora audibles en micro pascales (Miyara F.1999)

Entonces se define el nivel de presión sonora, NPS (en inglés se utiliza la sigla SPL, sound pressure level), mediante la siguiente fórmula: (Miyara F.1999)

$$NPS = 20 \log_{10} \frac{P}{P_{ref}} \quad [\text{dB}] .$$

Ecuación. 9. NPS, Nivel de presión sonora o SPL (Sound pressure level) (Miyara F.1999)
 Donde P es la presión sonora, y log10 el logaritmo en base 10. El resultado está expresado en decibeles, abreviado dB. Así, para un sonido apenas audible, para el cual $P = P_{ref}$, resulta. (Miyara F.1999)

$$\text{NPS} = 20 \log_{10} \frac{P}{P_{\text{ref}}} = 20 \log_{10} 1 = 0 \text{ dB}$$

Ecuación. 10. Relación NPS, Nivel de presión sonora con el mínimo audible en Db. (Miyara F.1999)

Dado que el logaritmo de 1 es 0. Como segundo ejemplo, consideremos un sonido que tiene una amplitud 1000 veces mayor que el anterior. Entonces. (Miyara F.1999)

$$\text{NPS} = 20 \log_{10} \frac{1000 P_{\text{ref}}}{P_{\text{ref}}} = 20 \log_{10} 1000 = 60 \text{ dB} ,$$

Ecuación. 11. Ejemplo sonido a 60 dB. (Miyara F.1999)

Por ser $\log_{10} 1000 = 3$. Por último, para el sonido más intenso. (Miyara F.1999)

$$\text{NPS} = 20 \log_{10} \frac{P}{P_{\text{ref}}} = 20 \log_{10} 1.000.000 = 120 \text{ dB} .$$

Ecuación. 12. Ejemplo sonido a 120 dB sonido más intenso audible. (Miyara F.1999)

La expresión matemática mediante la cual se calcula el nivel de presión sonora no es en realidad importante desde el punto de vista práctico, ya que el instrumento con el que se mide NPS, es decir el decibelímetro, no está graduado en valores de presión, sino precisamente en dB, por lo cual en la práctica no hace falta calcular el valor de NPS a partir del correspondiente valor de presión. (Miyara F.1999)

T Michel Valero enfatiza: los sonidos se caracterizan por tres cualidades muy particulares, la intensidad, el tono, y el timbre. (Valero 1983)

Dependiendo del medio, el sonido se propaga a diferentes velocidades. En el aire, el sonido se propaga a una velocidad de 340 m/s aproximadamente. En líquidos y sólidos, la velocidad de propagación es mayor – 1500 m/s en el agua y 5000 m/s en el acero. (Brüel&Kjær 2000).

El sonido se origina por la radiación de energía procedente de una fuente sonora y se transmite en forma de ondas. En relación con las ondas sonoras hay que considerar dos factores importantes. Primero que la energía se transporta a través del aire mediante ondas y segundo que el oído es sensible a las ondas, lo que significa que las variaciones de presión del aire excitan a los nervios situados en el oído interno. Las ondas sonoras que viajan en el aire son de tipo longitudinales, o sea que se desplazan en la misma dirección que el movimiento que las generó.

Todas las características de las ondas como la frecuencia, la longitud de onda, etc., son en cierto grado análogas a las del sonido. Por ello, el uso de analogías entre ondas y sonido puede ayudar a visualizar e interpretar los fenómenos acústicos. Así, las leyes de reflexión, difracción y transmisión son fácilmente demostrables en óptica mediante espejos, lentes, prismas, resultando por tanto que las leyes acústicas pueden comprenderse más fácilmente. (Rejano 2000)

Desde el punto de vista subjetivo psicofisiológico y cognitivo, el sonido se puede definir como un diferencial de presión el cual al ser percibido por el oído, genera una sensación de escucha en el cerebro. La subjetividad de este evento está asociada a la sensación producida a nivel cerebral la cual puede ser considerada como agradable o también desagradable variando esta percepción según el receptor que lo percibe.

Para definir y saber las características del sonido tenemos que recurrir a parámetros físicos, mientras que para analizar el ruido, es necesario que recurramos a parámetros psicológicos (Vivas et al, 2005)

La molestia de un ruido depende de factores subjetivos y objetivos, no olvidemos que el ruido puede ser definido como todo sonido no deseado. (Llaneza 2009)

Es pues que el ruido se diferencia del sonido en que el primero es un sonido inarticulado generado por fuentes fijas o móviles sobre un territorio el cual provoca molestia estrés e irritación al ser percibido, por otro lado el sonido se percibe como un fenómeno agradable.

El ruido acústico (contaminación acústica) se asocia a todo sonido no deseado por el receptor. En este concepto están incluidas las características físicas del ruido y las psicofisiológicas del receptor, un subproducto indeseable de las actividades normales diarias de la sociedad. (Resolución 627 de 2006)

La presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente, se definen como contaminación acústica. (Ley del Ruido 37 de 2003)

Por consiguiente se puede definir que el sonido y el ruido son eventos asociados a una misma naturaleza física ondulatoria que se expresan como un conjunto de variaciones de presión las cuales se propagan con diferentes velocidades en función al medio físico que utilicen para propagarse.

El ruido es el contaminante más común y puede definirse como cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno, perturbador o desagradable (Monterroza, 2007).

Actualmente, la contaminación por ruido es la más frecuente y subestimada, pues a determinada intensidad y tiempo de exposición produce daños, en algunos casos, irreparables (Garza Fernando, 2004).

La energía transportada en una onda por unidad de tiempo y de superficie se define como la Intensidad y es proporcional a la amplitud al cuadrado, la intensidad genera la percepción de volumen (Valero 1983)

7.2. EFECTOS DEL RUIDO Y LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA A LA SALUD HUMANA.

La forma como es percibido el ruido y la contaminación derivada de este factor medio ambiental, así como la interpretación de esta percepción creada por el cerebro humano, hacen que los efectos de la contaminación acústica no solo se limiten a genera daños funcionales en el aparato auditivo, gran parte de los efectos indeseados provocados por la contaminación acústica afectan psicosocial y psicolaboralmente a los individuos y las poblaciones asentadas en el área de influencia del fenómeno, siendo el estrés una de las particularidades más relevantes. A pesar de esta situación el oído humano tiene la capacidad de adaptarse a los diferentes niveles de ruido acostumbrándose a niveles cada vez más altos.

Los principales efectos del ruido pueden ser auditivos y no auditivos; los primeros se relacionan con la pérdida de capacidad auditiva en personas expuestas, y los efectos no auditivos son aquellos que pueden generar estrés y ser transformadores de las actividades humanas cotidianas y del comportamiento humano (Ferrite , Santana, 2005).

La pérdida de audición tiene consecuencias potencialmente devastadoras para la salud física y mental, la educación y el empleo. De los datos de estudios realizados en países de ingresos medianos y altos y analizados por la OMS se desprende que casi el 50% de los adolescentes y jóvenes de 12 a 35 años están expuestos a niveles perjudiciales de ruido por el uso de aparatos de audio personales y que alrededor del 40% están expuestos a niveles de ruido potencialmente nocivos en lugares de ocio. (OMS 2015)

Cuando se presenta pérdida auditiva de tipo sensorial, ocurre bien por lesión del órgano de CORTI (hipoacusias cocleares) o de las vías acústicas que conducen el sonido hasta el cerebro (hipoacusias retrocleares o neuropatías). (López A .2010).

La exposición de larga duración a fuertes ruidos daña las células ciliadas lo que resulta en daños en la corlea. Los niveles muy altos de la presión acústica pueden perforar la membrana timpánica y causar daños inmediatos e irreversibles en las células ciliadas de la cóclea. Generalmente, en una fase inicial la pérdida de la capacidad auditiva inducida por ruido afecta las células ciliadas externas. (Boillat, 1998)

La pérdida auditiva derivada de la exposición a contaminación acústica se genera por trauma en el aparato auditivo. Es pues que la pérdida de audición (Hipoacusia) se clasifica según la localización de la lesión en: "Hipoacusia de transmisión o de conducción". Son las que impiden la llegada del sonido a las células sensoriales, la lesión se localiza habitualmente en el oído externo o medio, se altera el mecanismo de conducción del sonido a través del pabellón auricular conductivo auditivo externo, membrana timpánica, o cadena osicular. "Hipoacusias neurosensoriales o de percepción" las lesiones se pueden ubicar en la propia cóclea, dando lugar a hipoacusias cocleares o sensoriales, pero también en cualquier punto de la vía auditiva produciendo las hipoacusias retrococleares o neuronales. (Morera Algarra 2006)

También la hipoacusia se clasifica según los grados de pérdida auditiva. Según el BIAP (Bureau International d'Audio Phonologie) se propone que para establecer el grado de impedimento auditivo solo interesa el resultado del mejor oído. Se utilizará el promedio de las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz. Si el resultado es menor o igual a 20 decibelios, se considera audición normal. Para el resto se utiliza la siguiente clasificación: (Olmo. 2009)

Pérdida de 20 a 40 dB Hipoacusia Leve

Pérdida de 40 a 70 dB Hipoacusia Moderada

Pérdida de 70 a 90 dB Hipoacusia Severa

Pérdida Mayor a 90 dB Hipoacusia Profunda

Para las pérdidas profundas se propone recalcular el promedio tomando las frecuencias de 250, 500, 1000 y 2000 Hz y esto permitirá distinguir 3 Subcategorías:

Pérdida entre 90 y 100 dB Profunda tipo I

Pérdida entre 100 y 110 dB Profunda tipo II

Pérdida mayor a 110 dB Profunda tipo III

El grado de pérdida auditiva se refiere a la severidad de la misma. Los valores son representativos de los umbrales del paciente, o bien, la intensidad más baja a la que el sonido es percibido. Grado de Audición Rango de pérdida auditiva (dB) (ASHA 2016)

Normal -10 a 15

Leve 16 a 25

Media 26 a 40

Moderada 41 a 55

Moderadamente severa 56 a 70

Severa 71 a 90

Profunda 91+

La pérdida de células externas reducen la capacidad de detectar sonidos de nivel bajo, ya que queda reducida la amplificación activa del movimiento de la membrana tectorial. El rango dinámico del sistema auditivo disminuirá y la

selectividad de frecuencias se verá afectada. Las células ciliadas inferiores son más sensibles que las superiores, lo que supone que se pierde la percepción de las frecuencias altas cuando se sufren daños. Si las células ciliadas internas sufren daños, la función sensorial queda reducida. (Johansson, 2010)

El grado de susceptibilidad al ruido es una cuestión individual, de la misma forma que lo es la pérdida de la capacidad auditiva a causa del envejecimiento. (Rebert, (Houghton, Howd, Pryor. 1982)

La otoscopia es la evaluación del oído utilizando un instrumento denominado otoscopio. Este procedimiento permite visualizar el conducto auditivo externo (CAE) y en su fondo, la membrana del tímpano y con ello efectuar el diagnóstico por visión directa de distintas patologías. El examen del oído también sirve para monitorizar la efectividad de cualquier tratamiento que se haya indicado para algún problema del oído. Es una prueba rutinaria que se realiza en medio ambulatorio, indolora, cuya realización apenas lleva unos minutos y no requiere ningún tipo de preparación por parte del paciente. (Gómez, 2006)

La Audiometría Tonal, es una técnica de exploración que permite cuantificar la pérdida de audición de una persona a las diferentes frecuencias, este procedimiento consiste en identificar el umbral auditivo que corresponde a cada frecuencia, enviando al oído de la persona explorada un tono puro generado mediante un audiómetro cuya intensidad se puede variar a voluntad, las audiometrías pueden llevarse a cabo por vía aérea o vía ósea.(Floría 2007)

La vía aérea: evalúa la capacidad para detectar sonidos presentados/transmitidos a través del aire, en concreto a través de unos auriculares. La vía ósea: evalúa la capacidad para detectar sonidos transmitidos a través de los huesos de la cabeza. En este caso se utiliza un vibrador que se coloca detrás de la oreja. (Gómez, 2006)

La forma como es percibido el sonido el ruido y la contaminación derivada de este factor medio ambiental, así como la interpretación de esta percepción creada por el cerebro humano hacen que los efectos de la contaminación acústica no solo se limiten a genera daños funcionales en el aparato auditivo, gran parte de los efectos indeseados provocados por la contaminación acústica afectan psicosocial y psicolaboralmente a los individuos y las poblaciones asentadas en el área de influencia del fenómeno, siendo el estrés una de las particularidades más relevantes, a pesar de esta situación el oído humano tiene la capacidad de adaptarse a los diferentes niveles de ruido acostumbándose a niveles cada vez más altos por consiguiente generando pérdida progresiva de la audición debido a la exposición continua a la contaminación acústica.

El ruido es un estresor cuyos efectos sobre el trabajo son extremadamente diversos, el punto de vista subjetivo hace referencia a las relaciones íntimas y complejas que mantiene cada persona con el entorno ambiental donde se produce el ruido, el punto de vista objetivo presenta igualmente unos aspectos

heterogéneos en parte por las mismas razones en parte porque el ruido interviene también como una tarea secundaria interferente (Llaneza 2009)

El ruido ejerce una acción sobre el sistema neurovegetativo que puede generar distintas alteraciones. Se ha comprobado la aparición de alteraciones en el ritmo cardiaco, aumento de la presión arterial, variaciones en el ritmo respiratorio, dilatación de las pupilas y cambios en los niveles de lípidos, glucidos y ácido urico en la sangre. También se ha detectado un aumento de la motilidad intestinal como causa de los ruidos intensos, lo cual posiblemente podría justificar la mayor incidencia de la úlcera péptica entre los individuos expuestos a ruido. Dentro de los efectos no auditivos del ruido, quizá el más inmediato sea la dificultad para la comunicación hablada que existe en los ambientes ruidosos. Los altos niveles de ruido generados por las máquinas y los procesos productivos obstaculizan en muchos casos la comprensión de los mensajes verbales en los puestos de trabajo. Así mismo: La realización de trabajos que requieren un esfuerzo mental importante se ven muy afectados por los entornos ruidosos que aquellos otros más sencillos y rutinarios. (Floría 2007)

Los trabajos mentales complejos se desarrollan mejor cuanto más bajo sea el nivel de ruido ambiente. Algunos trabajadores tienen facilidad para concentrarse en su trabajo. Ignorando el ruido ambiental; mientras que otros tienen importantes dificultades para concentrarse, aun con niveles de ruido más bajos. (Floría 2007)

7.3. APLICACIÓN DE LAS TIC EN EL ÁMBITO DE LAS MEDICIONES AMBIENTALES Y MEDIO AMBIENTALES (RUIDO AMBIENTAL).

Las tecnologías de la información y la comunicación, abreviadas TIC, en su conjunto son una fuente inmensa de recursos útiles para múltiples propósitos, entre los que se encuentran la enseñanza la comunicación, la construcción de redes sociales, la interacción sincrónica y asincrónica, la participación social la gestión de contenidos, el entretenimiento, la ofimática, la telemetría las telecomunicaciones, el uso de la web, así como el diseño y uso de dispositivos de hardware que se utilizan en el entorno de los sistemas TIC.

El Internet de las cosas (IdC) “Internet of Things” concepto y ecosistema: Internet de las cosas (IdC), ‘Internet of Things (IoT)’, ‘Internet of Everything (IoE)’; como se le quiera denominar el Internet en todo y para todos constituye la segunda gran revolución tecnológica después de la existencia misma de la Web y ya está sucediendo trayendo implicaciones en todos los campos de la vida económica, social y cultural. (Molano 2014)

En 1965, el Cofundador de Intel, Gordon E. Moore, formuló una hipótesis sobre el avance de la tecnología, diciendo que cada 18 meses se duplica el número de transistores en un circuito integrado, pero no por ello se duplica su tamaño. En la práctica la Ley de Moore, se ha verificado y la prueba son los dispositivos que hoy

usamos, en los cuales tenemos más posibilidades y un menor tamaño. La Ley de Moore marca el desarrollo funcional del Internet de las Cosas, por cuanto hace más accesible (física y económicamente), la tecnología con todo tipo de propósitos. Luego, “a principios de los años noventa, Mark Weiser, director científico del Xerox Palo Alto Research Center, introdujo el concepto de ‘computación ubicua’, que abogaba por un futuro en el que la computación desaparecería de nuestra vista, es decir, que formaría parte integral de nuestra vida diaria y resultaría transparente para nosotros. Weiser no acuñó el término ‘Internet de las Cosas’, que se atribuye (a Kevin Ashton del) Auto-ID Center del Massachusetts Institute of Technology (MIT) a finales de los años noventa (1999). Sin embargo, la idea del IoT ha tomado relevancia gracias a la rápida evolución de la electrónica durante la última década”. (Molano 2014)

Ahora debemos tener en cuenta que IdC representa la próxima evolución de Internet, que será un enorme salto en su capacidad para reunir, analizar y distribuir datos que podemos convertir en información, conocimiento y en última instancia, sabiduría. En este contexto, IdC se vuelve inmensamente importante. (Evans.2011).

Ya están en marcha proyectos de IdC que prometen cerrar la brecha entre ricos y pobres, mejorar la distribución de los recursos del mundo para quienes más los necesitan y ayudarnos a comprender el planeta para que podamos ser más proactivos y menos reactivos. Aun así, son varias las barreras que amenazan con retrasar el desarrollo de IdC, como la transición a IPv6, el establecimiento de un conjunto de normas en común y el desarrollo de fuentes de energía para millones (incluso miles de millones) de sensores diminutos. (Evans.2011).

Sin embargo, mientras que las empresas, los gobiernos, los organismos normativos y las áreas académicas trabajan conjuntamente para resolver estas dificultades, IdC prosigue su camino. Por lo tanto, la meta de este informe es explicar, en términos sencillos y claros, de qué se trata IdC de forma tal que se pueda comprender su potencial para cambiar todo lo que actualmente conforma nuestra realidad. (Evans.2011).

El posicionamiento de Internet y otras tecnologías de información y comunicaciones logró impulsar el crecimiento de las ciudades y la conectividad de sus ciudadanos. La interacción de los ciudadanos hace que la naturaleza de la ciudad evolucione proporcionalmente al volumen de información que genera. A partir de ese reconocimiento, el Ministerio TIC diseña un modelo holístico de Ciudad Inteligente. Más allá de una solución a un problema particular, la tipificación de ciudades permiten la estructuración de la información y su consecuente análisis. Un sistema operativo de ciudad inteligente tiene la capacidad de analizar la información desarrollando innovaciones al servicio de los ciudadanos, “Conectividad, crecimiento, servicio, innovación, interacción” (Min TIC. 2016)

Adquisición de datos ambientales: En lo referente a la adquisición de datos ambientales y medioambientales, el desarrollo a nivel mundial va avanzando a paso largo y en algunos casos de una manera participativa, ya que algunos estudios y proyectos en los cuales se incluye al usuario de algún dispositivo tecnológico con capacidad de conectividad (smartphone, tablet laptop etc) en la labor de adquisición de datos, los resultados son prominentes, no obstante existen limitaciones como lo son el tipo de equipo utilizado, la calibración de sensores y el cuidado que estos usuarios dan a sus equipos, pero los resultados con grupos de voluntarios contactados por redes sociales y posteriormente capacitados han dado resultados muy prominentes.

Hardware sistemas embebidos: Los sistemas embebidos se encuentran en casi todas las actividades humanas, a diario se interactúa con ellos, aun sin darse cuenta, ya sea porque son parte de la vida diaria o porque hacen parte de aparatos que se utilizan a diario. (Camargo.2011)

Hardware y software libre: El hardware se refiere a lo que es tangible, que se puede tocar, es decir todos los componentes físicos de la computadora. Cuando las especificaciones y diagramas esquemáticos del hardware son de acceso público es hardware libre, siempre recordando que “libre” no es sinónimo de gratis. Así mismo el software es el soporte lógico del sistema informático, y de igual manera que el hardware libre, si las especificaciones del código y el lenguaje de programación con el cual se creó son de acceso público, se denomina software libre. Se puede asegurar que estos elementos son la espina dorsal de las TIC y del internet, tal y como lo demuestra el masivo uso de Hardware libre y sistemas operativos de código abierto en los servidores que soportan páginas web a nivel mundial, de igual manera el uso masivo de gestores de contenidos para creación de páginas y aplicaciones como lo son “Drupal, Joomla Ecommerce” y plataforma de aprendizaje como lo son las plataformas “Moodle, Atutor, Chamilo,” por citar algunos ejemplos, tienen en común el ser plataformas de uso libre y de código abierto.

7.4. ESTÁNDARES PERMISIBLES PARA EL RUIDO AMBIENTAL.

En Colombia la resolución 0627 MAVDT de 2006 insta los estándares permisibles, así como los parámetros para realizar la captura y la medición de aportes de ruido tanto en fuentes fijas fuentes móviles y ruido ambiental.

El sonido y el ruido se abordan para su medición y valoración de la misma forma, pues son fenómenos ondulatorios de una naturaleza idéntica.

En la práctica relacionada con la adquisición de datos referentes al aporte de ruido y su análisis se utilizan ciertos criterios básicos, uno de ellos y el más importante es el concepto de presión sonora el cual ya se había citado anteriormente y la cual se define dentro del contexto normativo colombiano vigente como:

La desviación en la presión del aire respecto a la presión atmosférica, causada por una onda sonora. El Nivel de Presión Sonora es la medición logarítmica del valor promedio de la presión sonora, respecto a un nivel de referencia. (Resolución 0627 de 2006)

Generalmente ese nivel de referencia es lo que se considera la presión sonora, del sonido más débil audible: 20 micro Pascales. Mientras que la presión sonora se mide en Pascales, el Nivel de Presión Sonora se mide en decibeles SPL, y se abrevia "dB SPL", por las siglas en inglés de Sound Pressure Level. Cuantos más decibeles SPL tenga un sonido, más fuerte, o con más volumen es percibido. La exposición prolongada a niveles mayores a 85 dB SPL (aproximadamente) causa pérdida temporal de la audición, aunque también puede provocar daño irreversible. Niveles de presión sonora de alrededor de 120 dB SPL causan daño irreversible al oído, $SPL = 20 \log (P/P_0)$. Donde P es el valor cuadrático medio de la presión sonora y P_0 la presión de referencia (Resolución 0627 de 2006)

La captura de datos referentes al aporte de ruido se realiza mediante el uso de un dispositivo llamado sonómetro el cual poseen una serie de elementos electrónicos que ayudan a la captura, tratamiento y almacenamiento de los datos asociados al aporte de ruido.

El sonómetro es un instrumento diseñado y construido para medir el nivel de presión acústica de los ruidos ambientales. Los sonómetros se clasifican en:

- Tipo 0 Patrones se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.
- Tipo 1 De precisión, para trabajo de campo con precisión
- Tipo 2 Permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo.
- Tipo 3 De inspección sólo permite realizar mediciones aproximadas (Floria 2007)

La norma IEC 61.672 elimina las clases 0 y 3, restando exclusivamente las clases 1 y 2.

Por la importancia de esta Resolución 0627 MAVDT de 2006 , se cita textualmente la norma en sus Capítulo I, II, III, y IV.

Capítulo 1 De las disposiciones generales tenemos:

Artículo 1°. Los términos técnicos no definidos expresamente, deberán asumirse de acuerdo con el glosario publicado por la International Standard Organization (ISO), en especial las definiciones contempladas en la ISO 1996.

Artículo 2°. Horarios. Para efectos de aplicación de esta resolución, para todo el territorio nacional, se establecen los siguientes horarios.

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

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

Artículo 3°. Unidades de medida. La presión sonora se expresa en Pascales, los niveles de presión sonora se expresan en decibeles (dB). Las medidas deben indicar el filtro de ponderación frecuencial utilizado (A, C, D u otro) y el filtro de ponderación temporal F, S o I según sea rápida, lenta o de impulso (Fast, Slow o Impulse, en inglés). Para todas las mediciones y cálculos, la presión sonora de referencia es 20 μ Pa.

Artículo 4°. Parámetros de medida: Se establecen como parámetros principales para la medida del ruido los siguientes:

Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$ y ponderado lento (S).

Ruido Residual, medido como nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T, Residual}$

Nivel percentil L_{90}

Parágrafo. Si por alguna razón no es posible medir el ruido residual, se toma como valor el correspondiente al nivel percentil L_{90} . En el informe técnico se deben especificar las razones por las cuales no fue posible medir el ruido residual.

Artículo 5°. *Intervalo unitario de tiempo de medida*. El intervalo unitario de tiempo de medida -T-, para los niveles de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación frecuencial A, $L_{Aeq,T}$, del ruido residual y del nivel percentil L_{90} , de que trata el Artículo 4 de esta resolución, se establece en una hora la cual puede ser medida en forma continua o con intervalos de tiempo distribuidos uniformemente hasta obtener, como mínimo, quince (15) minutos de captura de información.

Parágrafo. Para la evaluación de la emisión de ruido de una o más fuentes, si la(s) fuente(s) emisora(s) de ruido por su naturaleza o modo de operación, no permite(n) efectuar las mediciones en los intervalos de tiempo mencionados, estas se deben efectuar en el tiempo o tiempos correspondientes de operación de la(s) fuente(s), relacionándose el hecho y el procedimiento seguido en el respectivo informe técnico.

Capítulo II. De la emisión de ruido:

Artículo 7°. Aplicabilidad de la emisión de ruido. Los resultados obtenidos en las medidas de la emisión de ruido, son utilizados para la verificación de los niveles de emisión de ruido por parte de las fuentes. Las mediciones de la emisión de ruido se efectúan en un intervalo unitario de tiempo de medida de acuerdo con lo establecido en el artículo 5° y con el procedimiento descrito

Artículo 8°. Cálculo de la emisión o aporte de ruido. La emisión o aporte de ruido de cualquier fuente se obtiene al restar logarítmicamente, el ruido residual corregido, del valor del nivel de presión sonora corregido continuo equivalente ponderado A, $L_{RAeq,T}$, como se expresa a continuación:

$$Leq_{emisión} = 10 \log (10 (LRAeq,1h)/10 - 10 (LRAeq, 1h, Residual) /10)$$

Ecuación. 14. Cálculo $Leq_{emisión}$ de la emisión o aporte de ruido. (Resolución 0627 de 2006)

Donde:

- $Leq_{emisión}$: Nivel de emisión de presión sonora, o aporte de la(s) fuente(s) sonora(s), ponderado A,
- $LRAeq,1 h$: Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, medido en una hora,
- $LRAeq,1 h, Residual$: Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, Residual, medido en una hora.
- Parágrafo. En caso de no poderse evaluar el ruido residual, se toma el nivel percentil L90 corregido y se utiliza a cambio del valor del ruido residual corregido.
- Artículo 9°. Estándares máximos permisibles de emisión de ruido. En la Tabla 1 de la presente resolución se establecen los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles ponderados A (dB(A)):

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB(A)

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guardería s, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como i ndustrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		

	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: (Resolución 0627 de 2006)

Capítulo III. Del ruido ambiental:

Artículo 14. *Aplicabilidad del ruido ambiental.* Los resultados obtenidos en las mediciones de ruido ambiental, deben ser utilizados para realizar el diagnóstico del ambiente por ruido. Los resultados se llevan a mapas de ruido los cuales permiten visualizar la realidad en lo que concierne a ruido ambiental, identificar zonas críticas y posibles contaminadores por emisión de ruido, entre otros. Las mediciones de ruido ambiental se efectúan de acuerdo con el procedimiento estipulado en los Capítulos II y III del Anexo 3, de esta resolución.

Artículo 15. *Intervalo de Tiempo de Referencia T.* Para la medida de los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado A, $-L_{Aeq,T}$, se establece como intervalo de tiempo de referencia -T, catorce (14) horas para el horario diurno y diez (10) horas para el horario nocturno, correspondientes con lo expresado en el Artículo 2 de esta resolución, obteniéndose así los respectivos niveles, $L_{Aeq,d}$, diurno y $L_{Aeq,n}$, nocturno, independientes el uno del otro. Para las medidas de ruido en los intervalos de tiempo de referencia se debe utilizar la metodología de medición del intervalo de tiempo de medida unitario (por hora) establecida en el Artículo 5° de esta resolución.

Artículo 16. *Intervalo de largo plazo de Tiempo de medida τ T.* Se establece un (1) año calendario como el intervalo de largo plazo de tiempo de medida -T. No obstante, si las aplicaciones del estudio ambiental que se realice son para períodos inferiores a un (1) año; como en el caso de eventos especiales como carnavales, altas temporadas de turismo, ferias y fiestas, entre otros, este intervalo de tiempo puede reducirse y deberá especificarse claramente. Se debe escoger de modo que se cubran las variaciones de la emisión de ruido.

Artículo 17. *Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental.* En la Tabla 2 de la presente resolución, se establecen los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles ponderados A (dB(A)).

Tabla 2. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido Ambiental expresados en decibeles DB(A)

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

Fuente: (Resolución 0627 de 2006)

Parágrafo 1°. Se definen como vías de alta circulación vehicular las contempladas en la Ley 769 de 2002 como vías troncales, autopistas, vías arterias y vías principales.

Parágrafo 2°. En los sectores y/o subsectores donde los estándares máximos permisibles de ruido ambiental de la Tabla 2, son superados a causa de fuentes de emisión naturales, sin que exista intervención del hombre, los estándares máximos permisibles de ruido ambiental son los niveles de ruido naturales, como en el caso de cascadas, sonidos de animales en zonas o parques naturales.

Capítulo IV. De los equipos de medida y las mediciones:

Artículo 18. Equipos de medida. La selección de equipos de medida se debe hacer de manera que tengan capacidad para medir el nivel equivalente de presión sonora con ponderación frecuencial A, -LAeq-, directa o indirectamente; los instrumentos deben cumplir las especificaciones de sonómetros, Tipo 1 o mínimo Tipo 2 y los sonómetros integradores promediadores deben ser clase P.

Parágrafo 1°. Donde sea necesario efectuar correcciones por tonos y bajas frecuencias, se debe disponer de filtros de tercios de octava y los respectivos equipos deben tener la capacidad para recibirlos y operarlos o tenerlos incorporados.

Parágrafo 2°. Cada equipo de medida debe estar dotado de un pistófono o calibrador, una pantalla antiviento y un trípode para su montaje. Para mediciones de ruido ambiental, además de los anteriores elementos, se recomienda dotar el equipo con una extensión de micrófono que permita realizar las mediciones de ruido ambiental.

Artículo 19. Calibraciones. Antes de iniciar una toma de mediciones, en el sitio de medida, el equipo tiene que ser calibrado a las condiciones del lugar en el que se van a tomar las mediciones, para lo cual se utilizará un pistófono o calibrador.

Los certificados de calibración electrónica de cada equipo deben estar vigentes de acuerdo con las especificaciones del fabricante y copia de los mismos deben ser adjuntados en el informe técnico. Para efectuar las mediciones se deben tener en cuenta las indicaciones facilitadas por el fabricante de los equipos de medida, en cuanto a rangos de medida, tiempos de calentamiento, influencia de la humedad, influencia de los campos magnéticos y electrostáticos, vibraciones y toda aquella información adicional que asegure el correcto uso del equipo.

Artículo 20. Condiciones meteorológicas. Las mediciones de los niveles equivalentes de presión sonora ponderados A, -LAeq,T deben efectuarse en tiempo seco, no debe haber lluvias, lloviznas, truenos o caída de granizo, los pavimentos deben estar secos, la velocidad del viento no debe ser superior a tres metros por segundo (3 m/s).

Parágrafo. La velocidad del viento se debe medir utilizando un anemómetro o un dispositivo medidor de velocidad del viento, si esta es mayor a tres metros por segundo (3 m/s), se debe utilizar una pantalla antiviento adecuada de acuerdo con la velocidad del viento medida, y aplicar la respectiva corrección de acuerdo con las curvas de respuesta que el fabricante de las pantallas antiviento y micrófonos suministra.

8. METODOLOGIA.

8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativa, Descriptiva.

8.2. POBLACIÓN: Oferta de placas embebidas hardware y software libre de código abierto del mercado, Variables medioambientales asociadas al fenómeno de contaminación por ruido en el área de influencia “Campus sede principal Universidad Francisco de Paula Santander UFPS, de la ciudad de Cúcuta.

8.3. TIPO DE MUESTRA: Aleatoria estratificada.

8.4. ALCANCES METODOLÓGICOS.

La investigación se desarrolla en 4 fases secuenciales, cada una con un nivel de profundidad diferente, partiendo de un primer nivel de acercamiento a la realidad hasta un cuarto nivel donde se circunscribe la realidad dentro de lo entendible y manejable.

El primer nivel se define como el nivel epistemológico en el cual se trata de describir la realidad del evento, se realiza el planteamiento del problema, la formulación de las preguntas y objetivos

El segundo nivel o nivel teórico, enmarca la formulación de explicaciones relacionadas con el evento y la posterior construcción teórica.

El tercer nivel o nivel metodológico operativo define los procedimientos y el diseño metodológico a utilizar para la consecución de objetivos.

El cuarto nivel o nivel técnico enmarca el entendimiento y manipulación de los factores asociados a la realidad, se generan las conclusiones las propuestas de manejo ambiental y el conocimiento.

8.5. PROCEDIMIENTO.

- Cumplimiento en SGSST Sistema de Gestión Seguridad y Salud en el Trabajo y Cumplimiento Ambiental
- Análisis de hardware y software libre con potencial para ser aplicado en la adquisición tratamiento e interpretación de datos asociados al aporte de ruido.
- Medición de ruido ambiental.
- Priorización de puntos para la instalación de las estaciones de monitoreo en el campus central de la UFPS.
- Diseño de las estaciones.
- Viabilidad en la aplicación de las tics para la captura y análisis de datos relacionados con el ruido.

A continuación se expone el marco de procedimientos asociados a este trabajo.

8.5.1. Cumplimiento en SGSST Sistema de Gestión Seguridad y Salud en el Trabajo y Cumplimiento Ambiental.

Uno de los pilares para la correcta gestiona integral, asi mismo para la integración del desarrollo sostenible a la dinámica propia de la UFPS, es el cumplimiento a los mínimos lineamientos asociados a la seguridad higiene y salud ocupacional enfocados a la identificación de factores de contaminación físicos tales como lo son el ruido, de la misma forma el cumplimiento de índole ambiental es de suma relevancia ya que factores contaminantes físicos de índole higienico ocupacional por lo general también son factores o impactos ambientales negativos que inciden sobre la población del área de influencia que para este particular es el campus sede principal de la UFPS. Por consiguiente en esta primera fase se analiza el cumplimiento de estándares referentes al ruido desde la perspectiva de la seguridad y salud en el trabajo ambiente y medio ambiente.

8.5.2. Análisis de hardware y software libre para la adquisición tratamiento e interpretación de datos asociados al aporte de ruido.

La evaluación y Análisis de la oferta y la disposición de sistemas software con potencial para ser aplicado en la adquisición tratamiento e interpretación del aporte de ruido, se baso en la metodología para la evaluación de SDA Sistemas de Adquisición de Datos, propuesta por Franco (2007), esta metodología consta de 3 etapas consecutivas donde se valoran entre otras cosas las características tecnológicas, el respaldo el mantenimiento, además de los costos asociados a las placas de desarrollo, así mismo en el presente proyecto se incluyó en el análisis tecnológico, el ítem de “enfoque de diseño” ya que es de suma importancia el valorar las características asociadas a este particular .por consiguiente la metodología propuesta es una adaptación de la metodología propuesta por franco.



Figura N° 4. Esquema de evaluación y Análisis de placas de desarrollo (Franco 2007.)

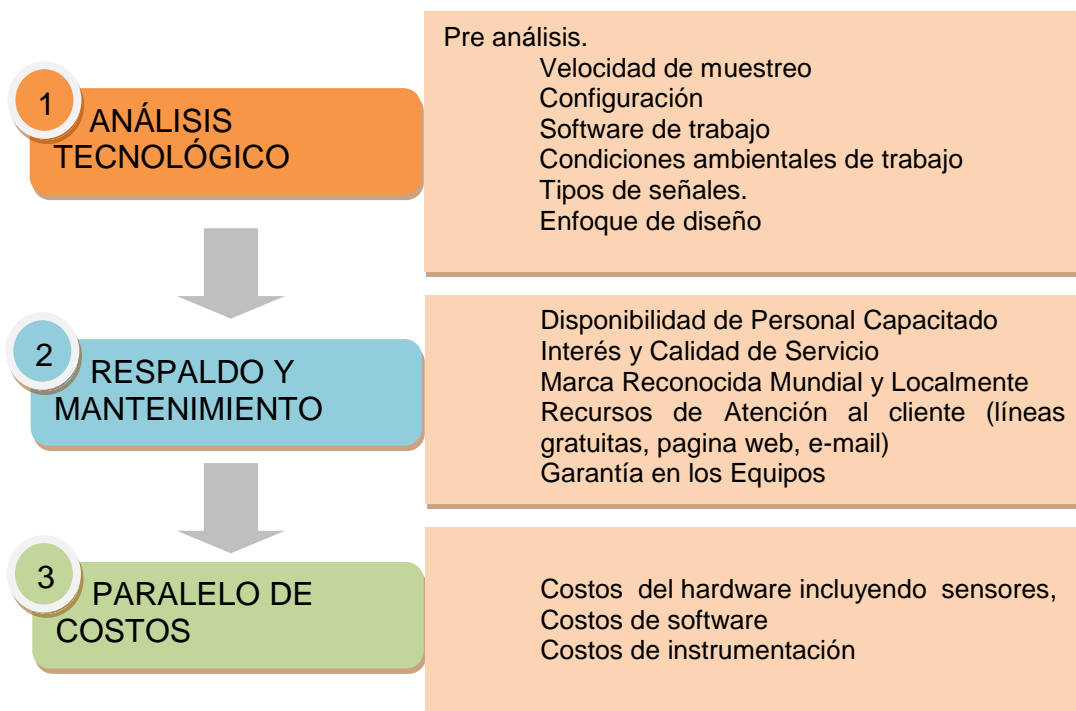


Figura N° 5. Etapas de evaluación y Análisis de placas de desarrollo (Fuente Autor.)

8.5.1.1. Etapa de Análisis tecnológico.

Para este análisis se tuvo en cuenta las normas CEI 60651, CEI 60804, y la IEC 61.672 emitidas por la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional), donde se establecen las normas que han de seguir los fabricantes de sonómetros específicamente en lo relacionado a la frecuencia de muestreo, ya que el fundamento del sistema es la adquisición de datos asociados al ruido así mismo el análisis tecnológico de las placas se tuvieron en cuenta los siguientes ítems o puntualidades:

- Frecuencia de muestreo
- Configuración
- Software de trabajo
- Condiciones medioambientales de trabajo
- Tipo de señales
- Enfoque de diseño

A continuación se explican los ítems que conforman la etapa de análisis tecnológico.

Frecuencia de muestreo: Hace referencia a la periodicidad de tomas de muestra en Khz es decir la cantidad de muestras por unidad de tiempo. La

velocidad de muestreo establece la cantidad de muestras que el dispositivo puede capturar, y está relacionada con la conversión análogo –digital. Según la IEC 61.672 la velocidad de muestreo optima debe ser de 50Khz

Configuración: Hace referencia al método por el cual se puede acceder a los comandos para la programación de las tareas y las rutinas de la placa de desarrollo incluyendo el uso de equipos computacionales para tal fin. La configuración está directamente relacionada con la rapidez de implementación y facilidad de manipulación (Franco 2007.)

Software de trabajo: Hace referencia al paquete ofimático o software especializado utilizado para las labores de configuración de la placa de desarrollo este software debe ser compatible con los equipos de computo y los sistemas operativos existentes en la UFPS, en este apartado se tendrá en cuenta software para entorno windows.

Condiciones medio ambientales de trabajo: Hace referencia a las condiciones optimas de funcionamiento asociadas a variables externas a la placa.

Tipo de señales: Hace referencia al tipo de señal que puede adquirir y procesar el dispositivo, analógica - digital.

Enfoque de diseño: hacer referencia a la orientación en el diseño y usabilidad de la placa.

8.5.1.3. Etapa de Análisis de Respaldo y mantenimiento.

El análisis de ciertos elementos asociados a los servicios de pos-venta, pueden tener un grado de complejidad bastante relevante, no obstante para objeto de este trabajo se tendrán en cuenta los aspectos de respaldo, el soporte técnico y la garantía tal como lo propone (Franco 2007.)

Para el análisis del respaldo y mantenimiento se tuvieron en cuenta los siguientes ítems o puntualidades:

- Disponibilidad de Personal Capacitado
- Interés y Calidad de Servicio
- Marca Reconocida Mundial y Localmente
- Recursos de Atención al cliente (líneas gratuitas, pagina web, e-mail)
- Garantía en los Equipos.

8.5.1.4. Etapa de de Análisis de Costos.

En esta etapa se analizan las diferencias entre los costos de cada placa de desarrollo con el fin de realizar una valoración de la mejor alternativa acorde con

la necesidad presente y el menor costo posible. Para el análisis de costos se tuvieron en cuenta los siguientes ítems o puntualidades:

Costos del hardware incluyendo sensores,
Costos de software
Costos de instrumentación

8.5.3. Medición de ruido Campus central UFPS.

Para la medición del aporte de ruido en el campus central de la UFPS, se procedió a utilizar la metodología expuesta en la resolución 627 del 2006 la cual define la metodología única para el análisis de ruido ambiental y ocupacional en Colombia. Se utilizó para tal fin un sonómetro integrador tipo 1 marca pulsar instrument con su equipo de trabajo en campo.

En esta resolución se establece que para un monitoreo fijo se debe generar una grilla espacial “cuadrícula” sobre el terreno objeto de estudio, en esta cuadrícula cada cuadrante debe ser equidistante y equivalente en dimensiones, así mismo este parametraje se debe adaptar a las condiciones de accesibilidad del terreno.

Es pues que se plantearon 4 monitoreos para el análisis del aporte de ruido:

- **Dos monitoreos a lo largo del perímetro del campus.** Primer monitoreo del 25 al 29 de julio de 2016. Segundo monitoreo 22 a 26 de agosto 2016
- **Dos monitoreos al interior del campus.** 12 a 17 de Septiembre 2016. Segundo monitoreo del 14 al 18 de Noviembre 2016 .

Cada monitoreo tuvo una duración de una semana, de lunes a viernes. Se monitorearon 10 horas diarias por 5 días para un total de 50 horas de trabajo en campo en horario continuo desde las 6: AM hasta las 8:PM.

8.5.4. Priorización de puntos para la instalación de las estaciones de monitoreo en el campus central de la UFPS.

Para el Análisis y la priorización de puntos para la instalación de las estaciones de monitoreo del sistema experimental de adquisición de datos sobre el aporte de ruido en el campus central de la UFPS, se procedió a utilizar la metodología expuesta en la resolución 627 del 2006 la cual define la metodología única para el análisis de ruido ambiental y ocupacional en Colombia.

8.5.5. Diseño de las estaciones.

Posterior al Análisis de hardware y software para la adquisición tratamiento e interpretación de datos asociados al aporte de ruido, se procederá al diseño de las estaciones de adquisición de datos referentes al aporte de ruido, el diseño se centra en el uso de la placa hardware o sistema embebido escogido el cual tiene

como fin la captura de las señales análogas provenientes de los sensores de ruido y variables ambientales asociadas a la medición de este factor contaminante (velocidad del viento, dirección del viento humedad relativa presión atmosférica) en conformidad con la Resolución 0627 de 2006.

8.5.6. Integración de las tics para la captura y análisis de datos relacionados con el ruido.

Posteriormente al diseño del sistema de estaciones, se procederá a realizar la integración del sistema con las diferentes herramientas y recursos tics para consulta de datos, via web.

8.7 INSTRUMENTOS.

- Sonómetro tipo 1 marca Pulsar Instrument
- Pistón de calibración sonómetro.
- Equipo de campo para mediciones de ruido ambiental. (Trípode, vara de 4 metros extensible, sonda.)
- Pc portátil.
- GPS
- Anemómetro
- Lista de chequeo.

8.6.1. INSTRUMENTOS DE MEDIDA.

Se generaron 2 listas de chequeo con el fin de conocer el estado de cumplimiento de la UFPS en lo referente a gestión ambiental, y gestión de seguridad y salud en el trabajo, particularmente la lista de chequeo se enfoco en los factores físicos y elementos documentales asociados con el ruido, y al cumplimiento en la implementación del SGA. Según la normativa nacional e internacional vigente para estos temas. (Ver anexo 1)

9. RESULTADOS.

9.1. Resultados: Cumplimiento del Sistema de Gestión Seguridad y Salud en el Trabajo y Cumplimiento Ambiental enfocado al ruido.

Se pudo establecer que la Universidad Francisco de Paula Santander actualmente cuenta con un sistema de calidad, de gestión ambiental y de gestión de seguridad y salud en el trabajo, cada uno de estos sistemas se encuentra actualmente en revisión y ajuste, no obstante la UFPS no posee documentación ni protocolo alguno asociado a la medición prevención mitigación y control de ruido ocupacional, ni ruido ambiental, así mismo no se han realizado audiometrías a trabajadores docentes administrativos y personal ocasional contratista y OPS, por consiguiente la realidad asociada a este factor contaminante y su repercusión en la salud del colectivo humano asociado al campus central de la UFPS es un incierto. Lo anteriormente descrito se fundamenta en los resultados obtenidos del diligenciamiento de la lista de chequeo para factores físicos y elementos documentales asociados con el ruido, y al cumplimiento en la implementación del SGA. Según las evidencias encontradas la UFPS solo cumple con un 20% en lo referente a identificación control y mitigación de ruido ocupacional según el enfoque del SGSST. (Ver anexo 1). De la misma forma la UFPS solo cumple con un 20% en lo referente a cumplimiento asociado a la “GA” Gestión Ambiental y ruido. (Ver anexo 1)

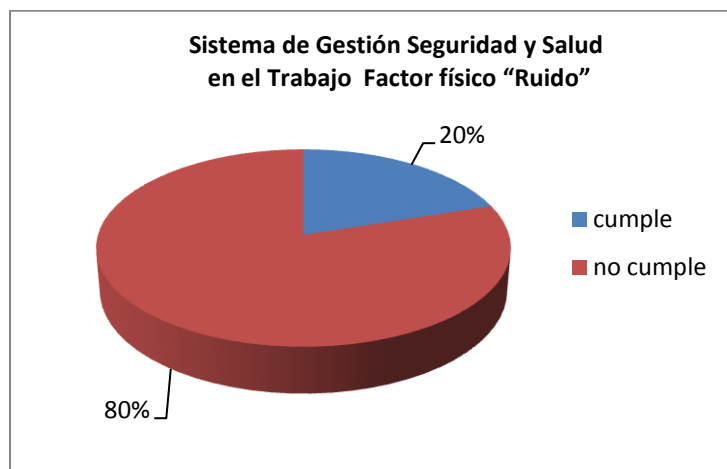


Figura N° 6. Cumplimiento Sistema de Gestión Seguridad y Salud en el Trabajo Factor físico "Ruido"

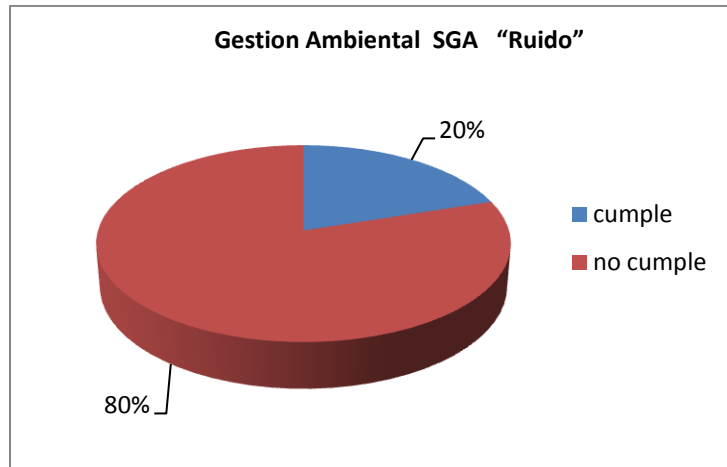


Figura N° 7. Cumplimiento Gestión Ambiental SGA Factor físico "Ruido"

9.2. Resultados: Medición de Ruido Campus central UFPS.

Monitoreo perímetro externo: Se pudo constatar que la medición del aporte de ruido en el perímetro externo del campus central de la UFPS sobrepasan los estándares permisibles para ruido según la norma nacional Resolución 0627 de 2006.

Los datos arrojados en los 2 monitoreos realizados, el primero del 25 de julio al 29 de julio, y el segundo del 22 de agosto al 26 de agosto, mostraron que se sobrepasa la norma en todos los puntos de monitoreo con valores que oscilan entre 15,6 decibeles y 8,7 decibeles, ya que el estándar para esta zona es de 65 decibeles horario diurno, 50 decibeles horario nocturno. El archivo que contiene los datos asociados a los monitoreos se puede consultar en los anexos, (ver anexo 2).

A continuación se exponen los datos obtenidos.

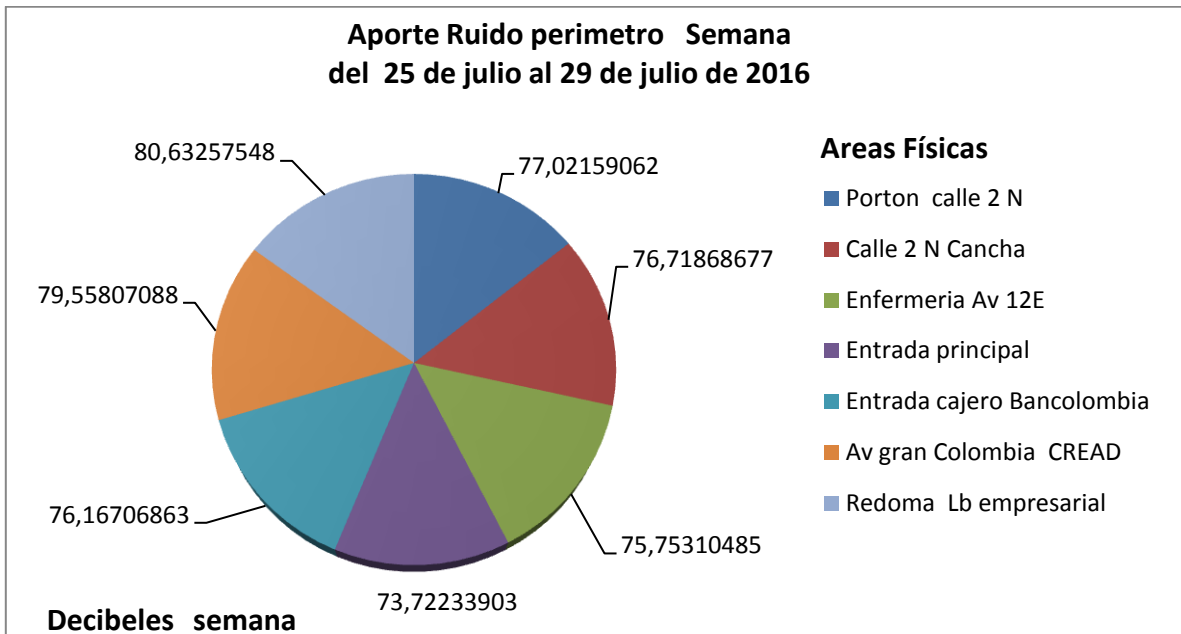


Figura N° 8. Primer Monitoreo Aporte de ruido perimetro campus UFPS

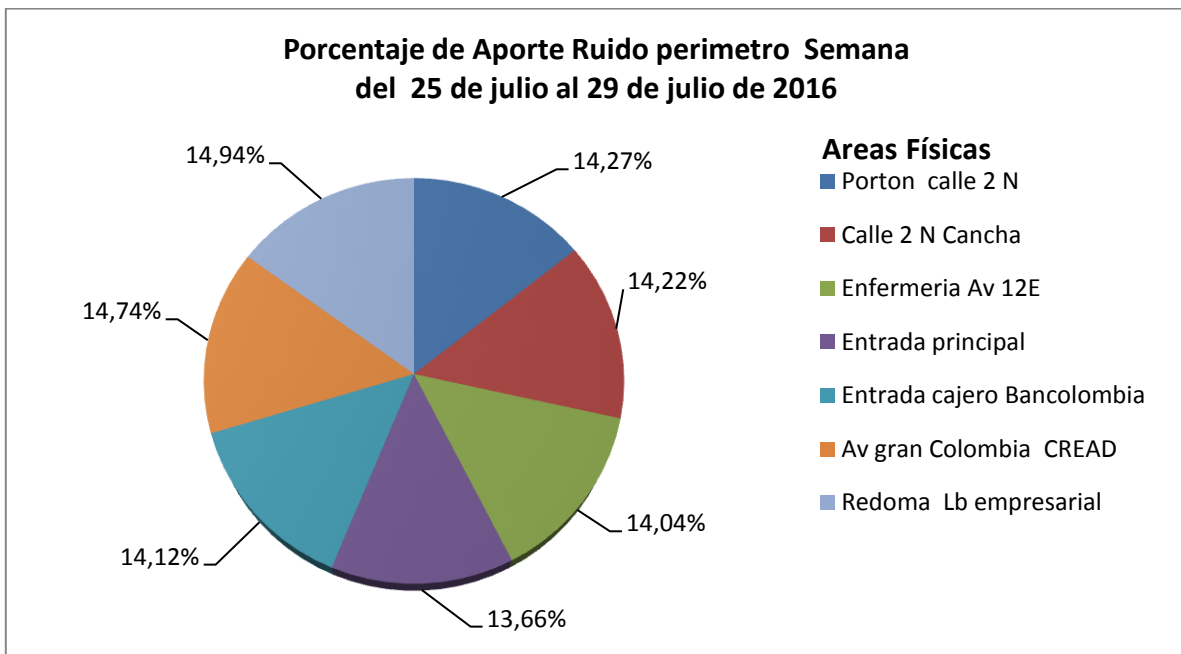


Figura N° 9. Primer Monitoreo porcentaje Aporte de ruido perimetro campus UFPS

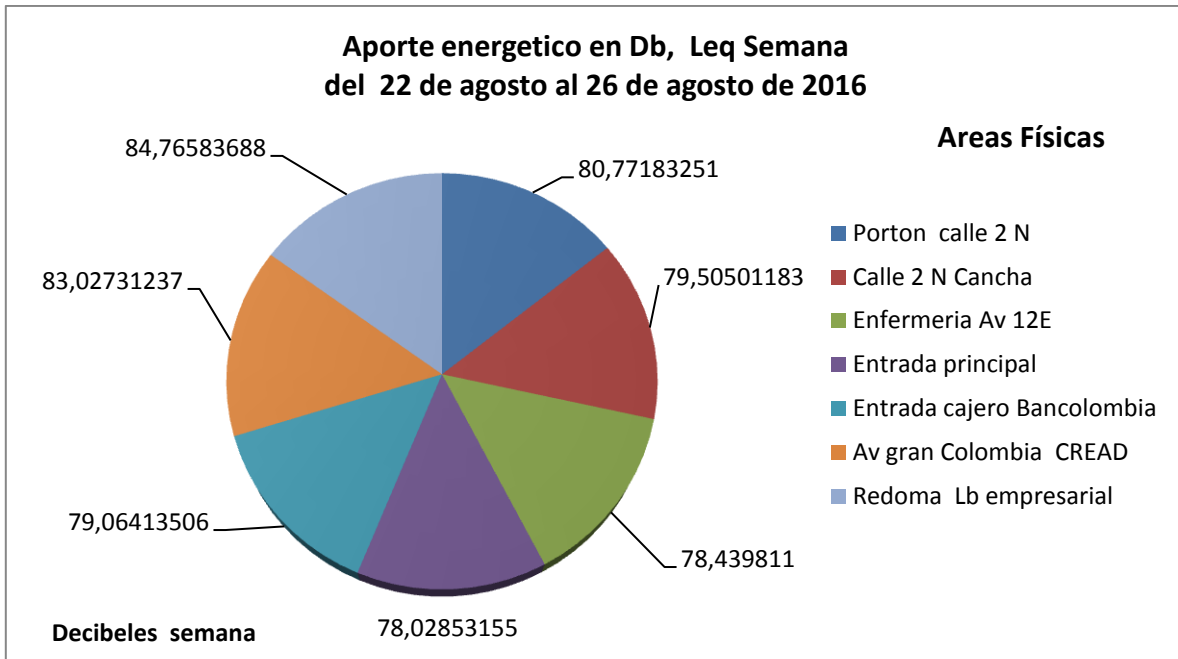


Figura N° 10. Segundo Monitoreo Aporte de ruido perímetro campus UFPS.

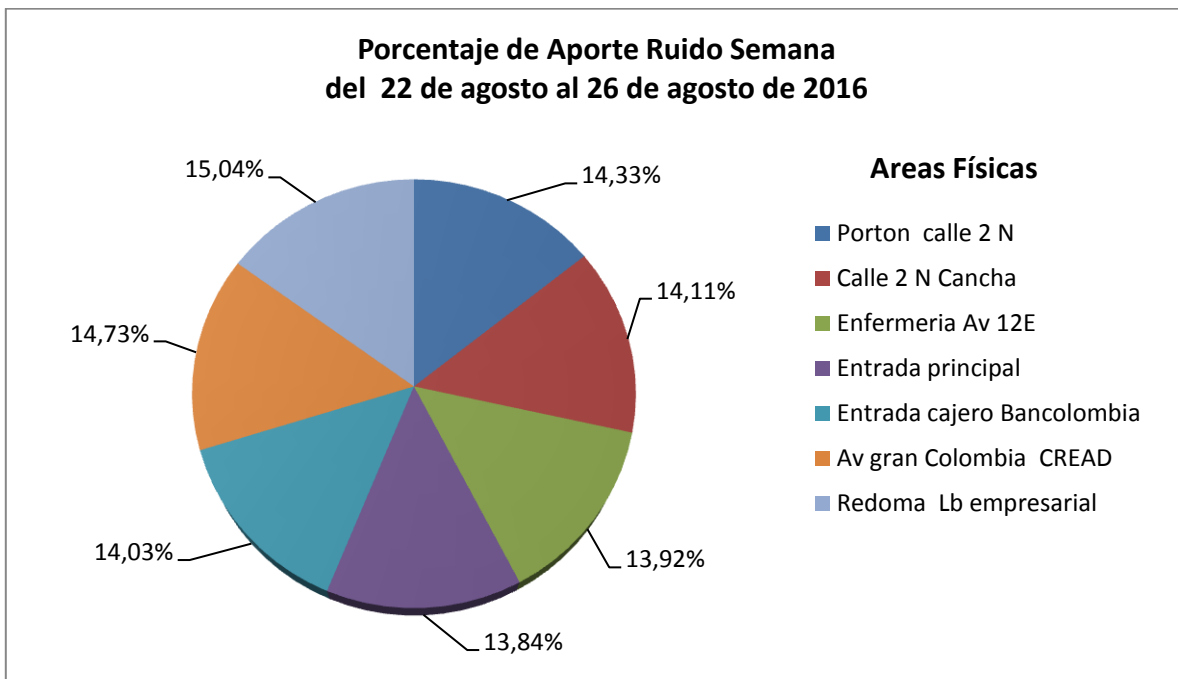


Figura N° 11 . Segundo Monitoreo porcentaje Aporte de ruido perímetro campus UFPS

Monitoreo Interno campus UFPS: Se pudo constatar que la medición del aporte de ruido al interior del campus central de la UFPS sobrepasan los estándares permisibles para ruido según la norma nacional Resolución 0627 de 2006.

Los datos arrojados en el monitoreo realizado, del 12 de septiembre al 16 de septiembre, mostraron que se sobre pasa la norma en 3 de los 4 puntos escogidos para la captura de datos, siendo el edificio Fundadores, el edificio del CREAD y edificio de laboratorio de Semipesados los que obtuvieron valores por encima de la norma, estos datos concuerdan con la realidad asociada al tránsito y al uso de estas áreas. el estándar permisible en estas zonas es de 65 decibeles horario diurno, 50 decibeles horario nocturno. El archivo que contiene los datos asociados a los monitoreos se puede consultar en los anexos, (ver anexo 2).

A continuación se exponen los datos obtenidos.

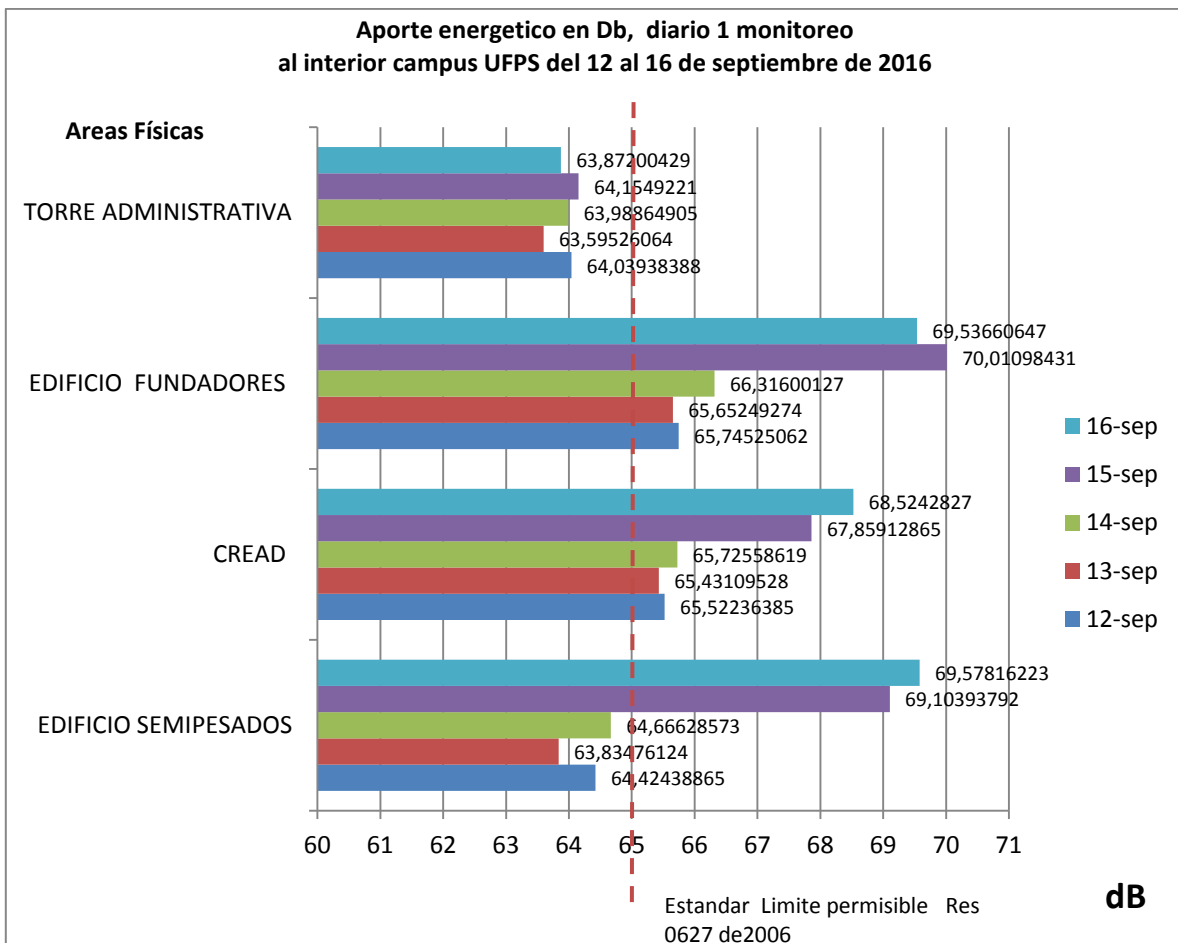


Figura N° 12. Primer Monitoreo Aporte de ruido al interior del campus UFPS

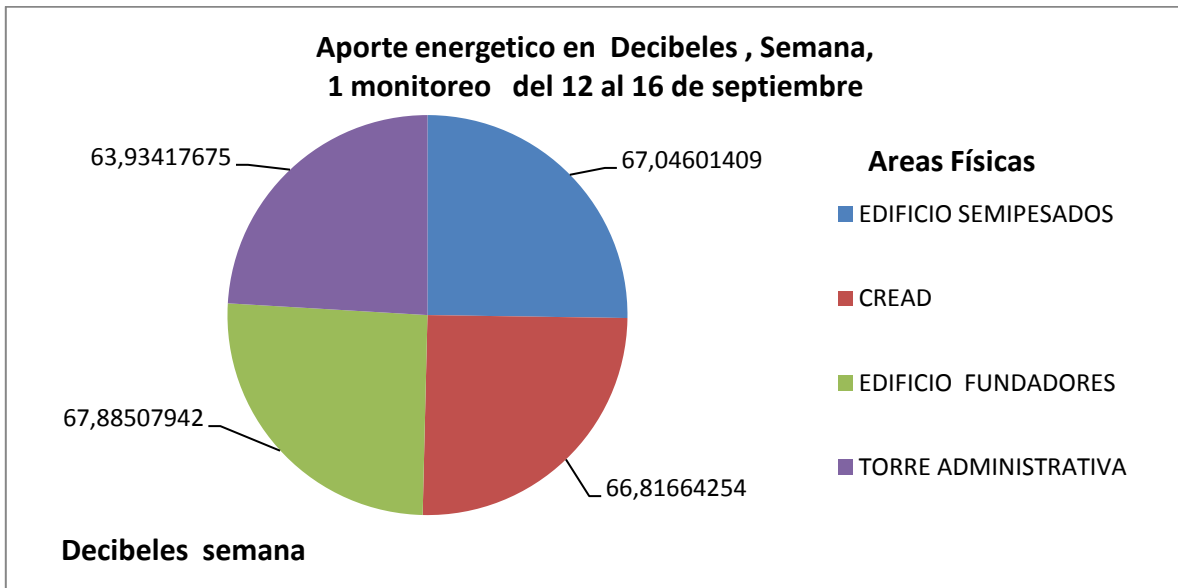


Figura N°13. Primer Monitoreo Aporte de ruido semana, al interior del campus UFPS

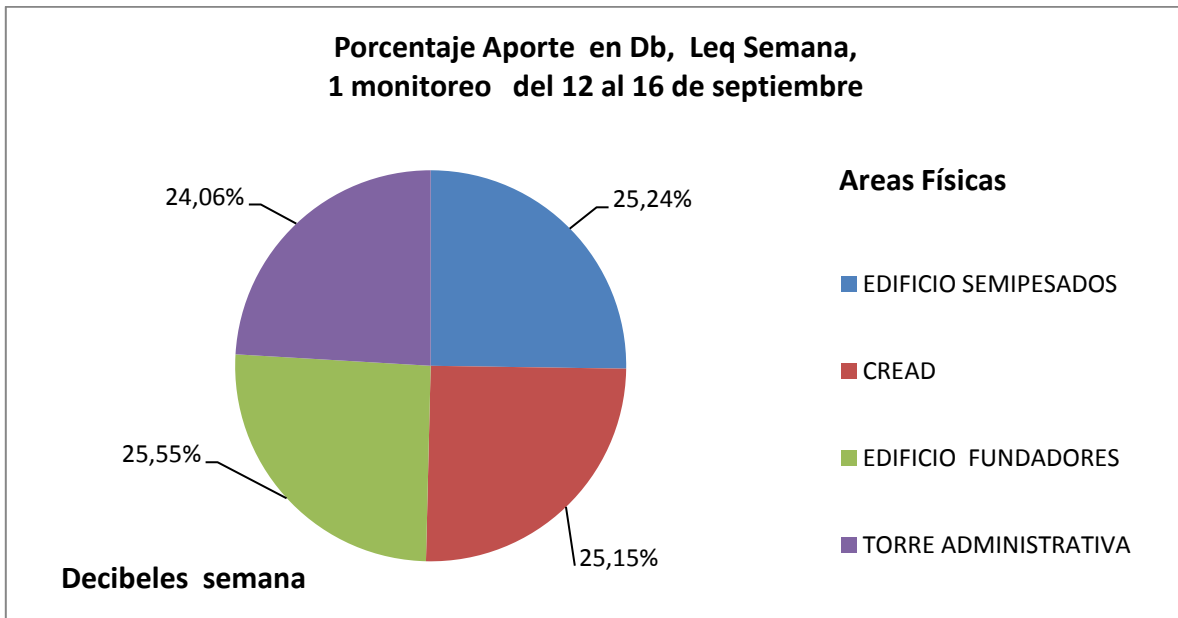


Figura N°14. Primer Monitoreo Porcentaje Aporte de ruido semana, al interior del campus UFPS

Los datos arrojados en el segundo monitoreo realizado, del 14 de noviembre al 18 de noviembre, mostraron que se sigue sobrepasando la norma en 3 de los 4 puntos escogidos para la captura de datos, al igual que en el primer monitoreo el edificio Fundadores, el edificio del CREAD y edificio de laboratorio de Semipesados fueron los que obtuvieron valores por encima de la norma, estos datos corroboran la realidad asociada al tránsito y al uso de estas áreas. el estándar permisible en estas zonas es de 65 decibeles horario diurno, 50 decibeles horario nocturno. El archivo que contiene los datos asociados a los monitoreos se puede consultar en los anexos, (ver anexo 2).

A continuación se exponen los datos obtenidos.

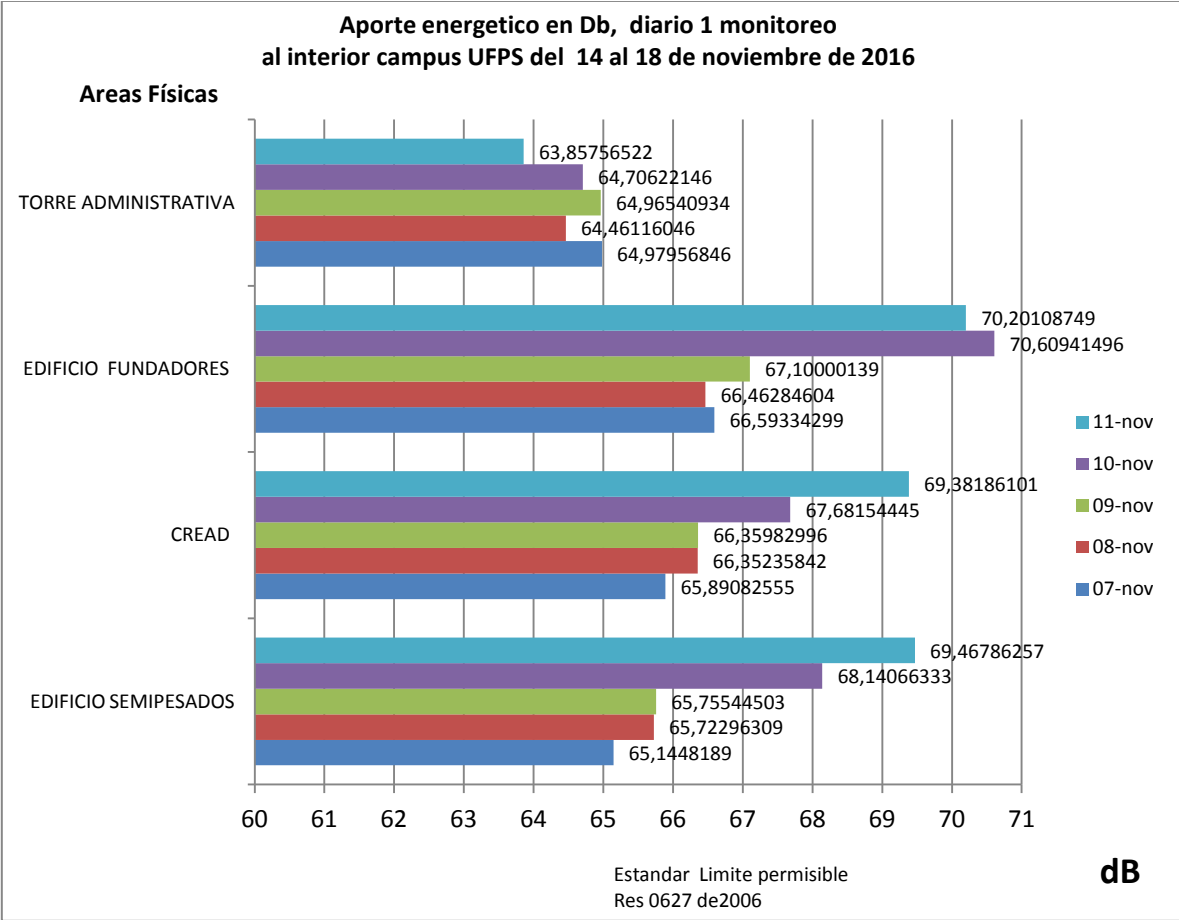


Figura N° 15. Segundo Monitoreo Aporte de ruido al interior del campus UFPS

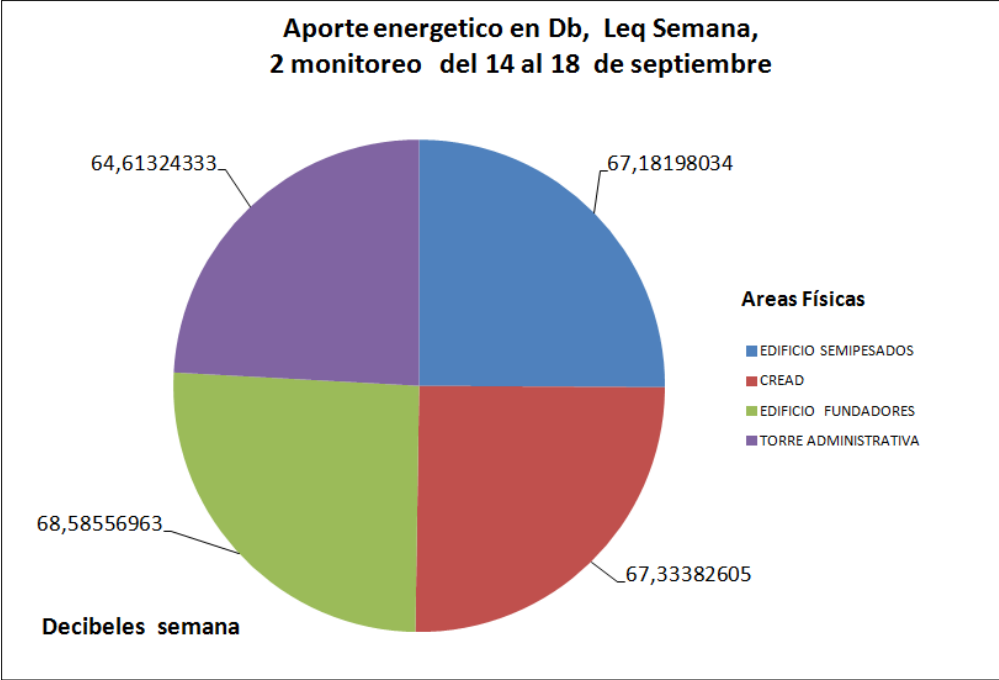


Figura N° 16. Segundo Monitoreo Aporte de ruido semana, al interior del campus UFPS

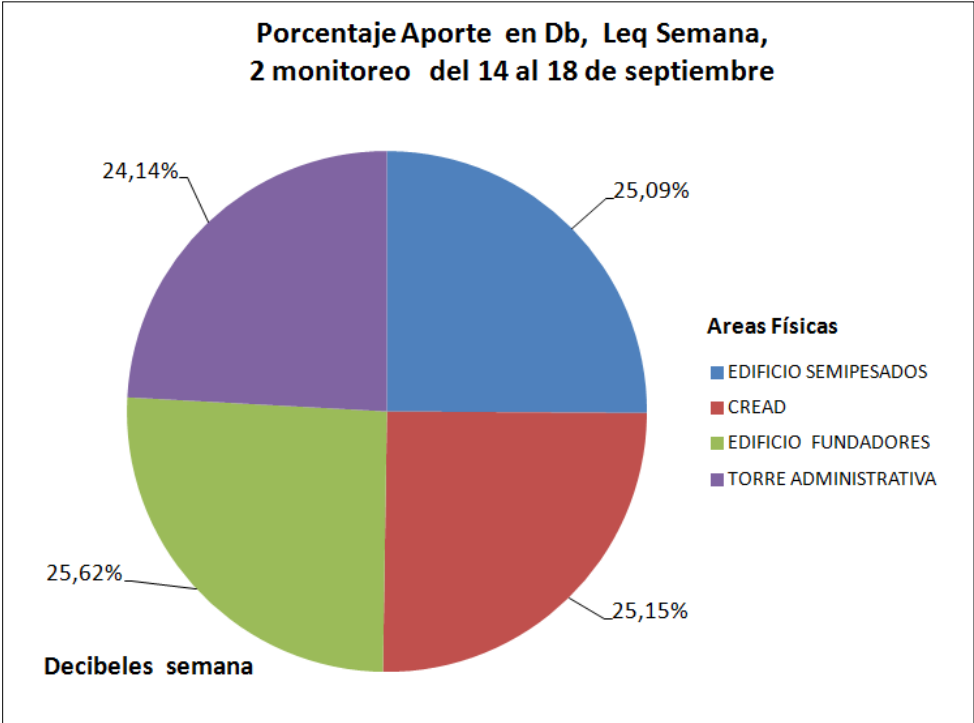


Figura N° 16. Segundo Monitoreo Aporte de ruido semana, al interior del campus UFPS

9.2. Resultados: Análisis de hardware y software para la adquisición tratamiento e interpretación de datos asociados al aporte de ruido.

9.2.1. Pre análisis.

En primera instancia se escogieron placas con capacidad de ser configuradas mediante un software asociado a un pc, no obstante aunque mundialmente la oferta es nutrida, son pocas las placas de desarrollo comercializadas regularmente en Cúcuta, a pesar de esta situación la oferta comercial de placas en el país cuenta con algunas marcas y modelos bien respaldadas, es pues que en primera instancia se escogieron 3 marcas y modelos de placa de desarrollo, estas placas son:

Marca: WEMOS. Placa modelo: D1R2

Marca: DAQ National Instruments USB-6008

Marca: ARDUINO. Placa modelo: Leonardo R3

Se procedió realizar una revisión de los datasheet correspondiente a cada tipo de placa de desarrollo para establecer las características de funcionamiento de cada una. Las placas escogidas son comercializadas en Colombia específicamente en Cúcuta.

9.2.2. Resultados: Análisis tecnológico.

Como se estableció previamente en la metodología, se realizó una revisión de las correspondientes Hojas de datos suministradas por los proveedores. Los resultados se plasmaron en la siguiente tabla de fortalezas y debilidades desde el punto de vista tecnológico.

Tabla 3. Resultados: Análisis de hardware y software libre para la adquisición tratamiento e interpretación de datos asociados al aporte de ruido.

1. FRECUENCIA DE MUESTREO:					
Tipo de Placa		Vel muestreo.			DF
<i>WEMOS. Placa modelo: D1R2</i>		10Khz			Debilidad
<i>DAQ National Instruments USB-6008</i>		48 Khz			Fortaleza
<i>ARDUINO. Leonardo R3</i>		10khz			Debilidad
2. CONFIGURACIÓN:					
Tipo de Placa	Tipo de configuración	Software especializado	Lenguaje de programación		DF
<i>WEMOS. Placa modelo: D1R2</i>	Mediante Interface PC	Si	Arduino, lenguaje AVR, Lenguaje C++,		Fortaleza
<i>DAQ National Instruments USB-6008</i>	Mediante Interface PC	Si	Visual basic		Debilidad
<i>ARDUINO. Leonardo R3</i>	Mediante Interface PC	Si	Arduino, lenguaje AVR, Lenguaje C++,		Fortaleza
3. SOFTWARE DE TRABAJO:					
Tipo de Placa	Compatible con Entorno Windows 8,10	Nombre comercial software	Fecha Última versión.	Licencia	DF
<i>WEMOS. Placa modelo: D1R2</i>	Si	Arduino. 1.6.13	2016/08/16	Libre	Fortaleza
<i>DAQ National Instruments USB-6008</i>	No	Ni LabView. 8.5	2007/08/01	Propietaria	Debilidad
<i>ARDUINO. Leonardo R3</i>	Si	Arduino. 1.6.13	2016/08/16	Libre	Fortaleza
4. CONDICIONES MEDIO AMBIENTALES DE TRABAJO:					
Tipo de Placa	Rango de Temperatura	Humedad	Altitud máxima		DF
<i>WEMOS. Placa modelo: D1R2</i>	----	----	----		Debilidad
<i>DAQ National Instruments USB-6008</i>	-40 ⁰ C - 85 ⁰ C	5% -95%	2000 msnm, 25 ⁰ C		Fortaleza
<i>ARDUINO. Leonardo R3</i>	----	----	----		Debilidad
5. TIPO DE SEÑALES:					
Tipo de Placa	Anagógica		Digital		DF
<i>WEMOS. Placa modelo: D1R2</i>	1 Entradas		11		Debilidad
<i>DAQ National Instruments USB-6008</i>	12 Entradas		11		Fortaleza
<i>ARDUINO. Leonardo R3</i>	12 Entradas		20		Fortaleza
6. ENFOQUE DE DISEÑO:					
Tipo de Placa	Uso especializado: Requiere conocimientos avanzados en programación y electrónica		Diseño enfocado para todo tipo de usuario.		DF
<i>WEMOS. Placa modelo: D1R2</i>	No		Si		Fortaleza
<i>DAQ National Instruments USB-6008</i>	Si		No		Debilidad
<i>ARDUINO. Leonardo R3</i>	No		Si		Fortaleza

Fuente Autor

En el análisis tecnológico se pudo establecer que la placa ARDUINO. Leonardo R3 presenta un 66.6% de fortaleza en base a los 6 requisitos analizados. Los parámetros en los cuales la placa ARDUINO. Leonardo R3 presentó fortalezas fueron: Configuración, Software de trabajo, Tipo de señales, y Enfoque de diseño.

La placa WEMOS. D1R2 presenta un 50% de fortaleza en base a los 6 requisitos analizados. Los parámetros en los cuales la placa WEMOS. D1R2 presentó fortalezas fueron: Configuración, Software de trabajo, y Enfoque de diseño.

La placa DAQ National Instruments USB-6008 presenta un 50% de fortaleza en base a los 6 requisitos analizados. Los parámetros en los cuales la placa DAQ National Instruments USB-6008 presentó fortalezas fueron: Frecuencia de muestreo, Condiciones medio ambientales de trabajo, y Tipo de señales

De esta forma se pudo establecer que la placa ARDUINO. Leonardo R3 superó en el análisis tecnológico a las otras 2 placas, No obstante cabe resaltar que la placa DAQ National Instruments USB-6008 presentó fortalezas bastante relevantes, específicamente en relación a la frecuencia de muestreo, pero la complejidad asociada a su configuración, programación y uso mediante un software pago cuya versión tiene más de 8 años de antigüedad, así como su enfoque de diseño, hacen que esta placa sea la opción menos viable.

A si mismo tanto la placa ARDUINO. Leonardo R3 como la placa WEMOS. D1R2 poseen características muy interesantes tanto en su hardware, software, ya que estas placas poseen diseño en base a software y hardware libre con una extensa documentación y desarrollos multipropósito, así mismo el enfoque de diseño de la placa ARDUINO, centrado en la facilidad de uso y programación, la hacen ideal para la educación multidisciplinaria presentándose como una alternativa interesante en el contexto de la enseñanza y la vigilancia ambiental y medioambiental.

9.2.3. Resultados: Análisis de Respaldo y mantenimiento.

Para el análisis del respaldo y mantenimiento se tuvieron en cuenta los siguientes ítems o puntualidades:

- Disponibilidad de Personal Capacitado
- Interés y Calidad de Servicio
- Marca Reconocida Mundial y Localmente
- Recursos de Atención al cliente (líneas gratuitas, pagina web, e-mail)
- Garantía en los Equipos.

Cada ítem posee un 20% de peso en base a un total de 5 ítems analizados los cuales en conjunto suman un 100%

Tabla 4. Resultados: Análisis de Respaldo y mantenimiento.

ITEM.	WEMOS. D1R2		DAQ National Instruments USB-6008		ARDUINO. Leonardo R3	
	Cumplimiento	%	Cumplimiento	%	Cumplimiento	%
Disponibilidad de Personal Capacitado: Servicio Posventa.	No disponible	0%	No disponible	0%	No disponible	0%
Interés y Calidad de Servicio.	No	0%	Si	20%	Si	20%
Marca Reconocida Mundial y Localmente	Si	20%	Si	20%	Si	20%
Recursos de Atención al cliente						
• líneas gratuitas.	No	0%	No	0%	No	0%
• pagina web.	Si	6.66%	Si	6.66%	Si	6.66%
• e-mail.	Si	6.66%	Si	6.66%	Si	6.66%
Garantía en los Equipos.	No	0%	Si	20%	Si	20%
% Total cumplimiento		33%		73%		73%

Fuente autor

En el Análisis de Respaldo y mantenimiento tanto la placa DAQ National Instruments USB-6008, como la placa ARDUINO Leonardo R3 obtuvieron un 73% sobre el total de 5 ítems evaluados. Cabe resaltar que el servicio técnico posventa relacionado a estos artefactos en la ciudad de Cúcuta no existe, no obstante la disponibilidad de personal técnico capacitado se puede obtener. Así mismo el interés y la calidad del servicio propiciada por los proveedores se centra exclusivamente en el soporte comercial de venta de los productos, de la misma forma los recursos de atención al cliente se centran solo en el uso de la web y el correo electrónico.

8.5.1.4. Resultados: Análisis de Costos.

En esta etapa se analizan las diferencias entre los costos de cada placa de desarrollo. Para el análisis de costos se tuvieron en cuenta los siguientes ítems o puntualidades:

- Costos del hardware
- Costos de software
- Costos de instrumentación incluye sensores

A continuación se exponen los resultados del análisis de costos.

Tabla 5. Resultados: Análisis de costos.

WEMOS. Placa modelo: D1R2.	
• Costos del hardware.	\$ 44.000
• Costos de software.	\$ 0
• Costos de instrumentación incluye sensores.	\$ 80.000
TOTAL.	\$ 124.000
DAQ National Instruments USB-6008.	
• Costos del hardware.	\$ 1.016.000.
• Costos de software. pago.	\$ 20.390.000
• Costos de instrumentación incluye sensores.	\$298.000
TOTAL.	\$ 21.704.000
ARDUINO. Leonardo R3.	
• Costos del hardware.	\$ 33.000
• Costos de software.	\$ 0
• Costos de instrumentación incluye sensores.	\$ 80.000
TOTAL.	\$ 113.000

Fuente autor

Los valores referidos en la tabla anterior están basados en las cotizaciones generadas por 2 proveedores nacionales los cuales comercializan las marcas referidas y proveen garantía e incluyen el IVA a sus productos, no obstante en el momento de generar las respectivas cotizaciones la garantía se aplicaba solo a 2 placas, la ARDUINO Leonardo R3 y la placa DAQ National Instruments USB-6008.

Así mismo se pudo establecer en el análisis de costos que la placa de desarrollo más económica es la ARDUINO Leonardo R3 con un costo total de \$113.000 pesos Colombianos, seguido de la placa WEMOS D1R2 con un costo total de \$121.000 y por ultimo tenemos la placa DAQ National Instruments USB-6008. Con un costo total de \$ 21.704.000 pesos Colombianos.

Se puede observar que el costo de la placa DAQ National Instruments USB-6008 es extremadamente alto en comparación con el costo de las otras 2 placas de desarrollo. Así mismo se tuvo en cuenta que para el diseño de un sistema de adquisición de datos asociados al ruido, se debe adquirir una serie de modulos o sensores, en el caso de la DAQ National Instruments USB-6008, la compañía recomendaba el uso de un sonómetro tipo 1 cuyo valor rondaba los 10 millones de pesos, haciendo totalmente inviable esta opción, a pesar de esto y en base a desarrollos y experiencias documentadas en las cuales mediante el uso de placas de desarrollo más económicas como la ARDUINO se han logrado realizar proyectos de adquisición de datos con resultados muy prometedores utilizando sensores mucho más económicos.

A continuación se exponen las cotizaciones asociadas a cada placa de desarrollo.

USB-6008

Dispositivo DAQ Multifunción de Bajo Costo de 12 Bits, 10 kS/s



Hacer Zoom/Imágenes Alternas

Desde **COP 1.016.000** (vea opciones de precios)

[Ver Hoja de Especificaciones \(inglés\)](#)

- 8 entradas analógicas (12 bits, 10 kS/s)
- 2 salidas analógicas estáticas (12 bits); 12 E/S digitales; contador de 32 bits
- Energizado por bus para una mayor movilidad, conectividad de señal integrada
- La versión OEM está disponible
- Compatible con LabVIEW, LabWindows™/CVI y Measurement Studio para Visual Studio .NET
- Considere el USB-6001 para resolución de 14 bits y velocidades de muestreo más altas.

[Ver Recursos de Soporte](#)

Información General

Especificaciones

Precios

Servicios

Recursos

NI USB-6008 y Accesorios

NI USB-6008 - 779051-01 Cant. COP 1.016.000 cada uno

▼ Accesorios Opcionales

Accesorios Recomendados

USB 6008/09 Accessory Kit - 779371-01 Cant. COP 147.000 cada uno

Connectivity Accessories

USB 6000 Series Prototyping Accessory - 779511-01 Cant. COP 151.000 cada uno

Software

! Nota: Debe comprar este dispositivo sin software, solamente si ya posee un software de aplicación compatible. [\[Ver Lista Completa\]](#)

Sistema de Desarrollo Profesional de LabVIEW para Windows (Inglés) , 1 año de SSP - 776678-35 Cant. COP 20.390.000 cada uno

Cambiar Software

Conozca sobre todo el software compatible y obtenga recomendaciones de acuerdo a sus necesidades.

Días Estimados de Envío: 9 - 14

Subtotal: COP 21.704.000

Figura N° 17. Cotización placa DAQ National Instruments USB-6008. (Fuente National Instruments 2016)

[BUSCAR](#)

MACTRONICA / Tarjetas De Desarrollo / ARDUINO LEONARDO R3 CON CABLE USB

ARDUINO LEONARDO R3 CON CABLE USB

\$ 30.000



36 cuotas de \$ 833 con mercado pago



[Ver cuotas](#)

También puedes pagar con

Giro Efecty , Bancolombia , Colpatría



[Ver costos de envío](#)



Cantidad:

[COMPRAR](#)

[Contactar](#)



GARANTÍA:

Defectos de Fabrica

CARACTERÍSTICAS

- Microcontrolador: ATmega32u4.
- Voltaje de operación: 5V.
- Voltaje de entrada (recomendado): 7-12V.
- Voltaje de entrada (límite): 6-20V.
- Pines Digitales I/O: 20.
- Canales PWM: 7.
- Canales de entrada Analógica: 12.
- Corriente DC por Pin I/O: 40mA.
- Corriente DC para el pin 3.3V: 50mA.
- Memoria Flash: 32 KB (ATmega32u4), 4 KB usado por bootloader.
- SRAM: 2.5 KB (ATmega32u4).
- EEPROM: 1 KB (ATmega32u4).
- Velocidad Reloj: 16MHz.

DIAGRAMA ESQUEMATICO

EJEMPLOS ESQUEMATICOS

CONTÁCTANOS

MACTRONICA

Carrera 17 43-69 Esquina, Chapinero,
Bogotá D.c.

Tel: 3197498877/ 3193435978

Figura N° 18. Cotización placa ARDUINO LEONARDO R3. (Fuente Mactronica 2016)

BUSCAR

MACTRONICA / Tarjetas De Desarrollo / Tarjeta Desarrollo Wemos D1 R2 Wifi ESP12-E

Tarjeta Desarrollo Wemos D1 R2 Wifi ESP12-E

\$ 44.000

36 cuotas de \$ 1.222 con

[Ver cuotas](#)**También puedes pagar con**

Giro Efecty , Bancolombia , Colpatría

[Ver costos de envío](#)Cantidad: **COMPRAR**[Contactar](#)**GARANTIA:**

Defectos de Fabrica

DESCRIPCIÓN:

La D1 R2 es un mini placa wifi basada en el ESP-8266EX.

- 11 pines de entrada / salida digitales, todos los pines tienen interrupción / PWM / I2C / uno hilos apoyado (a excepción de D0)
- 1 entrada analógica (3.2V de entrada máx)
- conexión USB micro
- conector de alimentación, entrada de alimentación 9-24V.
- Compatible con Arduino
- Compatible con nodemcu

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

microcontrolador	ESP-8266EX
Tensión de funcionamiento	3.3V
E / S digitales prendedores	11
Pines de entrada analógica	1 (entrada de Max: 3.2V)
Velocidad de reloj	80 MHz / 160 MHz
Destello	4M bytes
Longitud	68.6mm
Anchura	53.4mm
Peso	25g

CONTÁCTANOS

MACTRONICA

Carrera 17 43-69 Esquina, Chapinero,
Bogotá D.c.

Tel: 3197498877/ 3193435978

Figura N° 19. Cotización placa Wemos D1 R2. (Fuente Mactronica 2016)

9.2.5. Priorización de puntos para la instalación de las estaciones de monitoreo.

En este primer acercamiento, el área de influencia de la UFPS campus central, se dividió en cuadrantes “cuadriláteros” de 100 metros de lado siguiendo los senderos de acceso peatonal y la línea de edificaciones existente. Es pues que se establecieron 4 puntos para la ubicación de las estaciones, la escogencia y priorización de puntos está condicionada a la disposición de energía eléctrica, seguridad, afluencia y movilidad humana así como cubrimiento de la red de Ethernet de la universidad.

En la siguiente imagen se expone la referencia espacial de las estaciones.

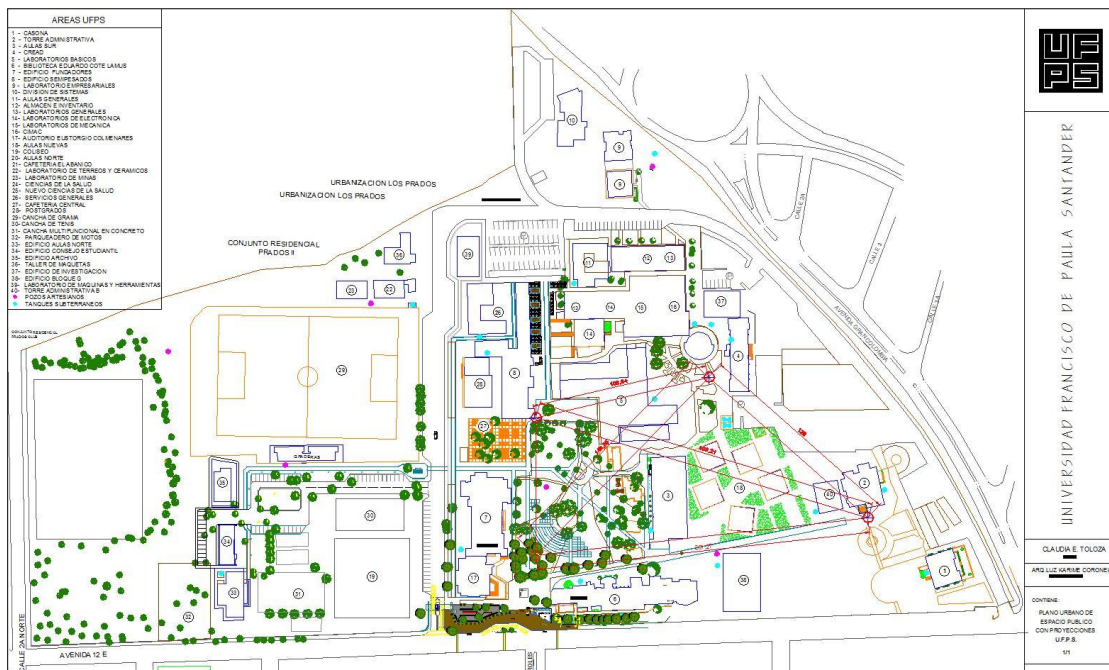


Figura N° 20. Localización espacial de las estaciones. (Fuente propia 2015)

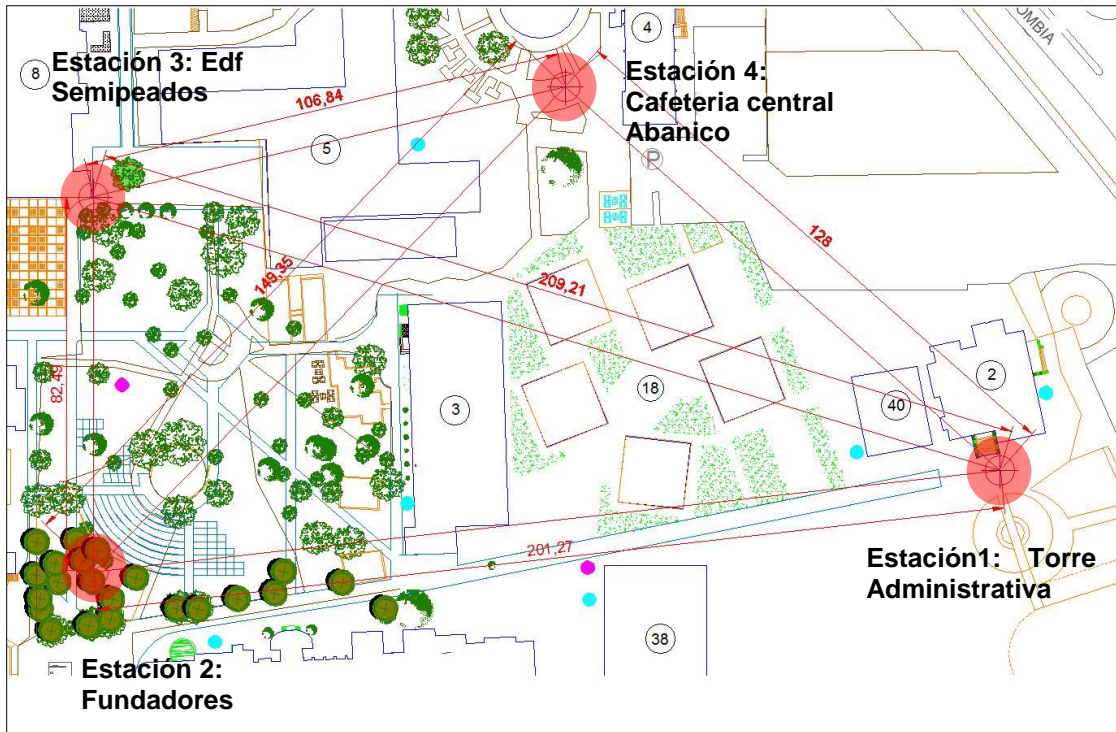


Figura N° 21. Vista ampliada, localización espacial de las estaciones. (Fuente propia 2015)

Las estaciones establecidas en primera instancia son las siguientes:

- **Estación 1. Torre administrativa:** Ubicación. Segundo piso cara norte sede administrativa de la UFPS colindante con el parqueadero central y el parque Monumento a los Benefactores. UFPS.
- **Estación 2. Edificio Fundadores:** Ubicación. Segundo piso cara sur colindante con el parqueadero central de bicicletas y la entrada principal peatonal.
- **Estación 3. Ubicación. Edificio Laboratorios de materiales semipesados:** Ubicación de la estación: Segundo piso cara sur.
- **Estación 4. Cafetería principal Abanico:** Ubicación. techo cara este.

Tabla 6. Ubicación Estaciones.

	<p>Estación 1. Torre administrativa: Ubicación. Segundo piso cara norte sede administrativa de la UFPS colindante con el parqueadero central y el parque Monumento a los Benefactores. UFPS.</p>
	<p>Estación 2. Edificio Fundadores: Ubicación. Segundo piso cara sur colindante con el parqueadero central de bicicletas y la entrada principal peatonal.</p>
	
	<p>Estación 3. Ubicación. Edificio Laboratorios de materiales semipesados: Ubicación de la estación: Segundo piso cara sur.</p>
	<p>Estación 4. Cafetería principal Abanico: Ubicación. Techo cara este.</p>

Fuente autor

9.2.6. Diseño de las estaciones.

El diseño de las estaciones de adquisición de datos referentes al aporte de ruido, se centro en el uso de la placa Arduino Leonardo R3 ya que esta presenta características sumamente interesantes las cuales la hacen ser la placa idónea para tal fin. Las características más apreciables son su bajo costo, su diseño multipropósito basado en software y hardware libre, su extensa documentación, extensos desarrollos tecnológicos asociados a este tipo de placas, su usabilidad, su simplicidad, la capacidad de integración via web con otros dispositivos, así como la amplia oferta de sensores modulares que posee.







Es pues que el diseño parte del reconocimiento de la arquitectura asociada a esta placa en particular. Específicamente la placa Arduino Leonardo cuenta con 12 entradas análogas y 20 pines digitales, estas entradas análogas son idóneas para la captura de señales físicas analógicas tales como son las variaciones de voltaje asociadas a la señal generada por un sensor de ruido compuesto por un micrófono y un amplificador, así mismo la placa en cuestión puede recibir mas señales provenientes de otros sensores ideal para analizar (velocidad del viento, dirección del viento humedad presión atmosférica) según las especificaciones dadas por el fabricante, la placa Arduino Leonardo posee un microcontrolador ATmega-32U4 con una velocidad de 16 Mhz así mismo cada entrada analógica puede proporcionar 10 bits de resolución, es decir 1024 valores diferentes (desde 0 hasta 1023). Por defecto, las entradas analógicas soportan desde 0 a 5 Voltios. Así mismo cuenta con una frecuencia de muestreo de datos cercana a los 10Khz.

Otra ventaja que posee es la opción de integración web mediante el uso de una placa Ethernet, la cual provee al dispositivo de la conexión a red local e internet, incluyendo su enlace a base de datos en servidores remotos.

Aunque la literatura refiere diseños basados en placas ARDUINO para captura de ruido, los cuales cumplen con la norma IEC 61672-1:2013, emitidas por la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional) cabe mencionar que para efectos de este trabajo el diseño no pretende el generar un herramienta con validación normativa, ya que el objetivo es analizar el desempeño de este dispositivo como medio económicos de fácil programación para la captura de datos asociados al ruido e integrarla mediante recursos tic para generar una herramienta de consulta.

Es pues que para el diseño también se utilizaron una serie de sensores para capturar datos de humedad temperatura presión atmosférica, tal como lo se estipula en el Decreto 0627 de 2006. En el apartado de diligenciamiento de informes. Estos sensores se referencian en la siguiente tabla.

Tabla 7. Resultados: Relación de sensores utilizados.

	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor de ruido con amplificador MAX9812: Sensor encargado de recoger los datos analógicos asociados al ruido.
	<ul style="list-style-type: none"> • Micrófono de condensador omnidireccional tipo Elektret WM 61A Panasonic: Micrófono de respuesta plana.
	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor de presión barométrica BMP180: Sensor para analizar las variaciones en la presión barométrica.
	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor de temperatura y humedad Dht22: Sensor para analizar las variaciones de temperatura y humedad.
	<ul style="list-style-type: none"> • Arduino Ethernet SHIELD: Placa para conexión a red
	<ul style="list-style-type: none"> • Placa de desarrollo ARDUINO Leonardo R3

Fuente autor

Se remplazo la capsula de micrófono que traía de fabrica el sensor de ruido, por un micrófono de condensador omnidireccional tipo Elektret WM 61A Panasonic, este micrófono es ideal para el trabajo en condiciones meteorológicas variable , este cambio se fundamenta en el diseño del micrófono en cuestión el cual presenta una respuesta casi plana en todo el espectro de frecuencias, esta característica lo hace idóneo para la captura de datos relacionados con el ruido ya que este tipo de respuestas indican que el micrófono no genera perturbaciones o variaciones sustanciales en la captura de los datos.

Esto se puede apreciar en la siguiente figura:

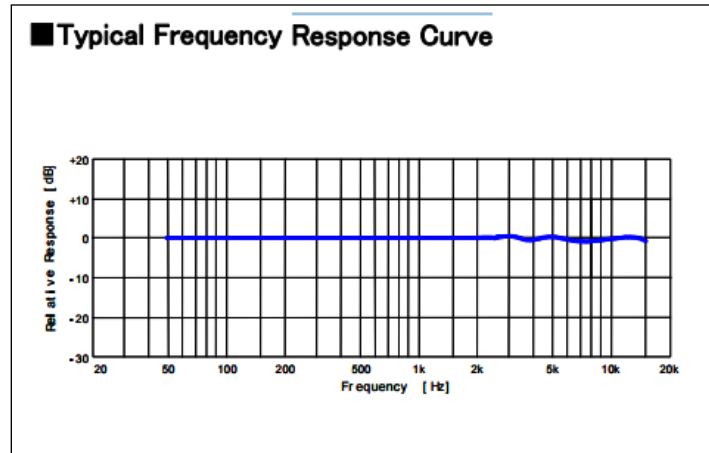


Figura N° 22. Curva de respuesta de Frecuencias Micrófono WM 61A Panasonic. (Fuente Panasonic 2016)



Figura N° 23. Insumos partes y sensores adquiridos.

En la imagen anterior se aprecian los diferentes insumos y conectores adquiridos para la consecución de la estación de adquisición de datos asociados al ruido. Las estaciones están pensadas para instalarse en los 4 sitios escogidos para este fin.

9.2.7. Integración de las tics para la captura y análisis de datos relacionados con el ruido.

Posteriormente al diseño del sistema de estaciones, se procederá a realizar la integración del sistema con las diferentes herramientas y recursos tics para consulta de datos.

Se pudo establecer que la Placa ARDUINO Leonardo R3 puede interactuar con servidores remotos mediante conexión Ethernet e integrarse a una serie de base de datos las cuales posteriormente pueden consultarse via web mediante el uso de una serie de protocolos y archivos PHP. Es interesante la capacidad que posee la placa en cuestión para interactuar con el sistema de gestión de bases de datos MySQL desarrollado bajo licencia dual GPL (Licencia Pública General) cabe mencionar que es uno de los gestores de bases de datos más usado en el mundo debido a su fácil instalación, administración y bajo costo, tanto en infraestructura.

Estas características hacen que la integración: “*hardware, software, administrador del sistema y usuario del sistema*” se generen totalmente a través del internet mediante el montaje de una plataforma gestora de contenidos que mediante una interfaz grafica, presenta al usuario y al administrador del sistema, los datos e información pertinente y relevante asociados a la adquisición de datos relacionados con el ruido. Acorto plazo se tiene previsto que esta información pueda consultarse a través de cualquier dispositivo que disponga de conexión web sea laptop computador de escritorio, tablet o Smartphone. Este desarrollo puede apreciar en la siguiente dirección: <http://ideab-ufps.edu.co/simir.htm>

6. CONCLUSIONES.

Se pudo establecer que las condiciones asociadas al Ruido ambiental al interior del campus sede central de la UFPS sobrepasan los estándares permisibles según la norma nacional Resolución 0627 de 2006, para ruido en horario diurno y nocturno.

Se pudo establecer que las condiciones asociadas al Ruido ambiental en el perímetro exterior del campus sede central de la UFPS sobrepasan los estándares permisibles según la norma nacional Resolución 0627 de 2006, para ruido en horario diurno y nocturno.

Se pudo establecer que no existen estrategias o medidas de gestión asociadas al control de ruido en el campus sede central de la UFPS.

La UFPS a pesar de contar con un SGSST, y un SGA carece de datos y sistemas de vigilancia para el factor físico contaminante de ruido ambiental y ocupacional.

La UFPS no realiza ni exige evaluación médica ocupacional de audiometría a su recurso humano y contratistas.

El estado de salud asociado a la percepción auditiva, de los trabajadores (docentes, administrativos, personal de mantenimiento, servicios generales, contratistas,) así como el estado de salud de la percepción auditiva de los alumnos es un incierto ya que la universidad no cuenta con datos asociados a estudios audiometricos ni de hipoacusia.

La implementación de un sistema de vigilancia y monitoreo de ruido ambiental es una necesidad imperante para una acertada y real gestión ambiental, así como para una acertada y real gestión en seguridad y salud en el trabajo, ya que a través de el conocimiento de la realidad asociada al aporte de ruido al interior y exterior del Campus central de la UFPS, se pueden generar medidas reales de control y mitigación de este factor contaminante, integrando de esta forma los principios de prevención y precaución garantizando una mejora en la calidad de vida y de esta forma fomentando la inclusión del desarrollo sostenible en la dinámica gerencial y administrativa de la UFPS.

Se pudo establecer que se pueden diseñar herramientas de adquisición de datos de variables ambientales y medio ambientales basadas en recursos TIC de software y hardware libre, muy económicas y con resultados prometedores.

La implementación de un sistema de monitoreo de ruido ambiental mediante el uso de placas de desarrollo de software y hardware libre pueden generar los espacios de inclusión necesarios para que los alumnos de los planes de estudio afines a la temática ambiental, se apropien del conocimiento introductorio en el uso y aplicación de algunas herramientas TIC en el contexto asociado a la adquisición de datos ambientales y medio ambientales, propiciando con esto una

adecuada transferencia de conocimiento, fomentando la innovación el trabajo interdisciplinario y el desarrollo sostenible específicamente en lo relacionado con progresos ingenieriles tecnológicos y su enlace con los aspectos sociales culturales y naturales.

7. RECOMENDACIONES.

Realizar audiometrías periódicas al personal docente administrativo, de servicios generales y de mantenimiento de la UFPS así mismo exigir estos exámenes a los contratistas vinculados a la dinámica laboral de la UFPS.

Realizar periódicamente mediciones y evaluaciones de ruido laboral en los salones, los laboratorios de mecánica y de materiales cerámicos.

Implementar estrategias de mitigación y control de ruido al interior y exterior del campus sede central de la UFPS enfocadas a la sensibilización en el uso adecuado de auriculares en el colectivo que humano asociado al área de influencia en el Campus central.

Implementar medidas de insonorización en los equipos de refrigeración industrial y equipos de aire acondicionado así como medidas de insonorización en los equipos y maquinaria industrial de los laboratorios de mecánica y los laboratorios de Investigación de Materiales Cerámicos

Implementar un SVE para ruido con el fin de conocer la dinámica asociada a la aparición de hipoacusias, en el colectivo humano asociado al área de influencia en el Campus central de la UFPS con el fin de mitigar el daño y pérdida de sensibilidad aditiva ya sea por el uso continuo de auriculares o a la exposición continua de ruido por encima del estándar permitido.

Generar estrategias más certeras para la regulación de eventos culturales en donde se utilicen equipos de amplificación por encima de 100 vatios, buscando mitigar el impacto causado por el aporte de ruido generado por eventos de de concurrencia masiva en horas diurnas y nocturnas

8. BIBLIOGRAFIA.

(Álvarez, et, al 2009) Desarrollo de un protocolo para comunicaciones inalámbricas e implementación en dispositivos de lógica configurable. Facultad de Informática. San Sebastián, España.

(Molano. 2014) Colombiadigital. Recuperado el 19 de 06 de 2016. <http://www.colombiadigital.net/actualidad/articulos-informativos/item/7821-internet-de-las-cosas-concepto-y-ecosistema.html>

(Abasto, 2009). La Enseñanza de la Ecología en un nuevo Ambiente de Aprendizaje. Resultados de una Experiencia de Curso Semipresencial en la Carrera de Ingeniería Agronómica. Formación universitaria. Recuperado el 20 de 10 de 2015. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373534526003>

(AOM .2016) Air quality. Recuperado el 15 de 05 de 2016. <https://getbetterair.wordpress.com/2013/02/26/air-quality-egg-one-of-kickstarters-best-projects-in-2012/>

(Aranda 2001) Los micrófonos en acústica. Universidad de granada. Recuperado el 14 de 03 de 2016. http://electronica.ugr.es/~amroldan/noticias/microfonos_en_acustica.pdf

(ASHA. American Speech Language Hearing Association 2016) Tipo, grado y configuración de la pérdida de audición. Recuperado el 01 de 04 de 2016. <http://www.asha.org/uploadedFiles/Tipo-grado-y-configuracion-de-la-perdida-de-audicion.pdf>

(Biondo. 2004) Micrófonos, curso documentos. Universidad de Buenos Aires.

(Boillat, M. A. (1998). El Oído. En J. M. Stellman, Enciclopedia en Salud y Seguridad en el trabajo y asuntos sociales. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

(Carneiro, Toscano 2009). Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) . Los desafíos de las TIC para el cambio educativo. Santillana.

(CEIA ARAGON. 2016). Recuperado el 19 de 06 de 2016. <http://www.ceeiaragon.es/>

(Educared 2016) Hardware libre. Recuperado el 21 de 06 de 2016. http://www.ecured.cu/Hardware_libre

(Garza Fernando, 2004). "Reglamentos de ruido vs. Naturaleza humana", Ingenierías. Volumen VII, No. 25. Octubre-diciembre 2004.

(Irg.2013) IRG. SAT. Sistema de Alertas Tempranas Norte de Santander. Recuperado el 16 de 04 de 2016. <http://www.institut-gouvernance.org/es/experiencia/fiche-experiencia-38.html>

(Juarez 2009). Diseño de un sonómetro. Instituto Politécnico Nacional. México D.F., México

(Ministerio de TIC. 2016) Internet de las cosas. Recuperado el 21 de 06 de 2016. <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-6165.html>

(Oracle. 2016) MySQL. Recuperado el 16 de 04 de 2016. <http://www.oracle.com/us/products/mysql/overview/index.html>

(Plasencia, Carranza, 2009) El ruido en las operaciones mineras: El caso de Yanacocha Oeste. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG. Vol. 12, No. 24. Pp. 141-147. Junio de 2009 .

(Recuero, 2000). Ingeniería Acústica. Editorial Paraninfo.

(Ruffa 2012). UBA. Memorias. Buenos Aires Argentina.

(Sánchez 2012) Metrología Acústica. Gobierno de Chile.

(UNE IEC 61672. De 2014) Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications.

(Wikipedia. 2016) Hardware libre. Recuperado el 21 de 06 de 2016. [APRESTAMIENTOhttps://es.wikipedia.org/wiki/Hardware_libre.](https://es.wikipedia.org/wiki/Hardware_libre)

Air quality egg. (2016) Recuperado el 12 de 05 de 2016. <http://airqualityegg.com/>

Brüel&Kjær (2000). Ruido ambiental. Copenhagen Recuperado el 25 de 02 de 2016. <http://www.bksv.com/doc/br1630.pdf>

Camargo (2011) Transferencia tecnológica y de conocimientos en el diseño de sistemas embebidos. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.

Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL), 2011. Aprender y enseñar con las tecnologías de la información y las comunicaciones en América Latina: potenciales beneficios. En: CEPAL - Serie Políticas sociales No. 169. Publicación de las Naciones Unidas ISSN: 1564-4162 División de Desarrollo Social, Santiago de Chile.

Cyril M., Harris,(1998) Manual de Medidas acústicas y control del ruido. MCGRAW-HILL.

Drucker, (1997) Drucker on Asia A Dialogue Between Peter Drucker and Isao Nakauchi. Routledge Taylor & Francis Group

Evans (2011) Arduino programming notebook. Creative Commons. Recuperado el 22 de 04 de 2016. http://www.ardumania.es/wp-content/uploads/2011/10/Arduino_programing_notebook_ES.pdf

Evans. (2011). Internet de las cosas. Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. Cisco (IBSG). Recuperado el 10 de 05 de 2016. http://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf

Ferrite, Santana, (2005). Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. Occupational Medicine. 55:48-53.

Floría (2007). Gestión de la higiene industrial en la empresa. Fc Editorial.

Gómez.(2006). Audiología Básica. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Houghton, Howd, Pryor. (1982) Effects of Hexane on the brainstem auditory response and caudal nerve action potential. Neurobehav Toxicol Teratol 4:79-85.

Huerta (2007). UNESCO. Recuperado el 016 de 06 de 2016. <http://www.unescoetxea.org/ext/manual/html/fundamentos.html>

Johansson, (2016) 3M™ Peltor™ Recuperado el 04 de 05 de 2016. <http://peltorcomms.3m.com/world/page.asp?Kpagenumber=176>

Ley del Ruido 37 (2003) Diario oficial Boletín Oficial del Estado. Gobierno de España. Ministerio de la Presidencia. Recuperado el 17 de 04 de 2016. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2003-20976>

Llaneza (2009) Ergonomía y psicología aplicada: manual para la formación del especialista Lex Nova.

López (2008) PHP y MySQL Programación dinámica en el lado del servidor. Alfaomega. Ra-Ma.

López A .(2010). Patologías de la Audición. 2010 13 Mar 2010. MCGRAW-HILL.

Martínez, (2010). Diagnostico de Salud ambiental localidad de Bosa. Bogota, D.C. (Duart y Sangrá, 2000).

Martínez. (2004) Apropiación de conocimiento en Colombia. El caso de los contratos de importación de tecnología. Revista Cuadernos de Economía.

Ministerio de Educación Nacional MEN (1998). Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá, Colombia.

Miyara.(1999) Control de Ruido. Recuperado el 19 de 01 de 2016.

Monterroza, (2007). Proyecto de control de ruido en la ciudad de Cartagena. EPA Cartagena.

Morera, Algarra (2006) Lecciones de otorrinolaringología aplicada Editorial GLOSA.

Moro (2011) Instalaciones domóticas. Parainfo.

Olmo. (2009) Los Grados de la Audición. Recuperado el 12 de 04 de 2016. http://www.clinicasdeaudicion.com/documentos/articulos/los_grados_de_la_audicion.pdf

OMS (2015) Escuchar sin riesgos. Recuperado el 12 de 06 de 2016. <http://www.who.int/topics/deafness/safe-listening/es/>

Open Source Ecology (OSE). Recuperado el 19 de 06 de 2016. <http://opensourceecology.org/about-overview/>

Osorio, Et al (2006) Incorporación de las tic en educación superior: experiencia institucional. Universidad de los Andes.

Pavón.(2007) Navegar en internet creación de un portal con PHP y MySQL. Alfaomega. Ra-Ma.

Pérez (2006) Desarrollo de páginas web dinámicas con PHP y MySQL. Alfaomega. Ra-Ma.

Rejano. (2000) Ruido Industrial y Urbano. Ediciones Paraninfo.

Renom (2011) Principios básicos de las mediciones atmosféricas. Universidad de la República Oriental del Uruguay.

Resolución 627 (2006) MAVDT. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Rosas (2011) Diseño e implementación de un sistema embebido para la adquisición y transmisión de señales biomédicas a través de la red celular. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 2011.

Ruíz (2013) Arduino+Ethernet shield.

Torrente. (2013) Arduino curso práctico de formación. Rc libros.

Tortajada. (2014) La guía definitiva del diseño web: HTML, XHTML, CSS y herramientas de diseño. Sigma.

UFPS PD. (2011-2019). Plan de Desarrollo UFPS 2011 – 2019. Universidad francisco de Paula Santander.

UFPS SI/TIC.(2008) Plan Institucional de SI/TIC UFPS 2008-2015 Universidad francisco de Paula Santander.

UNESCO.(2016) Free and Open Source Software (FOSS) Recuperado el 9 de 05 de 2016. <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/access-to-knowledge/free-and-open-source-software-foss/>

Valero (1983) Física fundamental. Norma Bogotá

Vivas et al, (2005) Ventanas en la ciudad. Observaciones sobre las urbes contemporáneas. UOC