



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PROPUESTA DE MEJORA A LA ACÚSTICA DE LOS SALONES DE CLASES  
DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA DE UNA UNIVERSIDAD PRIVADA, UBICADA  
EN CARACAS.

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

Presentado ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

Como parte de los requisitos para optar al título de

**I N G E N I E R O I N D U S T R I A L**

REALIZADO POR:

Álvarez Ortiz, Paola  
Ortiz Colmenares, Johanna

PROFESOR GUÍA:

Álvarez, Alexander

FECHA:

Septiembre, 2012

*A mis padres, Rafael Álvarez y Marlies Ortiz.*

**Paola Álvarez**

*A mis padres, Yomara Colmenares y Felipe Ortiz.*

**Johanna Ortiz**

## Agradecimientos

*A nuestro tutor, Alexander Álvarez, quien nos guío y apoyó durante la elaboración de toda esta investigación, brindándonos todas las herramientas y conocimientos necesarios.*

*Al profesor Joao De Gouveia, quien además de ser nuestro profesor y director de escuela, es nuestro amigo, gracias por estar ahí para nosotras cada vez que te necesitamos.*

*Al profesor Adelmo Fernández, quien estuvo presente para asesorarnos y responder todas las dudas que se nos presentaron en el camino.*

*A Santiago Acosta por su apoyo incondicional en todo momento.*

**Paola Álvarez y Johanna Ortiz**

*A Johanna Ortiz, prima, hermana y amiga, por acompañarme en todos los buenos y malos momentos de mi vida. Sin ti la realización de este trabajo hubiese sido más difícil.*

*A mi mamá, quien desde lejos, ha sido siempre un gran sustento para mí.*

*A mi papá, por su confianza, amor y respeto.*

**Paola Álvarez**

*A Paola Álvarez, por estar ahí en todas las etapas de mi vida, no hubiese realizado este trabajo con otra persona en el mundo, gracias por hacer tan ameno todo este proceso, desde el primer semestre hasta el fin.*

*A mi mamá, Yomara Colmenares, quien ha estado para apoyarme en las buenas y en las malas, gracias por siempre creer en mí.*

**Johanna Ortiz**

## **PROPUESTA DE MEJORA A LA ACÚSTICA DE LOS SALONES DE CLASES DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA DE UNA UNIVERSIDAD PRIVADA, UBICADA EN CARACAS.**

Realizado por: Paola A. Álvarez O. y Johanna C. Ortiz C.

Tutor: Alexander Álvarez G.

Fecha: Septiembre 2012.

### **SINOPSIS**

El personal docente se expone a diferentes condiciones de trabajo que influyen en su salud, bienestar y calidad de vida. Uno de los aspectos que más se perjudica en esta población es la voz, principal herramienta para el desarrollo de su trabajo; previos estudios han demostrado que su afección, la cual es conocida como disfonía, representa un gran problema en la salud del profesor.

Un inadecuado acondicionamiento acústico en los salones de clase, trae como consecuencia altos tiempos de reverberación y ruido excesivo, estas condiciones obligan al profesor a realizar un mayor esfuerzo vocal para hacerse entender dentro del aula.

En el presente Trabajo Especial de Grado (TEG), se caracterizó el proceso de trabajo del profesor universitario y se investigó el grado de satisfacción de aquellos que dictan clase en los salones del edificio de Laboratorios de la Universidad Católica Andrés Bello, ubicada en Caracas, con respecto a sus condiciones acústicas y niveles de ruido percibidos; posteriormente, se muestran los resultados obtenidos en las mediciones de parámetros acústicos realizadas a los salones donde el grado de satisfacción de los profesores era menor, obteniéndose, en la mayoría de los casos, resultados por encima de los criterios establecidos en la Normativa.

Al analizar las causas detectadas, se propone la realización de una serie de modificaciones estructurales en el techo, paredes, ventanas y sistemas de climatización de los salones de clase que requieran mejoras en sus condiciones acústicas.

## Índice General

Agradecimientos .....	II
SINOPSIS .....	III
Índice General.....	IV
Índice de Tablas.....	VIII
Índice de Figuras.....	X
Índice de Gráficos .....	XI
Índice de Diagramas .....	XII
Introducción.....	1
CAPÍTULO I .....	3
1. El Problema.....	3
1.1 Descripción de la empresa .....	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	4
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos .....	6
1.4 Alcance .....	7
1.5 Limitaciones.....	8
CAPÍTULO II .....	9
2. Marco Teórico .....	9
2.1 BASES LEGALES.....	9
2.1.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.....	9
2.1.2 Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de trabajo (LOPCYMAT).....	10
2.1.3 Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). .....	11
2.1.4 Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido.....	12
2.2 BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1 Sonido .....	12

2.2.2 Ruido .....	13
2.2.3 Frecuencia.....	13
2.2.4 Decibeles.....	13
2.2.5 Ruido de Fondo (RF) .....	14
2.2.6 Inteligibilidad del habla .....	14
2.2.7 Curvas de valoración NC.....	15
2.2.8 Ruido de equipo mecánico .....	16
2.2.9 Tiempo de Reverberación .....	16
2.2.10 Coeficientes de Absorción sonora .....	18
2.2.11 Tratamiento acústico de recintos.....	19
2.2.12 Enfermedad Ocupacional .....	19
2.2.13 Disfonía como enfermedad ocupacional en docentes .....	20
CAPÍTULO III .....	22
3. MARCO METODOLÓGICO .....	22
3.1 Tipo de Investigación .....	22
3.2 Enfoque de la Investigación.....	23
3.3 Diseño de la Investigación .....	24
3.4 Unidad de Análisis .....	24
3.5 Operacionalización de las variables.....	25
3.6 Población y Muestra .....	25
3.6.1 Población.....	25
3.6.2 Muestra.....	28
3.7 Recolección de Datos .....	29
3.7.1 Observación directa.....	29
3.7.2 Encuesta.....	30
3.7.3 Entrevista.....	31
3.8 Fases de la Investigación .....	31
Fase I: Revisión y análisis de documentación.....	32
Fase II: Identificación y caracterización de los procesos de trabajo. ....	32

Fase III: Determinación del grado de satisfacción de los profesores con respecto a los condiciones acústicas en las que se encuentran los salones de clase. ....	33
Fase IV: Análisis de condiciones acústicas actuales en las que se encuentran los salones de clase en función de la Normativa vigente. ....	33
Fase V: Propuesta de soluciones en el diseño de los salones de clase y análisis de la factibilidad técnica y económica de las mismas. ....	33
CAPÍTULO IV.....	36
4. Situación Actual .....	36
4.1 Proceso de trabajo del profesor universitario que hace uso de los salones del Edificio de Laboratorios.....	36
4.1.1 Objeto/sujeto de trabajo .....	36
4.1.2 Actividades .....	37
4.1.3 Los medios de trabajo .....	37
4.1.4 Organización y división del trabajo .....	38
4.2 Grado de satisfacción del personal docente con respecto a la acústica en los salones de clase.....	41
4.2.1 Resultados globales .....	41
4.2.2 Sectores críticos .....	45
4.2.3 Salones Críticos.....	47
4.3 Condiciones acústicas actuales en las que se encuentran los salones “críticos” del Edificio de Laboratorios. ....	52
4.4 Análisis de Resultados de las mediciones acústicas realizadas en los salones críticos .....	60
CAPÍTULO V.....	63
5. Propuestas de modificación estructural para la mejora acústica en los salones de clase y sus cortos asociados.....	63
5.1 Propuestas de ejecución a corto plazo.....	63
5.1.1 Disminución del tiempo de reverberación.....	63
5.1.2 Reducción del nivel de ruido de fondo.....	64
5.2 Propuestas de ejecución a largo plazo.....	66
5.2.1 Reducción del nivel de ruido mecánico .....	67

CAPÍTULO VI.....	68
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	68
6.1 Conclusiones .....	68
6.2 Recomendaciones .....	70
Bibliografía .....	71
ANEXOS .....	73
ANEXO A. ENCUESTA SOBRE EL CONFORT ACÚSTICO .....	74
ANEXO B. RESULTADOS GLOBALES, POR PISO, POR SECTOR Y BLOQUE HORARIO OBTENIDOS DE LAS ENCUESTAS SOBRE CONFORT ACÚSTICO APLICADAS A LOS PROFESORES .....	75
ANEXO C. RESULTADOS POR SALÓN OBTENIDOS DE LAS ENCUESTAS SOBRE CONFORT ACÚSTICO APLICADAS A LOS PROFESORES.....	77
ANEXO D. RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS MEDICIONES DE RUIDO REALIZADAS EN LOS SALONES CONSIDERADOS CRÍTICOS .....	79

## Índice de Tablas

Tabla 1: Valores recomendados del índice NC para diferentes locales .....	16
Tabla 2: Valores de tiempo de reverberación recomendados en la NBE-CA-88 según las actividades que se realiza en el local.....	17
Tabla 3: Operacionalización de las variables .....	26
Tabla 4: Equipos empleados para la realización de las mediciones. ....	29
Tabla 5: Ficha de Proceso de Trabajo del Personal Docente .....	40
Tabla 6: Resultados globales para la pregunta N°1 .....	41
Tabla 7: Resultados globales para la pregunta N°2 .....	42
Tabla 8: Porcentaje de encuestados que señaló la fuente de ruido como aquella con mayor relevancia (número 1).....	42
Tabla 9: Resultados globales para la pregunta N°3 .....	43
Tabla 10: Resultados globales para la pregunta N°4 .....	44
Tabla 11: Resultados globales para la pregunta N°5 .....	44
Tabla 12: División de bloques horarios .....	45
Tabla 13: Resultado de las encuestas para los sectores críticos .....	48
Tabla 14: Resultado de las encuestas para los salones críticos. ....	51
Tabla 15: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1205 .....	53
Tabla 16: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1206 .....	54
Tabla 17: Situación actual de la acústica e infraestructura para el salón 1205 .....	54
Tabla 18: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1210 .....	56
Tabla 19: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1211 .....	57
Tabla 20: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1213 .....	58
Tabla 21: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1216 .....	59
Tabla 22: Índices de valoración NC para el ruido mecánico y el ruido de fondo presente en los salones “críticos” .....	60
Tabla 23: Resumen de los valores de tiempo de reverberación obtenidos en el estudio de los salones críticos. ....	61
Tabla 24: Cotización para la instalación de cielo raso en los salones L1205 y L1206. ....	64

Tabla 25: Cotización para la instalación de ventanas doble vidrio en los salones L1205 y L1206 .....	65
Tabla 26: Cotización para el sellado de una pared del salón L1205 .....	66
Tabla 27: Cotización para la construcción de una pared de concreto en el pasillo ubicado en el sector 2. ....	66

## Índice de Figuras

Figura 1: Mapa estructural de la sede de Caracas de la UCAB.....	4
Figura 2: Escala ordinal empleada para la evaluación y análisis de la pregunta 1. .....	31
Figura 3: Escala ordinal empleada para la evaluación y análisis de la pregunta 3. .....	31
Figura 4: Escala ordinal empleada para la evaluación y análisis de las preguntas 4 y 5. ....	31
Figura 5: Fases de la Investigación.....	32
Figura 6: Croquis adimensional de los salones ubicados en el piso uno (1) del Edificio de Ingeniería de la UCAB.....	47
Figura 7: Croquis adimensional de los salones ubicados en el piso dos (2) del Edificio de Ingeniería de la UCAB.....	47
Figura 8: Croquis adimensional de los salones considerados críticos del Edificio de Laboratorios. ....	50
Figura 9: Cavidad presente en una de las paredes del salón L1205 .....	63

## Índice de Gráficos

Gráfico 1: Curvas de criterio de ruido NC preestablecidas. .... 15

## Índice de Diagramas

Diagrama 1: Procedimiento empleado para realizar las mediciones de ruido en los salones de clase.....	35
Diagrama 2: Procedimiento empleado para realizar las mediciones en los salones de clase.....	36

## Introducción

Los profesores universitarios se ven constantemente expuestos a riesgos relacionados a enfermedades ocupacionales, en especial interés aquellas concernientes con los trastornos de la voz, las cuales son frecuentes en este ámbito laboral, ya que ésta es la principal herramienta en el ejercicio de su profesión. Los riesgos de patología vocal, en los profesores universitarios, se deben principalmente a la falta de conocimiento sobre el cuidado de la voz; el escaso tiempo dedicado a su cuidado; su uso en ambientes ruidosos y bajo circunstancias no favorables; y la mala acústica en las aulas de clase, lo cual dificulta la comunicación dentro de ella.

La Universidad Católica Andrés Bello es una institución de educación superior de la Compañía de Jesús, su principal sede de estudios está ubicada en la Parroquia de Antímamo de la ciudad de Caracas. Dentro de sus instalaciones se encuentra el edificio de Laboratorios, el cual dispone de oficinas administrativas, laboratorios y salones de clase; se presume que este Edificio no fue construido tomando en cuenta la normativa establecida en lo referido a las condiciones acústicas que debe haber en este tipo de recintos, ocasionando ruido excesivo y reverberación, interfiriendo de esta forma con la inteligibilidad del habla. Estos factores inciden en la calidad de las clases y en la salud del profesor, ya que él mismo se ve en la necesidad de elevar el volumen de su voz para hacerse entender en el desarrollo de su jornada laboral, trayendo como consecuencia el padecimiento de enfermedades del aparato fonador, tales como la disfonía.

El presente Trabajo Especial de Grado, muestra la metodología empleada para el estudio de la acústica en los salones de clase del Edificio de Laboratorios, de forma de conocer cómo influyen dichas condiciones en el proceso de trabajo, el grado de satisfacción y en la salud de los profesores; asimismo se presentan

propuestas de mejora orientadas a modificaciones estructurales que mitiguen el efecto de estas condiciones y su respectiva evaluación técnica-económica.

Esta investigación posee seis capítulos y a continuación se da una breve descripción de los mismos:

El Capítulo I, “El Problema” contiene la descripción del planteamiento del problema, los objetivos, el alcance y las limitaciones de la investigación.

El Capítulo II, “Marco Referencial” se exponen las bases legales y teóricas, que sirven de sustento a la presente investigación.

El Capítulo III, “Marco Metodológico” se describe el cómo se realizó la investigación. Completa el tipo de investigación, el enfoque y el diseño de la misma, entre otros aspectos metodológicos.

El Capítulo IV, “Situación Actual” en esta sección se describen las condiciones acústicas actuales y el proceso de trabajo del personal académico, utilizando herramientas de análisis tanto cualitativas como cuantitativas.

El Capítulo V, “Propuesta de mejoras y factibilidad técnica-económica” contempla la propuesta de modificaciones estructurales en aquellos salones de clase del Edificio de Laboratorios que de acuerdo a las herramientas de análisis fueron detectados con condiciones acústicas desfavorables. Asimismo se indican los aspectos técnicos y los costos asociados a la ejecución de las propuestas de modificaciones estructurales.

El Capítulo VI, “Conclusiones y recomendaciones” describe el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación y las recomendaciones generadas a partir de éstas.

## CAPÍTULO I

A continuación se describe la empresa, el planteamiento del problema, los objetivos, el alcance y las limitaciones de la investigación.

### 1. El Problema

#### 1.1 Descripción de la empresa

La Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) es una institución de educación superior de la Compañía de Jesús. Su fundación fue decretada por el Episcopado Venezolano en el año de 1951 y realizada en Caracas el año de 1953 por la Compañía de Jesús, a quien pertenece a perpetuidad (Universidad Católica Andrés Bello, 2012); desde esta fecha ha permanecido en constante crecimiento. Actualmente, la Universidad Católica Andrés Bello posee cuatro sedes educativas ubicadas en: Ciudad Guayana, Coro, Los Teques y Caracas, siendo esta última la sede principal y el objeto de estudio del presente Trabajo Especial de Grado.

La sede principal, ubicada específicamente en la Parroquia de Antímamo, posee diversas edificaciones (ver Figura 1), entre las cuales está el Edificio de Laboratorios (señalado con un círculo rojo en la Figura 1), dicho Edificio fue construido inicialmente con el objetivo de albergar todas las unidades de Laboratorios y las clases prácticas de las diversas Escuelas, sin embargo, al pasar del tiempo, se incrementó notablemente el número de estudiantes, por lo que la universidad tomó la decisión de hacer uso de este edificio para la instalación de áreas administrativas y salones de clase.

Actualmente, el principal uso de los Laboratorios es realizado por las carreras de Educación, Psicología e Ingeniería; mientras que el uso de las áreas administrativas y los salones de clase del Edificio de Laboratorios, corresponde únicamente a las carreras de la Facultad de Ingeniería.



*Figura 1: Mapa estructural de la sede de Caracas de la UCAB  
Fuente: Elaboración propia*

## **1.2 Planteamiento del Problema**

En los últimos años se ha mostrado un gran interés, por parte del sector industrial, en el estudio y desarrollo del campo de la salud laboral de sus empleados, quienes debido a las actividades que desempeñan día a día incurren en el riesgo de sufrir enfermedades o accidentes ocupacionales; dicho interés no se ha desarrollado con la misma escala en el sector de servicios, en especial en lo referente al ámbito de la educación superior.

Es imprescindible el papel protagónico del profesor universitario, porque de todos los actores de este sistema, él constituye la columna vertebral de los cambios que inciden en la formación de los futuros profesionales de la nación. Las universidades, sin el concurso de los profesores, no podrían desarrollar sus objetivos como instituciones de educación superior. (Londoño Álvarez, 2011)

Entre los principales daños que afectan a la salud del personal docente se encuentran: estrés, fatiga, ansiedad, depresión, trastornos del sueño, trastornos músculo esqueléticos y disfonía. Esta última es un grave problema del que no se tiene conciencia clara de su magnitud, incluso en muchos casos ni siquiera por parte de los mismos afectados, hasta el punto en que el trastorno vocal sólo se

atiende cuando ya se encuentra muy definido. En el caso de los docentes, la voz constituye la principal herramienta en el ejercicio de su profesión.

Se sabe que la mala utilización de la voz, así como prácticas nocivas a la salud vocal, resultan en daños vocales que pueden variar desde un disturbio orgánico funcional hasta disturbio funcional, los cuales se caracterizan por disfonía. (Jotz, Bramati, Schmidt, Dornelles, & Gigante, 2002).

El uso excesivo de la voz para la instrucción verbal y competición sonora ha sido indicado como causa perjudicial entre los profesores, por lo que, los miembros de esta profesión sienten que el problema de la voz interfiere en su eficacia en el trabajo. (Sapir, Keidar, & Mathers-Schmidt, 1993)

Gran parte del motivo que incide en el mal uso o abuso de la voz por parte de los docentes, recae en el hecho de que los salones de clases no se encuentran diseñados con las condiciones acústicas necesarias para que el profesor pueda transmitir su mensaje a lo largo y ancho de toda el aula, sin necesidad de utilizar niveles elevados del tono de su voz.

La mejor manera de resolver problemas acústicos es prevenirlos antes que se presenten, y no corregirlos cuando ya estén; se presume que el Edificio de Laboratorios de la Universidad Católica Andrés Bello no fue construido bajo esta premisa, por lo que es probable que sus salones no posean las adecuadas condiciones acústicas, incurriendo de esta manera en una baja inteligibilidad de la palabra. Es por esto que se desea estudiar, a través de la realización mediciones acústicas que permitan determinar parámetros establecidos, qué modificaciones estructurales se pueden realizar a los salones de forma de mejorar su acústica, ocasionando un menor esfuerzo vocal por parte de los profesores, así como un mejor entendimiento por parte de los alumnos.

Por todo lo antes expuesto surgen las siguientes interrogantes:

¿En qué condiciones acústicas se encuentran actualmente los salones de clases del Edificio de Laboratorios de la Universidad Católica Andrés Bello?

¿La condición acústica actual de los salones de clases del edificio de Laboratorios de la Universidad Católica Andrés Bello, influye en el mal uso de la voz del personal académico, afectando de esta manera su salud y desempeño profesional?

¿Se puede mejorar la acústica de los salones de clases del edificio de Laboratorios de la Universidad Católica Andrés Bello?

La respuesta a estas interrogantes, constituye la razón de ser de la presente investigación.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Proponer modificaciones estructurales en los salones de clase, que permitan mejorar la acústica y mitigar el esfuerzo vocal por parte del personal docente que hace uso del Edificio de Laboratorios de una universidad privada, ubicada en Caracas.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Caracterizar el proceso de trabajo del personal docente que presta sus servicios haciendo uso de los salones del Edificio de Laboratorios.
2. Determinar el grado de satisfacción del personal docente con respecto a las condiciones acústicas actuales en las cuales se encuentran los salones de clases del Edificio de Laboratorios.

3. Analizar las condiciones acústicas actuales en las que se encuentran los salones de clase del Edificio de Laboratorios, en función de las Normativas vigentes relacionadas con la acústica.
4. Establecer soluciones, a través de la propuesta de modificaciones estructurales, que permitan mejorar la acústica de aquellos salones de clase del Edificio de Laboratorios que presenten condiciones incorrectas.
5. Analizar la factibilidad técnica y económica de las propuestas de modificación estructural mencionadas anteriormente.

#### **1.4 Alcance**

El presente Trabajo Especial de Grado tendrá como objeto de estudio únicamente los salones de clase ubicados en el edificio de Laboratorios de la Universidad Católica Andrés Bello, es decir, no se someterán a este estudio los laboratorios situados en las instalaciones de este edificio, ni aquellos salones pertenecientes al resto de los edificios localizados en el recinto universitario.

El grado de satisfacción del personal docente con respecto a los salones de clase, será analizado únicamente haciendo uso de instrumentos cualitativos que permitan determinar la percepción del mismo en relación a la acústica. Dicha opinión será respaldada a través de mediciones cuantitativas de indicadores acústicos.

Este estudio usará como principal herramienta de apoyo, las normativas nacionales e internacionales vigentes relacionadas con la acústica en salones de clase así como demás instrumentos y equipos de medición requeridos.

Asimismo, cabe destacar que esta investigación únicamente abarca el diseño de propuestas de modificaciones estructurales para aquellos salones con condiciones acústicas desfavorables, por lo tanto, no se analizará la implementación de las mismas.

## 1.5 Limitaciones

La herramienta utilizada para determinar el grado de satisfacción del personal docente, con respecto a la acústica de los salones de clase, consigue resultados cualitativos que pueden resultar ambiguos, ya que la opinión de los profesores con respecto a un mismo salón puede ser subjetiva.

Las carreras pertenecientes a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello poseen un régimen semestral, durante el mes de agosto los alumnos que cursan dichas carreras se encuentran en período de vacaciones, a excepción de aquellos que hayan decidido realizar cursos intensivos de verano. Las mediciones de ruido serán llevadas a cabo a lo largo del mes de agosto, es por ello que los niveles de ruido que se detectarán pueden ser inferiores en comparación a aquellos existentes en los períodos de clases semestrales.

## CAPÍTULO II

A continuación se exponen las bases legales y teóricas que sirven de sustento a la presente investigación.

### 2. Marco Teórico

#### 2.1 BASES LEGALES

##### 2.1.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

Constitución de Venezuela de 1999 (nombre oficial: Constitución de la República Bolivariana de Venezuela) es la Carta Magna vigente en Venezuela, adoptada el 15 de diciembre de 1999.

La Constitución es el documento legal que fundamenta al país. En la misma deben enmarcarse todos los aspectos legales. Está compuesta por un preámbulo, 350 artículos (ordenados en Títulos y Capítulos) y Disposiciones Transitorias (para su implementación); fue redactada por la Asamblea Constituyente de Venezuela.

En el artículo 87 de la Constitución se contempla de forma general la disposición sobre todo lo relacionado en materia de higiene y seguridad ocupacional de la siguiente manera:

“Toda persona tiene derecho al trabajo y el deber de trabajar. El Estado garantizará la adopción de las medidas necesarias a los fines de que toda persona pueda obtener ocupación productiva, que le proporcione una existencia digna y decorosa y le garantice el pleno ejercicio de este derecho. Es fin del Estado fomentar el empleo. La ley adoptará medidas tendentes a garantizar el ejercicio de los derechos laborales de los trabajadores y trabajadoras no dependientes. La libertad de trabajo no será sometida a otras restricciones que las que la ley establezca. *Todo patrono o patrona garantizará a sus trabajadores y trabajadoras condiciones de seguridad, higiene y ambiente de trabajos adecuados.* El Estado adoptará medidas y creará instituciones que permitan el control y la promoción de estas condiciones.”

### **2.1.2 Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de trabajo (LOPCYMAT)**

La Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (Lopcymat), publicada en Gaceta Oficial número 38.236, de fecha 26 de julio de 2005, promueve la implementación del Régimen de Seguridad Social, abarca la promoción de salud de los trabajadores, la prevención de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, la atención, rehabilitación y reinserción de los trabajadores y establece las prestaciones dinerarias que correspondan por los daños que ocasionen enfermedades ocupacionales y accidentes de trabajo.

El Ministerio del Poder Popular para el Trabajo y Seguridad Social y el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales, asumen el compromiso de vigilar el cumplimiento de las condiciones de seguridad, salud y bienestar para promover un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio pleno de las facultades físicas y mentales de los trabajadores y trabajadoras, mediante la promoción del trabajo seguro y saludable, y la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

Los objetivos fundamentales de esta ley se encuentran plasmados en el artículo uno (1) de la misma, y son los siguientes:

- Establecer las instituciones, normas y lineamientos de las políticas, y los órganos y entes que permitan garantizar a los trabajadores y trabajadoras, condiciones de seguridad, salud y bienestar en un *ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio pleno de sus facultades físicas y mentales, mediante la promoción del trabajo seguro y saludable, la prevención de los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales*, la reparación integral del daño sufrido y la promoción e incentivo al desarrollo de programas para la recreación, utilización del tiempo libre, descanso y turismo social.

- Regular los derechos y deberes de los trabajadores y trabajadoras, y de los empleadores y empleadoras, en relación con la seguridad, salud y ambiente de trabajo; así como lo relativo a la recreación, utilización del tiempo libre, descanso y turismo social.
- Desarrollar lo dispuesto en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y el Régimen Prestacional de Seguridad y Salud en el Trabajo establecido en la Ley Orgánica del Sistema de Seguridad Social.
- Establecer las sanciones por el incumplimiento de la normativa.
- Normar las prestaciones derivadas de la subrogación por el Sistema de Seguridad Social de la responsabilidad material y objetiva de los empleadores y empleadoras ante la ocurrencia de un accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Regular la responsabilidad del empleador y de la empleadora, y sus representantes ante la ocurrencia de un accidente de trabajo o enfermedad ocupacional cuando existiere dolo o negligencia de su parte.

### **2.1.3 Comisión Venezolana de Normas Industriales (*COVENIN*).**

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (*COVENIN*), creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la *COVENIN* constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con un área específica.

En lo relacionado al ruido ocupacional, programa de conservación auditiva, niveles permisibles y criterios de evaluación, la *COVENIN* establece:

- Los niveles de ruido permisibles para evitar que las personas expuestas al ruido en sus lugares de trabajo sufran deterioro auditivo, pérdida de la concentración o interferencias en la comunicación oral.

- Recomendaciones sobre niveles de ruido para locales de trabajo típicos.
- Puntos mínimos de un Programa de Protección Auditiva.

#### **2.1.4 Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido.**

Esta guía proporciona criterios y recomendaciones que pueden facilitar a los empresarios, a los responsables de prevención, a los trabajadores y a sus representantes, la interpretación y aplicación del citado Real Decreto especialmente en lo que se refiere a la evaluación de riesgos para la salud de los trabajadores involucrados y en lo concerniente a medidas preventivas aplicables. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2006)

La misma tiene por objeto facilitar la aplicación del Real Decreto 286-2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ruido.

Dicho Decreto traspone el ordenamiento jurídico español la directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y adecua la prevención de riesgos derivados de la exposición laboral al ruido a los requisitos exigidos en el actual marco normativo establecido por la Ley 31/1995 y su desarrollo reglamentario.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 Sonido**

Es una sensación auditiva producida por una onda sonora debido a la variación rápida de la presión inducida por la vibración de un objeto. (Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), 1995).

El sonido puede tener distintos comportamientos cuando llega a una superficie, incluyendo:

- Transmisión
- Absorción
- Reflexión
- Difusión

Varias de estas acciones pueden ocurrir simultáneamente. (Acoustical Society of America, 2006)

### **2.2.2 Ruido**

Es un sonido no deseado que por sus características es susceptible de producir daño a la salud, y al bienestar humano. (Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), 1995)

### **2.2.3 Frecuencia**

La frecuencia es un factor importante en la mayoría de las mediciones acústicas. El sonido se produce cuando una fuente vibrante causa pequeñas fluctuaciones en el aire, y la frecuencia es la razón de repetición de estas vibraciones. La frecuencia se mide en Hertz (Hz), donde  $1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclo por segundo}$ . Una persona joven con audición normal puede detectar un amplio rango de frecuencias desde unos 20 a 20000 Hz. Para trabajar con un espectro tan amplio, los acústicos dividen el rango de frecuencias en secciones llamadas bandas de octava. Cada banda de octava se define por su frecuencia central. Las frecuencias centrales de las bandas de octava normalizadas son: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz. (Acoustical Society of America, 2006)

### **2.2.4 Decibeles**

La medida más común del nivel sonoro es el Nivel de Presión Sonora, o NPS, expresado en decibeles, abreviado dB. Los decibeles no son unidades típicas como los centímetros o los kilogramos ya que no se relacionan linealmente con una cantidad específica. En cambio, los decibeles están basados

en la relación logarítmica de la intensidad o potencia sonora a una intensidad o potencia de referencia. La potencia sonora y la intensidad no son fáciles de medir. Sin embargo, la presión sonora es fácil de medir con un medidor de nivel sonoro. La presión sonora también puede expresarse en dB ya que la presión sonora al cuadrado es proporcional a la potencia sonora o intensidad. Se emplean los dB, en lugar de la amplitud real del sonido en unidades de presión, ya que su valor logarítmico representa la forma en la que el oído interpreta el sonido y porque los números son más manejables para los cálculos. La mayoría de sonidos están en el rango de 0 a 140 dB. (Acoustical Society of America, 2006).

El NPS ponderado en escala A (dB(A)), no diferencia las frecuencias muy bajas (al igual que el oído humano) y por lo tanto es mejor utilizarla para medir niveles generales de sonido. (Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), 1995).

### **2.2.5 Ruido de Fondo (RF)**

Se refiere a cualquier sonido no deseado proveniente del interior o exterior del edificio que interfiere con la habilidad de las personas para entender el lenguaje hablado. Generalmente se mide en dB compensados con la escala A, dB(A). (Ercoli, Azzurro, Méndez, & Stornini, 1988).

### **2.2.6 Inteligibilidad del habla**

Es la medida correspondiente al grado de entendimiento del lenguaje hablado en un ambiente ruidoso y/o con reverberación. Ésta se ve afectada por el ruido de fondo, el cual disminuye la inteligibilidad, el promedio de reducción depende de las características espectrales y temporales del ruido.

### 2.2.7 Curvas de valoración NC

El nivel de ruido de un espacio puede describirse en forma efectiva con un solo valor denominado Criterio de Ruido (NC). El valor NC se determina midiendo el nivel de presión sonora del ruido en cada banda de octava, marcando estos niveles en una gráfica, y después comparando los resultados con las curvas NC preestablecidas (véase Gráfico 1). (Acoustical Society of America, 2006).

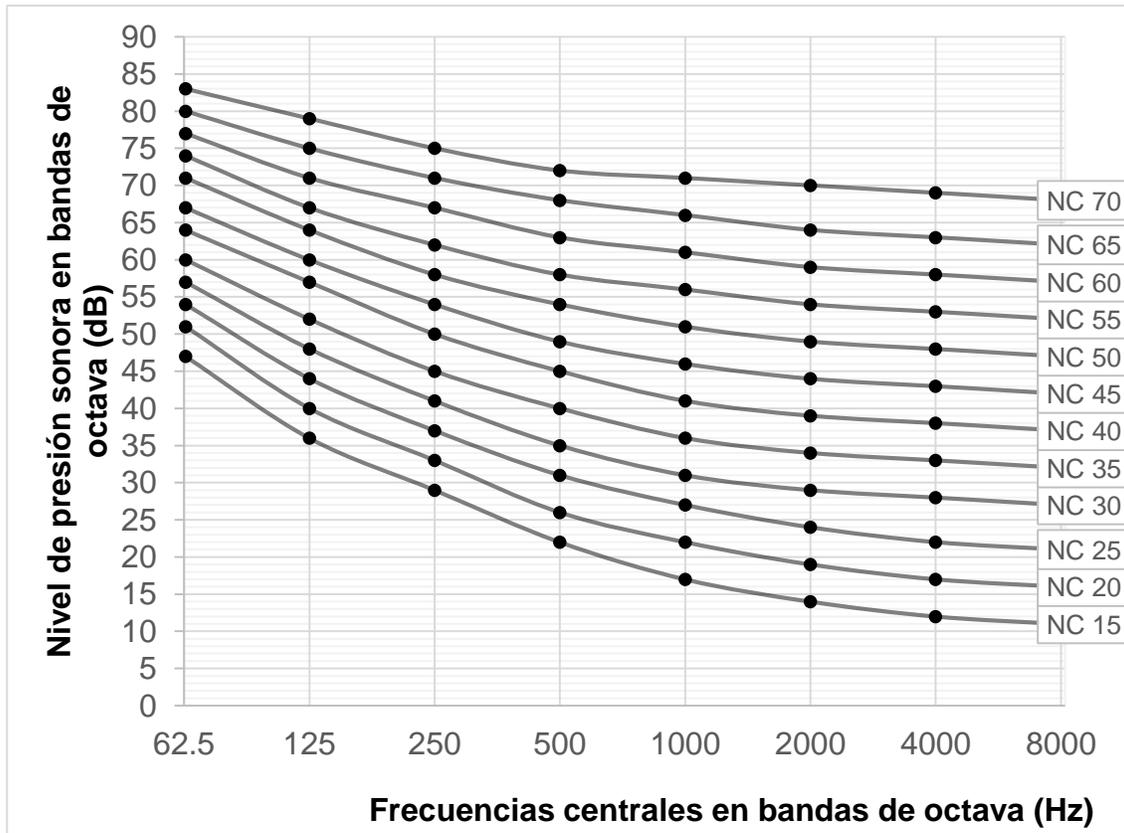


Gráfico 1: Curvas de criterio de ruido NC preestablecidas.  
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 1 se muestran los valores recomendados del índice NC para el ruido de fondo de diferentes locales.

Tabla 1: Valores recomendados del índice NC para diferentes locales  
Fuente: (López, 1999)

Tipos de recintos	Rango de NC
Fábricas para ingeniería pesada	55 - 75
Fábricas para ingeniería ligera	45 - 65
Cocinas industriales	40 - 50
Recintos deportivos y piscinas	35 - 50
Grandes almacenes y tiendas	35 - 45
Restaurantes, bares y cafeterías	35 - 45
Oficinas mecanizadas	40 - 50
Oficinas generales	35 - 45
Despachos, bibliotecas, salas de justicia y aulas	30 - 35
Viviendas y dormitorios	25 - 35
Salas de hospitales y quirófanos	25 - 35
Cines	30 - 35
Teatros, salas de juntas e iglesias	25 - 30
Salas de concierto y teatros de ópera	20 - 25
Estudios de registros y reproducción sonora	15 - 20

### 2.2.8 Ruido de equipo mecánico

El ruido ambiental elevado proveniente de equipo mecánico como sistemas de calefacción, ventilación o aire acondicionado (HVAC), es muy común en algunas escuelas. Este es un problema tanto para maestros como estudiantes. (Acoustical Society of America, 2006)

Hay muchos métodos para determinar la sonoridad del ruido mecánico. Según López, una buena referencia es que el nivel de ruido en los salones no debe exceder NC 20 a 30.

### 2.2.9 Tiempo de Reverberación

Cuando una fuente sonora situada en un local cesa de emitir, el sonido no desaparece súbitamente sino que decae gradualmente. El gradiente de caída depende de la cantidad y situación del material absorbente del local. Esa

persistencia del sonido en el ambiente se denomina “reverberación” y su magnitud se cuantifica a través del tiempo que se tarda el sonido en decaer 60 dB de presión sonora. A ese tiempo se le llama “tiempo de reverberación” y es un parámetro que debe intervenir en el diseño arquitectónico para que la transmisión e inteligibilidad del sonido sea buena. El tiempo de reverberación (TR) “adecuado” para un local depende de las características del propio local y del tipo de sonido que se pretende escuchar en él. En general se recomienda que el tiempo de reverberación sea mayor en locales grandes que en pequeños y más alto para audiciones musicales que para la audición de la palabra. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2006)

*Tabla 2: Valores de tiempo de reverberación recomendados en la NBE-CA-88 según las actividades que se realiza en el local.*

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2006)

Actividad del edificio	Destino del local	Tiempo de Reverberación (seg)
Residencial	Zonas de estancia Dormitorios Servicios	$\leq 0,1$
	Zonas comunes	$\leq 0,15$
Administrativo	Despachos Oficinas	$\leq 0,1$
	Zonas comunes	$\leq 1,5$
Sanitario	Zonas de estancia	$0,8 \leq TR \leq 1,5$
	Dormitorios	$\leq 0,1$
	Zonas comunes	$1,5 \leq TR \leq 2,0$
Docente	Aulas Salas de lectura	$0,4 \leq TR \leq 1,5$
	Zonas comunes	$1,5 \leq TR \leq 2,0$

La ecuación del tiempo de reverberación de Sabine de un recinto, se puede dar a partir de la expresión:

$$T = 0,161 \frac{V}{A}$$

Siendo 0,161 el valor de una constante para una temperatura de 20°C, donde V es el volumen en m<sup>3</sup> y A es la absorción total en m<sup>2</sup>, obtenida a partir de A=αS, donde S es el área total de sus superficies interiores y α es el coeficiente de absorción sonora, que debe ser α ≤ 0,2. (López, 1999).

Se puede calcular el TR del salón sólo a una banda de octava, representativa de las frecuencias de la voz, como 1000 Hz. Si este TR es aceptable, entonces es muy probable que el TR en el rango de voz también será aceptable. (Acoustical Society of America, 2006)

Es común calcular el tiempo de reverberación con el cuarto vacío. Ya que la gente y su ropa proporcionan absorción adicional, el cuarto vacío es el peor de los casos, pero no del todo irracional, ya que la ocupación de los salones varía. (Acoustical Society of America, 2006)

### **2.2.10 Coeficientes de Absorción sonora**

Las pérdidas de energía en los materiales se pueden caracterizar mediante el coeficiente de absorción acústica α, entendiendo por tal a la relación entre la energía acústica absorbida por un material y la energía acústica incidente sobre dicho material, por unidad de superficie y que puede variar desde 1% al 100%, para diferentes materiales, en el primer caso la reflexión es total y en el segundo lo es la absorción.

El coeficiente de absorción acústica de un material depende de la naturaleza del mismo, de la frecuencia de la onda y del ángulo con el que la onda incide sobre la superficie. Ya que el coeficiente de absorción varía con la

frecuencia. Se suelen dar los mismos a las frecuencias de 125, 250, 500, 1000, 2000 y 4000 Hz. (López, 1999).

### **2.2.11 Tratamiento acústico de recintos**

La calidad de la audición sonora, o el ambiente acústico necesario para facilitar una escucha determinada, depende de las exigencias de empleo de los recintos. Los problemas más importantes que se presentan al tratar de diseñar los diferentes tipos de recintos, son principalmente los referidos al *aislamiento* y al  *acondicionamiento acústico*.

El primer punto consiste en obtener un buen aislamiento, entre los diferentes espacios, para lo que se es necesario, tener en cuenta, en el momento de diseño, las leyes fundamentales del aislamiento acústico, considerando los materiales que se emplean para construir las paredes divisorias, el espesor de las mismas, la existencia de paredes dobles, puertas, ventanas, la perforación de las paredes, techo o suelo para servicios básicos.

El segundo punto a tener en cuenta es el de obtener un buen acondicionamiento acústico de los recintos, para lo cual se tratarán internamente las paredes, puertas, ventanas, techo y suelo. También será necesario un grado de difusión acústica uniforme en todos los puntos del mismo, considerando que sus propiedades acústicas se deben a las reflexiones de las ondas acústicas en todas las superficies límites, fijándose en que el valor del tiempo de reverberación sea idóneo en cada caso. (López, 1999)

### **2.2.12 Enfermedad Ocupacional**

Se entiende por enfermedad ocupacional, los estados patológicos contraídos o agravados con ocasión del trabajo o exposición al medio en el que el trabajador o la trabajadora se encuentra obligado a trabajar, tales como los imputables a la acción de agentes físicos y mecánicos, condiciones disergonómicas, meteorológicas, agentes químicos, biológicos, factores

psicosociales y emocionales, que se manifiesten por una lesión orgánica, trastornos enzimáticos o bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporales o permanentes. (INPSASEL, 2005)

### **2.2.13 Disfonía como enfermedad ocupacional en docentes**

Numerosas desviaciones de la producción vocal reciben el nombre de disfonía, sin embargo, se define como disfonía al desequilibrio funcional u orgánico del aparato fonador, que afecta la vibración de las cuerdas vocales desencadenando en una voz con características de tono y/o intensidad alteradas, Amorín (citado en Cantor 2009).

Según el Dr. Carillo, las principales causas de la disfonía son:

- **Nódulos vocales:** la ronquera o disfonía que se prolonga en el tiempo se debe por lo general a abuso vocal, es decir por alzar la voz excesivamente o uso impropio por períodos prolongados. Estos hábitos pueden ocasionar la aparición de nódulos vocales (nódulos del cantante), que son crecimientos de tipo calloso, o la aparición de pólipos en las cuerdas vocales (edema más extenso).
- **Reflujo Gastroesofágico:** es una causa frecuente de ronquera en adultos mayores. El ácido del estómago sube hasta el esófago e irrita las cuerdas vocales. Muchos pacientes con reflujo refieren tener cambios en la voz sin síntomas de ardor retro esternal. Generalmente la voz está alterada en la mañana y mejora en el curso del día. Estos pacientes pueden tener la sensación de cuerpo extraño, mucus pegajoso o deseo excesivo de aclarar la garganta.
- **Tabaco:** el hábito de fumar es otra causa de ronquera. Ya que el tabaquismo es la principal causa de cáncer de garganta, todo fumador que presente ronquera debe consultar a un otorrinolaringólogo prontamente.

- Otras causas: otras causas menos frecuentes incluyen alergias, problemas tiroideos, trastornos neurológicos, traumatismo de laringe, y ocasionalmente ciclo menstrual normal. Muchas personas presentan ronquera con la edad avanzada.

Los principales síntomas de la disfonía son:

- Ronquera
- Dolor o ardor al hablar
- Dificultad para tragar y/o carraspera
- Sensación de falta de aire.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Tipo de Investigación

Una investigación es un proceso sistemático, organizado y objetivo, cuyo propósito es responder a una pregunta o hipótesis y así aumentar el conocimiento y la información sobre algo desconocido. Asimismo, la investigación es una actividad sistemática dirigida a obtener, mediante observación, la experimentación, nuevas informaciones y conocimientos que necesitan para ampliar los diversos campos de la ciencia y la tecnología (Bernal Zepada & Ortiz Flores, 2007).

El Proyecto Factible, consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos (Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2005).

El presente Trabajo Especial de Grado puede catalogarse como un Proyecto Factible, ya que abarca un proceso de investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta con el objetivo de proponer modificaciones estructurales que mejoren la acústica en los salones de clase del Edificio de Laboratorios ubicado en la Universidad Católica Andrés Bello.

Una investigación Documental se considera una variante de la Investigación Científica, cuyo objetivo fundamental es el análisis de diferentes fenómenos de la realidad a través de la indagación exhaustiva, sistemática y rigurosa, utilizando técnicas muy precisas; de la documentación existente, que directa o indirectamente, aporte la información atinente al fenómeno que se estudia (Ramírez, Bravo y Méndez, 1987).

Una investigación de campo es aquel tipo de investigación a través de la cual se estudian los fenómenos sociales en su ambiente natural (Sierra Bravo, 1985).

El presente Trabajo Especial de Grado es considerado una investigación tanto documental como de campo, puesto que para la elaboración del mismo, serán requeridas diversas bibliografías que ayuden al desarrollo de la metodología, así como, las investigaciones que se basarán en informaciones obtenidas directamente de la realidad.

### **3.2 Enfoque de la Investigación**

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población (Hernández, 2003)

El enfoque cualitativo, por lo común, se utiliza primero para descubrir y refinar preguntas de investigación. A veces, pero no necesariamente, se prueban hipótesis. Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones (Hernández, 2003).

El presente trabajo especial de grado, se desarrolla bajo los parámetros de un enfoque mixto, es decir, cuantitativo puesto que se utilizará la recolección de datos y el análisis de los mismos, con el objetivo de llegar a resolver el problema de la presente investigación; y cualitativo, porque será requerida una observación directa, así como una serie de entrevistas no estructuradas y encuestas con el objetivo de describir y comprender la situación actual.

### 3.3 Diseño de la Investigación

Se puede entender como diseño de la investigación a:

“... el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación. El diseño de investigación desglosa las estrategias básicas que el investigador adopta para generar información exacta e interpretable.” (García & Martínez, 2012)

Adicionalmente, Julio Cabrero García y Miguel Richart Martínez explican que los tipos de diseños transversales implican la recolección de datos en un solo corte en el tiempo, mientras que los diseños longitudinales reúnen datos en dos o más momentos.

El diseño del presente Trabajo Especial de Grado, es de tipo no experimental, puesto a que el investigador observa los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo (García & Martínez, 2012).

Para la presente investigación se tomará un diseño transversal, puesto que el estudio se realizará en un instante de tiempo establecido.

### 3.4 Unidad de Análisis

La unidad de análisis hace referencia a todas aquellas personas, organizaciones, comunidades o eventos que serán objeto específico de estudio en la investigación, para la obtención de información.

Las unidades de análisis a las cuales les serán aplicadas diversas técnicas de recolección de datos con la finalidad de obtener la información requerida para el desarrollo de la situación actual del presente Trabajo Especial de Grado, son las siguientes:

- Personal docente: todos los profesores dedicados profesionalmente a la enseñanza de diversas

asignaturas, quienes imparten sus clases a alumnos de la Universidad Católica Andrés Bello, haciendo uso de los salones de clase del Edificio de Laboratorios de esta universidad.

- Salones de clase: las aulas pertenecientes al Edificio de Laboratorios, que el personal académico emplea como medio para impartir sus clases. Cabe destacar que ni el auditorio, considerado un aula especial, ni los laboratorios, serán objeto de estudio.

### **3.5 Operacionalización de las variables**

Se presenta un cuadro esquemático que tendrá como resultado los aspectos considerados para el desarrollo de los productos de la presente investigación (ver tabla 3).

### **3.6 Población y Muestra**

#### **3.6.1 Población**

La población es el conjunto de todos los elementos de la misma especie que presentan una característica determinada o que corresponden a una misma definición y a cuyos elementos se les estudiarán sus características y relaciones (González, 2004).

Para la elaboración de este Trabajo Especial de Grado, se escogió una población de ciento treinta y cuatro (134) profesores, los cuales corresponden a la totalidad de profesores que imparte clases en el Edificio de Laboratorios, pertenecientes a cualquiera de las cuatro (4) escuelas (Ingeniería Informática, Civil, Industrial y Telecomunicaciones) y veintiocho (28) salones de clase que suman la totalidad de recintos disponibles para impartir las mismas.

*Tabla 3: Operacionalización de las variables*  
Fuente: Elaboración propia

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	FUENTES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	PRODUCTO
Proceso de trabajo	Objeto/sujeto del trabajo	Alumnos	Profesores que dictan clases en los salones del Edificio de Ingeniería	Entrevistas no estructuradas	<b>Ficha de Proceso de Trabajo</b>
	Medios del trabajo	Infraestructura Equipos Mobiliario Materiales			
	Actividades del trabajo	Cargas físicas Cargas mentales			
	Organización y división del trabajo	Organigrama Tiempo y horarios de trabajo Esfuerzos			
Grado de satisfacción del personal docente con respecto a los salones de clases	Nivel de ruido que se percibe en los salones de clase	Óptimo Aceptable Regular Inaceptable Pésimo	Profesores que dictan clases en los salones del Edificio de Ingeniería	Encuesta de confort acústico	<b>Sectores y salones críticos en condiciones acústicas</b>
	Fuentes de ruido con mayor relevancia	Personas hablando en los pasillos Sistemas de ventilación/climatización Ruido procedente del exterior Transmisión de ruidos provenientes de aulas adyacentes Otros			
	Nivel de distracción que representan las fuentes de ruido	Muy alto Alto Intermedio Bajo  Muy bajo			

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	FUENTES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	PRODUCTO
Condiciones acústicas actuales en función de las normativas vigentes	Frecuencia con la que se eleva la voz para hacerse entender	Siempre Casi siempre A veces Rara vez Nunca	Salones del Edificio de Ingeniería críticos en condiciones acústicas	Medidor de distancia láser  Cinta métrica  Sonómetro Digital	<b>Situación actual en términos acústicos de los salones críticos</b>
	Frecuencia con la que se padece de síntomas propios de la disfonía	Siempre Casi siempre A veces Rara vez Nunca			
	Tiempo de reverberación	Volumen del salón Área total de superficies interiores del salón Coeficiente de absorción sonora			
	Curvas de criterio de ruido NC	Curvas NC preestablecidas Niveles de presión sonora dentro del aula			
Soluciones en el diseño de los salones de clase con condiciones acústicas incorrectas	Tratamientos para el acondicionamiento acústico	Materiales para tratamiento acústico en: Paredes Pisos Puertas Ventanas Techo	Salones del Edificio de Ingeniería críticos en condiciones acústicas	Investigación documentada	<b>Propuestas de modificación estructural para la mejora a las condiciones acústicas de los salones de clase</b>
Factibilidad técnica-económica de las propuestas de renovación en el diseño de los salones de clase	Costo de materiales constructivos  Costo de mano de obra	Inversión	Presupuestos  Cotizaciones	Estudio de factibilidad técnica  Análisis económico	<b>Costo de las propuestas de modificación estructural para la mejora a las condiciones acústicas de los salones de clase</b>

### 3.6.2 Muestra

La muestra es un subconjunto de la población. A partir de los datos de las variables obtenidos de ella (estadísticos), se calculan los valores estimados de esas mismas variables para la población. Se utiliza una muestra cuando por razones de gran tamaño, limitaciones técnicas o económicas, no es posible tomar mediciones a todos los elementos de la población (González, 2004).

Para el presente Trabajo Especial de Grado se tomó en cuenta una (1) muestra para cada uno de los siguientes criterios de evaluación:

- Entrevistas no estructurada: Se seleccionaron aleatoriamente treinta (30) profesores, conforme a los criterios de la población antes descrita.
- Encuesta de confort acústico: Este instrumento se aplicará a cincuenta (50) profesores seleccionados de forma aleatoria. La encuesta será respondida de forma anónima. Para esto se escogerán como mínimo seis (6) encuestas por cada salón, fraccionadas en por lo menos dos (2) por cada bloque horario, para un total de 181 encuestas. A continuación se describen los bloques de horario antes mencionados:

Bloque	Horario	Encuestas aplicadas por salón
A	7:00am - 11:00 am	2 o más
B	11:00am - 3:00 pm	2 o más
C	3:00 pm - 9:00 pm	2 o más

Para evitar sesgo de información, no se encuestará al mismo profesor más de una vez con respecto a un mismo salón. Sin embargo, un profesor puede ser encuestado en varias oportunidades para evaluar distintos salones.

- Mediciones de ruido y tiempo de reverberación: Estas mediciones serán realizadas en los salones que obtengan resultados desfavorables a partir de la encuesta sobre confort acústico, por lo tanto el número de la muestra será conocido una vez finalizada la aplicación del instrumento.

### 3.7 Recolección de Datos

Una vez definido el diseño de la investigación y su enfoque, es preciso comenzar con la recolección de información, lo que implica seleccionar técnicas adecuadas para ello.

#### 3.7.1 Observación directa

La observación directa es cuando el investigador toma directamente los datos de la población, sin necesidad de cuestionarios, entrevistadores, entre otros; mientras que la observación es indirecta cuando los datos no son obtenidos directamente por el investigador, ya que precisa de un cuestionario, entrevistador u otros medios para obtener los datos del estudio (Torres, 2002)

En la presente investigación, se realizarán observaciones directas, a través de mediciones que permitan obtener información acerca del estado actual de la acústica en los salones de clase; y observaciones indirectas, por medio de la aplicación de encuestas para determinar el grado de satisfacción de los profesores con respecto a las condiciones acústicas actuales en las cuales se encuentran los salones de clases. Asimismo se realizarán entrevistas no estructuradas que permitan caracterizar el proceso de trabajo del personal académico.

Para realizar las mediciones correspondientes a las observaciones directas, serán requeridos los siguientes instrumentos:

*Tabla 4: Equipos empleados para la realización de las mediciones.*  
Fuente: Elaboración propia

Instrumento	Marca	Modelo	Función	Unidades	Apreciación	Imagen
Cinta métrica	Stanley	Fatmax	Medir longitudes	(m)	0,001 m	

Instrumento	Marca	Modelo	Función	Unidades	Apreciación	Imagen
Medidor de distancia laser	Bosch	DEL 40	Medir longitudes	(mm)	0,01 mm	
Sonómetro Digital	Quest Technologies	1900	Medir niveles de ruido por banda de octava	(dB(A))	0,1 dB	

### 3.7.2 Encuesta

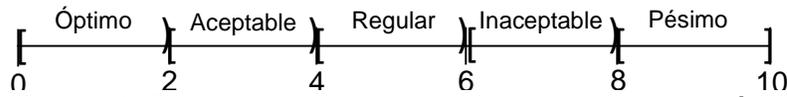
Según el profesor García Fernando, “la encuesta es una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación con el fin de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población” (Torres, 2002).

En el siguiente Trabajo Especial de Grado, se utilizará este instrumento para conocer el grado de satisfacción que tienen los profesores con respecto a la acústica en los salones de clase (véase anexo A).

Las preguntas 1, 3, 4 y 5 de la encuesta, hacen uso de una escala ordinal mientras que la pregunta 2, hace uso de escala nominal.

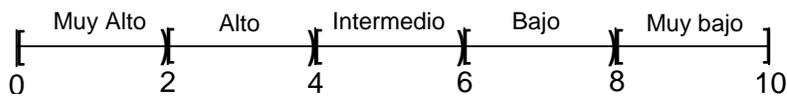
Para la escala ordinal se procedió a elaborar una escala continua, utilizando una línea recta de 10 cm de longitud, siendo los extremos de la misma la mejor o la peor opción, de esta manera se le indica al profesor encuestado que señale a lo largo de ella un punto de acuerdo a su percepción con respecto a la pregunta. Para el análisis de los resultados de estas preguntas, se medirá, haciendo uso de una regla, la distancia en centímetros desde el punto de origen hasta el punto señalado por el profesor encuestado. Cabe destacar que el resultado alcanzado corresponde a una generalización continua de la escala ordinal y es por ello que cuando se resuman los valores obtenidos para cada pregunta en la totalidad de

las encuestas a evaluar, será calculada la mediana. El resultado numérico obtenido a través del cálculo de la mediana, será categorizado según la escala cualitativa descrita en las figuras 2,3 y 4.



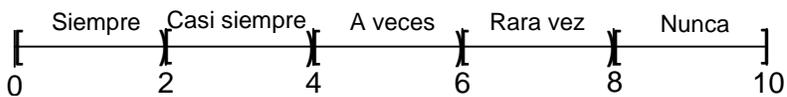
*Figura 2: Escala ordinal empleada para la evaluación y análisis de la pregunta 1*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 3: Escala ordinal empleada para la evaluación y análisis de la pregunta 3*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4: Escala ordinal empleada para la evaluación y análisis de las preguntas 4 y 5.*

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.3 Entrevista

Se puede definir como una comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto (Amador, 2009).

En la presente investigación, se realizarán entrevistas no estructuradas a los profesores de clases, de forma de obtener información que permita caracterizar los procesos de trabajo de los mismos.

## 3.8 Fases de la Investigación

Las fases contempladas para la elaboración del presente Trabajo Especial de Grado se explican a continuación:

*Fase I: Revisión y análisis de documentación.*

*Fase II: Identificación y caracterización de los procesos de trabajo.*

- Caracterizar el proceso de trabajo del personal académico que presta sus servicios haciendo uso de los salones del edificio de la Facultad de Ingeniería.

*Fase III: Determinación del grado de satisfacción de los profesores con respecto a las condiciones acústicas en las que se encuentran los salones de clase.*

- Determinar el grado de satisfacción del personal académico con respecto a las condiciones acústicas actuales en las cuales se encuentran los salones de clase del edificio de la Facultad de Ingeniería.

*Fase IV: Análisis de condiciones acústicas actuales en las que se encuentran los salones de clase en función de la Normativa vigente.*

- Analizar las condiciones acústicas actuales en las que se encuentran los salones de clases del edificio de la Facultad de Ingeniería, en función de las Normativas vigentes relacionadas con la acústica.

*Fase V: Propuesta de soluciones en el diseño de los salones de clase y análisis de la factibilidad económica y operativa de las mismas.*

- Establecer soluciones en el diseño de aquellos salones de clase del edificio de la Facultad de Ingeniería que presenten condiciones acústicas incorrectas.
- Analizar la factibilidad económica y operativa de las propuestas de renovación en el diseño de los salones de clase del edificio de la Facultad de Ingeniería.

*Figura 5: Fases de la Investigación*

Fuente: Elaboración propia

**Fase I: Revisión y análisis de documentación.**

En esta primera fase se procederá a revisar y evaluar bibliografía que permita un mayor dominio del tema de estudio y de los objetivos previamente establecidos, de igual forma, también se investigará la normativa que deba cumplirse en el diseño de las aulas de clase de modo de garantizar una adecuada acústica dentro de las mismas.

**Fase II: Identificación y caracterización de los procesos de trabajo.**

En esta fase se caracterizará el proceso de trabajo del profesor universitario que hace uso de las aulas del Edificio Laboratorios, para esto será necesario identificar y describir el objeto/sujeto, las actividades, los medios y la organización y división de su trabajo.

**Fase III: Determinación del grado de satisfacción de los profesores con respecto a las condiciones acústicas en las que se encuentran los salones de clase.**

A través de la aplicación de encuestas a los profesores que hacen uso de los salones de clase del Edificio de Laboratorios, se determinará su opinión de forma de conocer cuáles son los salones que presentan las peores condiciones acústicas.

**Fase IV: Análisis de condiciones acústicas actuales en las que se encuentran los salones de clase en función de la Normativa vigente.**

En esta fase se realizarán las mediciones necesarias para aquellos salones que presenten, según los resultados de las encuestas realizadas en la fase III, las peores condiciones acústicas, de forma de respaldar dichas opiniones con indicadores acústicos reales como lo son el tiempo de reverberación, el ruido de fondo y las curvas de valoración NC. Asimismo se verificará si estos valores se encuentran dentro de los establecidos previamente por la normativa. El procedimiento empleado para llevar a cabo dichas mediciones, se muestra con claridad en los diagramas 1 y 2.

**Fase V: Propuesta de soluciones en el diseño de los salones de clase y análisis de la factibilidad técnica y económica de las mismas.**

Una vez identificados los salones con peores condiciones acústicas, se procederá a proponer modificaciones en la estructura de los mismos, con el fin de establecer soluciones a este problema. Dichas soluciones serán evaluadas a nivel técnico y económico para dar a conocer el costo de las mismas.

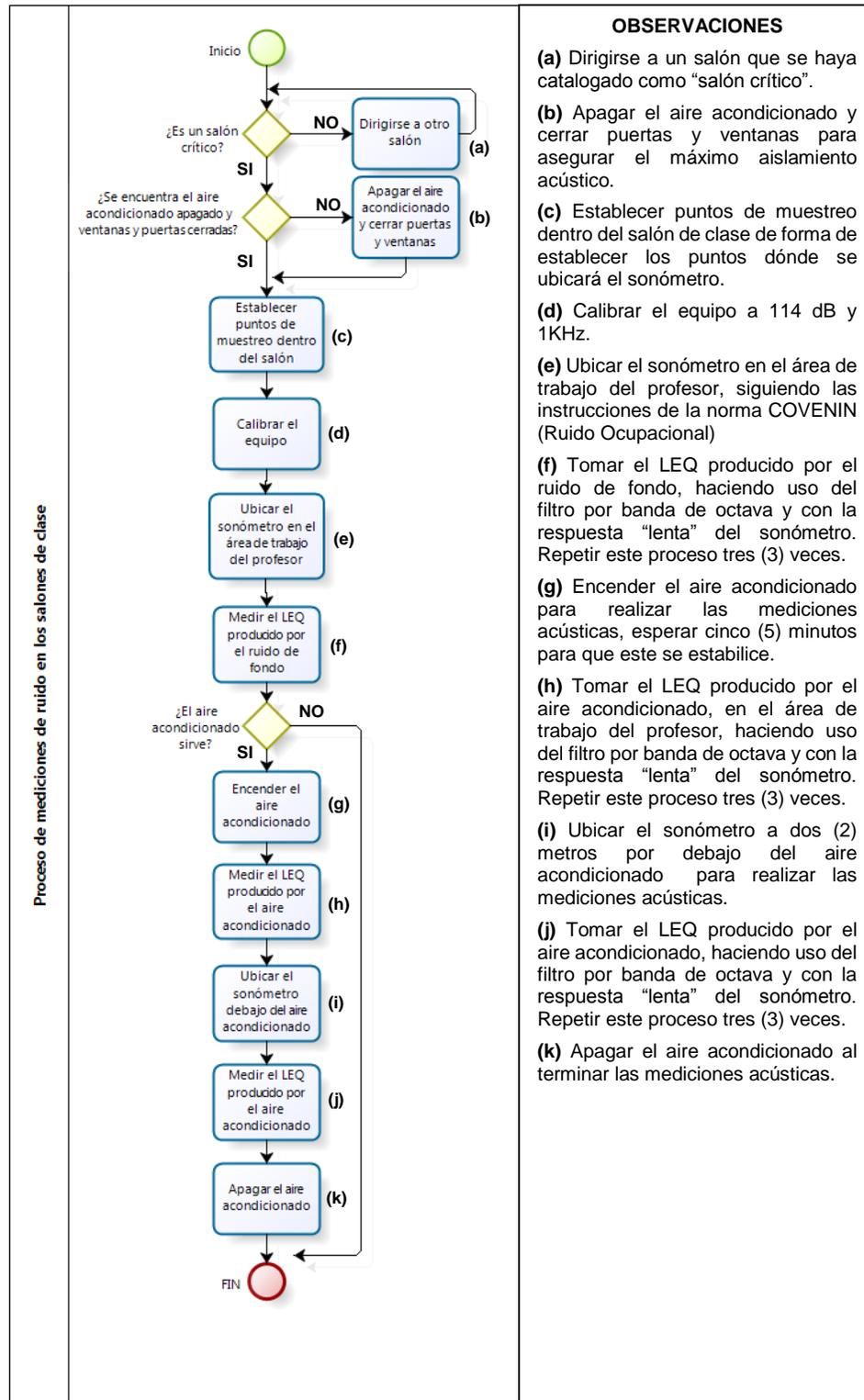


Diagrama 1: Procedimiento empleado para realizar las mediciones de ruido en los salones de clase  
 Fuente: Elaboración propia

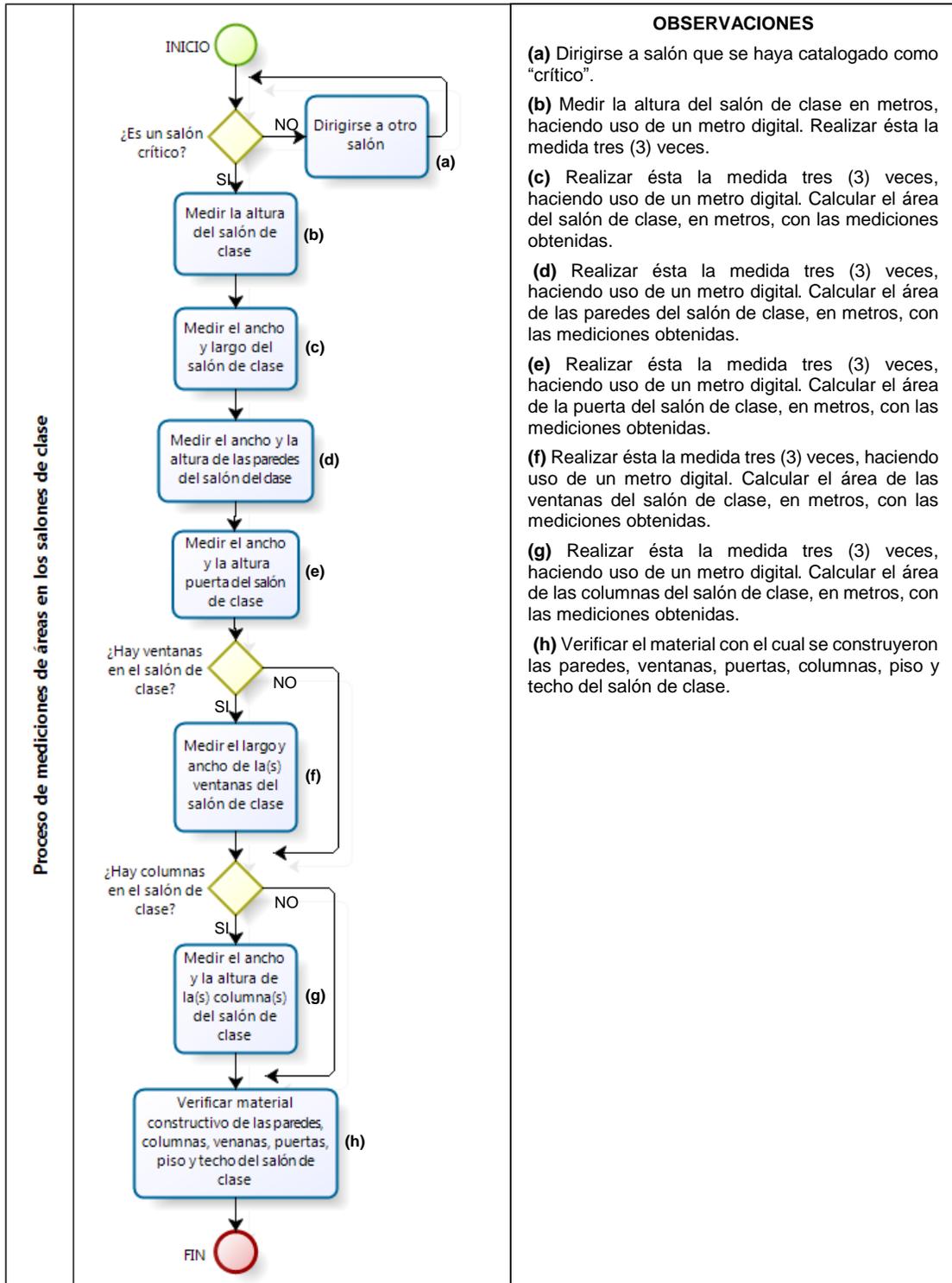


Diagrama 2: Procedimiento empleado para realizar las mediciones de en los salones de clase

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV

A continuación, se describen las condiciones acústicas actuales y el proceso de trabajo del personal académico, utilizando herramientas de análisis tanto cualitativas como cuantitativas.

### 4. Situación Actual

#### 4.1 Proceso de trabajo del profesor universitario que hace uso de los salones del Edificio de Laboratorios

A continuación se describe el proceso de trabajo del profesor universitario que hace uso de las aulas del Edificio de Laboratorios. Esta descripción se obtuvo a través de la aplicación de entrevistas no estructuradas a treinta (30) profesores.

En el estudio del proceso de trabajo, existen elementos que deben considerarse, tales como:

- Objeto/sujeto de trabajo
- Actividades
- Medios de trabajo
- Organización y división del trabajo

Dichos elementos, para el caso del profesor universitario, se describen de la siguiente manera:

##### 4.1.1 Objeto/sujeto de trabajo

El sujeto de trabajo del profesor universitario es el *alumno*, y existe un constante intercambio entre ambas partes, el cual no sólo se ve presente en el aula de clases, sino también fuera de ella, debido a que, en cualquier relación humana, existe una carga afectiva.

Cada grupo de alumnos tiene características distintas que pueden influir positiva o negativamente en las actividades realizadas dentro o fuera del área.

#### 4.1.2 Actividades

La principal actividad que realiza el profesor universitario es *impartir* a los alumnos los temas del contenido programático previamente definido para cada asignatura y *realizar evaluaciones* de forma de comprobar que los conocimientos hayan sido transmitidos correctamente, sin embargo, dependiendo del profesor, de la asignatura y las características de los alumnos, pueden utilizarse distintos mecanismos, estrategias pedagógicas y de evaluación.

Además de la enseñanza y evaluación, existen muchas otras actividades que competen a la labor del profesor universitario, no obstante, las mismas no serán definidas debido a que el presente Trabajo Especial de Grado abarca únicamente aquellas ejecutadas dentro del aula.

#### 4.1.3 Los medios de trabajo

Los medios utilizados por parte del profesor universitario desempeñan un papel primordial en el desarrollo de sus actividades. Las características de la infraestructura del edificio, el mobiliario y las instalaciones de servicio básico en el que se realizan dichas actividades están en contacto directo con el profesor, afectando el desempeño de su trabajo, su salud mental y física de manera positiva o negativa.

A través de una recolección de datos obtenida a partir de las entrevistas no estructuradas, se obtiene que los principales medios de trabajo de los profesores que hacen uso de los salones de clase del Edificio de Laboratorios son:

- Salones de clase
- Mobiliario (escritorio, sillas, pupitres)
- Pizarra
- Marcadores
- Borrador de pizarra

- Libros, textos
- Computadora portátil
- Video Beam
- Retroproyector
- Bolígrafo
- Material de apoyo
- Hojas de examen
- Hojas blancas

#### **4.1.4 Organización y división del trabajo**

Se refiere a la forma como los profesores universitarios se organizan para trabajar y a la manera como se dividen las tareas y actividades. En la Universidad Católica Andrés Bello, el contenido programático de cada asignatura está previamente establecido, sin embargo, cada profesor es libre de transmitir cada tema y realizar las evaluaciones según su criterio, respetando el reglamento universitario.

El trabajo de los profesores universitarios que dictan clases en el Edificio de Laboratorios se organiza y se divide según los siguientes aspectos:

- a) *Duración de la sesión de clase:* Cada asignatura posee su carga horaria, cada sesión de clase posee una duración mínima de una (1) hora académica y máxima de cuatro (4) horas académicas. La cantidad de sesiones de clases que dicta un profesor semanalmente, varía en función de las horas programadas para cada asignatura y la cantidad de las mismas.
- b) *Forma de impartir clases:* El profesor universitario tiene la potestad de decidir si sus clases son:
  - Magistrales: la lección magistral o método expositivo se caracteriza fundamentalmente por ser un proceso de comunicación casi exclusivamente uni-direccional entre el

formador que desarrolla un papel activo y unos alumnos que son receptores pasivos de una información. Es el formador el que envía la información a un grupo de alumnos, y estos se limitan a recibir esa comunicación, y sólo en ocasiones, intervienen preguntando. (Valiente)

- Participativas: La clase participativa se organiza con base en el plan de clase, los objetivos propuestos y contenidos a desarrollar, así como en función de las estrategias desarrolladas en el aula. La clase participativa se desarrolla promoviendo la participación activa, creativa e independiente; dando al alumno la oportunidad de interactuar con el docente y sus compañeros, de modo que pueda plantear sus puntos de vista e intercambiar opiniones, respetando la diversidad de pensamiento. (Editorial Girasol, 2008)

c) *Plan de evaluación*: El profesor determina la cantidad y el tipo de evaluaciones que aplicará de forma de poder comprobar el aprendizaje del alumno. Estas pueden ser:

- Talleres (grupales o individuales)
- Exámenes (orales o escritos)
- Exposiciones (grupales o individuales)
- Trabajos (grupales o individuales)
- Otros

A continuación se muestra una ficha resumen del proceso de trabajo del profesor universitario que hace uso de los salones del Edificio de Laboratorios:

Tabla 5: Ficha de Proceso de Trabajo del Personal Docente

Fuente: Elaboración propia

NOMBRE DE LA OPERACIÓN QUE REALIZA EL TRABAJADOR	ACTIVIDADES DE LA OPERACIÓN	OBJETO/SUJETO DE TRABAJO	MEDIOS DIRECTOS DE TRABAJO	ORGANIZACIÓN Y DIVISIÓN DEL TRABAJO
Profesor universitario	Impartir clases	Alumnos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salones de clase</li> <li>• Mobiliario (escritorio, sillas, pupitres)</li> <li>• Pizarra</li> <li>• Marcadores</li> <li>• Borrador de pizarra</li> <li>• Libros</li> <li>• Computadora portátil</li> <li>• Video Bean</li> <li>• Retroproyector</li> <li>• Material de apoyo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración de la clase</li> <li>• Forma de impartir clases:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Magistral</li> <li>- Participativa</li> </ul> </li> </ul>
Profesor universitario	Evaluar los conocimientos	Alumnos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salones de clase</li> <li>• Mobiliario (escritorio, sillas, pupitres)</li> <li>• Pizarra</li> <li>• Marcadores</li> <li>• Borrador de pizarra</li> <li>• Computadora portátil</li> <li>• Bolígrafo</li> <li>• Material de apoyo</li> <li>• Hojas de examen</li> <li>• Hojas blancas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de evaluación               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Talleres (grupales o individuales)</li> <li>- Exámenes (orales o escritos)</li> <li>- Exposiciones (grupales o individuales)</li> <li>- Trabajos (grupales o individuales)</li> </ul> </li> </ul>

## 4.2 Grado de satisfacción del personal docente con respecto a la acústica en los salones de clase

### 4.2.1 Resultados globales

A continuación se muestran los resultados globales referentes a las encuestas aplicadas a los profesores que dictan clases en el Edificio de Laboratorios.

**Pregunta 1.** En relación al nivel de ruido que los profesores perciben en el salón de clases, se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 6: Resultados globales para la pregunta N°1*  
Fuente: Elaboración propia

Categoría	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
Pésimo	33	18%	18%
Inaceptable	34	19%	37%
Regular	43	24%	61%
Aceptable	30	17%	77%
Óptimo	41	23%	100%
<b>Base</b>	<b>181</b>		

Adicionalmente, se obtuvo una puntuación promedio (mediana) de 4.8, en una escala comprendida entre 0 y 10 (véase Figura 2), por lo que el nivel de ruido que se percibe en términos globales, por parte de los profesores que dictan clases en los salones del Edificio de Laboratorios es considerado *regular*. También se puede observar como el 61% de los profesores considera que el nivel de ruido se encuentra en condiciones regulares, inaceptables o pésimas.

**Pregunta 2.** Se analizan las fuentes de ruido que el profesor considera más relevantes, señalando con el número uno (1) la más relevante, la siguiente en relevancia con el número dos (2) y la menos relevante con el número tres (3). Obteniéndose los siguientes resultados:

*Tabla 7: Resultados globales para la pregunta N°2  
Fuente: Elaboración propia*

Fuente de ruido		Porcentaje de veces que se señaló la fuente de ruido
Personas hablando en los pasillos	A	96%
Sistema de ventilación/climatización	B	71%
Ruido procedente del exterior	C	86%
Transmisión de ruidos proveniente de aulas adyacentes	D	39%
Otros	E	7%

Tal como se muestra en la Tabla 7, las fuentes de ruido con mayor porcentaje de escogencia son: las personas hablando en los pasillos (96%), el ruido procedente del exterior (86%) y el sistema de ventilación/climatización (71%) presente en los salones de clases.

Asimismo, tal como se muestra en la Tabla 8, las personas hablando en los pasillos, es la fuente de ruido considerada más importante para los profesores, ya que un 55% de los encuestados, señaló la misma como aquella con mayor relevancia (número 1).

*Tabla 8: Porcentaje de encuestados que señaló la fuente de ruido como aquella con mayor relevancia (número 1).  
Fuente; Elaboración propia*

Fuente de ruido		Porcentaje de veces que se señaló la fuente con el N° 1
Personas hablando en los pasillos	A	55%
Sistema de ventilación/climatización	B	24%
Ruido procedente del exterior	C	16%
Transmisión de ruidos proveniente de aulas adyacentes	D	3%
Otros	E	2%

**Pregunta 3.** Se estudia el nivel de distracción que representan para los profesores las distintas fuentes de ruido descritas en la pregunta 2, obteniéndose los siguientes resultados:

*Tabla 9: Resultados globales para la pregunta N°3  
Fuente: Elaboración propia*

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia Absoluta</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa Acumulada</b>
Muy alto	39	22%	22%
Alto	51	28%	50%
Intermedio	49	27%	77%
Bajo	28	15%	92%
Muy bajo	14	8%	100%
<b>Base</b>	<b>181</b>		

Adicionalmente, se obtuvo una puntuación promedio (mediana) de 4.0 en una escala comprendida entre 0 y 10 (véase Figura 3), por lo se puede concluir que el nivel de distracción que representan para los profesores las distintas fuentes de ruido descritas en la pregunta, es *intermedio*. También se puede observar como el 77% de los profesores considera que las distintas fuentes de ruido generan un nivel de distracción intermedio, alto o muy alto.

**Pregunta 4.** Se cuestiona la frecuencia con la que el profesor se ve en la necesidad de alzar la voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo, para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 10: Resultados globales para la pregunta N°4*  
*Fuente: Elaboración propia*

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia Absoluta</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa Acumulada</b>
Siempre	21	12%	12%
Casi siempre	27	15%	27%
A veces	39	22%	49%
Rara vez	55	30%	79%
Nunca	39	21%	100%
<b>Base</b>	<b>181</b>		

Adicionalmente, se obtuvo una puntuación promedio (mediana) de 3.6, en una escala comprendida entre 0 y 10 (véase Figura 4), por lo se puede concluir que la frecuencia con la que los profesores se ven en la necesidad de alzar la voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo es *casi siempre*. También se puede observar como el 27% de los profesores alzan la voz siempre o casi siempre para hacerse entender.

**Pregunta 5.** En esta interrogante, se estudia la frecuencia con la que el profesor padece de síntomas tales como ronquera, dolor o ardor al hablar, sensación de falta de aire, dificultad para tragar o carraspera, a causa de su jornada laboral, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

*Tabla 11: Resultados globales para la pregunta N°5*  
*Fuente: Elaboración propia*

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia Absoluta</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa Acumulada</b>
Siempre	65	36%	36%
Casi siempre	23	13%	49%
A veces	32	18%	67%
Rara vez	39	22%	89%
Nunca	22	12%	100%
<b>Base</b>	<b>181</b>		

A su vez, se obtuvo una puntuación promedio (mediana) de 5.5, en una escala comprendida entre 0 y 10 (véase Figura 4), por lo se puede concluir que la frecuencia con la que los profesores padecen de síntomas tales como ronquera, dolor o ardor al hablar, sensación de falta de aire, dificultad para tragar o carraspera, a causa de su jornada laboral es *a veces*. También se puede observar como el 49% de los profesores padece dichos síntomas siempre o casi siempre.

#### 4.2.2 Sectores críticos

El Edificio de Laboratorios, consta de dos (2) pisos y veintiocho (28) salones de clases, en el mismo se imparten clases desde las 7:00am hasta las 9:00pm. Para un análisis más profundo, se tomó la decisión de sectorizar el edificio, dividiendo el mismo en cuatro (4) sectores tal como se muestra en las figuras 6 y 7, y tres bloques horarios (A, B y C), tal como se muestra en la Tabla 12.

*Tabla 12: División de bloques horarios*  
*Fuente: Elaboración propia*

<b>Bloque</b>	<b>Horario</b>
A	7:00am - 11:00 am
B	11:00am - 3:00 pm
C	3:00 pm - 9:00 pm

De dichos sectores, serán estudiados únicamente aquellos en los que se obtuvo una puntuación promedio (mediana) de a lo sumo 6 en la pregunta 1, lo que equivale a una percepción en el nivel de ruido *pésima o inaceptable*. Estos sectores son considerados sectores críticos, y los resultados referentes a los mismos se muestran a continuación.

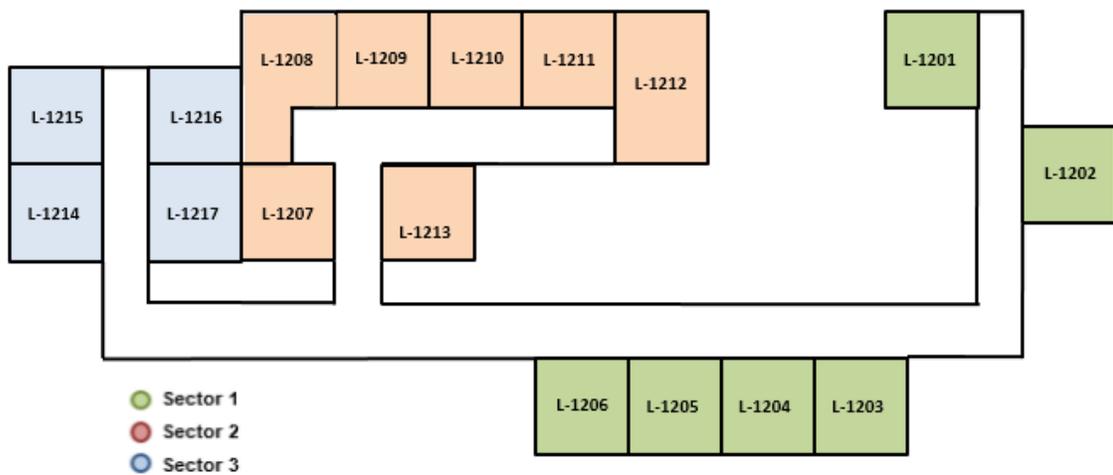


Figura 6: Croquis adimensional de los salones ubicados en el piso uno (1) del Edificio de Laboratorios de la UCAB.

Fuente: Elaboración propia



Figura 7: Croquis adimensional de los salones ubicados en el piso dos (2) del Edificio de Laboratorios de la UCAB

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados de la encuesta de confort acústico se determinaron cuatro (4) sectores y sus bloques de horario críticos, ubicados en su totalidad en el piso uno (1) del edificio (véase Figura 8) de los cuales cuatro (4) obtuvieron una calificación de *inaceptable* con respecto al nivel de ruido percibido en dichos salones.

Asimismo, se observa en la Tabla 13 como las tres (3) principales fuentes de ruido consideradas más relevantes en todos los sectores, independientemente de su prioridad, son:

- Personas hablando en los pasillos.
- Sistema de climatización/ventilación.
- Ruido procedente al exterior.

Dichos resultados coinciden con las principales fuentes de ruido del análisis global.

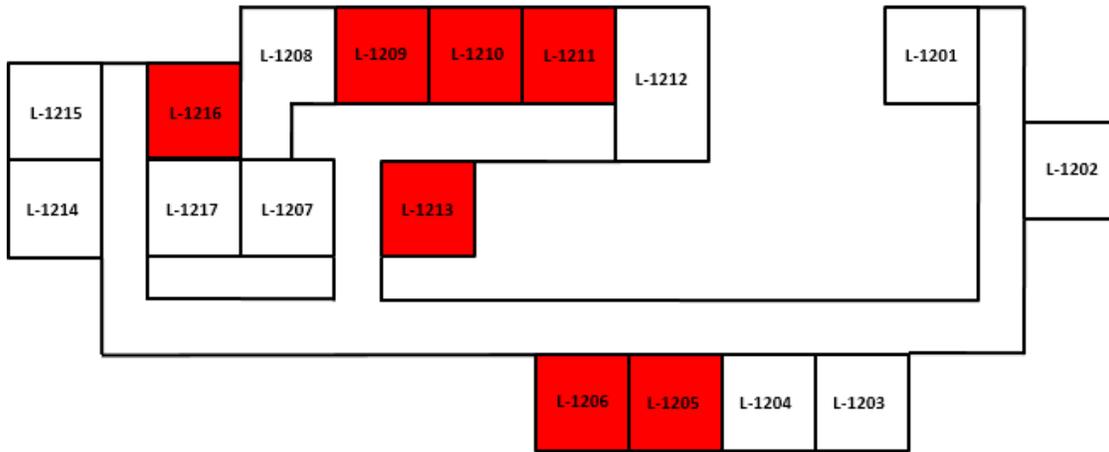
#### **4.2.3 Salones Críticos**

De forma de obtener resultados más precisos, se evaluaron las respuestas de cada uno de los salones de clases pertenecientes a los denominados sectores críticos, analizados anteriormente, se designaron como salones “críticos”, todos aquellos en los que se obtuvo una puntuación promedio (mediana) de a lo sumo 6 en las respuestas a la pregunta 1 de la encuesta de confort acústico, lo que equivale a una percepción en el nivel de ruido *pésima o inaceptable*.

Tabla 13: Resultado de las encuestas para los sectores críticos  
Fuente: Elaboración propia

	Sector / Bloque Horario	Sector 1 / Bloque horario B	Sector 2 / Bloque horario A	Sector 2 / Bloque horario C	Sector 3 / Bloque horario A
Resultados por pregunta	<b>Pregunta 1</b> (Nivel de ruido)	INACEPTABLE	INACEPTABLE	INACEPTABLE	INACEPTABLE
	<b>Pregunta 2</b> (Principales fuentes de ruido)	Personas hablando en los pasillos			
		Ruido procedente del exterior			
		Sistema de ventilación y climatización			
	<b>Pregunta 3</b> (Nivel de distracción que ocasionan las fuentes de ruido)	ALTO	INTERMEDIO	ALTO	ALTO
	<b>Pregunta 4</b> (Frecuencia con la que el profesor debe alzar la voz para hacerse entender)	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE
<b>Pregunta 5</b> (Frecuencia con la que el profesor padece de síntomas característicos de la disfonía, a causa de su jornada laboral)	A VECES	A VECES	A VECES	RARA VEZ	

Figura 8: Croquis adimensional de los salones considerados críticos del Edificio de Laboratorios.  
Fuente: Elaboración Propia



A partir de los resultados de la encuesta de confort acústico se determinaron siete (7) salones críticos, ubicados en su totalidad en el piso uno (1) del edificio (véase Figura 8), de los cuales seis (6) obtuvieron una calificación de *inaceptable* y uno (1) obtuvo una clasificación de *pésima* con respecto al nivel de ruido percibido en dichos salones.

Asimismo, se observa en la Tabla 14 como las tres (3) principales fuentes de ruido consideradas más relevantes en todos los salones “críticos” son:

- Personas hablando en los pasillos.
- Sistema de climatización/ventilación.
- Ruido procedente al exterior.

Estos resultados coinciden con las principales fuentes de ruido del análisis global.

Después de analizar los resultados, se puede observar una inconsistencia en los mismos referente al salón L1205 (ver Tabla 14), ya que a pesar de percibirse un nivel de ruido *inaceptable* (pregunta 1), se indica que dicho nivel de ruido ocasiona una distracción *baja* (pregunta 3) y a su vez el profesor indica que *rara*

vez se ve en la necesidad de alzar la voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo (pregunta 4). Este escenario puede deberse a la falta de entendimiento referente a las instrucciones de relleno de la encuesta sobre confort acústico por parte de los profesores seleccionados como muestra para esta aula.

*Tabla 14: Resultado de las encuestas para los salones críticos.*  
Fuente. Elaboración propia

	Salón	L1205	L1206	L1209	L1210	L1211	L1213	L1216	
Resultados por pregunta	<b>Pregunta 1</b> (Nivel de ruido)	INACEPTABLE	INACEPTABLE	INACEPTABLE	INACEPTABLE	PÉSIMO	INACEPTABLE	INACEPTABLE	
	<b>Pregunta 2</b> (Principales fuentes de ruido)	Personas hablando en los pasillos	Sistema de ventilación y climatización						
		Ruido procedente del exterior	Ruido procedente del exterior	Sistema de ventilación y climatización	Ruido procedente del exterior				
		Sistema de ventilación y climatización	Sistema de ventilación y climatización	Ruido procedente del exterior	Sistema de ventilación y climatización	Personas hablando en los pasillos			
	<b>Pregunta 3</b> (Nivel de distracción que ocasionan las fuentes de ruido)	BAJO	ALTO	INTERMEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	
	<b>Pregunta 4</b> (Frecuencia con la que el profesor debe alzar la voz para hacerse entender)	RARA VEZ	CASI SIEMPRE						
<b>Pregunta 5</b> (Frecuencia con la que el profesor padece de síntomas característicos de la disfonía, a causa de su jornada laboral)	NUNCA	A VECES	RARA VEZ	RARA VEZ	A VECES	CASI SIEMPRE	A VECES		

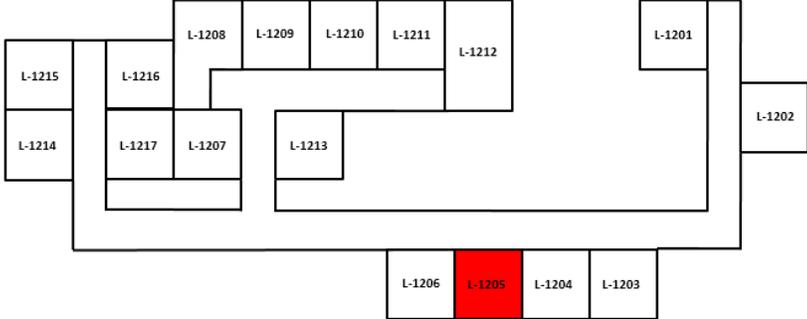
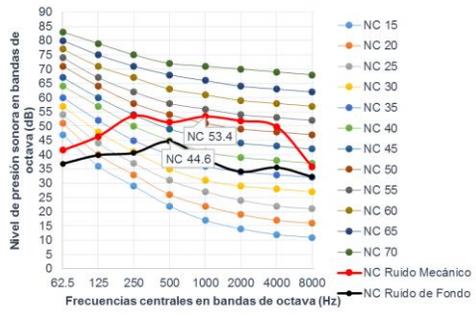
### **4.3 Condiciones acústicas actuales en las que se encuentran los salones “críticos” del Edificio de Laboratorios.**

A continuación se muestran los resultados obtenidos a partir de las mediciones realizadas a cada uno de los salones críticos, de forma de conocer su situación acústica actual.

Se presenta de forma resumida la descripción, ubicación y fotografías de cada salón de clase; el tiempo de reverberación a la frecuencia de 1000Hz calculado en cada uno de los casos y las curvas de criterio de ruido NC para el ruido mecánico y el ruido de fondo.

Tabla 15: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1205

Fuente: Elaboración propia

Salón	L1205									
Descripción	Ubicado en el primer piso del edificio de Laboratorios, posee capacidad para 30 alumnos, sus ventanas tienen vista directa a un cafetín, centro de copiado y estacionamientos, todos con alta circulación de personas y vehículos. Asimismo, la puerta de entrada a dicho salón se encuentra ubicada en uno de los pasillos con mayor circulación de personas de todo el Edificio.									
										
										
Salón	L1205									
Curvas NC (Ruido de Fondo y Ruido Mecánico)						<p>Se muestra el valor en dB para cada banda de octava, de los niveles de ruido ocasionados por el equipo del aire acondicionado (ruido mecánico) y los niveles de ruido de fondo presentes, en relación a los niveles de ruido NC preestablecidos. El índice NC resultante para el ruido mecánico es <b>53.4</b> y <b>44.8</b> dB, respectivamente. Ambos por encima del rango NC recomendado para salones de clase.</p>				
	Área, material y coeficiente de absorción sonora de cada superficie	SALÓN: L1205	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Pared 4	Puerta	Columnas	Techo
Área (m <sup>2</sup> )		9.059	25.479	25.479	25.783	10.105	3.119	8.934	65.620	65.620
Material		Vidrio	Cemento			Madera	Hormigón		Granito	
Coefficiente Absorción sonora ( $\alpha$ )		0.030	0.085			0.100	0.020		0.020	
Volumen y tiempo de reverberación	Volumen (m <sup>3</sup> )	221.269								
	Tiempo de Reverberación (seg)	3.745								
	El tiempo de reverberación se encuentra por encima del rango establecido para los salones de clase.									

**Tabla 16: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1206**  
Fuente: Elaboración propia

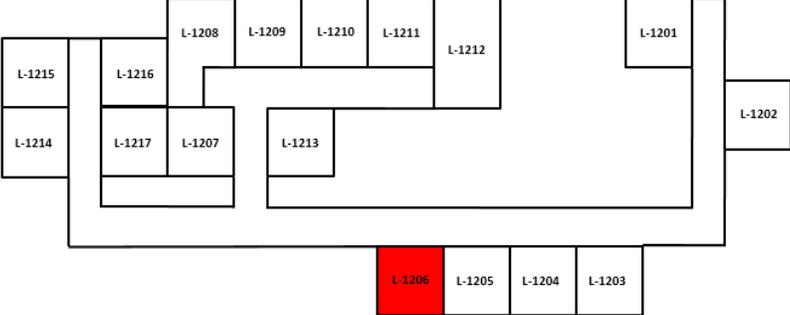
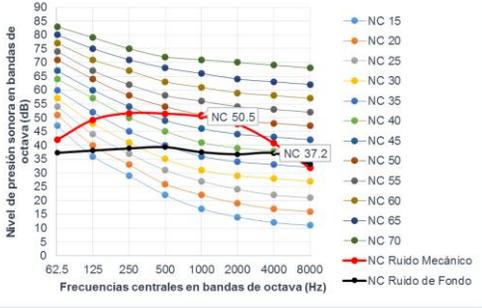
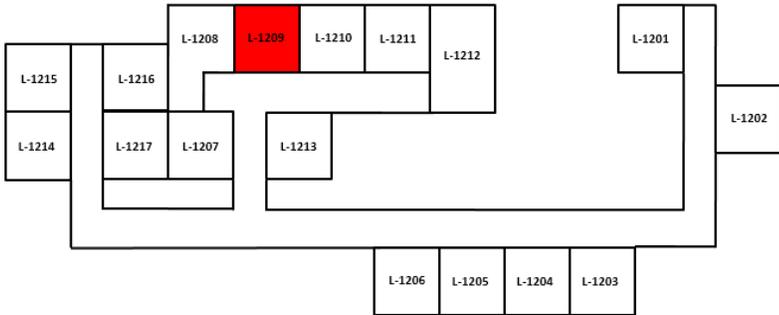
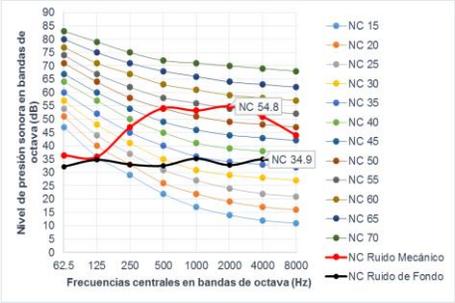
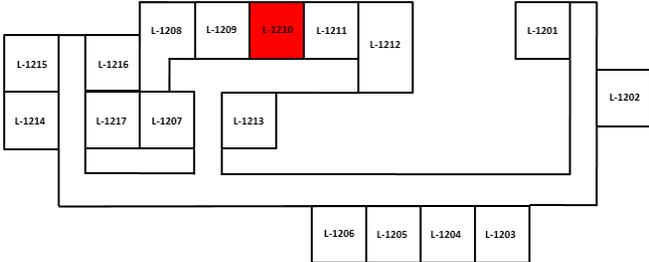
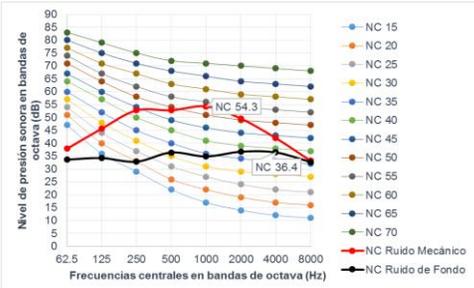
Salón	L1206																																																	
<b>Descripción</b>	Se encuentra ubicado en el primer piso del edificio de Laboratorios, posee capacidad para 30 alumnos; sus ventanas tienen vista directa a un cafetín, centro de copiado y estacionamientos, todos con alta circulación de personas y vehículos. Asimismo, la puerta de entrada a dicho salón se encuentra ubicada en uno de los pasillos con mayor circulación de personas de todo el Edificio.																																																	
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> 																																																	
<b>Curvas NC (Ruido de Fondo y Ruido Mecánico)</b>	<div style="display: flex;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Se muestra el valor en dB para cada banda de octava, de los niveles de ruido ocasionados por el equipo del aire acondicionado (ruido mecánico) y los niveles de ruido de fondo presentes, en relación a los niveles de ruido NC preestablecidos. El índice NC resultante para el ruido mecánico y el ruido de fondo de este salón es <b>50.5</b> y <b>37.2</b> dB, respectivamente. Ambos por encima del rango NC recomendado para salones de clase.</p> </div> </div>																																																	
<b>Área, material y coeficiente de absorción sonora de cada superficie</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">SALÓN: L1206</th> <th style="width: 10%;">Ventanas</th> <th style="width: 10%;">Pared 1</th> <th style="width: 10%;">Pared 2</th> <th style="width: 10%;">Pared 3</th> <th style="width: 10%;">Pared 4</th> <th style="width: 10%;">Puerta</th> <th style="width: 10%;">Columnas</th> <th style="width: 10%;">Techo</th> <th style="width: 10%;">Piso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Área (m<sup>2</sup>)</td> <td>8.993</td> <td>25.819</td> <td>25.819</td> <td>26.749</td> <td>11.353</td> <td>2.131</td> <td>14.749</td> <td>65.461</td> <td>65.461</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>Vidrio</td> <td colspan="3">Cemento</td> <td></td> <td>Madera</td> <td colspan="2">Hormigón</td> <td>Granito</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente Absorción sonora (α)</td> <td>0.030</td> <td colspan="3">0.085</td> <td></td> <td>0.100</td> <td colspan="2">0.020</td> <td>0.020</td> </tr> </tbody> </table>										SALÓN: L1206	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Pared 4	Puerta	Columnas	Techo	Piso	Área (m <sup>2</sup> )	8.993	25.819	25.819	26.749	11.353	2.131	14.749	65.461	65.461	Material	Vidrio	Cemento				Madera	Hormigón		Granito	Coefficiente Absorción sonora (α)	0.030	0.085				0.100	0.020		0.020
SALÓN: L1206	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Pared 4	Puerta	Columnas	Techo	Piso																																									
Área (m <sup>2</sup> )	8.993	25.819	25.819	26.749	11.353	2.131	14.749	65.461	65.461																																									
Material	Vidrio	Cemento				Madera	Hormigón		Granito																																									
Coefficiente Absorción sonora (α)	0.030	0.085				0.100	0.020		0.020																																									
<b>Volumen y tiempo de reverberación</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Volumen (m<sup>3</sup>)</th> <th style="width: 50%;">Tiempo de Reverberación (seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">220.931</td> <td style="text-align: center; color: red;"><b>3.627</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>El tiempo de reverberación se encuentra por encima del rango establecido para los salones de clase.</p>										Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)	220.931	<b>3.627</b>																																				
Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)																																																	
220.931	<b>3.627</b>																																																	

Tabla 17: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1209

Fuente: Elaboración propia

Salón	L1209																																					
Descripción	<p>Se encuentra ubicado en el primer piso del edificio de Laboratorios, posee capacidad para 40 alumnos; sus ventanas tienen vista directa a una calle que permite la entrada vehicular a los estacionamientos más cercanos a este edificio. Asimismo, es importante destacar que debajo y en frente de este salón se encuentra ubicado el Laboratorio de Materiales I; la puerta de este salón se encuentra en frente de una pared discontinua, con cavidades de ventilación, la cual tiene contacto directo con dicho laboratorio.</p>																																					
	 																																					
Curvas NC (Ruido de Fondo y Ruido Mecánico)		<p>Se muestra el valor en dB para cada banda de octava, de los niveles de ruido ocasionados por el equipo del aire acondicionado (ruido mecánico) y los niveles de ruido de fondo presentes, en relación a los niveles de ruido NC preestablecidos. El índice NC resultante para el ruido mecánico y el ruido de fondo de este salón es <b>54.8</b> y <b>34.9</b> dB, respectivamente. El primero, por encima y el segundo, dentro del rango NC recomendado para salones de clases.</p>																																				
Área, material y coeficiente de absorción sonora de cada superficie	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SALÓN: L1209</th> <th>Ventanas</th> <th>Pared 1</th> <th>Pared 2</th> <th>Pared 3</th> <th>Puerta</th> <th>Columnas</th> <th>Techo</th> <th>Piso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Área (m<sup>2</sup>)</td> <td>18.253</td> <td>18.624</td> <td>18.253</td> <td>18.624</td> <td>2.354</td> <td>0.835</td> <td>55.721</td> <td>55.721</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>Vidrio</td> <td>Cemento</td> <td>Cemento</td> <td>Cemento</td> <td>Madera</td> <td>Hormigón</td> <td>Plafón</td> <td>Linóleo</td> </tr> <tr> <td>Coficiente Absorción sonora (<math>\alpha</math>)</td> <td>0.030</td> <td>0.085</td> <td>0.085</td> <td>0.085</td> <td>0.100</td> <td>0.020</td> <td>0.850</td> <td>0.020</td> </tr> </tbody> </table>		SALÓN: L1209	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Puerta	Columnas	Techo	Piso	Área (m <sup>2</sup> )	18.253	18.624	18.253	18.624	2.354	0.835	55.721	55.721	Material	Vidrio	Cemento	Cemento	Cemento	Madera	Hormigón	Plafón	Linóleo	Coficiente Absorción sonora ( $\alpha$ )	0.030	0.085	0.085	0.085	0.100	0.020	0.850	0.020
SALÓN: L1209	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Puerta	Columnas	Techo	Piso																														
Área (m <sup>2</sup> )	18.253	18.624	18.253	18.624	2.354	0.835	55.721	55.721																														
Material	Vidrio	Cemento	Cemento	Cemento	Madera	Hormigón	Plafón	Linóleo																														
Coficiente Absorción sonora ( $\alpha$ )	0.030	0.085	0.085	0.085	0.100	0.020	0.850	0.020																														
Volumen y tiempo de reverberación	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Volumen (m<sup>3</sup>)</th> <th>Tiempo de Reverberación (seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>137.630</td> <td><b>0.410</b></td> </tr> </tbody> </table>	Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)	137.630	<b>0.410</b>	<p>El tiempo de reverberación se encuentra dentro del rango establecido para los salones de clase.</p>																																
Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)																																					
137.630	<b>0.410</b>																																					

**Tabla 18: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1210**  
Fuente: Elaboración propia

Salón	L1210																																						
Descripción	<p>Se encuentra ubicado en el primer piso del edificio de Laboratorios, posee capacidad para 40 alumnos sus ventanas tienen vista directa a una calle que permite la entrada vehicular a los estacionamientos más cercanos a este edificio. Asimismo, es importante destacar que debajo y en frente de este salón se encuentra ubicado el Laboratorio de Materiales I; la puerta de este salón se encuentra en frente de una pared discontinua, con cavidades de ventilación, la cual tiene contacto directo con dicho laboratorio.</p>																																						
	 																																						
Curvas NC (Ruido de Fondo y Ruido Mecánico)				<p>Se muestra el valor en dB para cada banda de octava, de los niveles de ruido ocasionados por el equipo del aire acondicionado (ruido mecánico) y los niveles de ruido de fondo presentes, en relación a los niveles de ruido NC preestablecidos. El índice NC resultante para el ruido mecánico y el ruido de fondo de este salón es <b>53.4</b> y <b>36.4</b> dB, respectivamente. Ambos por encima del rango NC recomendado para salones de clase.</p>																																			
Área, material y coeficiente de absorción sonora de cada superficie	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SALÓN: L1210</th> <th>Ventanas</th> <th>Pared 1</th> <th>Pared 2</th> <th>Pared 3</th> <th>Puerta</th> <th>Techo</th> <th>Piso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Área (m<sup>2</sup>)</td> <td>19.323</td> <td>18.905</td> <td>18.905</td> <td>17.974</td> <td>2.640</td> <td>63.315</td> <td>63.315</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>Vidrio</td> <td colspan="2">Cemento</td> <td></td> <td>Madera</td> <td>Plafón</td> <td>Linóleo</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente Absorción sonora (<math>\alpha</math>)</td> <td>0.030</td> <td colspan="2">0.085</td> <td></td> <td>0.100</td> <td>0.850</td> <td>0.020</td> </tr> </tbody> </table>							SALÓN: L1210	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Puerta	Techo	Piso	Área (m <sup>2</sup> )	19.323	18.905	18.905	17.974	2.640	63.315	63.315	Material	Vidrio	Cemento			Madera	Plafón	Linóleo	Coefficiente Absorción sonora ( $\alpha$ )	0.030	0.085			0.100	0.850	0.020
SALÓN: L1210	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Puerta	Techo	Piso																																
Área (m <sup>2</sup> )	19.323	18.905	18.905	17.974	2.640	63.315	63.315																																
Material	Vidrio	Cemento			Madera	Plafón	Linóleo																																
Coefficiente Absorción sonora ( $\alpha$ )	0.030	0.085			0.100	0.850	0.020																																
Volumen y tiempo de reverberación	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Volumen (m<sup>3</sup>)</th> <th>Tiempo de Reverberación (seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>157.083</td> <td><b>0.417</b></td> </tr> </tbody> </table>		Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)	157.083	<b>0.417</b>	<p>El tiempo de reverberación se encuentra dentro del rango establecido para los salones de clase.</p>																																
Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)																																						
157.083	<b>0.417</b>																																						

**Tabla 19: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1211**  
Fuente: Elaboración propia

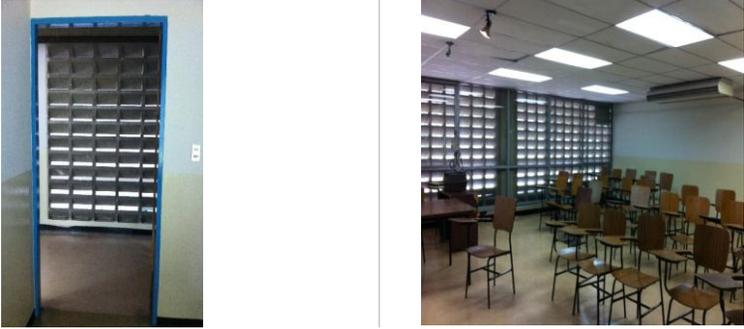
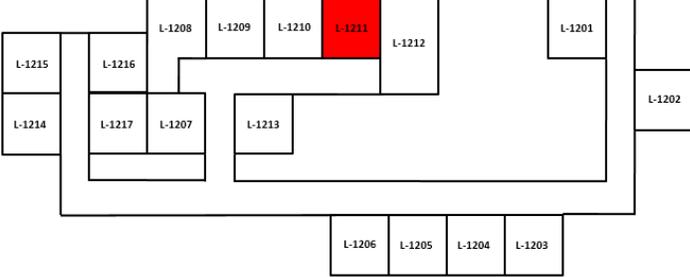
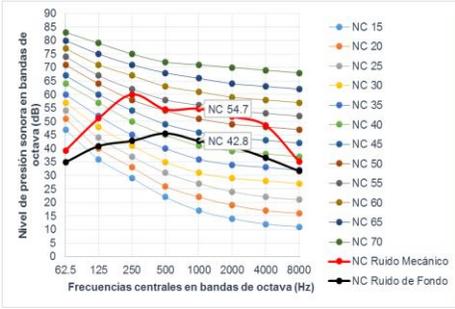
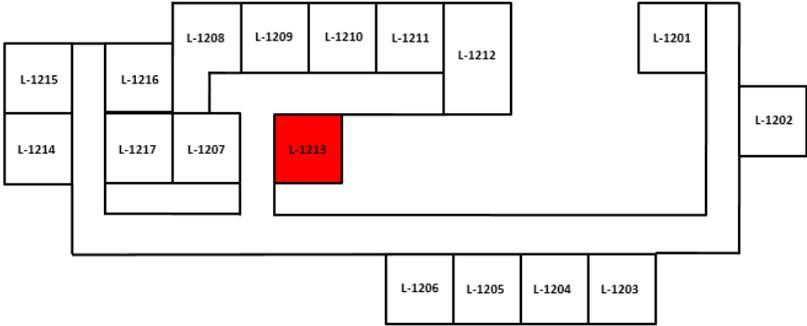
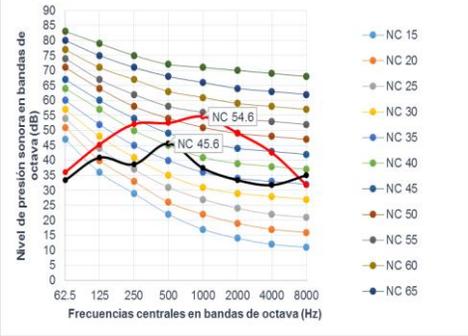
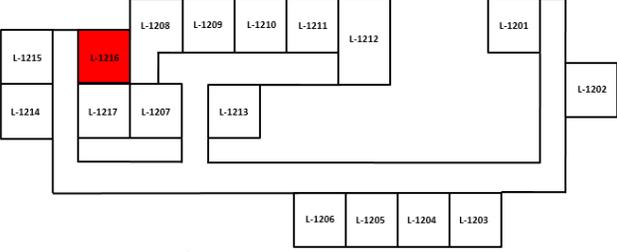
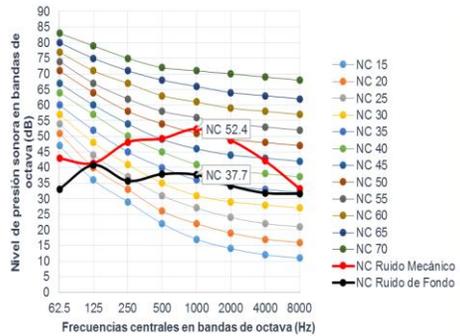
Salón	L1211																																	
Descripción	<p>Se encuentra ubicado en el primer piso del edificio de Laboratorios, posee capacidad para 40 alumnos; sus ventanas tienen vista directa a una calle que permite la entrada vehicular a los estacionamientos más cercanos a este edificio. Asimismo, es importante destacar que debajo y en frente de este salón se encuentra ubicado el Laboratorio de Materiales I; la puerta de este salón se encuentra en frente de una pared discontinua, con cavidades, la cual tiene contacto directo con dicho laboratorio.</p>																																	
	 																																	
Curvas NC (Ruido de Fondo y Ruido Mecánico)		<p>Se muestra el valor en dB para cada banda de octava, de los niveles de ruido ocasionados por el equipo del aire acondicionado (ruido mecánico) y los niveles de ruido de fondo presentes, en relación a los niveles de ruido NC preestablecidos. El índice NC resultante para el ruido mecánico y el ruido de fondo de este salón es <b>54.7</b> y <b>42.8</b> dB, respectivamente. Ambos por encima del rango NC recomendado para salones de clase.</p>																																
Área, material y coeficiente de absorción sonora de cada superficie	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SALÓN: L1211</th> <th>Ventanas</th> <th>Pared 1</th> <th>Pared 2</th> <th>Pared 3</th> <th>Puerta</th> <th>Techo</th> <th>Piso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Área (m<sup>2</sup>)</td> <td>18.078</td> <td>18.920</td> <td>18.920</td> <td>16.983</td> <td>2.484</td> <td>59.787</td> <td>59.787</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>Vidrio</td> <td colspan="2">Cemento</td> <td></td> <td>Madera</td> <td>Plafón</td> <td>Linóleo</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente Absorción sonora (<math>\alpha</math>)</td> <td>0.030</td> <td colspan="2">0.085</td> <td></td> <td>0.100</td> <td>0.850</td> <td>0.020</td> </tr> </tbody> </table>		SALÓN: L1211	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Puerta	Techo	Piso	Área (m <sup>2</sup> )	18.078	18.920	18.920	16.983	2.484	59.787	59.787	Material	Vidrio	Cemento			Madera	Plafón	Linóleo	Coefficiente Absorción sonora ( $\alpha$ )	0.030	0.085			0.100	0.850	0.020
SALÓN: L1211	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Puerta	Techo	Piso																											
Área (m <sup>2</sup> )	18.078	18.920	18.920	16.983	2.484	59.787	59.787																											
Material	Vidrio	Cemento			Madera	Plafón	Linóleo																											
Coefficiente Absorción sonora ( $\alpha$ )	0.030	0.085			0.100	0.850	0.020																											
Volumen y tiempo de reverberación	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Volumen (m<sup>3</sup>)</th> <th>Tiempo de Reverberación (seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>148.392</td> <td><b>0.416</b></td> </tr> </tbody> </table>	Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)	148.392	<b>0.416</b>	<p>El tiempo de reverberación se encuentra dentro del rango establecido para los salones de clase.</p>																												
Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)																																	
148.392	<b>0.416</b>																																	

Tabla 20: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1213

Fuente: Elaboración propia

Salón	L1213								
Descripción	Se encuentra ubicado en el primer piso del edificio de Laboratorios, posee capacidad para 50 alumnos; no posee ventanas. Asimismo, la puerta de entrada a dicho salón se encuentra ubicada en un pasillo que da acceso a seis salones del Edificio.								
									
									
Curvas NC (Ruido de Fondo y Ruido Mecánico)					<p>Se muestra el valor en dB para cada banda de octava, de los niveles de ruido ocasionados por el equipo del aire acondicionado (ruido mecánico) y los niveles de ruido de fondo presentes, en relación a los niveles de ruido NC preestablecidos. El índice NC resultante para el ruido mecánico y el ruido de fondo de este salón es <b>54.6</b> y <b>45.6</b> dB, respectivamente. Ambos por encima del rango NC recomendado para salones de clase.</p>				
Área, material y coeficiente de absorción sonora de cada superficie	SALÓN: L1213	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Pared 4	Puerta	Columnas	Techo	Piso
	Área (m <sup>2</sup> )	19.788	26.480	24.388	18.913	2.534	6.792	69.029	69.029
	Material	Dry Wall		Cemento		Madera	Hormigón	Plafón	Linóleo
	Coeficiente Absorción sonora ( $\alpha$ )	0.040		0.085		0.100	0.020	0.850	0.020
Volumen y tiempo de reverberación	Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)							
	191.763	0.468							
	El tiempo de reverberación se encuentra dentro del rango establecido para los salones de clase.								

**Tabla 21: Situación actual de la acústica e infraestructura del salón L1216**  
Fuente: Elaboración propia

Salón	L1216																																	
<p><b>Descripción</b></p>	<p>Se encuentra ubicado en el primer piso del edificio de Laboratorios, cuenta con una capacidad de 40 alumnos; sus ventanas tienen vista directa a una calle que permite la entrada vehicular a los estacionamientos más cercanos a este edificio.</p>  																																	
<p><b>Curvas NC (Ruido de Fondo y Ruido Mecánico)</b></p>		<p>Se muestra el valor en dB para cada banda de octava, de los niveles de ruido ocasionados por el equipo del aire acondicionado (ruido mecánico) y los niveles de ruido de fondo presentes, en relación a los niveles de ruido NC preestablecidos. El índice NC resultante para el ruido mecánico y el ruido de fondo de este salón es <b>52.4</b> y <b>37.7</b> dB, respectivamente. Ambos por encima del rango NC recomendado para salones de clase.</p>																																
<p><b>Área, material y coeficiente de absorción sonora de cada superficie</b></p>	<table border="1" data-bbox="548 1381 1295 1686"> <thead> <tr> <th>SALÓN: L1216</th> <th>Ventanas</th> <th>Pared 1</th> <th>Pared 2</th> <th>Pared 3</th> <th>Puerta</th> <th>Techo</th> <th>Piso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Área (m<sup>2</sup>)</td> <td>24.024</td> <td>21.099</td> <td>27.681</td> <td>19.035</td> <td>2.064</td> <td>74.073</td> <td>74.073</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>Vidrio</td> <td colspan="2">Cemento</td> <td></td> <td>Madera</td> <td>Plafón</td> <td>Linóleo</td> </tr> <tr> <td>Coeficiente Absorción sonora (<math>\alpha</math>)</td> <td>0.030</td> <td colspan="2">0.085</td> <td></td> <td>0.100</td> <td>0.850</td> <td>0.020</td> </tr> </tbody> </table>		SALÓN: L1216	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Puerta	Techo	Piso	Área (m <sup>2</sup> )	24.024	21.099	27.681	19.035	2.064	74.073	74.073	Material	Vidrio	Cemento			Madera	Plafón	Linóleo	Coeficiente Absorción sonora ( $\alpha$ )	0.030	0.085			0.100	0.850	0.020
SALÓN: L1216	Ventanas	Pared 1	Pared 2	Pared 3	Puerta	Techo	Piso																											
Área (m <sup>2</sup> )	24.024	21.099	27.681	19.035	2.064	74.073	74.073																											
Material	Vidrio	Cemento			Madera	Plafón	Linóleo																											
Coeficiente Absorción sonora ( $\alpha$ )	0.030	0.085			0.100	0.850	0.020																											
<p><b>Volumen y tiempo de reverberación</b></p>	<table border="1" data-bbox="483 1696 927 1791"> <thead> <tr> <th>Volumen (m<sup>3</sup>)</th> <th>Tiempo de Reverberación (seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>207.997</td> <td><b>0.471</b></td> </tr> </tbody> </table>		Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)	207.997	<b>0.471</b>	<p>El tiempo de reverberación se encuentra dentro del rango establecido para los salones de clase.</p>																											
Volumen (m <sup>3</sup> )	Tiempo de Reverberación (seg)																																	
207.997	<b>0.471</b>																																	

#### 4.4 Análisis de Resultados de las mediciones acústicas realizadas en los salones críticos

A continuación se muestra una tabla resumen, indicando los resultados obtenidos a partir de las curvas de criterio de ruido NC para cada salón:

*Tabla 22: Índices de valoración NC para el ruido mecánico y el ruido de fondo presente en los salones “críticos”*

Fuente: Elaboración propia

Salón	NC Ruido Mecánico (dB)	NC Ruido de Fondo (dB)
L1205	53.4	44.6
L1206	50.5	37.2
L1209	54.8	34.9
L1210	54.3	36.4
L1211	54.7	42.8
L1213	54.6	45.6
L1216	52.4	37.7

Para el caso del ruido mecánico, se obtuvo un NC resultante mayor a 30 dB en todos los salones (ver Tabla 22), encontrándose por encima del rango de valores recomendados para un aula de clase. Estos resultados evidencian la presencia de una gran molestia causada por el ruido emitido por estos equipos, ocasionando que el profesor se vea en la necesidad de alzar su voz para transmitir el mensaje con mayor claridad; asimismo, aquellos alumnos situados en cercanía al equipo de aire acondicionado, tendrán mayor dificultad para el entendimiento de la clase.

Las mediciones de ruido mecánico fueron realizadas únicamente en los salones “críticos”, sin embargo, todos los salones poseen los mismos equipos, por lo que es muy probable, que este problema de altos niveles de ruido afecte al resto de las aulas ubicadas en el Edificio de Laboratorios.

Se recomienda que el valor de NC del ruido de fondo en las aulas de clase no exceda de 35 dB, sin embargo, tal como se muestra en la Tabla 22, los valores

obtenidos para las aulas estudiadas superan dicho valor, exceptuando el salón L1209, el cual obtuvo una puntuación de NC 34.9 dB, la cual a pesar de encontrarse por debajo del valor límite, se aleja del mismo por tan solo 0.1 dB.

Estos valores evidencian los resultados obtenidos en las encuestas sobre confort acústico realizada a los profesores, en los que se obtuvo como principales fuentes de ruido: el sistema de climatización/ventilación (ruido mecánico), el ruido proveniente del exterior y las personas hablando en los pasillos (ruido de fondo).

En relación al tiempo de reverberación obtenido para cada salón, ver Tabla 23, se sabe que los valores recomendados para las aulas de clase se encuentran entre 0.4 y 1.5 segundos, dichos valores se cumplen para todos los salones, a excepción del L1205 y el L1206 los cuales presentan altos tiempos de reverberación de 3.7 y 3.6 segundos respectivamente, ocasionando que la voz del profesor produzca ecos continuamente hacia el salón, cada eco interfiere con la siguiente palabra, con lo que la comprensión de la clase se hace más difícil.

*Tabla 23: Resumen de los valores de tiempo de reverberación obtenidos en el estudio de los salones críticos.*

Fuente: Elaboración propia

Salón	Tiempo de reverberación (seg)
L1205	3.7
L1206	3.6
L1209	0.4
L1210	0.4
L1211	0.4
L1213	0.5
L1216	0.5

Además de las curvas NC y el tiempo de reverberación calculado para cada salón, se puede agregar el siguiente análisis:

- Los salones críticos pertenecientes al sector 1 (ver Figura 6) se encuentran ubicados en un pasillo de alta circulación de personas, por lo que en período normal de clase, el Ruido de Fondo puede aumentar notablemente, alterando los resultados mostrados de forma negativa. Adicionalmente, se observó que el salón L1205 no se encuentra completamente aislado acústicamente, ya que la pared que se encuentra en contacto directo con el pasillo, no está construida hasta los niveles del techo (ver Figura 9), en ciertas áreas dando lugar a cavidades que facilitan la transmisión de ruido proveniente del pasillo al interior de dichos salones.

*Figura 9: Cavidad presente en una de las paredes del salón L1205*

Fuente: Elaboración propia



- Las mediciones de ruido, fueron realizadas en un período de tiempo en el cual el laboratorio de Materiales I no estaba siendo usado completamente, sin embargo, frecuentemente se realizan prácticas sumamente ruidosas en este laboratorio las cuales aumentan en gran medida los niveles de ruido de los salones críticos ubicados en el sector 2.

## CAPÍTULO V

En este capítulo se contemplan las propuestas de modificaciones estructurales en aquellos sectores y salones de clase del Edificio de Laboratorios que, de acuerdo a las herramientas de análisis, fueron detectados con condiciones acústicas desfavorables. Asimismo se indican los aspectos técnicos y los costos asociados a la ejecución de las propuestas de diseño.

### **5. Propuestas de modificación estructural para la mejora acústica en los salones de clase y sus cortos asociados**

A continuación se muestran las mejoras propuestas, tomando en cuenta su período de ejecución:

#### **5.1 Propuestas de ejecución a corto plazo**

##### **5.1.1 Disminución del tiempo de reverberación**

###### *Techo*

De forma de disminuir el tiempo de reverberación en los salones L1205 y L1206, los cuales obtuvieron valores fuera de los rangos recomendados para aulas de clase, se propone la instalación de láminas de yeso suspendidas a través de bases de aluminio a lo largo y ancho de todo el salón (*cielo raso*). Su ubicación será a un metro de distancia del techo existente.

El coeficiente de absorción de estas láminas de yeso, es considerablemente mayor en comparación al coeficiente de absorción del hormigón, es por esto que al aplicar dicha propuesta, el tiempo de reverberación del salón L1205 disminuirá de 3.7 segundos a 1.3 segundos, y del salón L1206 disminuirá de 3.6 segundos a 0.9 segundos, quedando de esta forma dentro de los rangos recomendados para un salón de clase.

De esta manera, se mejora la inteligibilidad del habla que se requiere en estos recintos, facilitando así la transmisión y el entendimiento del mensaje.

Se le solicito la cotización de esta propuesta, vía correo electrónico, a la empresa *Construcciones Navas*, obteniéndose los siguientes costos:

*Tabla 24: Cotización para la instalación de cielo raso en los salones L1205 y L1206.*

Fuente: Construcciones Navas S.A.

<b>Materiales</b>	<b>Costo por m2 de techo (Bs.F)</b>	<b>Costo total (Bs.F)</b>
Perfiles de metal	300,00	39.000,00
Molduras de poliestileno expandido		
Tableros de lámina de yeso		
Esquinero		
Tornillos para Dry Wall		
Rieles		
Puntillas de acero		

La cotización mostrada en la Tabla 24, incluye los costos asociados al transporte de materiales y mano de obra. El desarrollo de esta propuesta tiene un tiempo de ejecución aproximado de un día.

### **5.1.2 Reducción del nivel de ruido de fondo**

#### *Ventanas*

El factor básico que influye en el aislamiento acústico de ventanas es el espesor de los cristales. Diferentes cálculos experimentales demuestran que el aislamiento acústico de ventanas doblemente vidriadas de 2.5-3mm es de 25-27 dB; con vidrio de 6mm de espesor, esto aumenta a 32 dB. Las ventanas dobles tienen un alto aislamiento acústico. (López, 1999)

De forma de reducir los niveles de ruido de los salones L1205 y L1206, cuyas ventanas están en cercanía con zonas comunes de gran circulación de personas y vehículos, se propone la instalación de ventanas con doble vidriado,

de 8 mm de espesor, las cuales aíslan acústicamente dicho recinto, evitando de esta forma la transmisión de ruido proveniente del exterior, al interior de estas aulas. Al mismo tiempo aumentan el aislamiento térmico, reduciendo el gasto energético de los sistemas de climatización. Los materiales y costos asociados a *Tabla 25: Cotización para la instalación de ventanas doble vidrio en los salones L1205 y L1206*

Fuente: FERSAR C.A.

Materiales	Costo por ventana (Bs.F)	Costo Total (Bs. F)
Perfil lateral de marco	3.500,00	49.000,00
Perfil de cabezal		
Perfil de base		
Vidrio laminado de 8mm		
Tornillo 10x2" de acero galvanizado cabeza plana de estrias		
Rampluge 1" 1/2" de plástico		
Silicone elástico		
Goma tipo "U"		
tornillos de 8x1" cabeza pan de estrias		
tornillos 1" x 3/4"		
kit de accesorios de cierre y felpa para ventanas		

La cotización mostrada en la Tabla 25, incluye los costos asociados al transporte de materiales y mano de obra. El desarrollo de esta propuesta tiene un tiempo de ejecución aproximado de cinco días.

### *Paredes*

- Para lograr que todos los elementos que constituyen la fachada de los salones estén perfectamente sellados, es decir, no exista ninguna ranura entre sus uniones; se propone construir hasta los niveles del techo, la pared del salón L1205 que se encuentra en contacto directo con el pasillo, utilizando bloques de hormigón, cemento y pintura (ver Figura 9). Los materiales requeridos y costos asociados a esta propuesta se muestran a continuación:

*Tabla 26: Cotización para el sellado de una pared del salón L1205*  
Fuente: Ferretería FerreLagu C.A.

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Total (Bs.F)</b>
Bloques de hormigón	4	PZA	80,00
Cemento	1	SACO	68,00
Pintura	1	POT	150,00
Arena ligada	1	SACO	35,00
Mano de Obra			150,00
			<b>483,00</b>

- Los bloques de hormigón representan un material de construcción que posee unas propiedades acústicas muy válidas para cumplir con la normativa vigente. Tienen un coeficiente de absorción entre 0,2 y 0,7; tienen curvas uniformes de pérdida de transmisión de sonido, sin presentar hoyos acústicos y tienen un aislamiento (R), en dB, comprendido entre 35 y 60 dB, para muros de una hoja. (NormaBlock, 2011)

De forma de mitigar la transmisión de los altos niveles de ruido alcanzados en el sector 2, a causa de las prácticas realizadas en el Laboratorio de Materiales I, se propone eliminar por completo la pared existente, sustituyéndola por la construcción de una pared de bloques de hormigón. Los materiales y costos asociados a la ejecución de esta propuesta se muestran a continuación.

*Tabla 27: Cotización para la construcción de una pared de concreto en el pasillo ubicado en el sector 2.*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Total (Bs.F)</b>
Cemento portland gris	17	SACO	680.00
Cal en pasta	15	SACO	405.00
Arena ligada	4	M <sup>3</sup>	1,160.00
Muro de cavidad, bloque de concreto de 6", espacio de aire de 2"	630	PZA	3,969.00
Pintura	3	GALÓN	450.00
Mano de Obra			12,750.00
			<b>19,414.00</b>

En general, se obtiene un costo total aproximado para la implementación de las mejoras a corto plazo de **Bs.107.900**

## **5.2 Propuestas de ejecución a largo plazo**

### **5.2.1 Reducción del nivel de ruido mecánico**

Una vez comprobado que los niveles de ruido ocasionados por el equipo de aire acondicionado presentan valores sumamente altos en relación a los establecidos en la Normativa, se propone la instalación de un sistema de climatización central, en el cual la ubicación de los ductos de transmisión de aire sea por encima del *techo falso* y los equipos requeridos se ubiquen en el techo del Edificio de Laboratorios. Este sistema, a pesar de ocasionar elevados costos de instalación, tiene como ventaja adicional el hecho de que requiere de un mantenimiento menos frecuente en relación al de los equipos presentes en la actualidad y a su vez el gasto de energía es mucho menor. Además está comprobado que si este sistema se mantiene correctamente, los niveles de ruido ocasionados por el mismo son inferiores en comparación a las unidades *Split* existentes.

Cabe destacar que para la ejecución de esta propuesta es necesario llevar a cabo un estudio técnico detallado, que permita determinar la cantidad de equipos y metros de ductos de transmisión de aire requeridos para la climatización de los veinte y ocho (28) salones de clase del edificio que representan un área total de 1813 m<sup>2</sup>. La realización de este estudio se encuentra fuera del alcance de la presente investigación, sin embargo, la opinión de expertos en el área, permitió obtener un costo aproximado de Bs.F 1.200.000.

Obteniéndose un costo total aproximado, para el caso de propuestas de ejecución a largo plazo, de Bs.F1.200.000.

## CAPÍTULO VI

A continuación se describe el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación y las recomendaciones generadas a partir de esta.

### 6. Conclusiones y Recomendaciones

#### 6.1 Conclusiones

Se caracterizó el proceso de trabajo del personal docente que presta sus servicios haciendo uso de los salones del Edificio de Laboratorios, a través de la realización de entrevistas no estructuradas, de forma de conocer cuál era el objeto/sujeto, los medios, las actividades, la organización y división de su trabajo, logrando demostrar que las condiciones en la que se encuentren los salones pueden influir, de forma negativa o positiva, en la calidad de sus clases y su salud ocupacional.

A partir de la aplicación de las encuestas sobre el confort acústico, se determinó que, de forma global: el 61% del personal docente considera que el nivel de ruido percibido en los salones de clase es regular, inaceptable o pésimo y que las principales fuentes de ruido dentro de estos son: el sistema de climatización/ventilación; personas hablando en los pasillos y ruidos provenientes del exterior, a su vez, un 77% de los profesores considera que el nivel de distracción que ocasionan estas fuentes de ruido es intermedio, alto o muy alto. Asimismo, un 49% de los profesores revelaron que a veces, casi siempre o siempre se ven en la necesidad de elevar el volumen de su voz para hacerse entender dentro del aula y un 67% indicó padecer o haber padecido síntomas característicos de la disfonía. La aplicación de esta herramienta permitió determinar que el mayor descontento por parte de los profesores, se refleja en los salones ubicados en el piso 1, con especial insistencia en los salones L1205, L1206, L1209, L1210, L1211, L1213 y L1216, los cuales fueron catalogados como “críticos”.

Se realizaron mediciones de ruido de fondo, ruido mecánico y se calculó el tiempo de reverberación a los salones “críticos”, comprobando la información derivada de la aplicación de encuestas sobre el confort acústico. A partir de los valores obtenidos en las mediciones de ruido, se construyeron gráficos de criterio de ruido NC, que permitieron observar el comportamiento de estos niveles, logrando demostrar que en todos los salones el ruido de fondo y el ruido mecánico superaban los rangos de 25 a 35 dB y de 20 a 30 dB, respectivamente, ambos establecidos por la normativa vigente.

En relación al tiempo de reverberación, se conoció que el rango establecido por la normativa para los salones de clases se encuentra entre 0.4 y 1.5 segundos; dentro del grupo de salones críticos se observó que dos de ellos, el L1205 y L1206 poseen valores de tiempo de reverberación de 3.745 y 3.627 segundos, respectivamente, ambos superiores a los establecidos, ocasionando que la voz del profesor produzca ecos continuamente hacia el salón, con lo que la comprensión de la clase se hace más difícil.

Conforme a estos escenarios, se proponen las siguientes propuestas a corto plazo: instalación de techos falsos de láminas de yeso, de forma de disminuir los valores elevados de tiempo de reverberación; instalación de ventanas con doble vidrio en aquellos salones “críticos” en los que estas se encuentren en contacto directo con áreas ruidosas que posean elevado tránsito vehicular y de personas; sellamiento de todas las paredes que posean ranuras o cavidades que faciliten la transmisión de ruido proveniente del exterior o de áreas ruidosas, como lo es el Laboratorio de Materiales I, logrando reducir los niveles de ruido de fondo percibido en estos salones. La ejecución de estas propuestas tiene un costo aproximado de **Bs.F 107.900**.

A largo plazo, se propone la instalación de equipos que provean de aire acondicionado central al Edificio de Laboratorios, para minimizar los niveles de ruido mecánico ocasionado por los equipos existentes, la evaluación técnica de esta propuesta se encuentra fuera del alcance de la presente investigación, sin

embargo, la opinión de expertos en el área, permitió obtener un costo aproximado de **BsF 1.200.000,00**.

Estas propuestas otorgarían grandes beneficios a la salud del aparato fonador del personal docente que hace uso de estas aulas, ya que facilitarían el entendimiento del mensaje oral que se desea transmitir y disminuiría la transmisión de ruidos provenientes del exterior a los salones, evitando que el profesor se vea en la necesidad de elevar el volumen de su voz para hacerse entender.

## 6.2 Recomendaciones

A continuación se muestran las recomendaciones para el desarrollo y ejecución de las mejoras propuestas en el presente Trabajo Especial de Grado:

- Realizar el estudio técnico requerido para la instalación de un sistema de ventilación central en el Edificio de Laboratorios, de forma de conocer con exactitud el tipo de sistema, los metros de tuberías de distribución de aire y equipos requeridos, su ubicación, características y costos asociados.
- Realizar las mediciones de ruido de fondo en períodos de clases regulares para obtener valores más certeros de cómo se perciben estos ruidos dentro del aula.
- Para futuras investigaciones se recomienda no sólo estudiar la acústica de los salones, sino también otros aspectos tales como su iluminación y ventilación, de manera de obtener un análisis ergonómico completo que permita determinar si los salones se encuentran en condiciones adecuadas que no afecten a la salud del personal docente que hace uso ellos.

## Bibliografía

- Acoustical Society of America. (2006). Acústica en los salones de clase. *Ingenierías*.
- Amador, M. G. (24 de Marzo de 2009). *Recolección de datos en la investigación*. Obtenido de Metodología de la investigación: <http://manuelgalan.blogspot.com/2009/03/recoleccion-de-datos-en-la.html>
- Bernal Zepada, M., & Ortiz Flores, E. P. (2007). *Importancia de la incorporación temprana a la investigación científica en la Universidad de Guadalajara*. Edición Electrónica gratuita. Obtenido de eumed.net: <http://www.eumed.net/libros/2007b/286/0.htm>
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1995). Ruido ocupacional. Programa de conservación auditiva. Niveles permisibles y criterios de evaluación (3era revisión). Caracas, Venezuela.
- Editorial Girasol. (2008). *El docente de hoy*. Obtenido de Editorial Girasol: <http://www.editorialgirasol.com/PDFS/ContenidoLibro/7laclaseparticipativa.pdf>
- Ercoli, L., Azzurro, A., Méndez, A., & Stornini, J. (Octubre de 1988). *Caracterización sonora de aulas*. Obtenido de Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.: <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/aulas.pdf>
- García, J. C., & Martínez, M. R. (14 de Agosto de 2012). *Metodología de la investigación I*. Obtenido de Wanadoo: [http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/INVESTIGACION\\_CUALITATIVA.pdf](http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/INVESTIGACION_CUALITATIVA.pdf).
- González, H. D. (2004). Metodología de la Investigación. En H. D. González, *Metodología de la Investigación* (págs. 74-75). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- INPSASEL. (Julio de 2005). Ley Orgánica de Prevención Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT). Caracas, Venezuela.

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. (2006). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido*. Madrid.
- Jotz, G., Bramati, O., Schmidt, V., Dornelles, S., & Gigante, L. (2002). Aplicacao do Voice Handicap Index em coralistas. *Arquivos de Otorrinolaringología*, 261.
- Londoño Álvarez, A. M. (24 de 10 de 2011). El trabajo del profesor universitario. Panamá.
- López, M. R. (1999). *Acústica arquitectónica aplicada*. Madrid: Paraninfo.
- Metodología de la Investigación. (20 de Mayo de 2012). *Enfoque Cuantitativo y Cualitativo*. Obtenido de LaCoctelera: <http://metodologiadelainvestigacion.lacoctelera.net/post/2010/05/20/enfoque-cuantitativo-y-cualitativo>
- Ramírez, T. (2006). *Cómo hacer un PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*. Caracas: Editorial Panapo.
- Sapir, S., Keidar, A., & Mathers-Schmidt, B. (1993). Vocal Attrition in Teachers: survey findings. *Europ Journal Disord Commun* , 177.
- Torres, I. M. (2002). *Métodos de recolección de datos para una investigación*. Obtenido de Universidad Rafael Landívar: [http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL\\_03\\_BAS01.pdf](http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_03_BAS01.pdf)
- Universidad Católica Andrés Bello. (5 de Septiembre de 2012). *Información Institucional*. Obtenido de UCAB: <http://www.ucab.edu.ve/la-ucab.1885.html>
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2005). Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales. En U. P. Libertador, *Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales* (pág. 16). Caracas: Fondo editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Valiente, T. B. (s.f.). *Clase Magistral: descripción y procedimiento*. Obtenido de Universidad de Playa Ancha: [http://umd.upla.cl/cursos/didactica/temas/ud2/page\\_01.html](http://umd.upla.cl/cursos/didactica/temas/ud2/page_01.html)

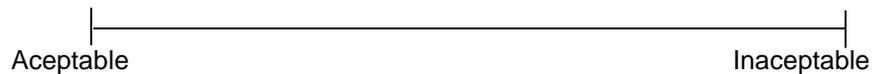
## **ANEXOS**

## ANEXO A. ENCUESTA SOBRE EL CONFORT ACÚSTICO

*A continuación, se presenta una encuesta que tiene como objetivo determinar el grado de satisfacción del personal docente, sobre las condiciones acústicas de los salones de clase del Edificio de Laboratorios de la Universidad Católica Andrés Bello.*

Salón: \_\_\_\_\_ Horario: \_\_\_\_\_

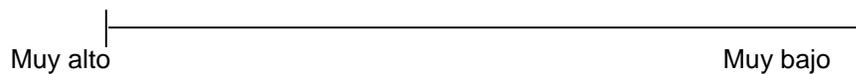
- 1) Usted considera que el nivel de ruido que se percibe en el salón de clase es:



- 2) De las siguientes fuentes de ruido las tres que Ud. considere más importante. Señale la que considere más relevante con el número 1, la siguiente en relevancia con el número 2 y la menos relevante señale con el número 3.

- Personas hablando en los pasillos
- Sistema de ventilación/climatización
- Ruido procedente del exterior
- Transmisión de ruidos provenientes de aulas adyacentes
- Otros, Indique: \_\_\_\_\_

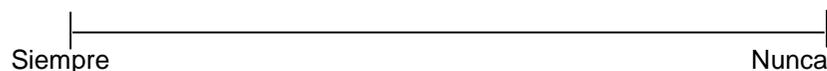
- 3) Las distintas fuentes de ruido, descritas anteriormente, representan un nivel de distracción:



- 4) ¿Con qué frecuencia se ve en la necesidad de elevar el volumen de su voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo?



- 5) ¿Con qué frecuencia padece usted de síntomas como: ronquera, dolor o ardor al hablar, sensación de falta de aire, dificultad para tragar y/o carraspera, después de clases?



Fuente: Elaboración propia

**ANEXO B. RESULTADOS GLOBALES, POR PISO, POR SECTOR Y BLOQUE HORARIO OBTENIDOS DE LAS ENCUESTAS SOBRE CONFORT ACÚSTICO APLICADAS A LOS PROFESORES**

	Pregunta 1 (Md)	Pregunta 2-1 (%)					Pregunta 2-2 (%)					Pregunta 2-3 (%)					Pregunta 3 (Md)	Pregunta 4 (Md)	Pregunta 5 (Md)
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E			
<b>Resultados Globales</b>	4.8 REGULAR	55%	24%	16%	3%	1%	26%	27%	37%	8%	1%	16%	20%	33%	28%	1%	4.0 INTERMEDIO	3.6 CASI SIEMPRE	5.5 A VECES
<b>Resultados por piso</b>																			
PISO 1	5.4 REGULAR	58%	19%	18%	3%	1%	21%	30%	36%	9%	1%	16%	23%	34%	24%	1%	4.0 INTERMEDIO	3.3 CASI SIEMPRE	5.5 A VECES
PISO 2	3.9 ACEPTABLE	49%	32%	14%	4%	0%	32%	23%	38%	6%	0%	16%	17%	31%	36%	0%	3.9 ALTO	4.0 A VECES	6.6 RARA VEZ
<b>Resultado por sector</b>																			
Sector 1 (Piso 1, escalera 1)	5.1 REGULAR	53%	14%	28%	2%	2%	21%	23%	47%	7%	2%	26%	23%	19%	30%	2%	4.5 INTERMEDIO	4.5 A VECES	7.3 RARA VEZ
Sector 2 (Piso 1, escalera 2)	5.6 REGULAR	64%	18%	11%	2%	0%	27%	30%	30%	11%	0%	5%	19%	55%	17%	0%	4.3 INTERMEDIO	3.1 CASI SIEMPRE	5.2 A VECES
Sector 3 (Piso 1, escalera 3)	4.7 REGULAR	63%	22%	7%	7%	0%	12%	35%	35%	15%	0%	13%	26%	30%	26%	4%	3.0 ALTO	3.4 CASI SIEMPRE	5.0 A VECES
Sector 4 (Piso 2)	3.9 ACEPTABLE	49%	32%	14%	4%	1%	32%	23%	38%	6%	1%	16%	17%	31%	36%	0%	3.9 ALTO	4.0 A VECES	6.6 RARA VEZ
<b>Por sector y bloque horario</b>																			
Sector 1 Bloque A	4.4 REGULAR	54%	8%	38%	0%	0%	8%	38%	46%	8%	0%	38%	23%	15%	23%	0%	5.0 INTERMEDIO	4.7 A VECES	6.9 RARA VEZ
Sector 1 Bloque B	6.8 INACEPTABLE	50%	25%	17%	0%	8%	33%	17%	42%	0%	8%	17%	33%	25%	17%	8%	2.5 ALTO	2.8 CASI SIEMPRE	5.5 A VECES
Sector 1 Bloque C	5.7 REGULAR	42%	17%	42%	0%	0%	25%	25%	50%	0%	0%	33%	17%	0%	50%	0%	3.9 ALTO	4.0 A VECES	8.1 NUNCA
Sector 2 Bloque A	6.7 INACEPTABLE	73%	7%	13%	7%	0%	20%	33%	40%	7%	0%	7%	21%	50%	14%	7%	4.6 INTERMEDIO	3.4 CASI SIEMPRE	5.0 A VECES
Sector 2 Bloque B	5.3 REGULAR	38%	38%	8%	0%	15%	38%	15%	31%	8%	8%	8%	23%	46%	15%	8%	5.3 INTERMEDIO	3.3 CASI SIEMPRE	7.4 RARA VEZ
Sector 2 Bloque C	7.6 INACEPTABLE	75%	13%	13%	0%	0%	25%	38%	19%	19%	0%	0%	13%	67%	20%	0%	2.1 ALTO	3.0 CASI SIEMPRE	5.1 A VECES

	Pregunta 1 (Md)	Pregunta 2-1 (%)					Pregunta 2-2 (%)					Pregunta 2-3 (%)					Pregunta 3 (Md)	Pregunta 4 (Md)	Pregunta 5 (Md)
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E			
Sector 3 Bloque A	6.6 INACEPTABLE	78%	11%	0%	11%	0%	22%	33%	33%	11%	0%	0%	22%	33%	33%	11%	3.0 ALTO	3.7 CASI SIEMPRE	6.1 RARA VEZ
Sector 3 Bloque B	5.3 REGULAR	44%	33%	11%	11%	0%	0%	38%	25%	38%	0%	29%	29%	43%	0%	0%	3.0 ALTO	2.4 CASI SIEMPRE	3.1 CASI SIEMPRE
Sector 3 Bloque C	3.8 ACEPTABLE	62%	23%	15%	0%	0%	15%	31%	46%	0%	8%	18%	36%	18%	27%	0%	2.8 ALTO	4.3 A VECES	5.7 A VECES
Sector 4 Bloque A	4.2 REGULAR	42%	35%	15%	4%	4%	24%	20%	48%	4%	4%	24%	14%	29%	33%	0%	4.0 ALTO	4.1 A VECES	4.7 A VECES
Sector 4 Bloque B	3.8 ACEPTABLE	44%	36%	12%	8%	0%	44%	24%	28%	4%	0%	13%	13%	42%	33%	0%	4.1 INTERMEDIO	3.8 CASI SIEMPRE	4.8 A VECES
Sector 4 Bloque C	3.9 ACEPTABLE	64%	23%	14%	0%	0%	27%	23%	36%	9%	0%	11%	26%	21%	42%	0%	4.0 INTERMEDIO	4.0 A VECES	8.0 NUNCA

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO C. RESULTADOS POR SALÓN OBTENIDOS DE LAS ENCUESTAS SOBRE CONFORT ACÚSTICO APLICADAS A LOS PROFESORES**

Salón	Pregunta 1 (Md)	Pregunta 2-1 (%)					Pregunta 2-2 (%)					Pregunta 2-3 (%)					Pregunta 3 (Md)	Pregunta 4 (Md)	Pregunta 5 (Md)
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E			
L1201	1,7 ÓPTIMO	43%	14%	29%	0%	14%	14%	29%	57%	0%	0%	43%	43%	0%	14%	0%	4,8 INTERMEDIO	4,8 A VECES	8,2 NUNCA
L1202	6,8 INACEPTABLE	17%	17%	67%	0%	0%	33%	50%	17%	0%	0%	50%	17%	17%	17%	0%	3,2 ALTO	3,4 CASI SIEMPRE	7,6 RARA VEZ
L1203	5,2 REGULAR	67%	33%	0%	0%	0%	17%	17%	50%	17%	0%	17%	0%	33%	50%	0%	4,5 INTERMEDIO	4,5 A VECES	6,6 RARA VEZ
L1204	5,0 REGULAR	67%	17%	17%	0%	0%	17%	33%	50%	0%	0%	17%	17%	17%	33%	17%	2,7 ALTO	2,4 CASI SIEMPRE	5,8 A VECES
L1205	6,8 INACEPTABLE	50%	17%	33%	0%	0%	33%	0%	50%	0%	17%	17%	33%	17%	33%	0%	6,1 BAJO	7,1 RARA VEZ	9,0 NUNCA
L1206	6,3 INACEPTABLE	50%	0%	50%	0%	0%	17%	33%	50%	0%	0%	33%	33%	0%	33%	0%	3,6 ALTO	3,2 CASI SIEMPRE	4,0 A VECES
L1207	4,9 REGULAR	83%	0%	0%	17%	0%	17%	0%	50%	33%	0%	0%	17%	50%	33%	0%	4,5 INTERMEDIO	6,6 RARA VEZ	6,3 RARA VEZ
L1208	3,1 ACEPTABLE	80%	0%	20%	0%	0%	20%	20%	60%	0%	0%	0%	0%	25%	75%	0%	7,3 BAJO	4,6 A VECES	8,9 NUNCA
L1209	7,3 INACEPTABLE	57%	43%	0%	0%	0%	43%	29%	29%	0%	0%	0%	17%	67%	17%	0%	4,5 INTERMEDIO	3,4 CASI SIEMPRE	6,0 RARA VEZ
L1210	7,4 INACEPTABLE	33%	17%	50%	0%	0%	33%	33%	33%	0%	0%	33%	17%	17%	17%	17%	2,6 ALTO	2,2 CASI SIEMPRE	7,2 RARA VEZ
L1211	8,0 PÉSIMO	71%	0%	14%	0%	14%	29%	43%	14%	14%	0%	0%	29%	57%	0%	14%	3,0 ALTO	2,6 CASI SIEMPRE	5,2 A VECES
L1212	3,6 ACEPTABLE	50%	33%	0%	0%	17%	17%	17%	17%	33%	17%	0%	33%	67%	0%	0%	6,2 BAJO	5,9 A VECES	6,8 RARA VEZ
L1213	6,7 INACEPTABLE	71%	29%	0%	0%	0%	29%	57%	14%	0%	0%	0%	14%	86%	0%	0%	2,6 ALTO	2,5 CASI SIEMPRE	3,0 CASI SIEMPRE
L1214	5,5 REGULAR	86%	14%	86%	0%	0%	29%	57%	14%	0%	0%	0%	14%	86%	0%	0%	2,9 ALTO	2,7 CASI SIEMPRE	2,4 CASI SIEMPRE
L1215	2,5 ACEPTABLE	43%	43%	0%	14%	0%	33%	0%	33%	33%	0%	17%	33%	17%	33%	0%	3,1 ALTO	5,0 A VECES	5,0 A VECES
L1216	6,6 INACEPTABLE	33%	33%	17%	17%	0%	17%	50%	17%	17%	0%	17%	17%	50%	17%	0%	2,9 ALTO	3,6 CASI SIEMPRE	5,2 A VECES
L1217	2,5 ACEPTABLE	83%	17%	0%	0%	0%	0%	67%	17%	0%	17%	0%	33%	67%	0%	0%	4,4 INTERMEDIO	3,3 CASI SIEMPRE	5,6 A VECES
L2304	4,6 REGULAR	33%	33%	17%	17%	0%	17%	50%	33%	0%	0%	40%	0%	60%	0%	0%	4,2 INTERMEDIO	4,5 A VECES	8,3 NUNCA
L2309	3,7 ACEPTABLE	50%	33%	17%	0%	0%	50%	17%	33%	0%	0%	0%	40%	60%	0%	0%	2,5 ALTO	2,8 CASI SIEMPRE	7,0 RARA VEZ
L2310	4,6 REGULAR	50%	17%	17%	17%	0%	33%	33%	33%	0%	0%	17%	33%	33%	17%	0%	6,2 BAJO	5,1 A VECES	7,2 RARA VEZ

Salón	Pregunta 1 (Md)	Pregunta 2-1 (%)					Pregunta 2-2 (%)					Pregunta 2-3 (%)					Pregunta 3 (Md)	Pregunta 4 (Md)	Pregunta 5 (Md)
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E			
L2311	3,3 ACEPTABLE	50%	50%	0%	0%	0%	33%	17%	33%	17%	0%	17%	0%	50%	33%	0%	4,9 INTERMEDIO	4,1 A VECES	5,7 A VECES
L2312	4,3 REGULAR	43%	43%	14%	0%	0%	57%	14%	29%	0%	0%	0%	17%	50%	33%	0%	2,8 ALTO	3,0 CASI SIEMPRE	4,2 A VECES
L2313	2,5 ACEPTABLE	57%	29%	14%	0%	0%	29%	14%	57%	0%	0%	17%	0%	0%	83%	0%	3,2 ALTO	2,8 CASI SIEMPRE	3,7 CASI SIEMPRE
L2314	3,8 ACEPTABLE	50%	17%	17%	17%	0%	33%	17%	50%	0%	0%	17%	17%	17%	50%	0%	3,3 ALTO	3,7 CASI SIEMPRE	5,4 A VECES
L2315	5,9 REGULAR	38%	38%	13%	0%	13%	43%	0%	57%	0%	0%	0%	14%	29%	57%	0%	2,8 ALTO	4,7 A VECES	6,3 RARA VEZ
L2316	5,4 REGULAR	50%	33%	17%	0%	0%	0%	20%	60%	0%	20%	40%	0%	20%	40%	0%	1,0 MUY ALTO	1,1 SIEMPRE	6,2 NUNCA
L2317	1,0 ÓPTIMO	67%	33%	0%	0%	0%	17%	33%	33%	17%	0%	20%	20%	20%	40%	0%	7,0 BAJO	5,0 A VECES	8,1 NUNCA
L2318	1,7 ÓPTIMO	50%	25%	25%	0%	0%	38%	25%	13%	25%	0%	17%	50%	17%	17%	0%	4,1 INTERMEDIO	6,8 RARA VEZ	7,1 NUNCA

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO D. RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS MEDICIONES DE RUIDO  
REALIZADAS EN LOS SALONES CONSIDERADOS CRÍTICOS**

<b>L-1205</b>												
<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>Ruido de Fondo (dBA)</b>			<b>Ruido mecánico <sup>1</sup> (dBA)</b>			<b>Ruido mecánico <sup>2</sup> (dBA)</b>			<b>Voz docente (dBA)</b>		
31,5	34,9	31,6	31,6	39,6	31,6	31,6	33,6	31,6	32,2	32,5	31,6	31,6
63	37,4	36,2	36,9	41,4	43,0	42,5	40,5	41,7	42,5	42,3	42,7	43,1
125	39,9	38,9	40,7	45,4	45,7	45,4	46,1	47,1	46,0	45,1	46,2	45,9
250	38,9	41,8	41,2	49,8	50,4	50,7	56,8	52,1	52,0	54,6	54,6	55,0
500	44,2	49,1	40,6	49,2	50,2	51,2	50,9	51,7	51,5	63,4	62,8	65,1
1000	38,0	37,2	40,0	51,0	51,4	52,0	53,0	53,3	53,8	65,0	65,4	66,5
2000	33,8	32,1	36,2	49,6	50,4	50,1	51,6	51,8	52,2	62,7	62,7	64,4
4000	31,6	31,7	43,2	43,7	44,9	44,5	46,0	56,4	47,1	55,5	55,0	55,7
8000	31,6	31,6	33,5	34,9	33,5	33,8	35,6	35,8	35,7	41,2	40,7	41,4
16000	31,6	31,6	31,6	31,7	33,1	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,7
<b>L-1206</b>												
<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>Ruido de Fondo (dBA)</b>			<b>Ruido mecánico <sup>1</sup> (dBA)</b>			<b>Ruido mecánico <sup>2</sup> (dBA)</b>			<b>Voz docente (dBA)</b>		
31,5	31,7	35,4	31,6	37,4	42,6	31,6	39,5	31,6	31,6	37,7	31,6	32,0
63	35,6	40,9	35,3	44,3	43,8	44,5	42,2	41,7	42,0	44,0	44,2	44,9
125	37,7	38,1	38,5	47,7	47,4	48,3	49,0	49,3	49,3	49,7	50,3	50,8
250	39,0	37,5	40,1	49,3	48,4	49,0	51,7	51,6	51,6	60,4	58,2	59,9
500	38,9	39,7	39,4	49,4	49,7	51,6	51,4	51,6	51,4	67,9	67,7	67,8
1000	37,6	37,2	37,7	49,2	49,5	51,6	50,3	50,5	50,6	61,2	60,6	59,7
2000	34,9	39,2	36,1	46,0	46,2	47,1	47,6	47,7	47,6	61,1	59,7	59,3
4000	32,5	40,1	38,9	39,0	41,8	44,4	40,7	40,7	41,0	50,7	50,2	52,7
8000	31,6	36,4	31,6	31,6	35,0	39,0	31,6	31,8	31,8	44,5	43,7	43,2
16000	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,7
<b>L-1209</b>												
<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>Ruido de Fondo (dBA)</b>			<b>Ruido mecánico <sup>1</sup> (dBA)</b>			<b>Ruido mecánico <sup>2</sup> (dBA)</b>			<b>Voz docente (dBA)</b>		
31,5	31,6	31,6	31,6	32,2	39,2	31,6	38,3	31,6	39,4	31,6	32,3	43,4
63	33,0	31,8	31,8	36,5	36,7	38,1	37,2	35,1	35,2	35,1	36,6	35,6
125	32,4	34,0	37,7	46,0	45,7	46,0	46,5	47,3	47,2	50,8	50,5	49,8
250	33,0	31,9	34,1	51,6	51,2	52,7	53,1	54,4	54,9	63,1	61,7	61,4
500	33,7	31,6	32,3	51,0	51,3	51,8	53,3	53,1	53,3	71,9	69,8	69,7
1000	32,0	32,3	41,3	53,2	53,7	54,2	55,3	54,6	54,5	67,8	65,8	64,4
2000	35,0	31,6	31,6	47,7	49,9	51,0	51,4	50,5	50,7	62,1	63,8	61,1
4000	32,6	31,6	40,5	44,9	42,5	42,8	44,2	43,9	43,9	53,4	52,7	53,0
8000	31,6	33,5	31,6	31,9	32,0	32,4	33,8	32,6	31,8	44,1	43,4	46,1
16000	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	36,2	31,7	32,2

L-1210												
Frecuencia (Hz)	Ruido de Fondo (dBA)			Ruido mecánico <sup>1</sup> (dBA)			Ruido mecánico <sup>2</sup> (dBA)			Voz docente (dBA)		
	31,5	31,7	31,6	32,2	31,6	31,6	31,6	35,2	31,6	31,6	33,9	31,6
63	33,7	31,7	35,5	34,4	36,1	36,2	38,7	38,2	36,7	37,2	37,2	40,2
125	32,8	33,0	36,9	44,6	44,8	45,2	45,5	45,6	45,7	45,3	44,7	44,8
250	31,8	33,1	33,6	50,8	50,7	50,4	52,9	53,0	52,3	58,7	58,4	58,7
500	33,4	40,1	35,7	51,8	51,6	51,5	53,0	52,7	52,6	65,6	66,3	66,9
1000	34,4	35,5	34,7	52,9	53,1	52,4	54,4	54,2	54,2	64,6	66,7	64,8
2000	46,4	31,9	31,8	47,8	47,9	47,7	50,7	48,9	49,0	60,4	61,5	61,6
4000	38,6	31,6	39,1	39,9	40,4	39,9	42,3	41,9	41,8	50,0	50,9	52,6
8000	34,9	31,6	31,7	31,7	31,7	31,7	33,2	33,1	33,2	39,0	39,7	42,5
16000	32,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	32,6	32,6	32,8
L-1211												
Frecuencia (Hz)	Ruido de Fondo (dBA)			Ruido mecánico <sup>1</sup> (dBA)			Ruido mecánico <sup>2</sup> (dBA)			Voz docente (dBA)		
	31,5	49,9	31,6	31,6	49,1	32,0	33,9	37,7	33,4	33,0	32,2	31,7
63	34,7	33,0	37,0	37,7	39,0	37,5	39,3	37,5	41,1	38,1	37,0	37,9
125	41,3	42,5	38,8	48,7	48,8	49,7	51,4	50,8	51,2	49,9	49,0	49,9
250	44,3	43,9	40,3	57,4	55,5	57,0	57,2	63,4	59,4	55,9	55,8	56,2
500	49,3	45,6	41,9	55,8	53,4	53,7	54,1	54,2	55,1	64,2	65,0	65,1
1000	44,0	42,5	41,9	53,9	54,4	53,8	54,7	54,7	54,8	64,6	65,1	66,8
2000	38,5	37,4	46,1	51,7	51,6	51,0	52,0	51,8	51,6	62,0	64,3	65,0
4000	34,4	39,0	36,2	46,4	44,2	45,1	54,9	45,2	45,5	58,1	59,8	60,1
8000	31,7	31,6	31,6	33,2	32,6	34,8	35,2	35,2	35,1	42,9	45,5	46,6
16000	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	32	32,1	32,2
L-1213												
Frecuencia (Hz)	Ruido de Fondo (dBA)			Ruido mecánico <sup>1</sup> (dBA)			Ruido mecánico <sup>2</sup> (dBA)			Voz docente (dBA)		
	31,5	41,8	31,6	31,6	42,2	31,6	31,6	31,7	31,6	31,6	33,2	31,6
63	33,0	34,2	33,0	32,8	34,0	35,4	35,1	37,9	35,1	34,2	35,0	34,6
125	41,5	43,4	37,8	44,2	42,0	42,4	46,0	46,7	43,1	46,1	45,6	46,5
250	36,4	39,8	39,8	48,9	48,9	49,4	51,6	52,6	52,0	57,8	58,4	59,8
500	42,7	39,2	54,9	50,2	50,7	49,8	52,2	53,0	52,2	62,7	66,0	64,2
1000	33,9	35,1	43,2	51,8	52,3	51,6	55,1	54,6	54,1	64,1	65,2	62,9
2000	33,7	32,0	34,5	47,3	47,7	47,3	49,5	49,1	48,9	60,6	59,3	57,8
4000	31,6	31,8	31,9	40,1	40,9	40,1	42,6	42,3	42,8	48,9	48,7	49,8
8000	31,7	31,7	41,6	31,6	31,6	31,6	31,9	31,7	31,8	36,4	36,8	41,5
16000	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,8	31,6	34,4

L-1216												
Frecuencia (Hz)	Ruido de Fondo (dBA)			Ruido mecánico <sup>1</sup> (dBA)			Ruido mecánico <sup>2</sup> (dBA)			Voz docente (dBA)		
31,5	36,8	31,6	31,5	33,4	31,6	31,6	36,4	31,6	31,6	35,9	31,6	31,6
63	32,7	35,0	31,6	36,4	39,7	39,0	42,7	42,7	43,4	39,2	39,9	37,8
125	41,2	39,9	41,3	45,1	44,3	43,8	41,4	41,7	41,1	44,9	44,1	43,3
250	35,9	37,4	33,8	50,6	49,2	48,7	47,9	48,4	48,0	55,4	55,8	56,1
500	38,8	38,4	36,5	51,3	50,6	50,5	49,2	49,4	49,3	65,9	66,4	67,5
1000	36,0	41,4	35,6	53,9	53,5	53,0	51,7	52,5	52,9	67,6	68,2	68,1
2000	34,1	36,1	32,3	49,1	49,0	49,1	48,5	49,1	48,6	65,3	66,7	67,5
4000	31,8	31,6	32,1	43,4	42,9	43,1	41,8	42,7	41,8	56,7	56,4	59,3
8000	31,6	31,6	31,6	34,9	36,2	35,9	33,1	33,6	33,0	43,9	43,9	46,0
16000	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,6	31,9	31,9	31,8

Fuente: Elaboración propia

<sup>1</sup> El sonómetro se ubicó en el área de trabajo del profesor.

<sup>2</sup> El sonómetro se ubicó debajo del equipo de aire acondicionado.