



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE DISEÑO

ESCUELA DE DISEÑO DE INTERIORES

**SISTEMA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO  
PARA ESPACIOS ESCOLARES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**DISEÑADORA DE INTERIORES**

AUTOR: KARINA CALDAS C.  
DIRECTOR: ARQ. MST. PAÚL ORDOÑEZ.  
CUENCA-JULIO-2016.

# DEDICATORIA

A mis padres: Héctor y Teresa; a mi hermano Rafael,  
quienes supieron apoyarme desde la distancia dándome  
ánimos en todo momento para que yo pueda salir adelante  
y confiaron siempre en mí.

# AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la oportunidad de seguir esta carrera,  
a mis padres por brindarme todo su apoyo incondicional,  
a mi hermano por ser mi guía,  
y a todas aquellas personas que en el transcurso de este trabajo  
me apoyaron de una u otra manera.

Un agradecimiento sincero a los señores profesores  
de la carrera de Diseño de Interiores de la Universidad del Azuay,  
y de manera especial al Arq. Paúl Ordóñez, Director de mi Tesis,  
quien supo orientarme para terminar con éxito mi trabajo.

Gracias, sin ustedes no lo habría logrado.

# ÍNDICE

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
<b>OBJETIVOS</b>	
▪ General.....	9
▪ Específicos.....	9

## 1. REFERENTES TEÓRICOS

1.1. NATURALEZA DEL SONIDO.....	11
1.2. EL RUIDO.....	13
1.2.1. Clasificación del ruido.....	13
1.2.2. Influencia del ruido en las personas.....	14
1.3. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.....	15
1.4. LA ACÚSTICA EN CENTROS EDUCATIVOS.....	15
1.4.1. Fuentes de ruido en los centros de educación primaria.....	16
1.5. AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO.....	17
1.5.1. Aislamiento acústico.....	17
1.5.1.1. Propiedades del aislamiento acústico.....	17
1.5.2. Acondicionamiento acústico.....	18

## 2. DIAGNÓSTICO

2.1. NIVELES SONOROS RECOMENDADOS.....	20
2.2. SITUACIÓN REAL DE LA ACÚSTICA EN LOS CENTROS DE EDUCACIÓN PRIMARIA DE CUENCA.....	21
2.3. VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA ACÚSTICA DE LOS CENTROS DE EDUCACIÓN PRIMARIA EN CUENCA.....	22
2.3.1. Ubicación.....	22
2.3.2. Niveles de ruido.....	22
2.3.3. Fuentes de ruido.....	22
2.3.4. Horas de mayor intensidad de ruido.....	22
2.3.5. Materialidad de la edificación.....	23
2.4. RESULTADO DE LAS VARIABLES Y PARÁMETROS DE INTERVENCIÓN.....	24

## 3. EXPERIMENTACIÓN

3.1. OBJETIVOS DE LA EXPERIMENTACIÓN.....	26
3.1.1. Objetivo general.....	26
3.1.2. Objetivos específicos.....	26
3.2. CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN.....	26
3.3. MODELO OPERATIVO DE LA EXPERIMENTACIÓN.....	26
3.4. POSIBILIDADES DE APLICACIÓN EN BASE A LAS DISTINTAS RELACIONES.....	28
3.4.1. Relación: ventanas de vidrio y aluminio + masa + externamente.....	28
3.4.2. Relación: puertas de madera + porosidad + internamente.....	28
3.4.3. Relación: paredes de bloque de hormigón + mayor densidad + externamente.....	28
3.4.4. Relación: cielo raso de losa de hormigón + rigidez dinámica + internamente.....	29
3.4.5. Relación: piso de cemento + rigidez dinámica + externamente.....	29
3.4.6. Relación: cielo raso de losa de hormigón + porosidad + internamente.....	29
3.4.7. Relación: paredes de bloque de hormigón + rigidez dinámica + internamente.....	30
3.4.8. Relación: piso de cemento + porosidad + internamente.....	30
3.4.9. Relación: paredes de bloque de hormigón + resistividad al flujo de aire + internamente.....	30
3.4.10. Relación: cielo raso de losa de hormigón + resistividad al flujo de aire + internamente.....	31

# ÍNDICE

3.4.11.	Relación: cielo raso de losa de hormigón + mayor densidad + externamente.....	31
3.4.12.	Relación: puertas de madera + mayor densidad + externamente.....	31
3.4.13.	Relación: ventanas de vidrio y aluminio + rigidez dinámica + internamente.....	32
3.4.14.	Relación: puertas de madera + resistividad al flujo de aire + externamente.....	32
3.4.15.	Relación: ventanas de vidrio y aluminio + mayor densidad + internamente.....	32
3.5.	EXPERIMENTACIÓN CON MATERIALES ACÚSTICOS.....	33
3.5.1	Gypsum.....	33
3.5.2	Lana de vidrio.....	34
3.5.3	Fibro cemento.....	34
3.5.4	Aluminio.....	35
3.5.5	Caucho o goma.....	35
3.5.6	Análisis de nivel de aislamiento de los materiales.....	36
3.6.	RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	38

## 4. PROPUESTA

4.1.	ESPACIO DE INTERVENCIÓN.....	41
4.1.1.	Datos arquitectónicos.....	41
4.1.2.	Levantamiento fotográfico.....	42
4.2.	DISEÑO DE CIELO RASO.....	44
4.2.1.	Detalles constructivos.....	45
4.3.	DISEÑO DE PISO.....	47
4.3.1.	Detalles constructivos.....	47
4.4.	DISEÑO DE PAREDES.....	48
4.4.1.	Detalles constructivos.....	48
4.5.	DISEÑO DE PUERTA.....	49
4.5.1.	Detalles constructivos.....	49
4.6.	DISEÑO DE VENTANAS.....	51
4.6.1.	Detalles constructivos.....	51

5.	CONCLUSIONES.....	52
----	-------------------	----

6.	ANEXOS.....	54
----	-------------	----

6.	BIBLIOGRAFÍA.....	66
----	-------------------	----

# RESUMEN

Este proyecto aborda la problemática de la contaminación acústica, que afecta a los centros de educación básica de la ciudad de Cuenca; evidenciando los problemas, afecciones fisiológicas, auditivas y psicológicas que surgen al momento en el que el ruido interfiere en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por ello, se propone desde la mirada del diseño interior en el campo tecnológico, un tipo de soluciones técnico-constructivas, en base a un sistema de aislamiento acústico, para mejorar las condiciones de las aulas de clase, y que logre disminuir el ruido para ayudar en el desarrollo óptimo de las actividades enseñanza-aprendizaje escolar.

**PALABRAS CLAVE:** Aislamiento acústico, diseño interior, tecnología, ruido, educación.

# ABSTRACT

## ABSTRACT

This project deals with the problem of noise pollution that affects some basic education institutions of the city of Cuenca. The consequences noise pollution causes are the students' bad physiological, auditory, and psychological conditions which arise at the moment noise interferes with the teaching-learning process.

For this reason, from the perspective of interior design in the technological field, this work proposes a type of technical-constructive solutions based on a sound insulation system for improving the conditions of classrooms by reducing noise. This is going to help the optimal development of teaching-learning activities in schools.

**KEY WORDS:** sound insulation, interior design, technology, noise, education

Architect Paúl Ordóñez A.

**THESIS DIRECTOR**



Miss Karina Caldas C.

**STUDENT**

Translated by,  
*Paúl Arce V.*

# INTRODUCCIÓN

Hoy en día, cuando se necesita de un control de los parámetros acústicos de acuerdo a las características funcionales de un espacio, se debe analizar las posibilidades, características y propiedades que ofrecen los materiales para aplicarlos correctamente como un sistema constructivo de aislamiento acústico.

El Sistema de Aislamiento Acústico para Espacios Escolares, propuesto en el siguiente proyecto de tesis, tiende a adaptarse a cada necesidad escolar, resultando en la mejor opción para lograr una solución altamente satisfactoria.

Tras estudiar las características del espacio en cuestión, se realizan las siguientes etapas: edición y evaluación de las condiciones acústicas del espacio, estudio de los aislamientos requeridos, desarrollo de soluciones para el mejor aislamiento acústico.

El diseño de este sistema, es un proceso que se desarrolla por medio del análisis de las variables que influyen en la acústica y de las propiedades que se pueden aplicar como posibles soluciones, de esta manera se aseguran las condiciones de salud dentro del espacio educativo y se mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje.

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

Contribuir al mejoramiento de la educación y al desarrollo óptimo de las diferentes actividades de enseñanza-aprendizaje.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar y experimentar con un material acústico.
- Proponer soluciones técnico-constructivas para optimizar las condiciones acústicas de las aulas de clase.
- Aplicar nuevo sistema acústico en el espacio interior.

# 1. REFERENTES TEÓRICOS

## 1.1. NATURALEZA DEL SONIDO

El sonido es una sensación auditiva producida por una onda acústica, la misma que es el resultado de una vibración del aire, debido a una serie de expansiones y compresiones. Esta vibración se propaga en un medio elástico produciendo variaciones de presión o vibración de partículas que pueden ser percibidas por el oído humano o detectadas por instrumentos. (Moreno, 1987). Entonces, el sonido es una onda mecánica longitudinal que se propaga a través de un medio elástico, y nunca en el vacío.

La propagación del sonido en el aire, es a una velocidad de 340 m/s a temperatura normal (20°C aproximadamente).

La frecuencia es el número de vibraciones u oscilaciones completas por segundo; y su unidad de medida se expresa en Hertz (Hz). Los sonidos son audibles para el oído humano cuando su frecuencia está comprendida entre 20 y 20000 Hz; así, cuando la frecuencia es baja, se percibe un sonido grave; y cuando la frecuencia es alta, el sonido es agudo.

Los sonidos según la frecuencia se clasifican en (Soto, 2012.):

- Graves: de 20 a 400 Hz.
- Medios: de 400 a 1600 Hz.
- Agudos: de 1600 a 16000 Hz.

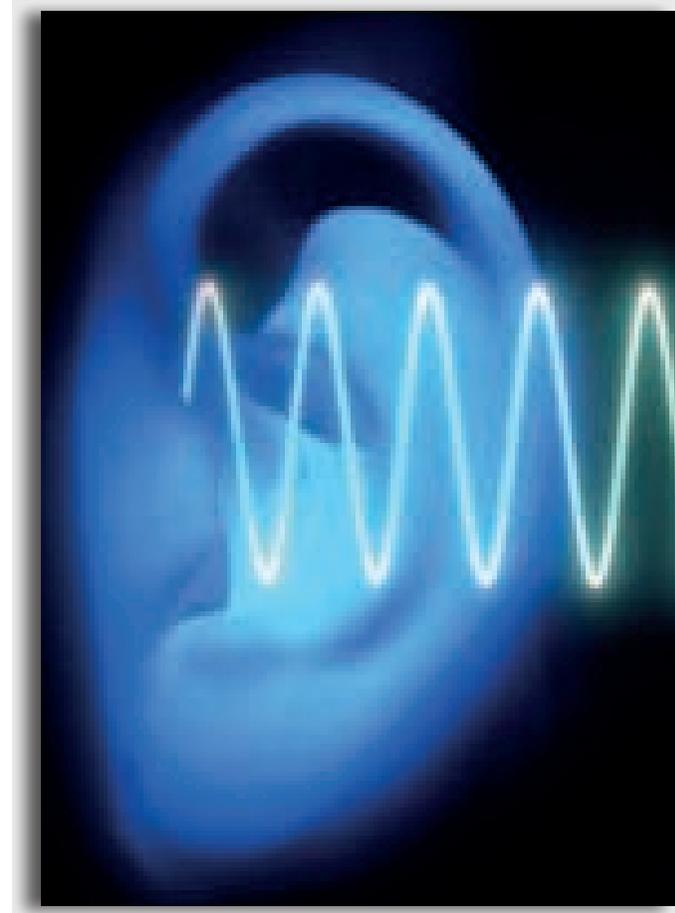
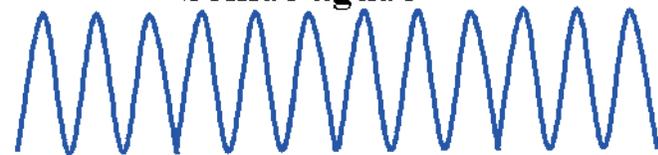


Imagen 1

### Sonido agudo



### Sonido grave

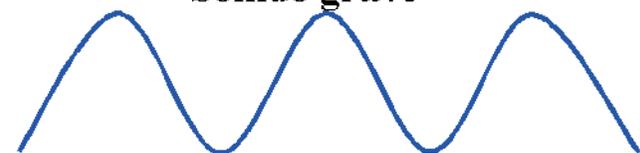


Imagen 2

La intensidad, se determina por la amplitud del movimiento oscilatorio, corresponde a la sensación de mayor o menor sonoridad; es decir nuestra percepción del sonido como más o menos fuerte. Para medir el nivel sonoro la unidad utilizada es el Decibel (dB).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1983), establece los siguientes rangos de percepción auditiva (Medina, 2009):

- Muy silencioso (0-25 dB)
- Silencioso (25-35 dB)
- Moderado (35-45 dB)
- Ruidoso (45-55 dB)

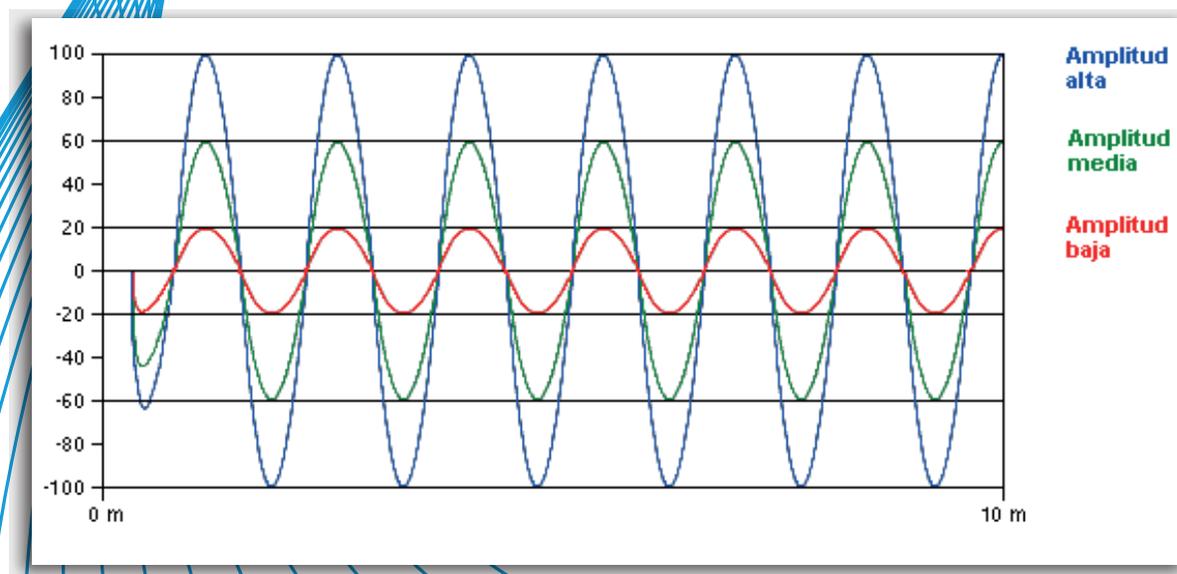
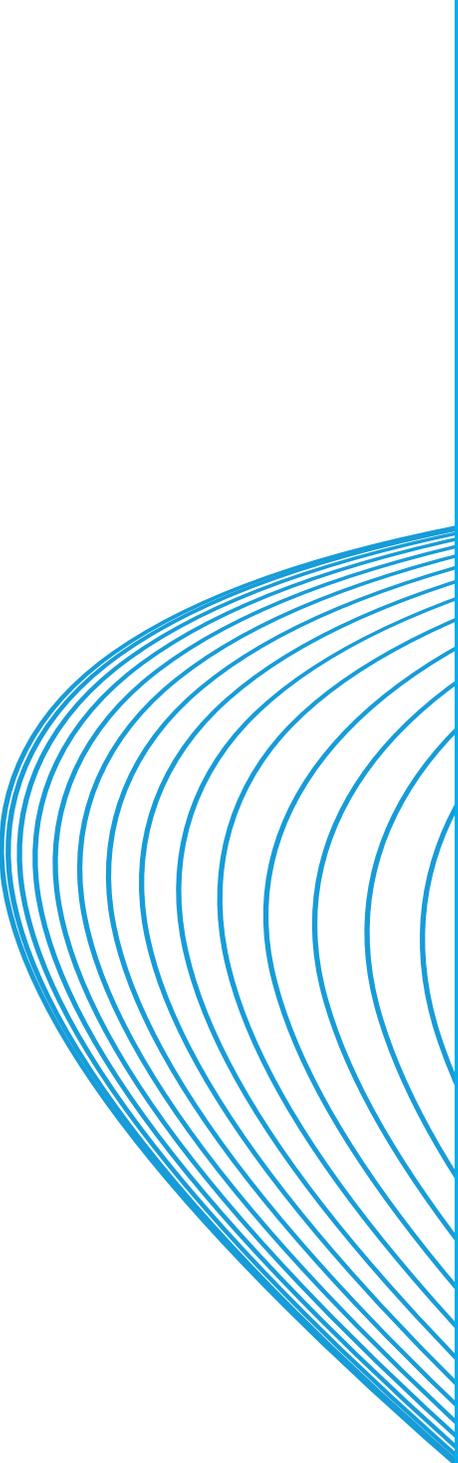


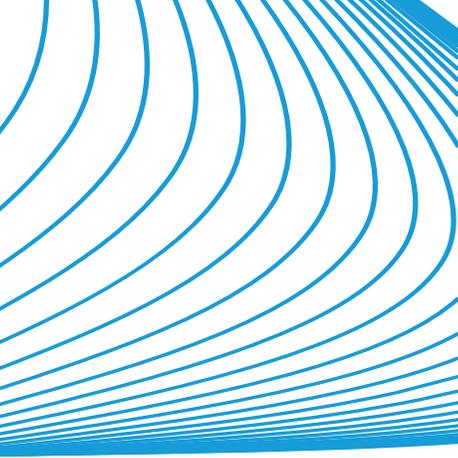
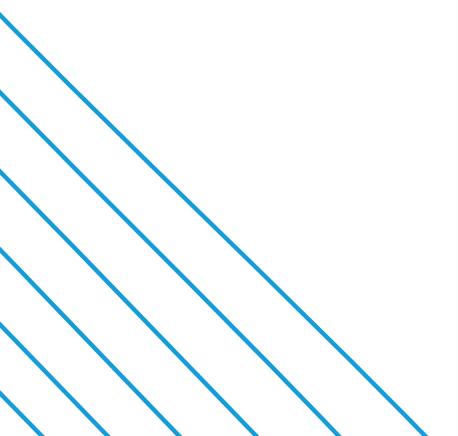
Imagen 3



## 1.2. EL RUIDO

Ruido es el sonido no deseado, desagradable y molesto; que no posee frecuencia o amplitud claramente definidas.

### 1.2.1. CLASIFICACIÓN DEL RUIDO

- **Ruido aéreo.-** Es aquel que se propaga en el aire, así se considera: tráfico vehicular, ruido de construcciones, etc. “Una de las soluciones más eficaces para aislar este tipo de ruidos es la utilización de un panel que presente gran masa y que por consecuencia sea muy difícil de vibrar.”
  - **Ruido de impacto.-** Se generan por impacto o caída de objetos, golpes, portazos, clavar, etc. “Una solución muy eficiente es la colocación de un panel elástico y de poca densidad para conseguir con eso que el impacto sea “sordo”. A través del material elástico conseguimos que la energía del golpe se convierta en deformación del panel y no en energía sonora.”
  - **Ruido de vibración.-** Es considerado una variante de los ruidos de impacto; así tenemos por ejemplo motores, máquinas, ductos, etc. “Para su tratamiento al igual que en los ruidos de impacto se utiliza materiales elásticos que no transmiten el movimiento que reciben.”
- 
- 

## 1.2.2. INFLUENCIA DEL RUIDO EN LAS PERSONAS

El ruido, al ser un sonido no deseado, es sin duda nocivo para el bienestar de las personas, causando graves daños de salud y otro tipo de afecciones tanto físicas como mentales. Según el médico Luis González “la sobreexposición al ruido es el causante de afecciones fisiológicas, auditivas y psicológicas (irritabilidad, inestabilidad emocional...)”. (El Comercio.com, 2013).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el oído humano puede tolerar 55 dB sin tener ningún daño a su salud; y según el tiempo de exposición, los ruidos mayores a 60 dB pueden provocar afecciones físicas. Mientras que a partir de los 120 dB comienza el umbral del dolor del oído.

Uno de los efectos más comunes del ruido es la hipoacusia, que es la disminución de la capacidad auditiva; esto se debe a la exposición prolongada a ruidos con una alta intensidad, en algunos casos este daño puede ser de forma irreversible.

Los ruidos menos perjudiciales son los graves, ya que pueden producir una ligera fatiga. Mientras que, los ruidos agudos son los más perjudiciales, debido a las altas frecuencias, ya que el sistema auditivo es muy sensible; esto provoca fatiga nerviosa y también cansancio mental. Los infrasonidos (menores a 20Hz) y los ultrasonidos (mayores a 20000 Hz) también provocan trastornos en la salud de las personas, “Los infrasonidos cuando son de suficiente intensidad, producen mareos vómitos y temblores así como fuertes dolores en la frente y nuca. Los ultrasonidos son más peligrosos sobre los 25000 Hz. producen perturbaciones en la sangre, mientras que a los 3000 Hz. si su intensidad llega a los 100 decibelios, pueden provocar hemorragia cerebral y ataques epilépticos.” (Soto, 2012)

En los niños las consecuencias de la sobreexposición al ruido también pueden llegar a ser graves; algunas de las más comunes son el stress y cambios en la conducta (agresividad). También afecta su desempeño en el proceso de aprendizaje, ya que el ruido externo genera distracción y agotamiento, de manera que el desempeño académico disminuye dentro de las aulas de clase.

Es así que la disminución del ruido en áreas de trabajo, estudio y descanso es indispensable para que las funciones humanas puedan desarrollarse normalmente.



Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5

### 1.3. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Actualmente, la contaminación acústica es un factor importante que incide en la calidad de vida de las personas; ya que, altera las condiciones normales de un ambiente haciendo que éste se torne de armonioso a estresante.

La contaminación acústica se ha convertido en un problema constante de las grandes ciudades, hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido no deseado que afecta negativamente a la calidad de vida y que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para las persona. (Flores, 2009).

Desde hacía años el ruido ha existido como causante de perturbación, pero es a partir del siglo pasado, como consecuencia de la Revolución Industrial, del desarrollo de nuevos medios de transporte y del crecimiento de las ciudades, cuando comienza a aparecer realmente el problema de la contaminación acústica urbana. (Flores, 2009).

Es decir, el principal causante de la contaminación acústica es producida por el ser humano y sus actividades, si el nivel de ruido es elevado, tales como: el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, flujo peatonal, entre otras.

“El estrés, la dolorosa impotencia para concentrarse y la notoria pérdida de energías indican una impactante verdad: la contaminación sonora enferma tanto al espíritu como al cuerpo” (Frers, 2009).

### 1.4. LA ACÚSTICA EN CENTROS EDUCATIVOS

El nivel de ruido en los recintos escolares supera los niveles establecidos por estándares internacionales como la OMS. Según estudios realizados en el año 2012 por la Comisión de Gestión Ambiental (CGA) del Municipio de Cuenca y el Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE) de la Universidad del Azuay, en la zona educativa se establece como máximo 45 decibeles durante el día y 35 en la noche; pero la medición indica que el ruido llega a sus picos más altos cuando hay algún factor que la altere, como el paso de una ambulancia o la sirena de los centros educativos. (El Comercio.com, 2013)



Imagen 7



Imagen 8

### 1.4.1.FUENTES DE RUIDO EN LOS CENTROS DE EDUCACIÓN PRIMARIA

El ruido dentro de los espacios escolares afecta el desempeño académico de los estudiantes y a su vez tiene efectos en la salud tanto de los maestros como de los estudiantes; por ello, es necesaria la disminución del ruido en áreas de estudio para que las funciones de enseñanza-aprendizaje puedan desarrollarse normalmente. Las fuentes de ruido dentro de los establecimientos escolares son varias, la principal es el ruido externo producto del tránsito vehicular, que afecta directamente a las aulas que están ubicadas al lado de calles. Esta fuente de ruido puede llegar a ser muy molesta especialmente en escuelas ubicadas en arterias de gran circulación (Ruiz, 2012).

Otra fuente de ruido es el interno o de fondo, producido por los gritos de los niños dentro del aula de clase o fuera de ella como en las horas de clases prácticas o de gimnasia, donde el silencio no es imprescindible (Ruiz, 2012).



Imagen 9



Imagen 10

## 1.5. AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

El aislamiento y el acondicionamiento son dos factores diferentes, que ayudan a mejorar la acústica de un espacio interior.

El aislamiento acústico es la insonorización de un espacio, evitando que el ruido salga de éste o ingrese; mientras que, el aislamiento acústico tiene que ver con el confort acústico que puede ofrecer un espacio interior al absorber la energía sonora.

### 1.5.1. AISLAMIENTO ACÚSTICO

Aislamiento acústico es evitar que el ruido ingrese al recinto y/ salga de éste; es decir atenuar el sonido entre dos recintos que se encuentra separados por tabiques o entre un espacio interior y el exterior.

Con el aislamiento se pretende reducir la incidencia del ruido aéreo y/o estructural, que llega al receptor a través de un obstáculo.

Un buen aislamiento acústico procura que la energía sonora transmitida sea mínima; esto implica un aumento de energía disipada por el obstáculo contra el que choca la onda sonora, para reducir la energía irradiada al otro lado.

Los materiales recomendados para el aislamiento son aquellos que son blandos, ya que la onda sonora pierde energía al atravesar el obstáculo, debido al gran amortiguamiento que éstos poseen. En algunos casos el aislamiento también depende del espesor de las paredes.

#### 1.5.1.1. PROPIEDADES DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO

- Mayor densidad.- Los materiales aislantes acústicos, son de alta densidad y de mayor rigidez. Dentro de los más habituales se encuentran los materiales de construcción clásica como el hormigón y bloques cerámicos, algunos metales, o materiales de densidad media, como las placas de yeso laminado y maderas, que forman parte de los sistemas de aislamiento compuesto, basados en la mecánica “masa-muelle”.
- Masa.- El aislamiento acústico se consigue en algunos casos por la masa de los elementos constructivos; debido a que al ser de mayor masa evita que el ruido atraviese el material, y se produce aislamiento acústico.
- Rigidez dinámica.- Hace referencia a la elasticidad del material, el sonido pierde energía en atravesar materiales elastómeros, consiguiendo así aislamiento acústico; ya que estos materiales tienen un gran amortiguamiento al no ser materiales rígidos sino blandos.
- Porosidad.- Uno de los elementos de mayor relevancia son los medios absorbentes. Uno de los que pertenecen a este grupo son los porosos, que se encuentran compuestos de una estructura de gran solidez. Dentro de la misma se localizan una serie de cavidades, que son poros intercomunicados entre sí, que a su vez se pueden comunicar con el medio exterior. Dentro de este grupo de materiales porosos que funcionan como absorbentes en el aislamiento podemos mencionar las espumas de polietileno, las espumas moquetas y las lanas de roca.
- Resistividad al flujo de aire.- Capacidad de reducir la energía acústica transmitida, disminuyendo la velocidad del sonido. O es también la resistencia que tiene un material al flujo de aire, evitando que este lo atraviese; es decir evita la penetración del sonido.

## 1.5.2. ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

El acondicionamiento acústico es la propiedad de los materiales para absorber la energía sonora, evitando que ésta se refleje en su totalidad; mejorando así la acústica interior del recinto.

Mientras más poroso sea el material, mayor será la absorción; ya que los poros atrapan la energía sonora en su interior transformándola en energía calorífica, evitando que se generen múltiples reflexiones de sonido. Esto se relaciona con la superficie del material.

Éste incluye el control del tiempo de reverberación, reflexión del sonido, refracción, y absorción.

- Reverberación.- Son las reflexiones sucesivas de la onda sonora, que genera un sonido residual que permanece en el ambiente y se superpone al sonido principal.

El tiempo de reverberación (Tr), es el lapso que persisten en el espacio las reflexiones de sonido para caer o disminuir 60 dB.

Para controlar ese lapso, se emplean una de estas fórmulas, la más usada es la de Sabine:

MÉTODOS DE CALCULO DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN		
AUTOR	EXPRECION MATEMATICA	NOMENCLATURA
Ecuación de Eyring	$TR = 0.162 \frac{V}{\sum S \alpha \ln(1 - \alpha m)}$	TR=Tiempo de reverberación V= Volumen del local en m <sup>3</sup> S=Superficie interior del local en m <sup>2</sup> α=Coficiente de absorción de cada superficie. αm=Coficiente de absorción medio ponderado.
Ecuación de Sabine	$TR = 0.161 \frac{V}{\sum S \alpha}$	
Ecuación de Eyring - Norris	$T = \frac{0.16}{-\ln(1 - \alpha)}$	
Ecuación Empírica	$T = m V^n - A$	m=0.42(125Hz)0.69(500Hz)0.46(2,000Hz) n=0.2(125Hz) 0.1(500Hz) 0.12(2,000Hz) A=0

Cuadro 1: Métodos de cálculo del tiempo de reverberación (datos sustraídos de Medina, Ayde (2009))

- Reflexión del sonido.- Esto ocurre cuando la onda de sonido choca contra un obstáculo y tiende a reflejarse

El eco es la percepción de la reflexión del sonido, que llega después del sonido original.

- Refracción del sonido.- Cambio de dirección de la onda sonora al cambiar de medio.

- Absorción sonora.- Se relaciona directamente con la materialidad; debido a que cuando la onda sonora choca contra un obstáculo, parte de la energía es absorbida por el material del que éste está compuesto.

Esta absorción es debida, principalmente al grado de porosidad que tienen los materiales. “Cada material tiene un grado de absorción de sonido que define la relación entre la energía sonora absorbida y la reflejada, es decir cuánto ruido puede absorber dicho material. Este valor puede variar entre 0 y 1, si es 0 el material es totalmente reflejante, y si es 1 se trata de un material completamente absorbente” (Bermeo, 2014).

## **2. DIAGNÓSTICO**

## 2. DIAGNÓSTICO

### 2.1. NIVELES SONOROS RECOMENDADOS.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) los niveles de sonido admisibles en escuelas es de 45 dB, debido a que son áreas en donde los seres humanos requieren de particulares condiciones de serenidad y tranquilidad.

El primer informe a nivel mundial sobre este tema, apunta a que el ruido de vehículos, trenes y aviones puede provocar desde insomnio hasta ataques al corazón, y además pasando por problemas de aprendizaje.

La contaminación acústica acostada más de un millón de años de vida saludable debido a enfermedades, disfunciones y muerte prematura, según un estudio publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este organismo, a su vez, establece unos valores de nivel sonoro máximo admisible dependiendo del tipo de área.

Categorías de Área	Día dB A	oche dB A	Día dB A	oche dB A
	7:00a.m.- 7:00p.m. interior*	7:00p.m.- 7:00a.m. interior *	7:00a.m.- 7:00p.m. exterior	7:00p.m.- 7:00a.m. exterior
<b>Área I</b>			No más de	No más de
• Hospitales, centros de salud, bibliotecas	45	40	55	40
• Oficinas y escuelas	45	45	60	45
• Centros comerciales	60	45	65	55
• Area industrial	65	70	70	55
<b>Area Abietas II</b>			No más de	No más de
• Zona de quietud	50	40	50	40
• Zona residencial	50	45	55	45
• Zona urbana y centros comerciales	65	45	65	45
• Zona urbana sin industrias	55	40	65	45
• zona urbana con industrias	55	50	60	50

\*Los valores de interiores son orientativos

Cuadro 2: Niveles sonoros recomendados Datos sustraídos de Ruiz, Dara (2012)

## 2.2. SITUACIÓN REAL DE LA ACÚSTICA EN LOS CENTROS DE EDUCACIÓN PRIMARIA DE CUENCA.

En la ciudad de Cuenca, poco o nada se toma en cuenta los efectos estresantes del ruido, hay suficientes decibeles para enfermar a cualquiera. Existen lugares dentro de la ciudad en los cuales los niveles de ruido sobrepasan los 80 dB.

Según una medición de los niveles de ruido dentro de instituciones de educación primaria, realizada en el 2012, se pudo determinar que a ciertas horas del día, el ruido es tan intenso, que se vuelve una situación muy incómoda para toda la ciudadanía, y aún peor si se trata de realizar actividades que requieren mayor grado de concentración, como es las actividades de enseñanza- aprendizaje.

Para dicha medición, se escogieron instituciones ubicadas en distintas zonas de la ciudad, obteniendo un muestreo de cómo se produce el fenómeno del ruido en los centros educativos, los resultados fueron los siguientes:

ESCUELA	DIRECCIÓN	dB en patio	dB en aulas
Alfonso Cordero	Gran Colombia y Padre Aguirre	78	62
Francisca Dávila	Luis Cordero y Pio Bravo	72	52
Mariana de Jesús	Muñoz Vemaza y Salazar Lozano	54	50
C.E. Jugart	Cacique Chaparra y Huayna Capac	68	60
R. de Chile	Calle del Cabogan	66	58
Juan Montalvo	Av. de la Independencia	60	50
Panamá	Remigio Crespo	83	73
Eugenio Espejo	Pichincha y Al. Moreno Mora	72	63
Voltaire	Av. Las Américas	78	68

Cuadro 3. Muestra tomada en Cuenca, (Datos sustraídos de Ruiz, Dora, 2012)

## 2.3. VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA ACÚSTICA DE LOS CENTROS DE EDUCACIÓN PRIMARIA EN CUENCA.

Para establecer un criterio de diseño, primero es necesario conocer las variables que interfieren en la problemática de la acústica de los centros de educación primaria en Cuenca.

Los mismos que se evidencian en el proceso investigativo cuantitativo realizado; a través de una encuesta dirigida a los profesores de los centros de educación primaria fiscal, considerando el número de muestra 47.

En este proceso se consideran variables como: ubicación, nivel de ruido, fuentes emisoras de ruido, horario de mayor intensidad sonora y materiales con los que está construida la edificación, ayudarán a definir una tendencia para poder realizar la aplicación.

### 2.3.1. UBICACIÓN

Corresponde al lugar en el que se localiza la institución, puesto que existen zonas dentro de la ciudad, con mayor contaminación sonora; y otras más alejadas, que tienen menor.

Entonces, se puede decir que aquellas instituciones que se ubican en el Centro Histórico, tienen mayor nivel de ruido.

Mientras que, aquellas que se localizan en las Zonas Periféricas de la ciudad, tienen menores niveles de ruido.

### 2.3.2. NIVELES DE RUIDO

Considerando que ruido es todo sonido no deseado y que interfiere en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el 75% de la población objetivo considera que el nivel de ruido es medio-alto; mientras que un 25% lo establece como alto.

Se puede determinar con esto, que la mayoría de instituciones de educación primaria en Cuenca sufren los efectos de la contaminación sonora.

### 2.3.3. FUENTES DE RUIDO

La principal fuente de ruido identificada, que interfiere en las aulas de clase, según la investigación realizada es en un 40% el tránsito vehicular, seguida por el ruido interno generado por los estudiantes en un 30%, el ruido de aulas linderas en 20% y el tránsito peatonal con 10%.

Con este estudio, se puede decir que el ruido externo es el que tiene mayor incidencia dentro de las aulas, lo que conlleva a que las actividades propias de la educación no se realicen eficazmente.

### 2.3.4. HORAS DE MAYOR INTENSIDAD DE RUIDO

Para determinar esta variable, se toma en cuenta el horario en el que se realizan las actividades escolares (7H00 – 13H00).

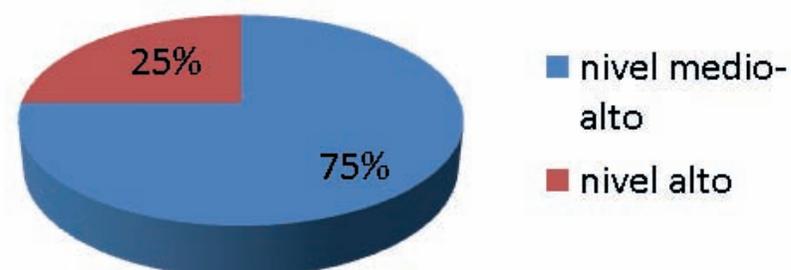
Entonces, según el 42% de la población objetivo, en el horario de 12H00-13H00 se perciben mayor ruido.

Un 33%, afirma que el ruido es más intenso en las horas de la mañana de 7H00-8H00.

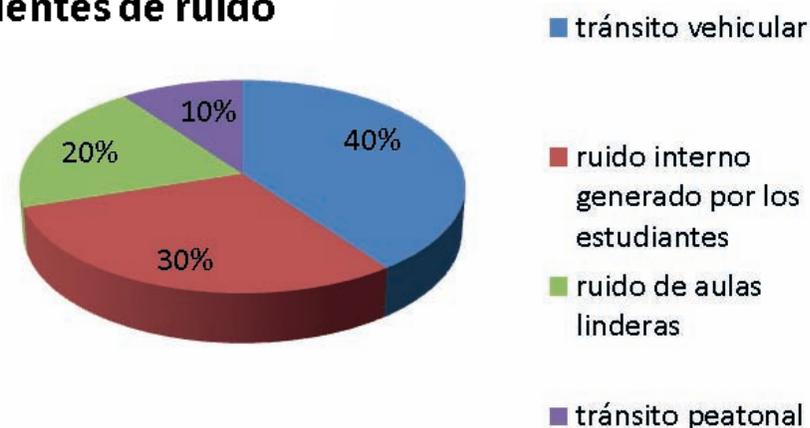
Y, el 25%, manifiesta que a las 11H00-12H00, el ruido es mayor.

Con ello, se puede afirmar que los niveles de sonido son más elevados durante las horas pico, en donde el tránsito vehicular es mayor.

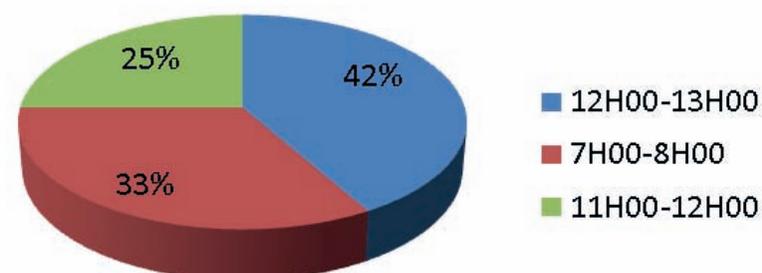
### Nivel de ruido



### Fuentes de ruido



### Horas de mayor intensidad de ruido



### 2.3.5. MATERIALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Hace referencia a los distintos materiales con los que se han construido las instituciones de educación primaria en la ciudad; predominando así con 67%, el ladrillo; y, seguido con 33%, los bloques de hormigón.

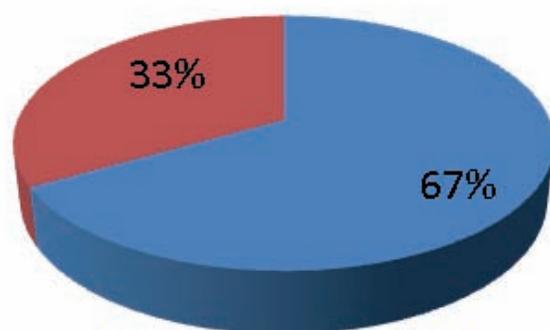
Los acabados en paredes, no van más allá de enlucidos o empastes y aplicación de color.

En pisos, el 62% de las instituciones no tiene ningún acabado, los pisos son de concreto. Mientras que, un 25% de las edificaciones tienen pisos de cerámica; y un reducido 13%, tienen pisos con porcelanato.

En cuanto al cielo raso en las instituciones educativas, el 45% tienen losas de hormigón; el 33% no tiene cielo raso, en su defecto solo tienen cubiertas de eternit; y un 22% poseen cielo raso falso (yeso cartón).

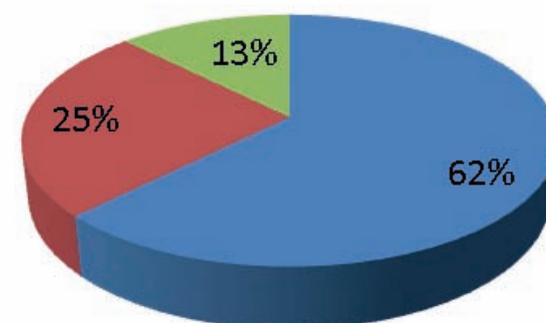
#### Paredes

■ bloque ■ ladrillo



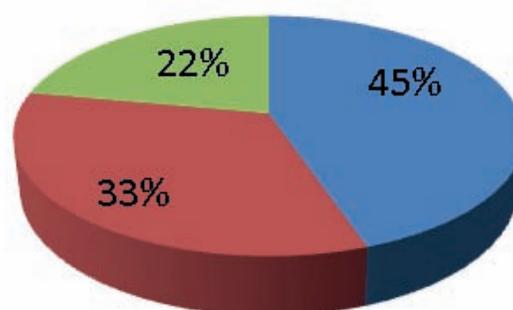
#### Pisos

■ cemento ■ cerámica ■ porcelanato



#### Cielo raso

■ losa de hormigón  
■ cubierta (eternit)  
■ cielo raso falso (yeso cartón)



## 2.4. RESULTADO DE LAS VARIABLES Y PARÁMETROS DE INTERVENCIÓN.

Como conclusión de la investigación realizada, se determina que el principal foco de emisión de ruido es el tránsito vehicular, el mismo que afecta a toda la ciudad, pero con mayor intensidad en el Centro histórico de Cuenca; y sobretodo en las horas pico como son 7H00-8H00 y 12H00-13h00.

Además, con este estudio, se puede decir que la mayoría de las escuelas de la ciudad no poseen acabados constructivos que beneficien el confort acústico; debido a ello y sabiendo que el ruido externo (tránsito vehicular) es el que mayor interferencia y molestia causa durante las actividades de enseñanza-aprendizaje, se determina que lo que se necesita implementar es un Sistema de Aislamiento Acústico, y no el Acondicionamiento Acústico.

Entonces, para poder desarrollar la propuesta y realizar un correcto aislamiento acústico, es conveniente estudiar los parámetros y condicionantes en distintos casos que pueden existir en las escuelas de Cuenca.

Caso 1: en una institución de educación primaria ubicada en el Centro Histórico de Cuenca, construida con ladrillo o bloque y sin acabados de piso o cielo raso; necesitará un sistema de aislamiento acústico alto.

Caso 2: en una institución de educación primaria ubicada en una zona periférica de la ciudad, construida con ladrillo o bloque y sin acabados de piso o cielo raso; necesitará un sistema de aislamiento acústico bajo.

### **3. EXPERIMENTACIÒN**

### **3. EXPERIMENTACIÒN**

#### **3.1. OBJETIVOS DE LA EXPERIMENTACIÒN.**

##### **3.1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Obtener soluciones para el aislamiento acústico.

##### **3.1.2. OBJETIVOS ESPECÌFICOS.**

- Establecer relaciones óptimas de aislamiento acústico.
- Manipular materiales aislantes acústicos existentes en el medio local.
- Determinar los niveles de aislamiento acústico en cada caso.

#### **3.2. CRITERIOS DE VALIDACIÒN DE LA EXPERIMENTACIÒN.**

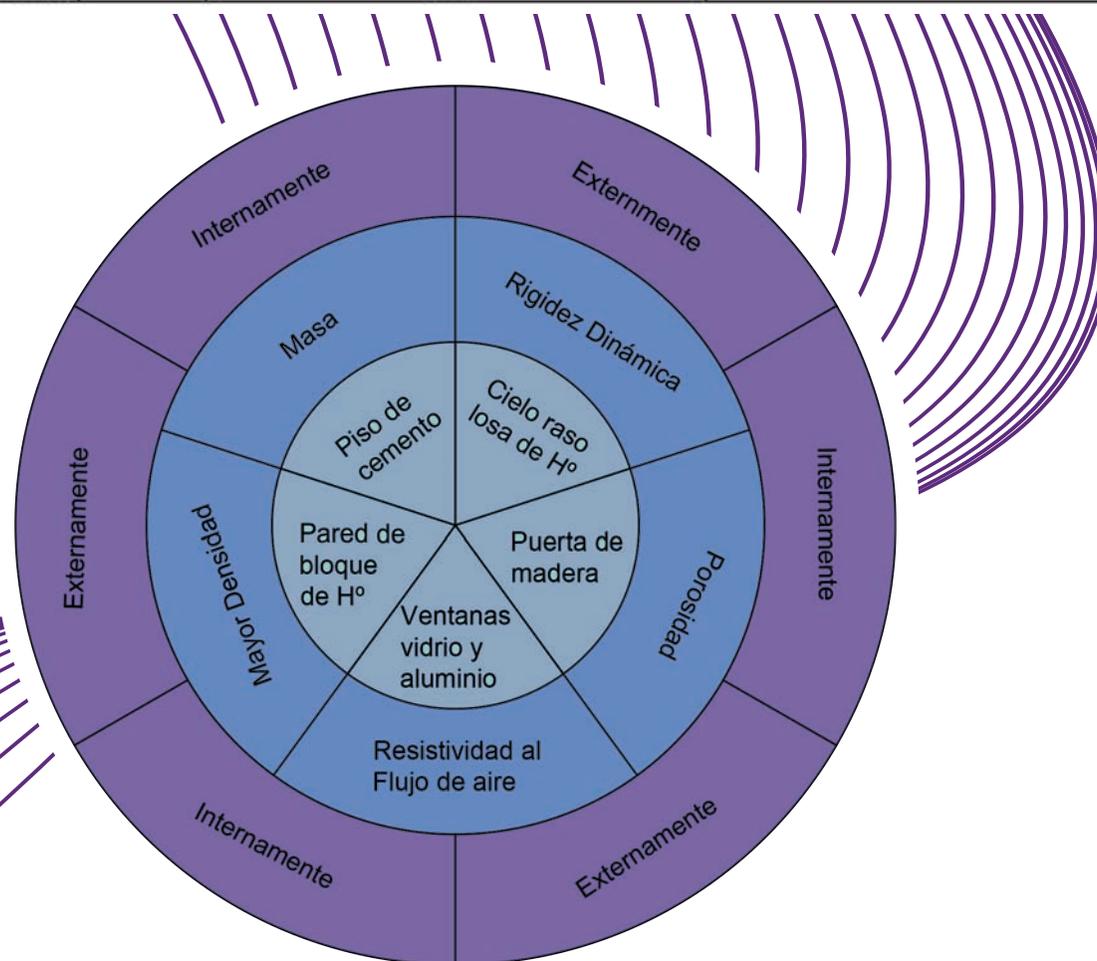
- Las relaciones establecidas deben poder ser realizables.
- Los materiales deben ser existentes en el medio local.
- El material debe cumplir con la relación de las variables.

#### **3.3. MODELO OPERATIVO DE LA EXPERIMENTACIÒN.**

El modelo experimental consiste en una primera etapa en establecer las variables y las distintas relaciones o posibilidades de experimentación con los materiales.

Esto se logra a través del uso de una ruleta en la que constan: los elementos constitutivos del espacio, que son el resultante de la etapa de diagnóstico; las propiedades acústicas que deben tener los materiales, que se obtuvo de la etapa de conceptualización; y, finalmente el tipo de aplicación que se puede realizar sea internamente o externamente.

VARIABLES		
Elementos constitutivos del espacio	Propiedades acústicas	Aplicación
Paredes (bloque de hormigón)	Mayor densidad	Internamente
Piso (cemento)	Masa	
Cielo raso (losa de hormigón)	Rigidez dinámica	
Puertas (madera)	Porosidad	Externamente
Ventanas (vidrio y perfiles de aluminio)	Resistividad al flujo de aire	



Ruleta de relaciones

### 3.4. POSIBILIDADES DE APLICACIÓN EN BASE A LAS DISTINTAS RELACIONES

#### 3.4.1. Relación: ventanas de vidrio y aluminio + masa + externamente.

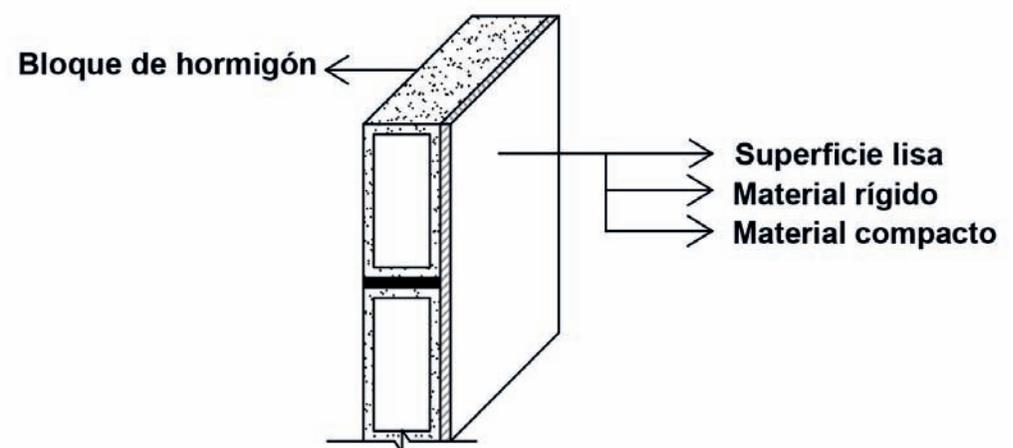
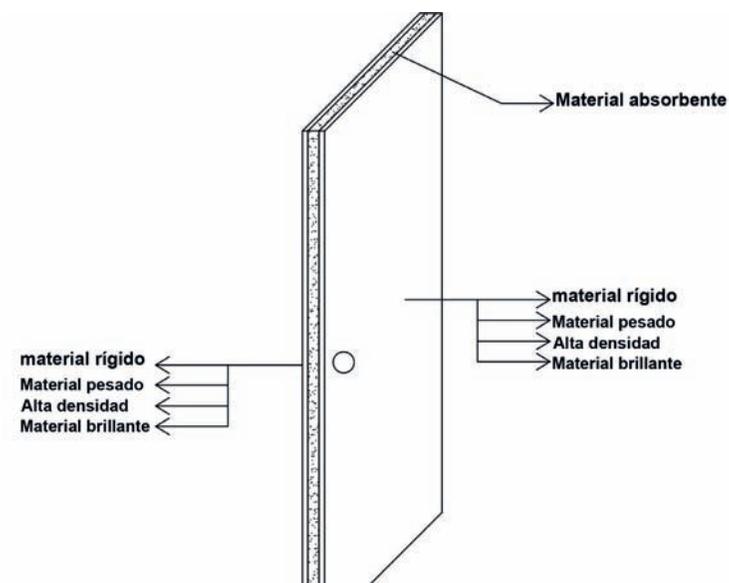
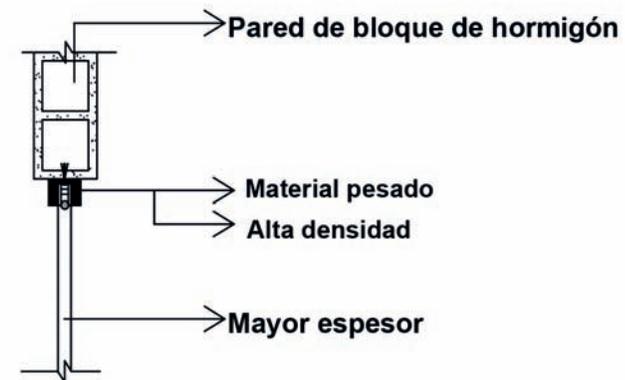
Para esta relación se plantea aumentar la masa del vidrio y que el material del perfil sea de alta densidad, para evitar que el ruido atraviese con facilidad las ventanas.

#### 3.4.2. Relación: puertas de madera + porosidad + internamente.

Esta relación se entiende de la siguiente manera, así, la porosidad estará dada por un material absorbente, el mismo que deberá ir en el interior de la puerta, para lograr que las ondas sonoras sean retenidas.

#### 3.4.3. Relación: paredes de bloque de hormigón + mayor densidad + externamente.

En esta relación se experimenta con la propiedad de "mayor densidad", en donde se plantea generar capas, implementando en las paredes una placa de superficie lisa, rígida y compacta.



Esc: 1:20

### 3.4.4. Relación: cielo raso de losa de hormigón + rigidez dinámica + internamente.

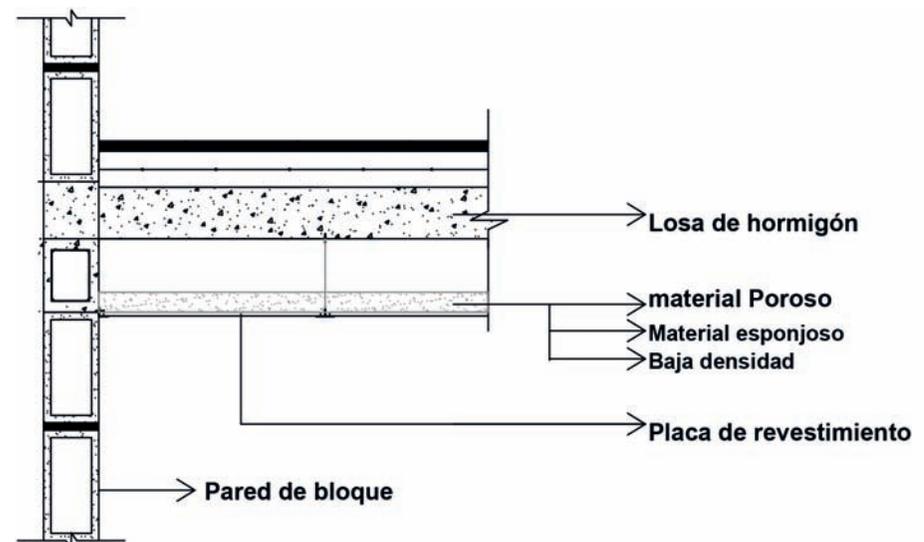
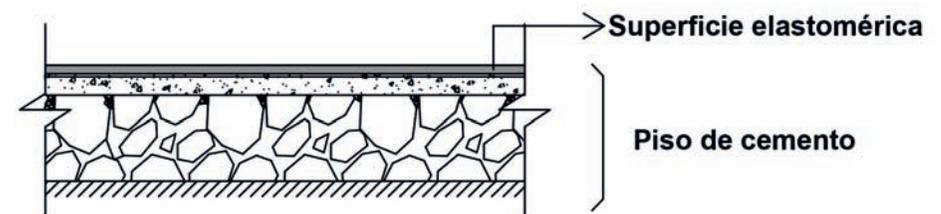
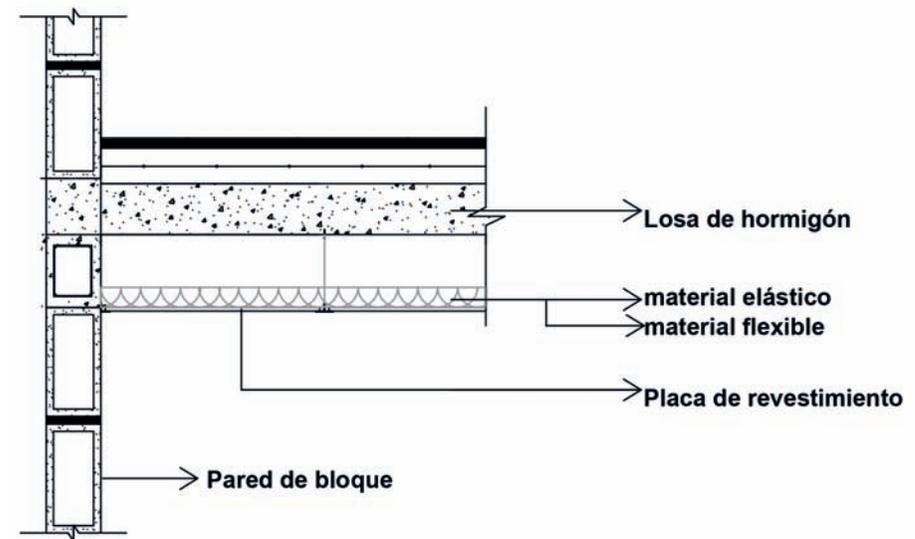
La rigidez dinámica en el cielo raso vendrá dada en base a la experimentación con un material elástico y flexible, que deberá ir escondido por una placa de revestimiento.

### 3.4.5. Relación: piso de cemento + rigidez dinámica + externamente.

Para ello se experimenta sobre el piso una superficie elastómera, que ayuda para que las ondas de sonido no se reflejen, y amortigua los ruidos de impacto.

### 3.4.6. Relación: cielo raso de losa de hormigón + porosidad + internamente.

La propiedad de porosidad estará representada por un material esponjoso y de baja densidad, éste deberá ir en la parte interna del cielo raso, y externamente una placa de revestimiento.



Esc: 1:20

### 3.4.7. Relación: paredes de bloque de hormigón + rigidez dinámica + internamente.

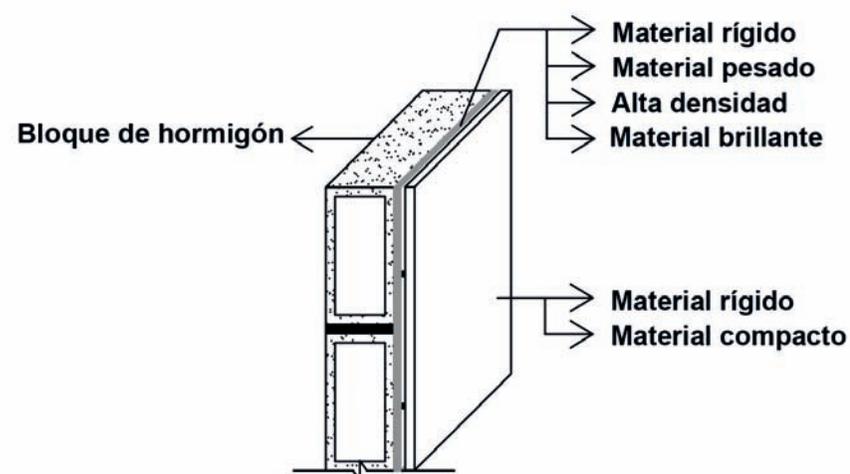
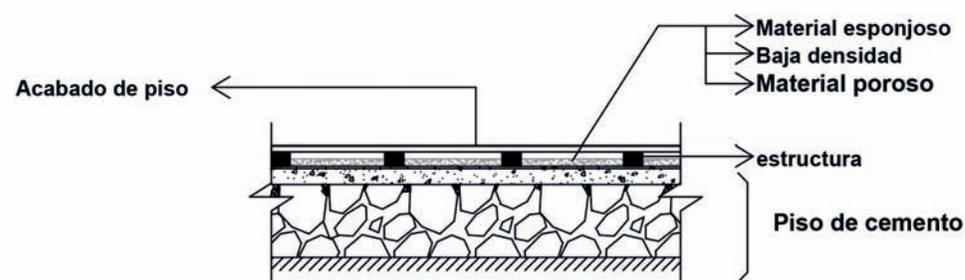
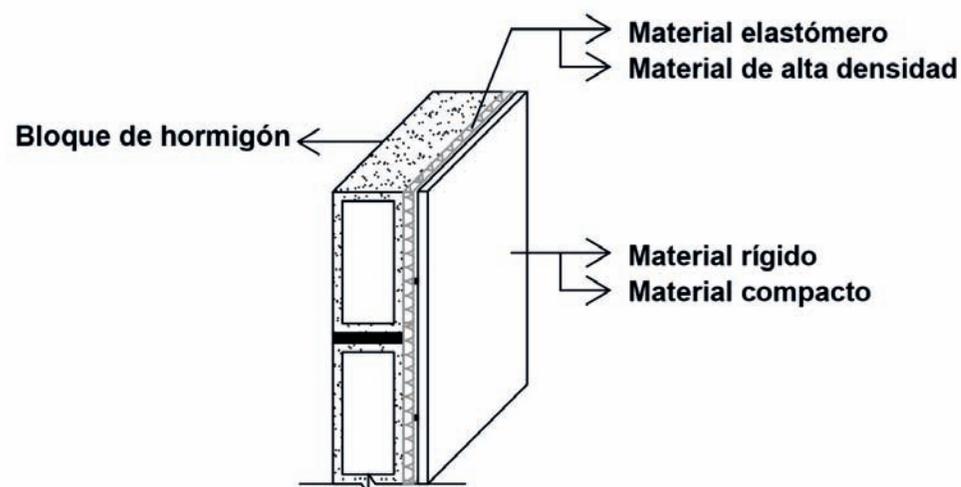
La rigidez dinámica internamente en las paredes se consigue a través de un material elastómero, y éste a su vez tendrá un revestimiento de material rígido y compacto. tómero, y éste a su vez tendrá un revestimiento de material rígido y compacto.

### 3.4.8. Relación: piso de cemento + porosidad + internamente.

En este caso la relación se ve reflejada a través de la generación de una cámara en el piso la cual se rellena con un material esponjoso y de baja densidad, y sobre esto debe ir el acabado de piso.

### 3.4.9. Relación: paredes de bloque de hormigón + resistividad al flujo de aire + internamente.

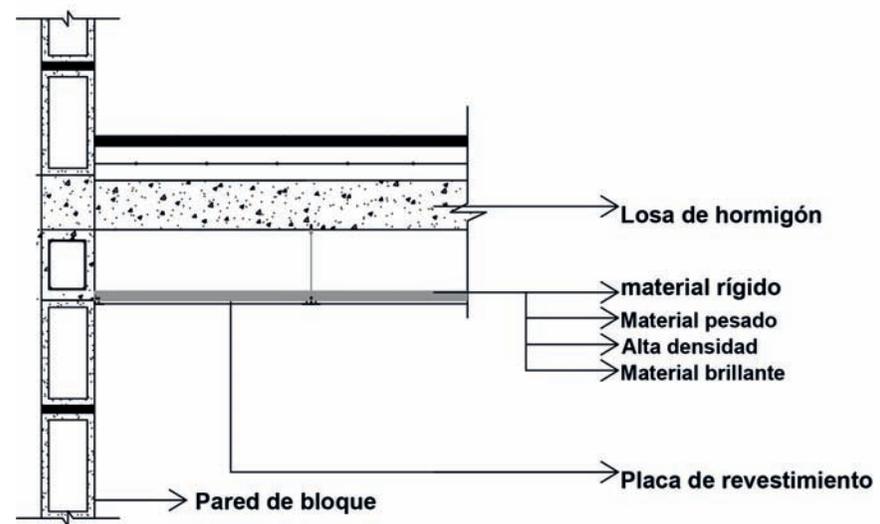
En esta relación se experimenta con la propiedad de “resistividad al flujo de aire internamente”, en donde se plantea el uso de un material rígido, pesado, de alta densidad o brillante que se fijará a las paredes, y sobre éste se usará como acabado un material rígido y compacto.



Esc: 1:20

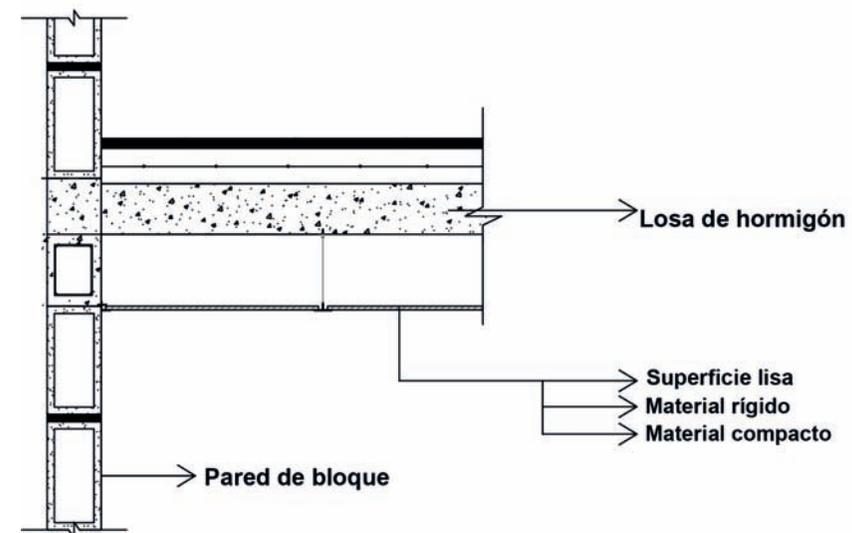
### 3.4.10. Relación: cielo raso de losa de hormigón + resistividad al flujo de aire + internamente.

La resistividad al flujo de aire en el cielo raso vendrá dada en base a la experimentación con un material brillante, de alta densidad, rígido o pesado, que deberá ir escondido por una placa de revestimiento, como acabado final.



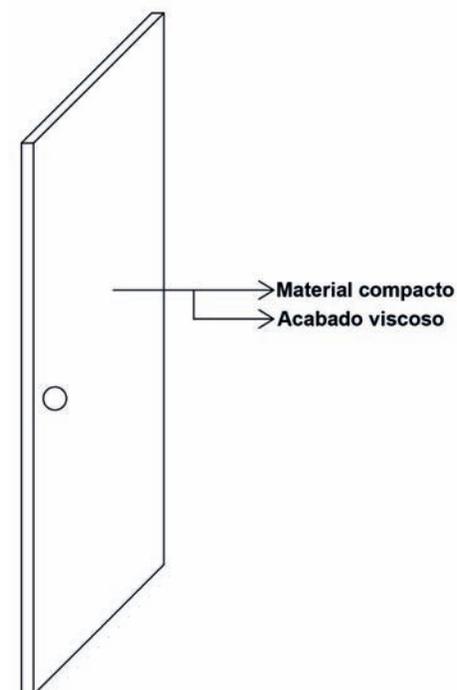
### 3.4.11. Relación: cielo raso de losa de hormigón + mayor densidad + externamente.

La propiedad de mayor densidad externamente estará representada por un material rígido, compacto y de superficie lisa, en donde se plantea generar capas, a través de un cielo raso falso.



### 3.4.12. Relación: puertas de madera + mayor densidad + externamente.

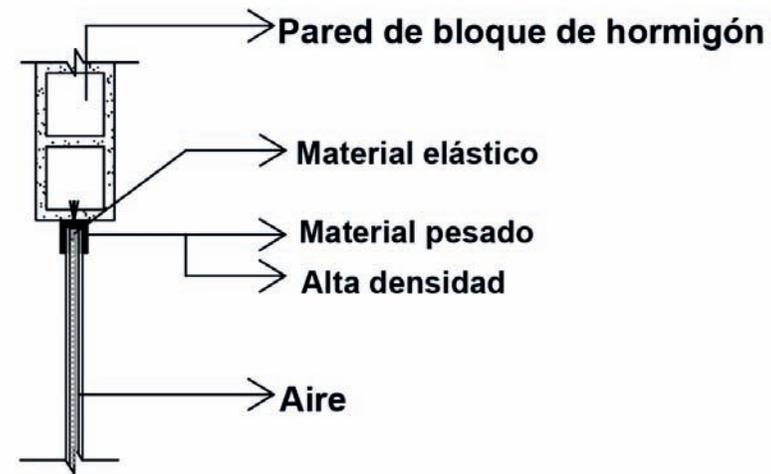
En esta relación se experimenta con la propiedad de "mayor densidad externamente", en donde se plantea el uso de un material compacto, pero con un acabado viscoso en la puerta; de esta forma las ondas sonoras serán amortiguadas.



Esc: 1:20

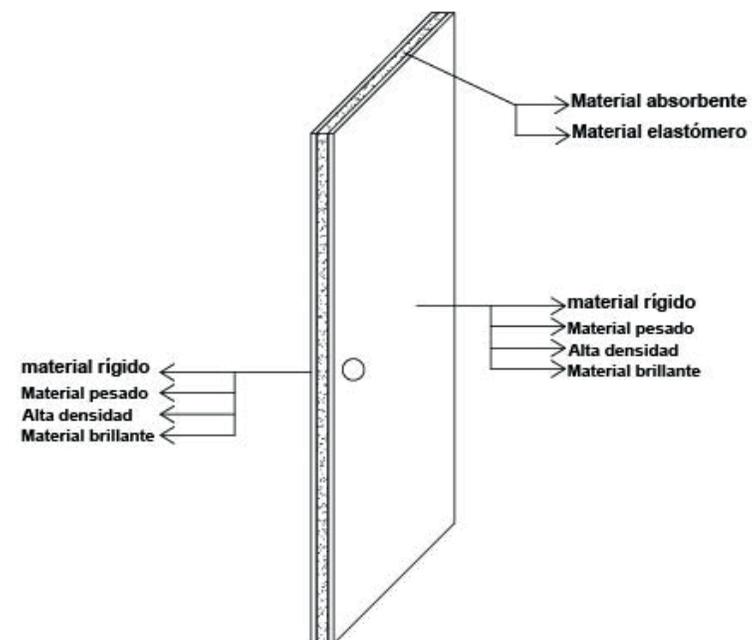
### 3.4.13. Relación: ventanas de vidrio y aluminio + rigidez dinámica + internamente.

Para ello se experimenta en las ventanas con cámara de aire, ya que la rigidez dinámica hace referencia a la elasticidad, y el aire es un medio elástico; además los perfiles también serán de material elastómero.



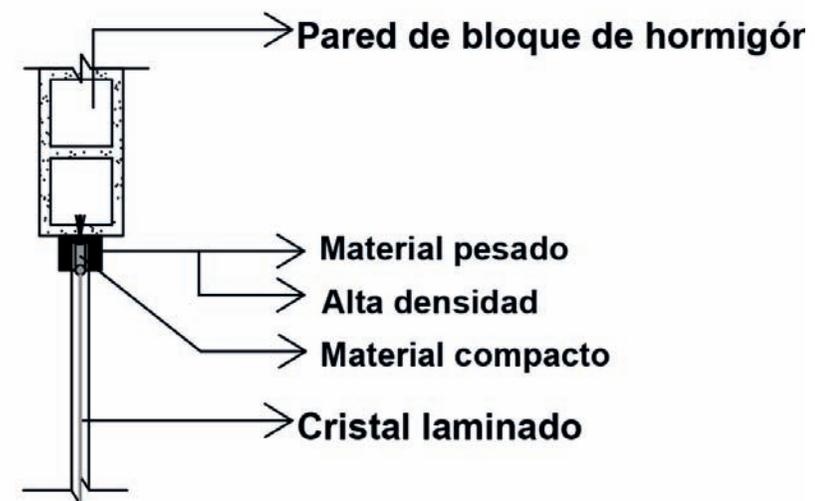
### 3.4.14. Relación: puertas de madera + resistencia al flujo de aire + externamente.

En este caso la experimentación consiste en el uso de un material rígido, pesado, de alta densidad y/o brillante, como acabado de la puerta; mientras que internamente el material puede ser absorbente o elastómero.



### 3.4.15. Relación: ventanas de vidrio y aluminio + mayor densidad + internamente.

En esta relación se experimenta con la propiedad de "mayor densidad" en las ventanas, en donde se plantea generar capas, implementando un vidrio laminado y perfiles de material pesado.



Esc: 1:20

### 3.5. EXPERIMENTACIÓN CON MATERIALES ACÚSTICOS

La etapa de experimentación consiste en la manipulación de diversos materiales considerados aislantes acústicos y que son existentes en el medio local; con los que se puede obtener distintas y variadas posibilidades de aislamiento acústico, a través de las relaciones establecidas previamente.

Durante esta fase se investigó sobre los materiales que sirven como aislantes acústicos, para luego continuar con la experimentación física de dichos elementos, sometiéndolos a ruido externo de 60dB.

Los resultados de dichas experimentaciones ayudarán a la elaboración de una propuesta de aislamiento acústico que aporte a solucionar el problema de contaminación acústica que interfiere en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los centros de educación primaria de la ciudad de Cuenca.

#### 3.5.1. Gypsum

Con este sistema se pueden construir tabiques, cielos rasos y revestimientos en menor tiempo. Los precios varían según el formato y espesor; una placa de 1,22 por 2,44 metros, cuesta entre USD 8,50 y USD 13,50

Está formado por un núcleo de yeso y las caras son revestidas por un papel especial de fibras resistentes.

Entre las características principales se encuentran: fácil y rápida instalación, fácil de pintar, es incombustible, funciona como aislante térmico y acústico, y es de excelente calidad.



Imagen 11 (placas de gypsum)

### 3.5.3. Lana de vidrio

La lana de vidrio es un producto fabricado fundiendo arenas con alto contenido de sílice a altas temperaturas, más otros insumos. El resultado final es un producto fibroso de óptimas propiedades de aislación térmica y acondicionamiento acústico, de elevada resiliencia y estabilidad dimensional.

Esto garantiza un alto confort en los espacios interiores y considerables ahorros de energía. La lana de vidrio es incombustible, y en caso de incendio no emana gases tóxicos.



Imagen 13 (lana de vidrio)

### 3.5.2. Fibrocemento

Fibrocemento es una placa plana fabricada a base de cemento, sílice, fibras naturales y aditivos que mediante un proceso de autoclave se someten a altas presiones y temperaturas para obtener un producto con un alto nivel de estabilidad dimensional (Eternit.com, 2016).

Las Ventajas que el sistema otorga son: rápida instalación, fácil manipulación, resistente a la intemperie, Inmunidad a hongos y plagas, resistente a la humedad.

Además genera beneficios a la mayoría de las viviendas y edificios, por su versatilidad, economía, rapidez, y seguridad



Imagen 12 (placas de fibrocemento)

### 3.5.4. Aluminio

La Placa de Aluminio es un producto laminado que se encuentra en distintos espesores, es altamente resistente, ligera, no se corroe, lo que permite sean usadas en muchas aplicaciones.

El aluminio como ventajas tiene: es un material económico, ligero, dúctil y resistente a la oxidación.

Este material de tipo brillante, reflectivo y resistente al flujo de aire, permite que las ondas sonoras externas se reflejen y no ingresen al interior.

### 3.5.5. Caucho o goma

El caucho, es una sustancia elástica, impermeable y resistente que se obtiene a partir del jugo lechoso de ciertas plantas tropicales. Este material, y en general los elastómeros ayudan a amortiguar el sonido, ruido de impacto y vibraciones.

También tiene una muy alta resistencia a la rasgadura, rotura, compresión y a la abrasión

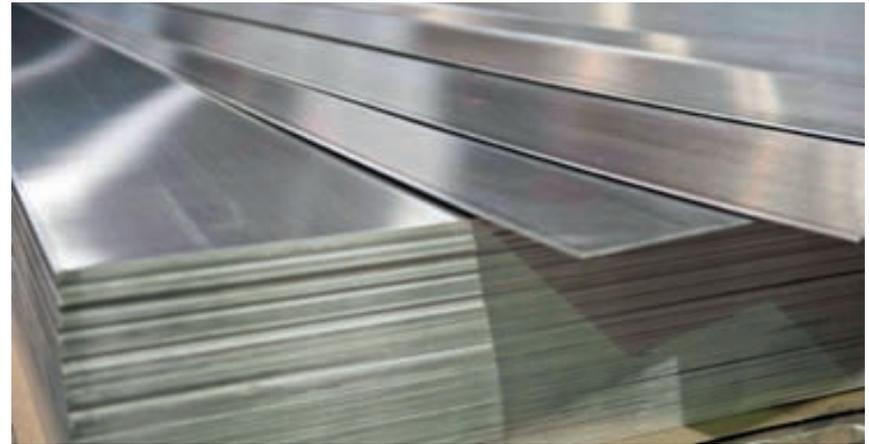


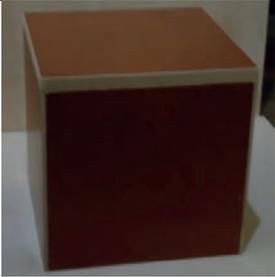
Imagen 14 (placa de aluminio)



Imagen 15 (caucho o goma)

### 3.5.6. Análisis de nivel de aislamiento de los materiales.

La experimentación física de los elementos acústicos consiste en someterlos a ruido externo de 60dB, y determinar el nivel de aislamiento.

FICHA EXPERIMENTAL			
CORRESPONDIENTE A: NIVEL DE AISLAMIENTO			
MATERIAL	NIVEL DE AISLAMIENTO (dB)	NIVEL DE AISLAMIENTO (%)	FOTOGRAFIA
Vidrio	5	7	
Madera	10	14	
Hormigón + fibrocemento	13	20	
Hormigón + caucho + gypsum	13	20	
Hormigón + caucho	7	10	

Hormigón + lana de vidrio + gypsum	17	25	
Hormigón + caucho + fibrocemento	8	11	
Hormigón + aluminio + fibrocemento	15	22	
Hormigón + aluminio + gypsum	17	25	
Madera + lana de vidrio	13	20	

### 3.6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados en decibeles y porcentajes, muestran que la combinación de Hormigón + aluminio + gypsum; correspondiente a la relación de resistividad al flujo de aire internamente, genera un aislamiento mayor con un 25%.

De igual forma los materiales: Hormigón + lana de vidrio + gypsum, tienen el mismo porcentaje de aislamiento que el caso anterior, 25%; y corresponde a la relación de porosidad internamente.

Seguidamente, la combinación de Hormigón + aluminio + fibrocemento, tiene como resultado un 22%; esta combinación representa a la propiedad de resistividad de flujo de aire.

Por último, el material que proporcionó menor aislamiento, sólo un 7%, fue el vidrio.

Como conclusión, cabe mencionar además, que la lana de vidrio no es un material aislante en un 100%, es un material absorbente, pero que al aplicarlo internamente, es decir en medio de dos caras funciona mejorando el aislamiento acústico.

## 4. PROPUESTA

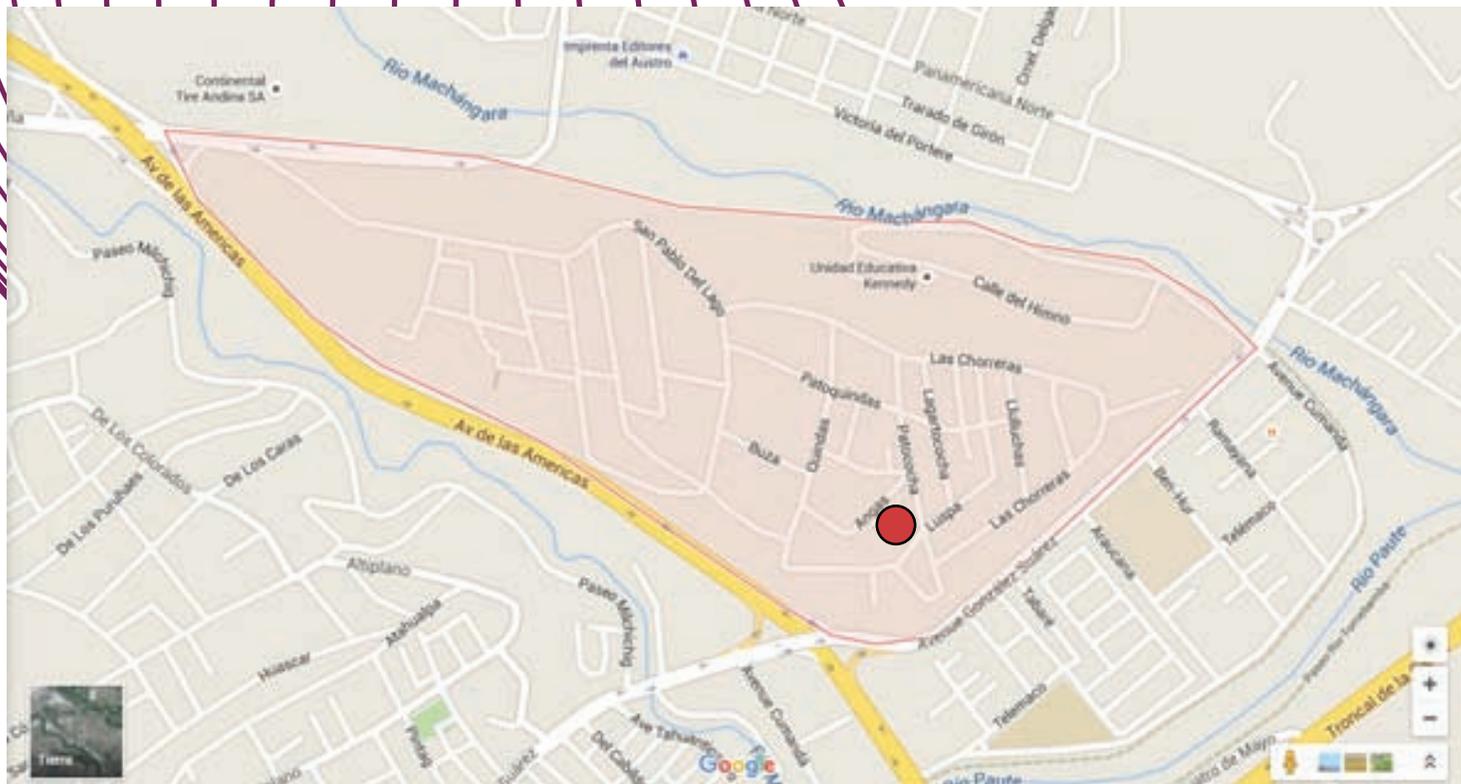
## 4. PROPUESTA

Al haber realizado la experimentación con la manipulación de distintos materiales considerados aislantes acústicos a través de las relaciones previamente establecidas; y determinado las relaciones con mayor porcentaje de aislamiento, a continuación en este capítulo se presenta las propuestas de: cielo raso, piso, paredes, puerta y ventanas de un aula de clase.

El sistema se base en aplicar la propiedad de “absorción internamente”, cabe mencionar además que para ello se emplea un material absorbente, pero que al aplicarlo internamente, es decir en medio de dos caras funciona como aislante acústico.

También la propuesta se considera la aplicación de la propiedad de “rigidez dinámica”; internamente, mediante el uso de cámaras de aire; y externamente con materiales elastómeros.

Como referencia para generar la propuesta se usó un aula de clases que pertenece a la unidad educativa “Mario Rizzini”, ubicado en Quinta chica, calles Angas y Luspa; en donde se realizó el levantamiento planimétrico y fotográfico de dicha aula de clase.

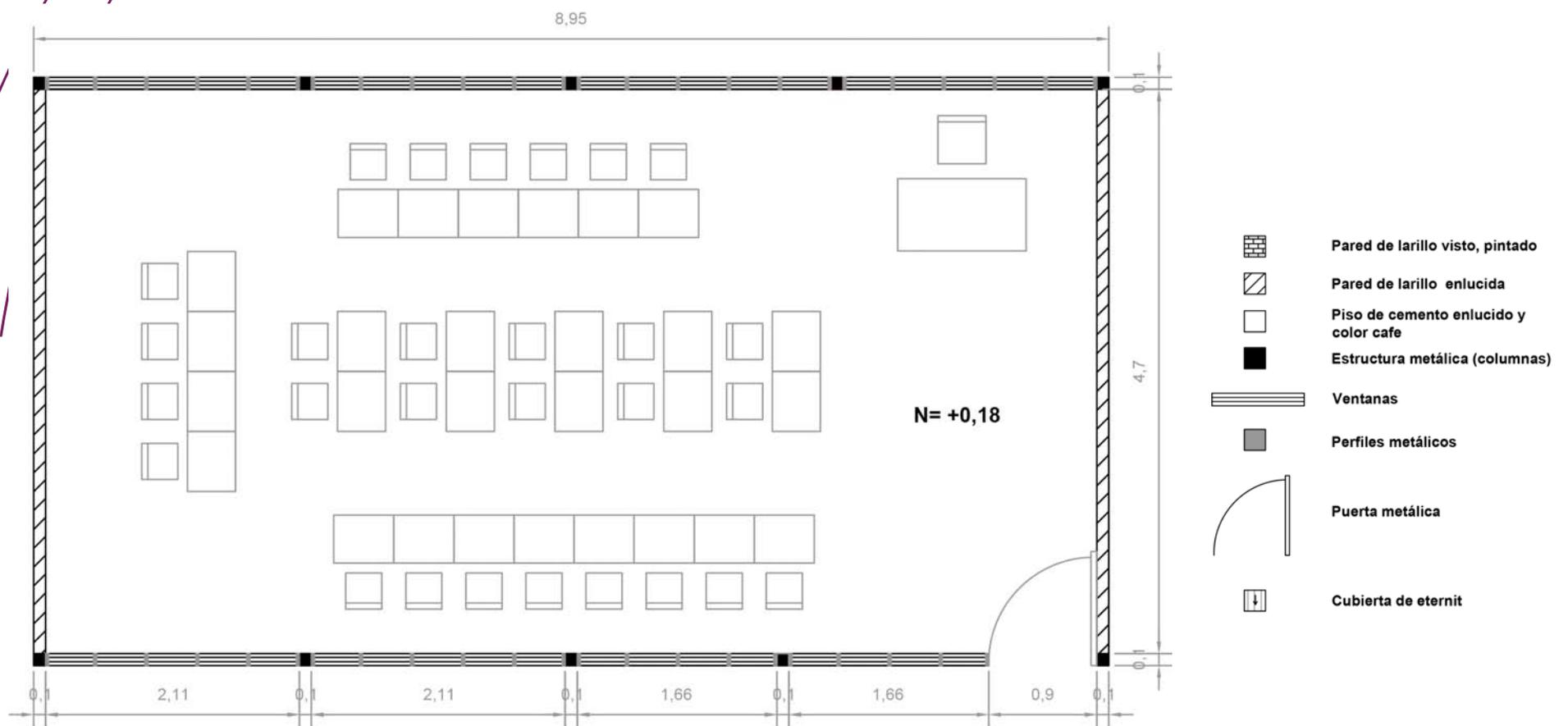


Mapa de ubicación en la ciudad de Cuenca (Google Maps)

## 4.1. ESPACIO DE INTERVENCIÓN

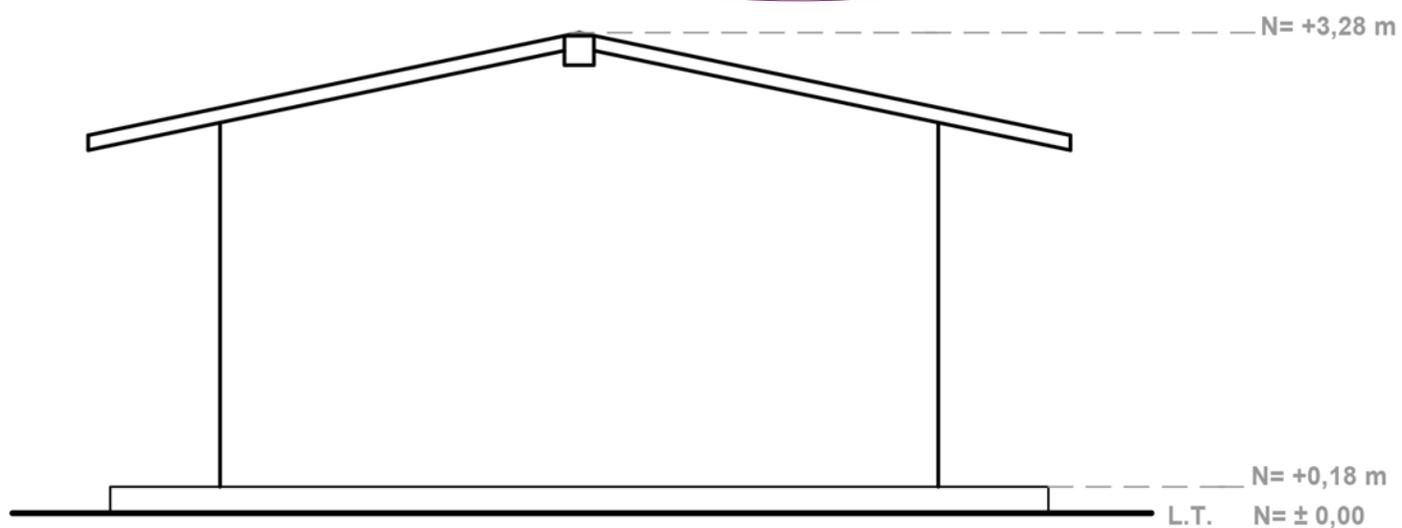
El salón de clases en el que se realiza la propuesta de aislamiento acústico, fue elegido debido a que tiene mayor problema de ruido externo, ya que se encuentra ubicada frente al patio de la escuela y es lindera a la calle; además la calle Luspa es una de las principales arterias vehiculares del sector, por allí transitan buses, vehículos livianos y peatones.

### 4.1.1. DATOS ARQUITECTÓNICOS



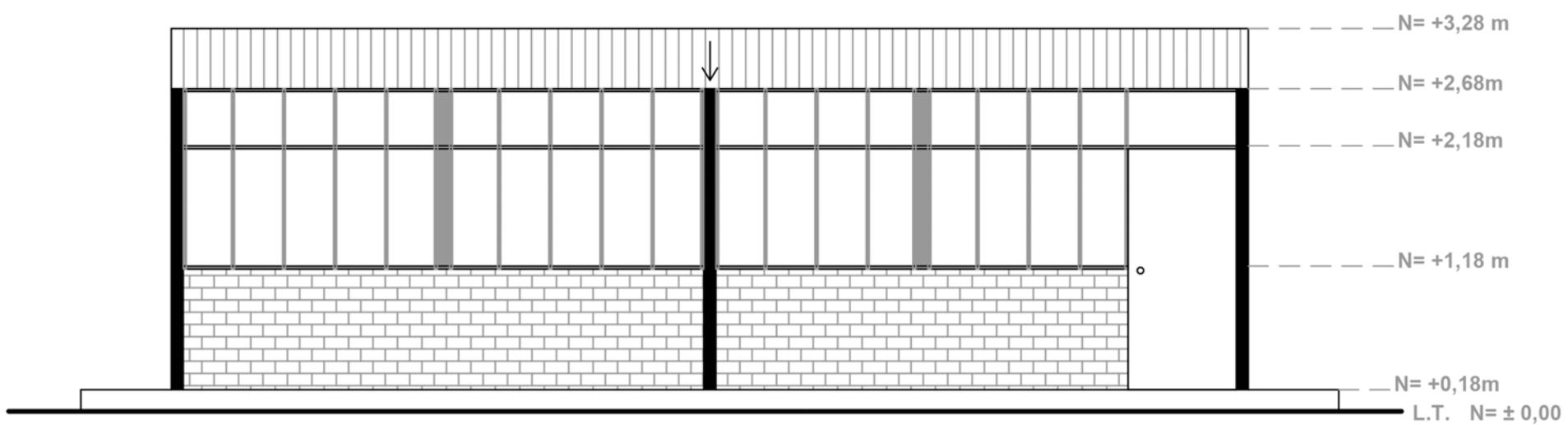
### PLANTA ACTUAL AULA DE CLASES

Es: 1:50



**ELEVACIÓN FRONTAL**

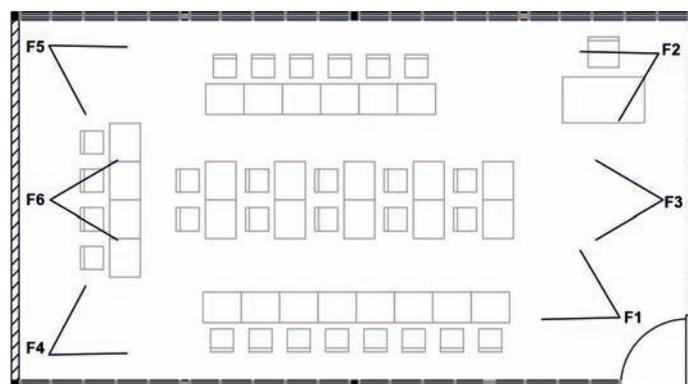
Es: 1:50



**ELEVACIÓN LATERAL**

Es: 1:50

## 4.1.2. LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO



F1



F2



F3



F4



F5

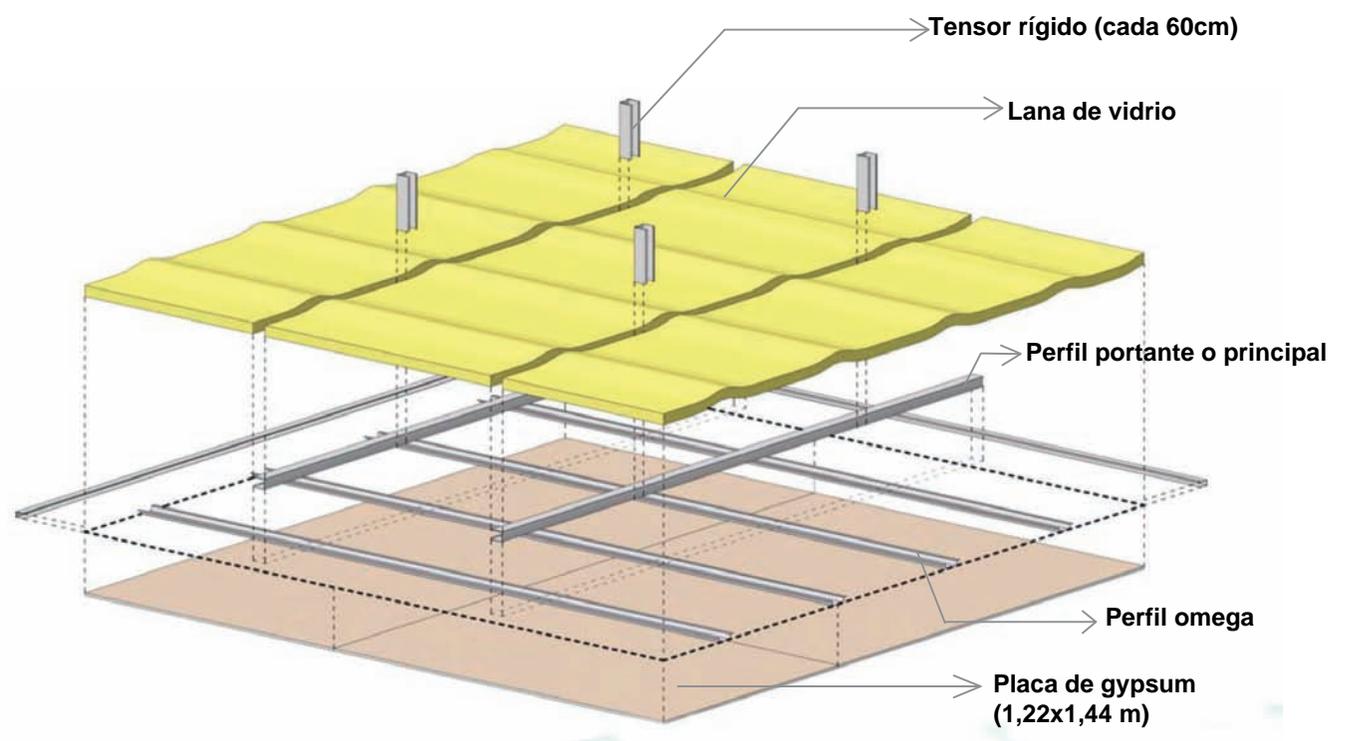


F6

## 4.2. DISEÑO DE CIELO RASO

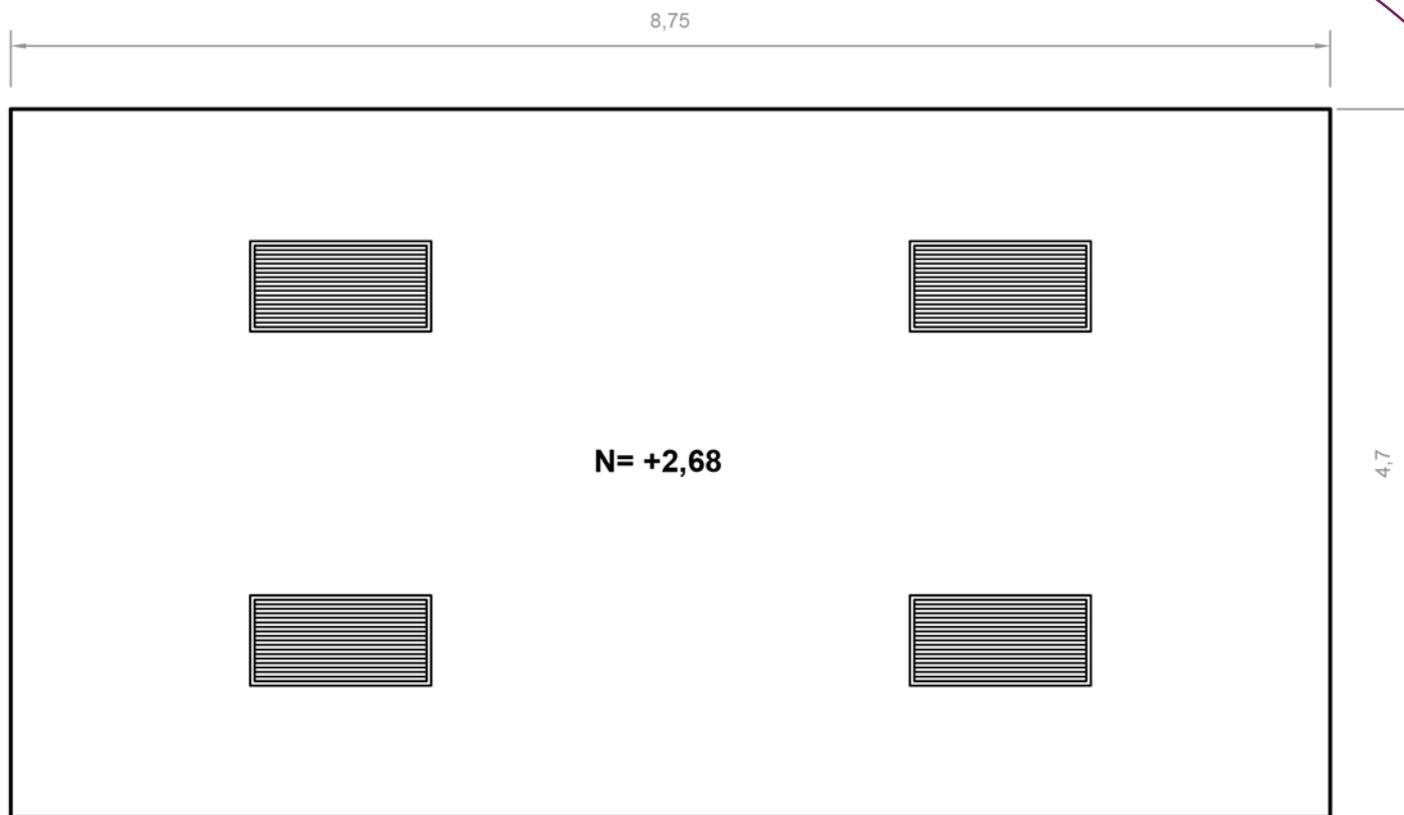
El diseño del cielo raso o la solución constructiva consiste en el revestimiento de la cara inferior de la estructura de cubierta con placas de gypsum, fijándolas a una estructura portante de perfiles metálicos, mediante tornillos autoperforantes, otorgando un acabado de cielo raso liso y continuo, y ocultando a la vista todo tipo de instalaciones.

La incorporación de la propiedad de porosidad estará representada por un material esponjoso y de baja densidad, en este caso la lana de vidrio; éste debe ir en la parte interna del cielo raso, lo que ayudará a mejorar el aislamiento acústico del aula.



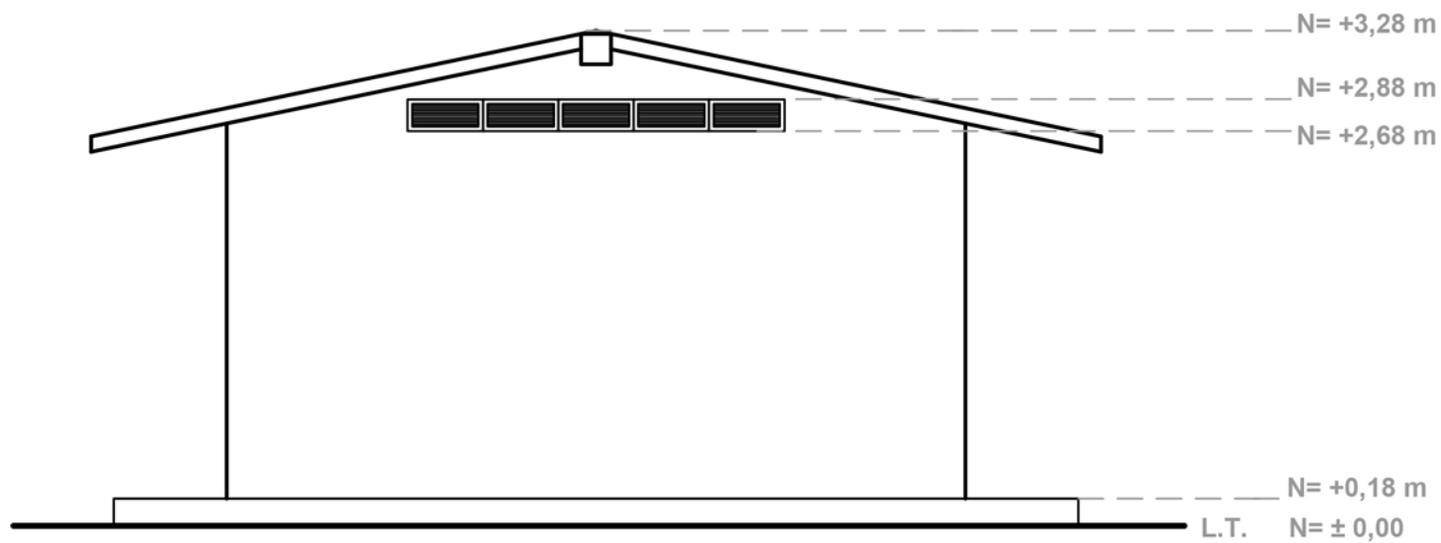
AXONOMETRÍA EXPLOTADA DE CIELO RASO

## 4.2.1. DETALLES CONSTRUCTIVOS



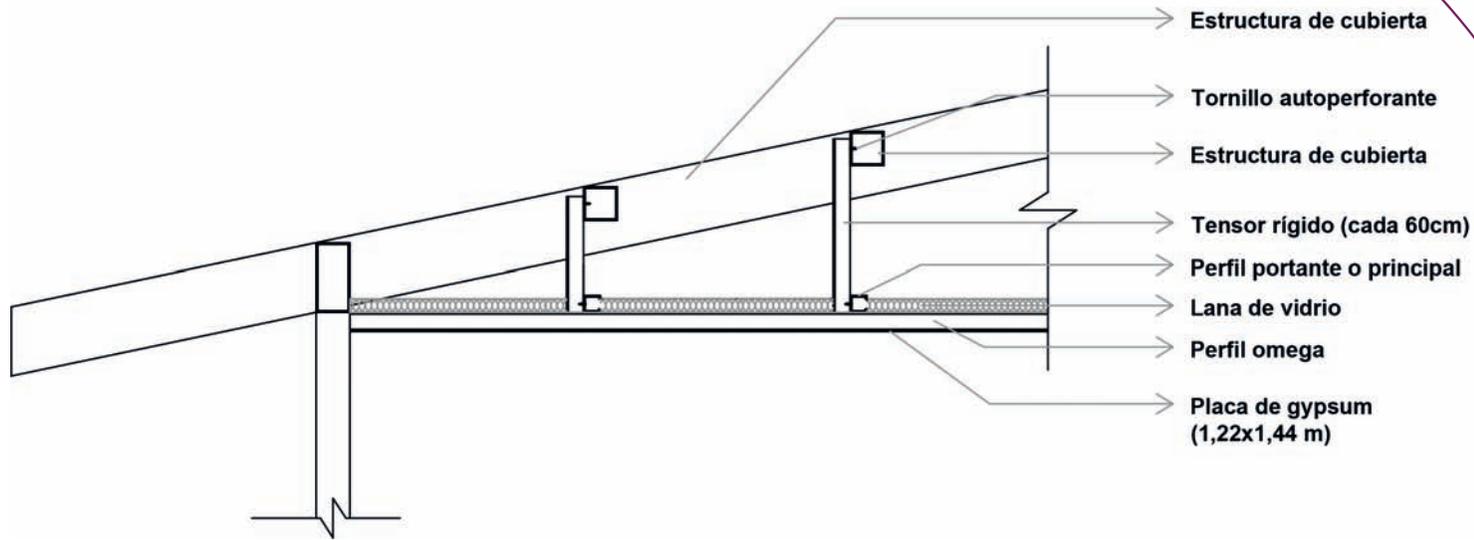
-  Cielo raso de gypsum
-  Rejilla de ventilación (1,20 x 0,6 m)

PLANTA DE CIELO RASO  
ES: 1:50

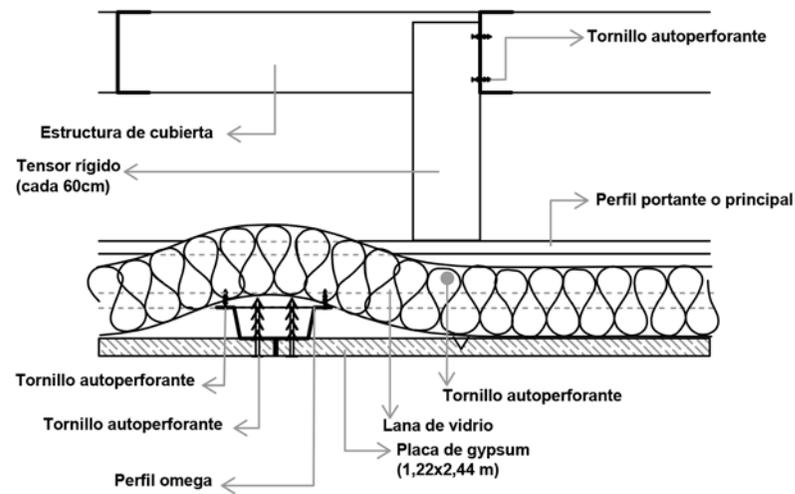


VISTA LATERAL: REJILLA DE VENTILACIÓN EN CIELO RASO  
ES: 1:50

## 4.2.1. DETALLES CONSTRUCTIVOS



DETALLE: CIELO RASO ACÚSTICO  
ES: 1:20



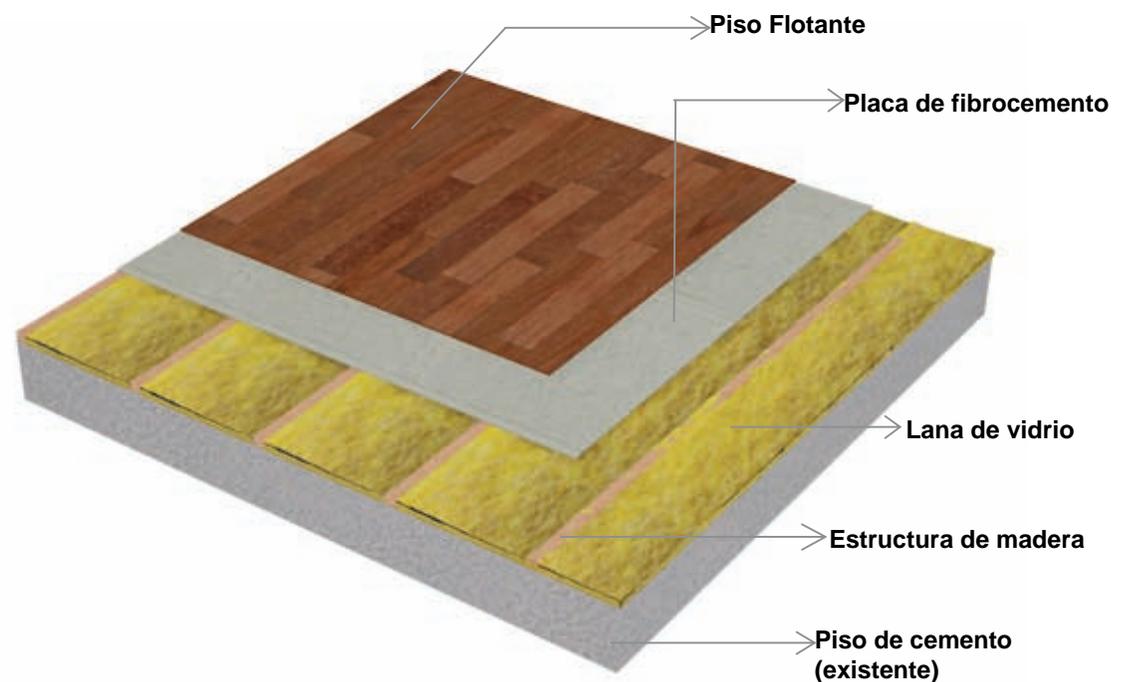
DETALLE: CIELO RASO ACÚSTICO  
ES: 1:5

### 4.3. DISEÑO DE PISO

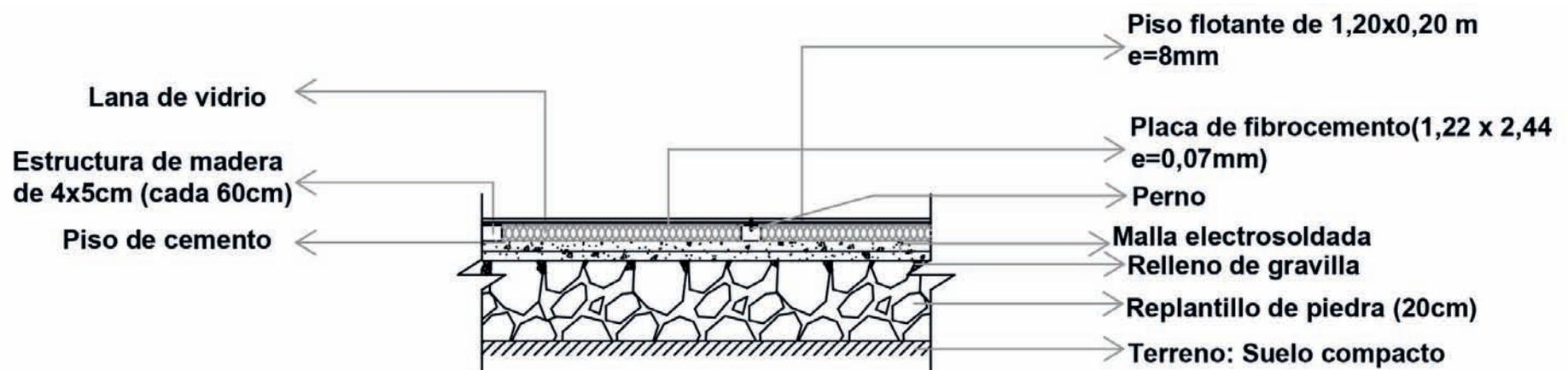
La propuesta de piso acústico se basa en el uso de la propiedad de porosidad internamente.

En este caso la propuesta está reflejada a través de la generación de una cámara en el piso la cual esta rellena con un material esponjoso y de baja densidad, y sobre esto debe ir el acabado de piso, en este caso piso flotante.

Se aplica el piso flotante debido a que el aula de clases es un espacio de alto tráfico, y al poseer éste una capa de protección al desgaste, favorece la durabilidad del sistema.



#### 4.3.1. DETALLES CONSTRUCTIVOS

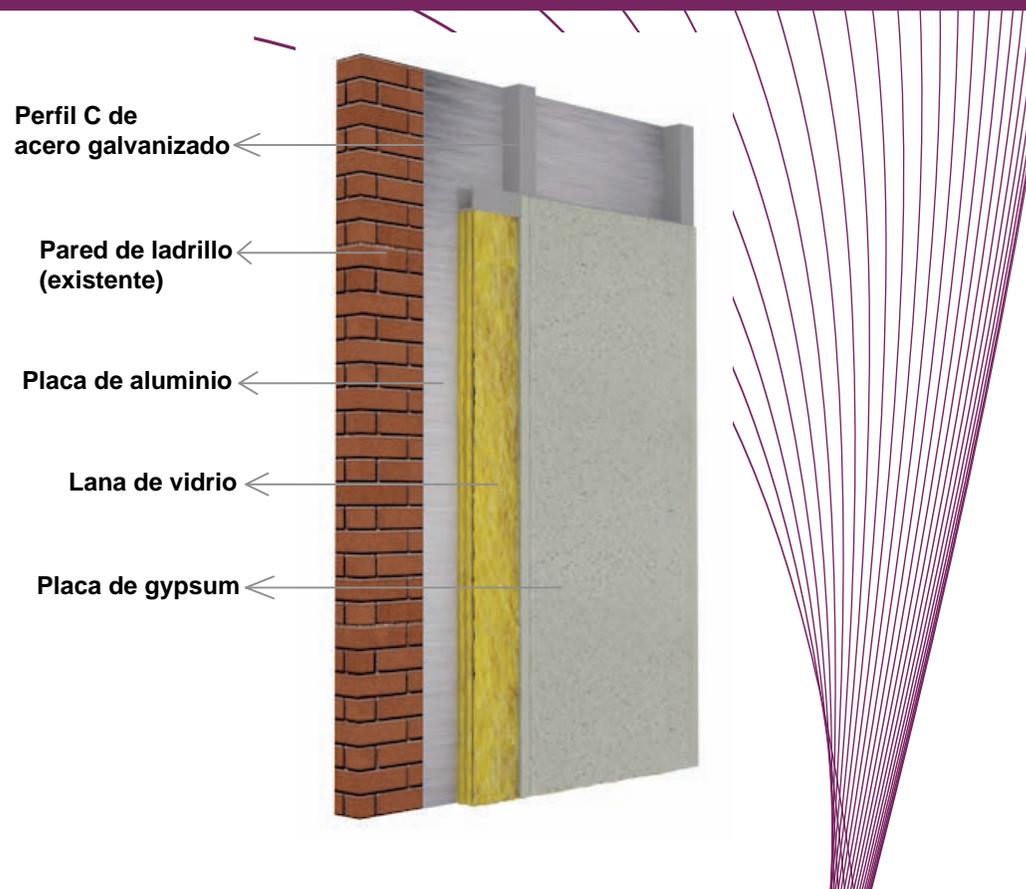


DETALLE: PISO ACÚSTICO  
ES: 1:20

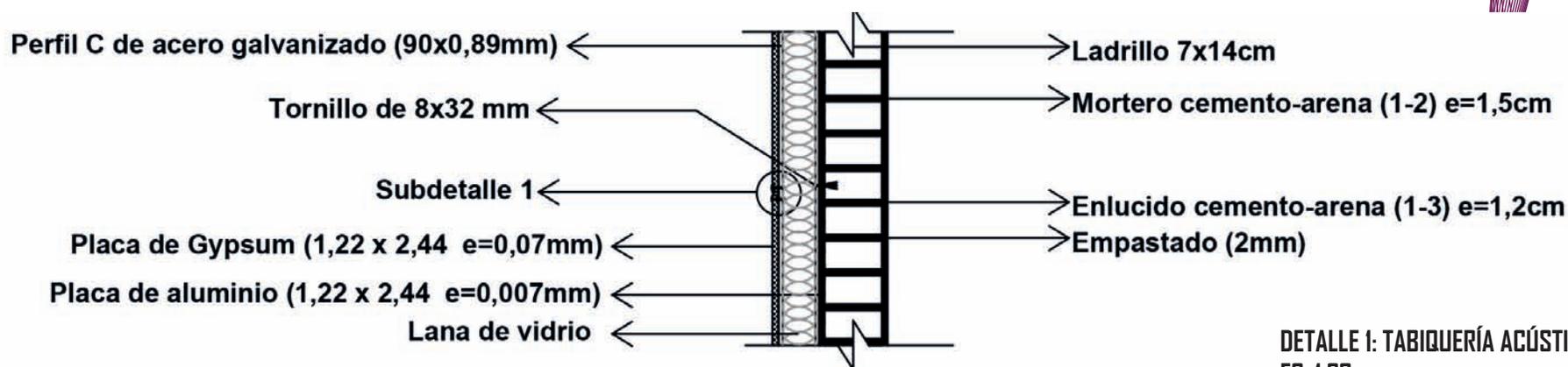
## 4.4. DISEÑO DE PAREDES

Se utiliza el aluminio ya que es un material brillante que no deja pasar el ruido externo y lo refleja en su mayor parte; entonces, debido a que empiezan a rebotar las ondas sonoras en todas direcciones al no tener por donde escaparse, es necesario colocar un material absorbente como la lana de vidrio para que atrape las ondas sonoras y las transforme en energía calorífica.

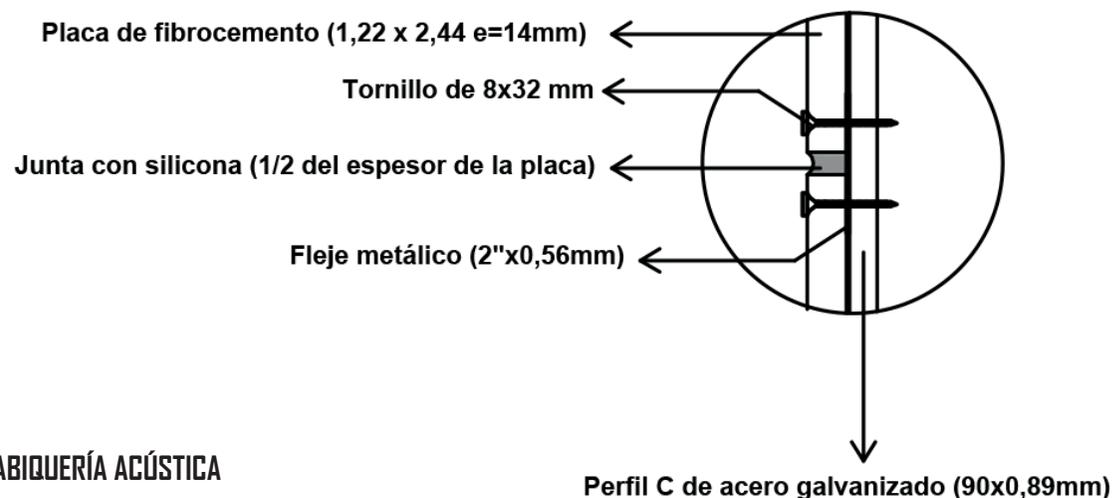
La lana de vidrio no es un material aislante en un 100%, es un material absorbente, pero que al aplicarlo internamente, es decir en medio de dos caras el aislamiento mejorará considerablemente.



### 4.4.1. DETALLES CONSTRUCTIVOS



DETALLE I: TABIQUERÍA ACÚSTICA  
ES: 1:20



SUBDETALLE I: TABIQUERÍA ACÚSTICA  
ES: 1:5

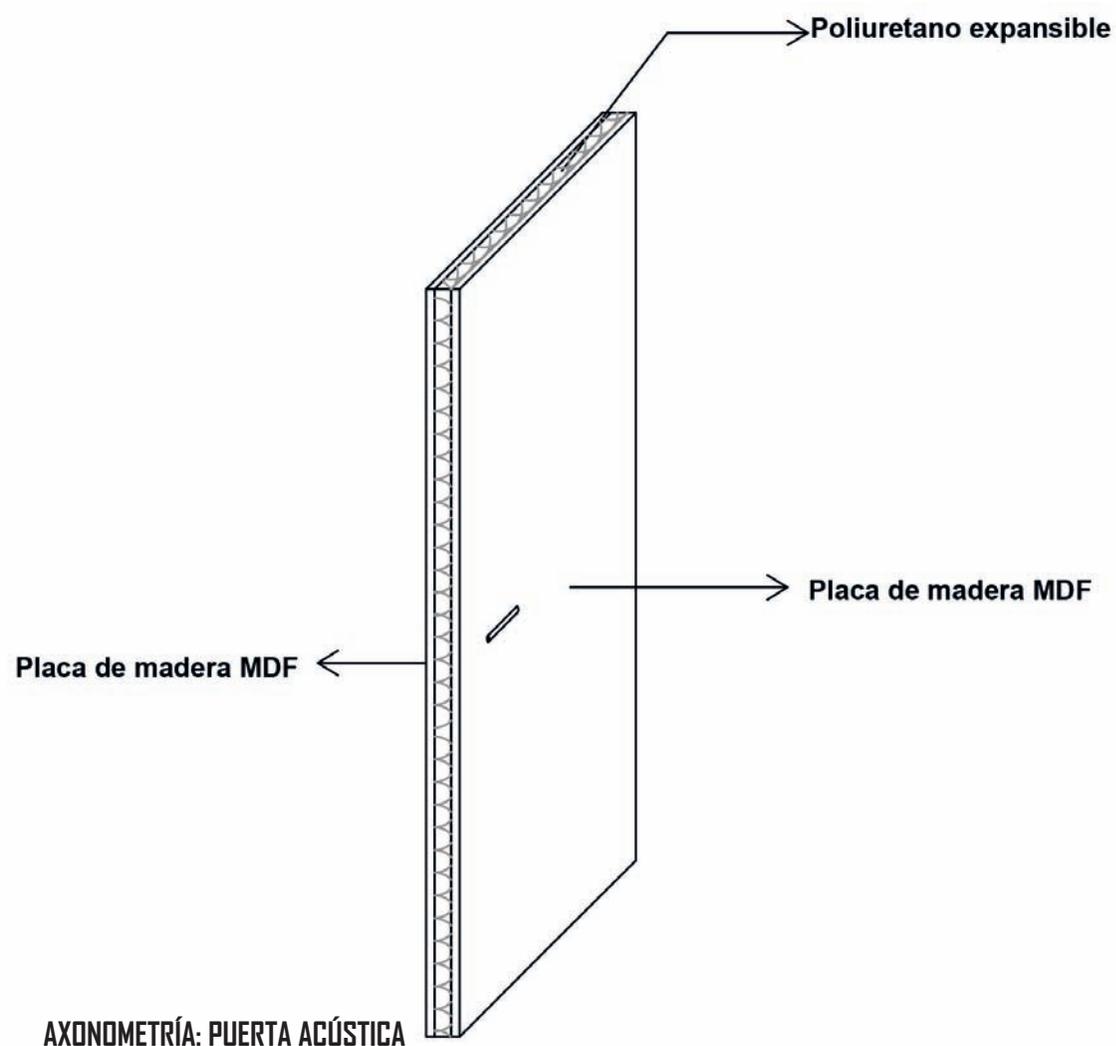
## 4.5. DISEÑO DE PUERTA

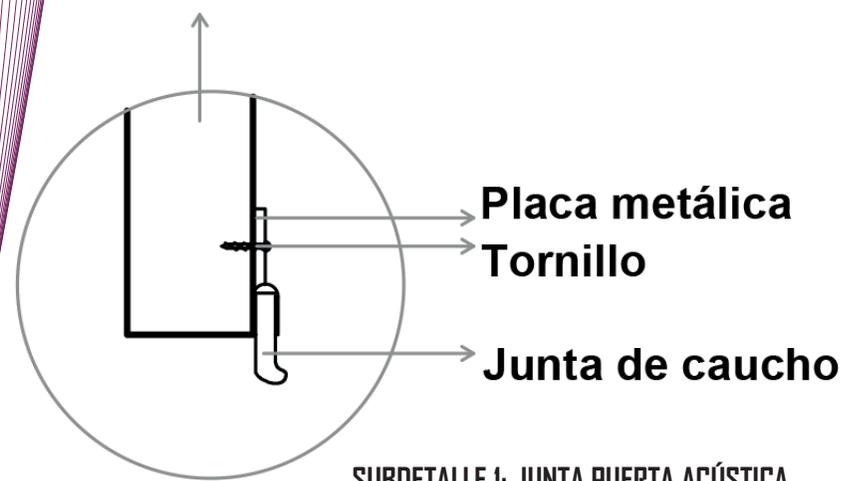
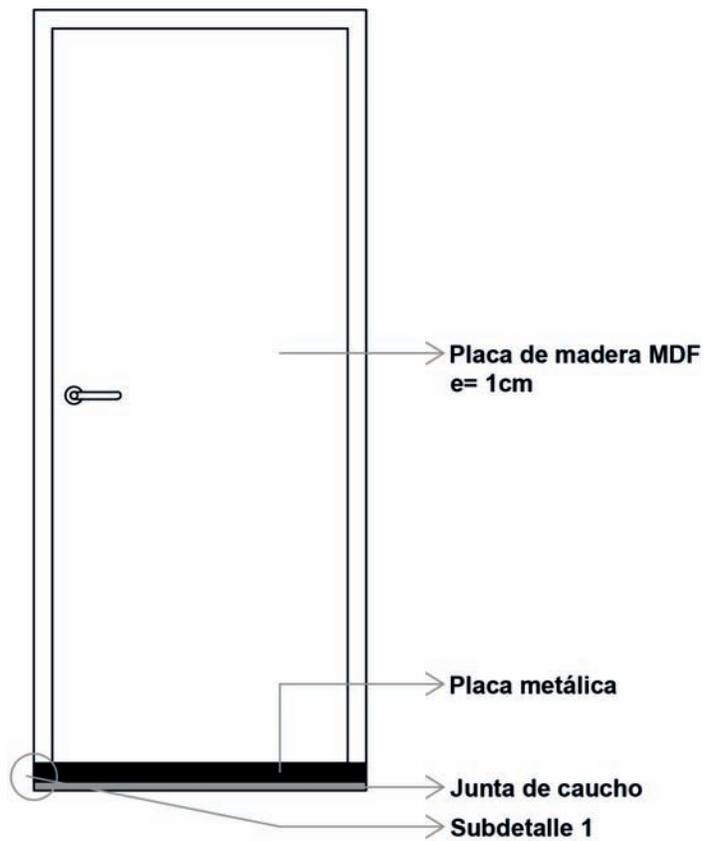
Para este elemento que es de gran importancia para obtener un buen aislamiento acústico, se propone una puerta tamborada que está formada por tres partes.

La primera, es un bastidor de madera MDF reticulado con peinazos; el segundo elemento es el poliuretano expansivo, que servirá de relleno de la puerta; y por último una placa de madera MDF.

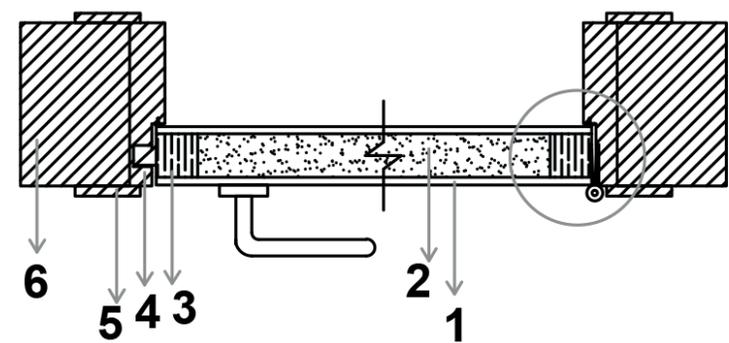
La propiedad de porosidad internamente estará dada por el material absorbente (poliuretano expansivo), el mismo que al estar en el interior de la puerta, logra que las ondas sonoras sean retenidas.

### 4.5.1. DETALLES CONSTRUCTIVOS

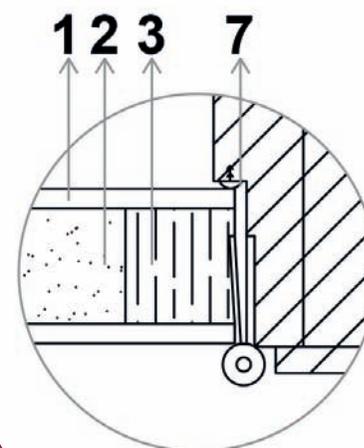
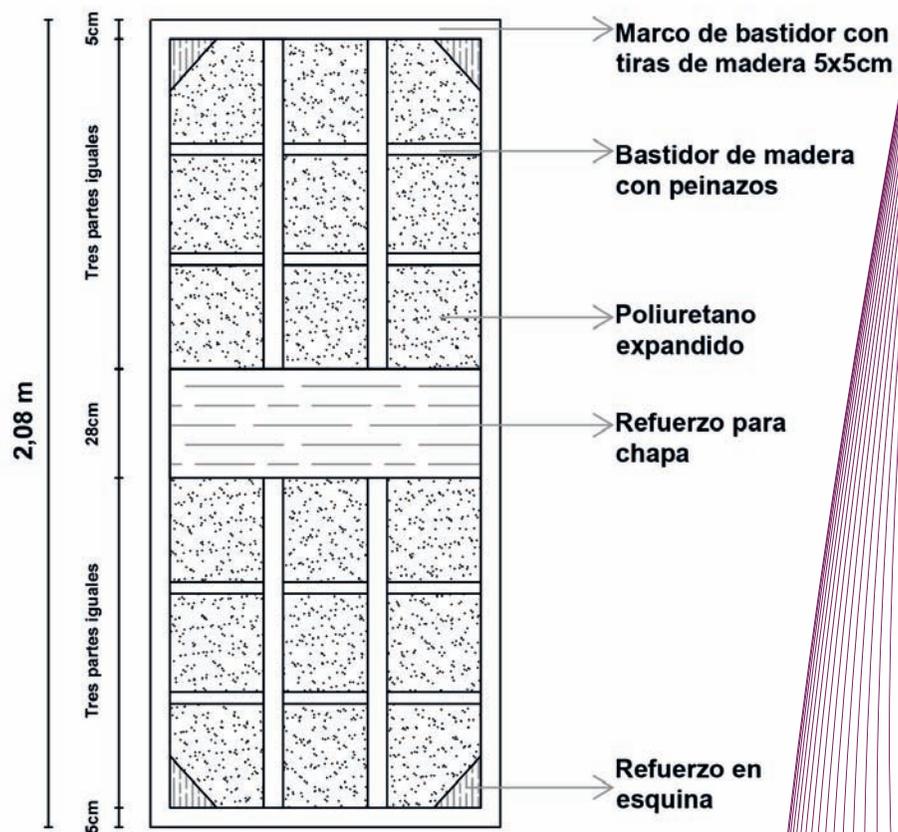




SUBDETALLE 1: JUNTA PUERTA ACÚSTICA  
ES: 1:10



DETALLE 1: PUERTA ACÚSTICA  
ES: 1:10



- 1 Tablero MDF
- 2 Poliuretano expandido
- 3 Perfil perimetral 0,4x0,4
- 4 Marco
- 5 Tapeta
- 6 Premarco
- 7 Burlete de goma

SUBDETALLE 2: ANCLAJE PUERTA ACÚSTICA  
ES: 1:5

## 4.6. DISEÑO DE VENTANAS

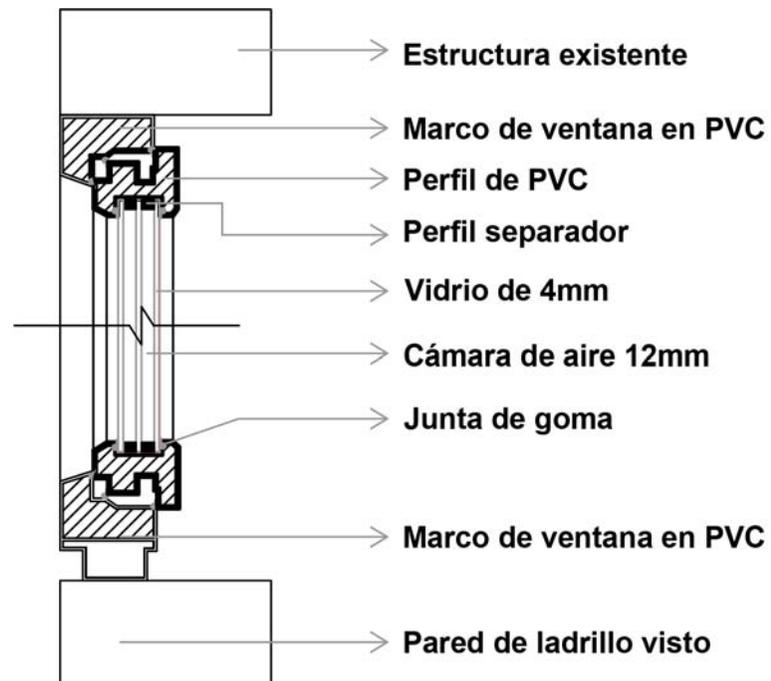
La propuesta de ventana con aislamiento acústico, está formada por la combinación de tres vidrios separados entre sí por cámaras de aire. La separación entre los vidrios está definida por un perfil separador de aluminio.

Los aislamientos acústicos formados por dos vidrios, proporcionan un apreciable aislamiento acústico respecto de un acristalamiento de un solo vidrio corriente, que se traduce en una disminución de los ruidos exteriores.

Gracias a las juntas de goma que cierran herméticamente, no dejan pasar el aire, así que por lo tanto no entra el sonido.



### 4.6.1. DETALLE CONSTRUCTIVO



DETALLE 1: VENTANA ACÚSTICA  
ES: 1:10

## **5. CONCLUSIONES**

## 5. CONCLUSIONES

Si bien es cierto que la Acústica es un fenómeno estudiado en muchos casos, también es cierto que aún hay cosas que aún se pueden aportar.

También, se pone en evidencia la situación de Contaminación Acústica existente en la ciudad de Cuenca, la misma que no se considera al momento de crear instituciones educativas, y que tanto afecta a los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la etapa de experimentación, se comprueba que si bien los materiales porosos no son materiales aislantes en un 100%, son absorbentes, pero que al aplicarlos internamente, es decir en medio de dos caras funcionan mejorando el aislamiento acústico.

Para la propuesta, el sistema se basó en aplicar la propiedad de “ absorción internamente ”, cabe mencionar además, que para ello se emplea un material absorbente, pero que al aplicarlo internamente, funciona como aislante acústico.

También la propuesta se considera la aplicación de la propiedad de “rigidez dinámica”; internamente, mediante el uso de cámaras de aire; y externamente con materiales elastómeros.

De esta manera, se propuso el diseño de los elementos constitutivos del espacio como son: cielo raso, paredes, piso, puertas y ventanas.

Una vez concluido este proyecto, cuyo objetivo primordial durante todo el proceso fue el diseñar un Sistema de Aislamiento Acústico para Espacios Escolares, lo que se deja como aporte, son las diversas inquietudes sobre la contaminación acústica, el indicio de que realmente se sufre niveles inexorables de ruido y que no se da mayor importancia pese a que ocasionan graves daños a la salud, por ello se espera que el sistema de aislamiento acústico aquí planteado sea una contribución oportuna a subsanar este problema.

Por último se puede manifestar que se ha cumplido con los objetivos propuestos al inicio de este proyecto, con grandes satisfacciones.

## **5. ANEXOS**

**FACULTAD DE DISEÑO  
ESCUELA DE DISEÑO DE INTERIORES**

**ENCUESTA:**

Sistema de acondicionamiento acústico para espacios escolares.

La presente encuesta se realiza con la finalidad de determinar la situación real de la acústica en los centros de educación primaria de la ciudad de Cuenca. Con la información que se obtenga, se establecerán los requerimientos y necesidades que se deberá cubrir con un sistema de aislamiento o acondicionamiento acústico, para evitar que el ruido interfiera en las actividades académicas y de esta manera contribuir al mejoramiento de la educación y al desarrollo óptimo de las diferentes actividades de enseñanza-aprendizaje.

Por favor complete la encuesta cuidadosamente al leerla por completo primero, y luego encierre en un círculo su respuesta, o escriba la frase respectiva con una respuesta apropiada.

**CUESTIONARIO**

1. Nombre de la institución educativa a la que pertenece.

.....  
.....

2. Dirección de la institución educativa a la que pertenece.

.....  
.....

3. Considerando que ruido es todo sonido no deseado, ¿cuál cree usted que es el nivel de ruido dentro del aula de clase?

- a) Bajo
- b) Medio
- c) Alto

4. ¿Para usted, cuál es la principal fuente de ruido?

- a) Tráfico vehicular
- b) Tráfico peatonal
- c) Ruido interno generado por los estudiantes
- d) Ruido de aulas linderas
- e) Ruido de impacto de pisos superiores
- f) Otro .....

5. Según su respuesta anterior, ¿en qué rango de tiempo se percibe dicho ruido con mayor intensidad en el aula de clases? (se puede elegir más de una respuesta).

- a) 7h00 - 8h00
- b) 9h00 -10h00
- c) 11h00 - 12h00
- d) 12h00 - 13h00

6. ¿De qué manera cree usted, que el ruido interfiere en el proceso de enseñanza-aprendizaje?

- a) Factor de distracción
- b) Genera fatiga
- c) Obstruye la comunicación
- d) Otro .....

7. ¿Con qué materiales está construida las paredes del aula de clases?

- a) Ladrillo
- b) Bloques de hormigón
- c) Madera
- d) Adobe
- e) Otro .....

8. ¿Con qué materiales está construido el piso del aula de clases?

- a) Cerámica
- b) Porcelanato
- c) Madera
- d) Cemento
- e) Otro .....

9. ¿Con qué materiales está construido el cielo raso del aula de clases?

- a) Estuco de yeso
- b) Hormigón
- c) Madera
- d) Otro .....

10. ¿Qué preferiría usted implementar dentro del aula de clase, para evitar que el ruido interfiera en el proceso de enseñanza aprendizaje?

- a) Acondicionamiento acústico, para que el sonido del audio dentro del aula sea mejor (no exista eco).
- b) Aislamiento acústico, para evitar que el ruido externo (tráfico, ruido de maquinarias, ruido de aulas linderas, etc.) ingrese al aula.

¿Por qué?.....  
.....

¡GRACIAS!

## ANEXOS 2: DECRETO Nº 3.516 LÍMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

### LIMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES, Y PARA VIBRACIONES

LIBRO VI ANEXO 5

#### 0 INTRODUCCIÓN

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- Los niveles permisibles de ruido en el ambiente, provenientes de fuentes fijas.
- Los límites permisibles de emisiones de ruido desde vehículos automotores.
- Los valores permisibles de niveles de vibración en edificaciones.
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido.

#### 1 OBJETO

La presente norma tiene como objetivo el preservar la salud y bienestar de las personas, y del ambiente en general, mediante el establecimiento de niveles máximos permisibles de ruido. La norma establece además los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como disposiciones generales en lo referente a la prevención y control de ruidos.

Se establecen también los niveles de ruido máximo permisibles para vehículos automotores y de los métodos de medición de estos niveles de ruido. Finalmente, se proveen de valores para la evaluación de vibraciones en edificaciones.

#### 2 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, y las que a continuación se indican:

##### 2.1 Decibel (dB)

Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora.

##### 2.2 Fuente Fija

En esta norma, la fuente fija se considera como un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble, ruido que es emitido hacia el exterior, a través de las colindancias del predio,

por el aire y/o por el suelo. La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o social.

### **2.3 Generadores de Electricidad de Emergencia**

Para propósitos de esta norma, el término designa al conjunto mecánico de un motor de combustión interna y un generador de electricidad, instalados de manera estática o que puedan ser transportados e instalados en un lugar específico, y que es empleado para la generación de energía eléctrica en instalaciones tales como edificios de oficinas y/o de apartamentos, centros comerciales, hospitales, clínicas, industrias. Generalmente, estos equipos no operan de forma continua. Esta norma no es aplicable a aquellas instalaciones de generación de energía eléctrica destinadas al sistema nacional de transmisión de electricidad, y que utilizan tecnología de motores de combustión interna.

### **2.4 Nivel de Presión Sonora**

Expresado en decibeles, es la relación entre la presión sonora siendo medida y una presión sonora de referencia, matemáticamente se define:

$$NPS = 20 \log_{10} \left[ \frac{PS}{20 * 10^{-6}} \right]$$

donde *PS* es la presión sonora expresada en pascales (N/m<sup>2</sup>).

### **2.5 Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq)**

Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A [dB(A)], que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido.

### **2.6 Nivel de Presión Sonora Corregido**

Es aquel nivel de presión sonora que resulte de las correcciones establecidas en la presente norma.

### **2.7 Receptor**

Persona o personas afectadas por el ruido.

### **2.8 Respuesta Lenta**

Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de un segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento.

### **2.9 Ruido Estable**

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango inferior o igual a 5 dB(A) Lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto.

### **2.10 Ruido Fluctuante**

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dB(A) Lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto.

### **2.11 Ruido Imprevisto**

Es aquel ruido fluctuante que presenta una variación de nivel de presión sonora superior a 5 dB(A) Lento en un intervalo no mayor a un segundo.

### **2.12 Ruido de Fondo**

Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación.

### **2.13 Vibración**

Una oscilación en que la cantidad es un parámetro que define el movimiento de un sistema mecánico, y la cual puede ser el desplazamiento, la velocidad y la aceleración.

### **2.14 Zona Hospitalaria y Educativa**

Son aquellas en que los seres humanos requieren de particulares condiciones de serenidad y tranquilidad, a cualquier hora en un día.

### **2.15 Zona Residencial**

Aquella cuyos usos de suelo permitidos, de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial, corresponden a residencial, en que los seres humanos requieren descanso o dormir, en que la tranquilidad y serenidad son esenciales.

### **2.16 Zona Comercial**

Aquella cuyos usos de suelo permitidos son de tipo comercial, es decir, áreas en que los seres humanos requieren conversar, y tal conversación es esencial en el propósito del uso de suelo.

### **2.17 Zona Industrial**

Aquella cuyos usos de suelo es eminentemente industrial, en que se requiere la protección del ser humano contra daños o pérdida de la audición, pero en que la necesidad de conversación es limitada.

### **2.18 Zonas Mixtas**

Aquellas en que coexisten varios de los usos de suelo definidos anteriormente. Zona residencial mixta comprende mayoritariamente uso residencial, pero en que se presentan actividades comerciales. Zona mixta comercial comprende un uso de suelo predominantemente comercial, pero en que se puede verificar la presencia, limitada, de fábricas o talleres. Zona mixta industrial se refiere a una zona con uso de suelo industrial predominante, pero en que es posible encontrar sea residencias o actividades comerciales.

## **3 CLASIFICACIÓN**

Esta norma establece los niveles máximos permisibles de ruido. La norma establece la presente clasificación:

1. Límites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas
  - a. Niveles máximos permisibles de ruido
    - i. Medidas de Prevención y Mitigación de Ruidos
    - ii. Consideraciones generales
  - b. De la medición de niveles de ruido producidos por una fuente fija
  - c. Consideraciones para generadores de electricidad de emergencias
  - d. Ruidos producidos por vehículos automotores
  - e. De las vibraciones en edificaciones

## **4 REQUISITOS**

### **4.1 Límites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas**

#### 4.1.1 Niveles máximos permisibles de ruido

4.1.1.1 Los niveles de presión sonora equivalente,  $NPS_{eq}$ , expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la Tabla 1.

TABLA 1  
NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

4.1.1.2 Los métodos de medición del nivel de presión sonora equivalente, ocasionado por una fuente fija, y de los métodos de reporte de resultados, serán aquellos fijados en esta norma.

4.1.1.3 Para fines de verificación de los niveles de presión sonora equivalente estipulados en la Tabla 1, emitidos desde la fuente de emisión de ruidos objeto de evaluación, las mediciones se realizarán, sea en la posición física en que se localicen los receptores externos a la fuente evaluada, o, en el límite de propiedad donde se encuentra ubicada la fuente de emisión de ruidos.

4.1.1.4 En las áreas rurales, los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de una fuente fija, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no deberán superar al nivel ruido de fondo en diez decibeles A [10 dB(A)].

4.1.1.5 Las fuentes fijas emisoras de ruido deberán cumplir con los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos correspondientes a la zona en que se encuentra el receptor.

4.1.1.6 En aquellas situaciones en que se verifiquen conflictos en la definición del uso de suelo, para la evaluación de cumplimiento de una fuente fija con el presente reglamento, será la Entidad Ambiental de control correspondiente la que determine el tipo de uso de suelo descrito en la Tabla 1.

4.1.1.7 Se prohíbe la emisión de ruidos o sonidos provenientes de equipos de amplificación u otros desde el interior de locales destinados, entre otros fines, para viviendas, comercios, servicios, discotecas y salas de baile, con niveles que sobrepasen los límites determinados para cada zona y en los horarios establecidos en la presente norma.

4.1.1.8 Medidas de prevención y mitigación de ruidos:

- a) Los procesos industriales y máquinas, que produzcan niveles de ruido de 85 decibeles A o mayores, determinados en el ambiente de trabajo, deberán ser aislados adecuadamente, a fin de prevenir la transmisión de vibraciones hacia el exterior del local. El operador o propietario evaluará aquellos procesos y máquinas que, sin contar con el debido aislamiento de vibraciones, requieran de dicha medida.
- b) En caso de que una fuente de emisión de ruidos desee establecerse en una zona en que el nivel de ruido excede, o se encuentra cercano de exceder, los valores máximos permisibles descritos en esta norma, la fuente deberá proceder a las medidas de atenuación de ruido aceptadas generalmente en la práctica de ingeniería, a fin de alcanzar cumplimiento con los valores estipulados en esta norma. Las medidas podrán consistir, primero, en reducir el nivel de ruido en la fuente, y segundo, mediante el control en el medio de propagación de los ruidos desde la fuente hacia el límite exterior o lindero del local en que funcionará la fuente. La aplicación de una o

ambas medidas de reducción constará en la respectiva evaluación que efectuará el operador u propietario de la nueva fuente.

#### 4.1.1.9 Consideraciones generales:

- a) La Entidad Ambiental de Control otorgará la respectiva autorización o criterio favorable de funcionamiento para aquellos locales comerciales que utilicen amplificadores de sonido y otros dispositivos que produzcan ruido en la vía pública.
- b) En proyectos que involucren la ubicación, construcción y operación de aeródromos públicos o privados, el promotor del proyecto proveerá a la Entidad Ambiental de Control del debido estudio de impacto ambiental, el cual requerirá demostrar las medidas técnicas u operativas a implementarse a fin de alcanzar cumplimiento con la presente norma para niveles de ruido. Además, el estudio evaluará cualquier posible o potencial afectación, no solamente para seres humanos, sino también para flora y fauna.
- c) La Entidad Ambiental de Control no permitirá la instalación y funcionamiento de circos, ferias y juegos mecánicos en sitios colindantes a establecimientos de salud, guarderías, centros educacionales, bibliotecas y locales de culto.
- d) Los fabricantes, importadores, ensambladores y distribuidores de vehículos y similares, serán responsables de que las unidades estén provistas de silenciadores o cualquier otro dispositivo técnico, con eficiencia de operación demostrada y aprobada por la autoridad de tránsito. Se prohibirá cualquier alteración en el tubo de escape del vehículo, o del silenciador del mismo, y que conlleve un incremento en la emisión de ruido del vehículo. La matriculación y/o permiso de circulación que se otorgue a vehículos considerará el cumplimiento de la medida descrita.
- e) En lo referente a ruidos emitidos por aeronaves, se aplicarán los conceptos y normas, así como las enmiendas que se produzcan, que establezca el Convenio sobre Aviación Civil Internacional (OACI).

#### 4.1.2 De la medición de niveles de ruido producidos por una fuente fija

4.1.2.1 La medición de los ruidos en ambiente exterior se efectuará mediante un decibelímetro (sonómetro) normalizado, previamente calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow). Los sonómetros a utilizarse deberán cumplir con los requerimientos señalados para los tipos 0, 1 ó 2, establecidas en las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC). Lo anterior podrá acreditarse mediante certificado de fábrica del instrumento.

4.1.2.2 El micrófono del instrumento de medición estará ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5 m del suelo, y a una distancia de por lo menos 3 (tres) metros de las paredes de edificios o estructuras que puedan reflejar el sonido. El equipo sonómetro no deberá estar expuesto a vibraciones mecánicas, y en caso de existir vientos fuertes, se deberá utilizar una pantalla protectora en el micrófono del instrumento.

4.1.2.3 Medición de Ruido Estable.- se dirige el instrumento de medición hacia la fuente y se determinará el nivel de presión sonora equivalente durante un período de 1 (un) minuto de medición en el punto seleccionado.

4.1.2.4 Medición de Ruido Fluctuante.- se dirige el instrumento de medición hacia la fuente y se determinará el nivel de presión sonora equivalente durante un período de, por lo menos, 10 (diez) minutos de medición en el punto seleccionado.

4.1.2.5 Determinación del nivel de presión sonora equivalente.- la determinación podrá efectuarse de forma automática o manual, esto según el tipo de instrumento de medición a utilizarse. Para el primer caso, un sonómetro tipo 1, este instrumento proveerá de los resultados de nivel de presión sonora equivalente, para las situaciones descritas de medición de ruido estable o de ruido fluctuante. En cambio, para el caso de registrarse el nivel de presión sonora equivalente en forma manual, entonces se recomienda utilizar el procedimiento descrito en el siguiente artículo.

4.1.2.6 Se utilizará una tabla, dividida en cuadrículas, y en que cada cuadro representa un decibel. Durante un primer período de medición de cinco (5) segundos se observará la tendencia central que indique el instrumento, y se asignará dicho valor como una marca en la cuadrícula. Luego de esta primera medición, se permitirá una pausa de diez (10) segundos, posterior a la cual se realizará una segunda observación, de cinco segundos, para registrar en la

cuadrícula el segundo valor. Se repite sucesivamente el período de pausa de diez segundos y de medición en cinco segundos, hasta conseguir que el número total de marcas, cada una de cinco segundos, totalice el período designado para la medición. Si se está midiendo ruido estable, un minuto de medición, entonces se conseguirán doce (12) marcas en la cuadrícula. Si se está midiendo ruido fluctuante, se conseguirán, por lo menos, ciento veinte (120) marcas en la cuadrícula.

Al finalizar la medición, se contabilizarán las marcas obtenidas en cada decibel, y se obtendrá el porcentaje de tiempo en que se registró el decibel en cuestión. El porcentaje de tiempo  $P_i$ , para un decibel específico  $NPS_i$ , será la fracción de tiempo en que se verificó el respectivo valor  $NPS_i$ , calculado como la razón entre el tiempo en que actuó este valor y el tiempo total de medición. El nivel de presión sonora equivalente se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$NPSeq = 10 * \log^* \sum (P_i) 10^{\frac{NPS_i}{10}}$$

4.1.2.7 De los Sitios de Medición.- Para la medición del nivel de ruido de una fuente fija, se realizarán mediciones en el límite físico o lindero o línea de fábrica del predio o terreno dentro del cual se encuentra alojada la fuente a ser evaluada. Se escogerán puntos de medición en el sector externo al lindero pero lo más cerca posible a dicho límite. Para el caso de que en el lindero exista una pared perimetral, se efectuarán las mediciones tanto al interior como al exterior del predio, conservando la debida distancia de por lo menos 3 metros a fin de prevenir la influencia de las ondas sonoras reflejadas por la estructura física. El número de puntos será definido en el sitio pero se corresponderán con las condiciones más críticas de nivel de ruido de la fuente evaluada. Se recomienda efectuar una inspección previa en el sitio, en la que se determinen las condiciones de mayor nivel de ruido producido por la fuente.

4.1.2.8 De Correcciones Aplicables a los Valores Medidos.- A los valores de nivel de presión sonora equivalente, que se determinen para la fuente objeto de evaluación, se aplicará la corrección debido a nivel de ruido de fondo. Para determinar el nivel de ruido de fondo, se seguirá igual procedimiento de medición que el descrito para la fuente fija, con la excepción de que el instrumento apuntará en dirección contraria a la fuente siendo evaluada, o en su lugar, bajo condiciones de ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación. Las mediciones de nivel de ruido de fondo se efectuarán bajo las mismas condiciones por las que se obtuvieron los valores de la fuente fija. En cada sitio se determinará el nivel de presión sonora equivalente, correspondiente al nivel de ruido de fondo. El número de sitios de medición deberá corresponderse con los sitios seleccionados para evaluar la fuente fija, y se recomienda utilizar un período de medición de 10 (diez) minutos y máximo de 30 (treinta) minutos en cada sitio de medición.

Al valor de nivel de presión sonora equivalente de la fuente fija se aplicará el valor mostrado en la Tabla 2:

**TABLA 2**  
**CORRECCIÓN POR NIVEL DE RUIDO DE FONDO**

DIFERENCIA ARITMÉTICA ENTRE NPSEQ DE LA FUENTE FIJA Y NPSEQ DE RUIDO DE FONDO (dBA)	CORRECCIÓN
10 ó mayor	0
De 6 a 9	- 1
De 4 a 5	- 2
3	- 3
Menor a 3	Medición nula

Para el caso de que la diferencia aritmética entre los niveles de presión sonora equivalente de la fuente y de ruido de fondo sea menor a 3 (tres), será necesario efectuar medición bajo las condiciones de menor ruido de fondo.

4.1.2.9 Requerimientos de Reporte.- Se elaborará un reporte con el contenido mínimo siguiente:

- a) Identificación de la fuente fija (Nombre o razón social, responsable, dirección);
- b) Ubicación de la fuente fija, incluyendo croquis de localización y descripción de predios vecinos;
- c) Ubicación aproximada de los puntos de medición;
- d) Características de operación de la fuente fija;
- e) Tipo de medición realizada (continua o semicontinua);
- f) Equipo de medición empleado, incluyendo marca y número de serie;
- g) Nombres del personal técnico que efectuó la medición;
- h) Fecha y hora en la que se realizó la medición;
- i) Descripción de eventualidades encontradas (ejemplo: condiciones meteorológicas, obstáculos, etc.);
- j) Correcciones Aplicables;
- k) Valor de nivel de emisión de ruido de la fuente fija;
- l) Cualquier desviación en el procedimiento, incluyendo las debidas justificaciones técnicas.

#### 4.1.3 Consideraciones para generadores de electricidad de emergencia

4.1.3.1 Aquellas instalaciones que posean generadores de electricidad de emergencia, deberán evaluar la operación de dichos equipos a fin de determinar si los niveles de ruido cumplen con la normativa y/o causan molestias en predios adyacentes o cercanos a la instalación. La Entidad Ambiental de Control podrá solicitar evaluaciones mayores, y en caso de juzgarse necesario, podrá solicitar la implementación de medidas técnicas destinadas a la reducción y/o mitigación de los niveles de ruido provenientes de la operación de dichos equipos.

#### 4.1.4 Ruidos producidos por vehículos automotores

4.1.4.1 La Entidad Ambiental de Control establecerá, en conjunto con la autoridad policial competente, los procedimientos necesarios para el control y verificación de los niveles de ruido producidos por vehículos automotores.

4.1.4.2 Se establecen los niveles máximos permisibles de nivel de presión sonora producido por vehículos, los cuales se presentan en la Tabla 3.

TABLA 3  
NIVELES DE PRESIÓN SONORA MÁXIMOS PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MAXIMO (dBA)
Motocicletas:	De hasta 200 centímetros cúbicos.	80
	Entre 200 y 500 c. c.	85
	Mayores a 500 c. c.	86
Vehículos:	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas.	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas, y potencia de motor mayor a 200 HP.	85

Vehículos de Carga:	Peso máximo hasta 3,5 toneladas	81
	Peso máximo de 3,5 toneladas hasta 12,0 toneladas	86
	Peso máximo mayor a 12,0 toneladas	88

4.1.4.3 De la medición de niveles de ruido producidos por vehículos automotores.- las mediciones destinadas a verificar los niveles de presión sonora arriba indicados, se efectuarán con el vehículo estacionado, a su temperatura normal de funcionamiento, y acelerado a  $\frac{3}{4}$  de su capacidad. En la medición se utilizará un instrumento decibelímetro, normalizado, previamente calibrado, con filtro de ponderación A y en respuesta lenta. El micrófono se ubicará a una distancia de 0,5 m del tubo de escape del vehículo siendo ensayado, y a una altura correspondiente a la salida del tubo de escape, pero que en ningún caso será inferior a 0,2 m. El micrófono será colocado de manera tal que forme un ángulo de 45 grados con el plano vertical que contiene la salida de los gases de escape. En el caso de vehículos con descarga vertical de gases de escape, el micrófono se situará a la altura del orificio de escape, orientado hacia lo alto y manteniendo su eje vertical, y a 0,5 m de la pared más cercana del vehículo.

4.1.4.4 Consideraciones generales.- en la matriculación de vehículos por parte de la autoridad policial competente, y en concordancia con lo establecido en las reglamentaciones y normativas vigentes, se verificará que los sistemas de propulsión y de gases de escape de los vehículos se encuentren conformes con el diseño original de los mismos; que se encuentren en condiciones adecuadas de operación los dispositivos silenciadores, en el caso de aplicarse; y permitir la sustitución de estos dispositivos siempre que el nuevo dispositivo no sobrepase los niveles de ruido originales del vehículo.

4.1.4.5 La Entidad Ambiental de Control podrá señalar o designar, en ambientes urbanos, los tipos de vehículos que no deberán circular, o deberán hacerlo con restricciones en velocidad y horario, en calles, avenidas o caminos en que se determine que los niveles de ruido, debido a tráfico exclusivamente, superen los siguientes valores: nivel de presión sonora equivalente mayor a 65 dBA en horario diurno, y 55 dBA en horario nocturno. La definición de horarios se corresponde con la descrita en esta norma.

#### 4.1.5 De las vibraciones en edificaciones

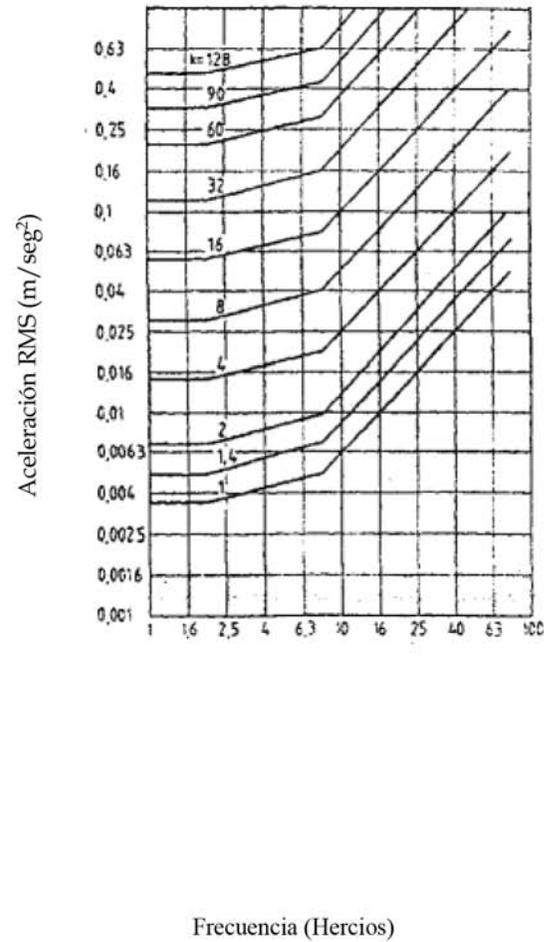
4.1.5.1 Ningún equipo o instalación podrá transmitir, a los elementos sólidos que componen la estructura del recinto receptor, los niveles de vibración superiores a los señalados a continuación (Tabla 4).

**TABLA 4**  
**LÍMITE DE TRANSMISIÓN DE VIBRACIONES**

USO DE EDIFICACIÓN	PERÍODO	CURVA BASE
Hospitalario, Educativo y Religioso	Diurno	1
	Nocturno	1
Residencial	Diurno	2
	Nocturno	1,4
Oficinas	Diurno	4
	Nocturno	4
Comercial	Diurno	8
	Nocturno	8

4.1.5.2 La determinación de vibraciones se efectuará de acuerdo a lo establecido en la norma ISO-2631-1. La medición se efectuará con instrumentos acelerómetros, y se reportará la magnitud de la vibración como valor eficaz (rms), en unidades de metros por segundo cuadrado ( $m/s^2$ ), y corregida con los factores de ponderación establecidos en la norma en referencia.

FIGURA 1  
CURVAS BASE PARA LÍMITE DE TRANSMISIÓN DE VIBRACIONES



Fuente: Agencia Nacional de Tránsito, 2016.

<http://www.ant.gob.ec/index.php/servicios/normas-y-reglamentos-inen/emisiones-contaminantes-y-ruido/file/158-libro-6-anexo5>

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- Jorge N. Moreno Ruiz (1987), Fundamentos del Control del Ruido, México: Editorial Gustavo Gili S.A.
- Soto, Marco (2012), Materiales aislantes acústicos para muros, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Medina, Ayde (2009) . La calidad acústica arquitectónica. Tesis de posgrado presentada en el Instituto Politécnico Nacional, Tecamachalco- Estado de México.
- Diario " El Comercio " (2013), Una campaña para reducir los efectos del ruido se impulsa, El Comercio.com, Cuenca. Referencia en línea consultado el 03 de octubre de 2015  
<http://www.elcomercio.com/tendencias/campana-reducir-efectos-del-ruido.html>
- Flores-Domínguez Rodiño, Eloy. Contaminación acústica. Argentina: El Cid Editor | apuntes, 2009. ProQuest ebrary. Web. 17 December 2015. Copyright © 2009. El Cid Editor | apuntes. All rights reserved.
- Frers, Cristián. Veneno en los oídos. Buenos Aires-Argentina: El Cid Editor | apuntes, 2009. ProQuest ebrary. Web. 17 December 2015.
- Ruiz, Dora (2012). La acústica en los espacios escolares. Universidad del Azuay, Cuenca.
- Bermeo, Danilo (2014). Experimentación con la pulpa de papel: para diseñar un sistema de acondicionamiento acústico. Tesis de pregrado presentada en la Universidad del Azuay, Cuenca- Ecuador.
- Rodríguez, Alfonso (2011). Ruido contaminación auditiva. Bogotá DC.
- Cristiani, Horacio (2012), Director de la Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos.
- Eternit.com (2016). Sistemas de construcción liviana Eterboard. Catálogo on line.  
[http://www.eternit.com.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7:sistema-constructivo-en-seco&catid=7:sistema-constructivo-en-seco&Itemid=30#descargas](http://www.eternit.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=7:sistema-constructivo-en-seco&catid=7:sistema-constructivo-en-seco&Itemid=30#descargas)

## **ÍNDICE DE CUADROS:**

- Cuadro 1: Métodos de cálculo del tiempo de reverberación.  
Datos sustraídos de: Medina, Ayde (2009). La calidad acústica arquitectónica. Tesis de posgrado presentada en el Instituto Politécnico Nacional, Tecamachalco- Estado de México.
- Cuadro 2: Niveles sonoros recomendados  
Datos sustraídos de: Ruiz, Dora (2012). La acústica en los espacios escolares. Universidad del Azuay, Cuenca.
- Cuadro 3: Muestra tomada en Cuenca  
Datos sustraídos de: Ruiz, Dora (2012). La acústica en los espacios escolares. Universidad del Azuay, Cuenca.

## **ÍNDICE DE IMÁGENES:**

Imagen 1:

Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60\\_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=naturaleza+del+sonido&imgrc=cac5V8Wk0aVd8M%3A](https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=naturaleza+del+sonido&imgrc=cac5V8Wk0aVd8M%3A)

- Imagen 2:

Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60\\_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=naturaleza+del+sonido&imgrc=SCSYL9nCtUm9gM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=naturaleza+del+sonido&imgrc=SCSYL9nCtUm9gM%3A)

- Imagen 3:

Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60\\_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=naturaleza+del+sonido&imgrc=7DicZtxTUif\\_KM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=naturaleza+del+sonido&imgrc=7DicZtxTUif_KM%3A)

- Imagen 4:

Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60\\_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=influencia+del+ruido+en+el+ser+humano&imgrc=fhfRDWeatf98fM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=influencia+del+ruido+en+el+ser+humano&imgrc=fhfRDWeatf98fM%3A)

- Imagen 5:  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60\\_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=ruido&imgrc=S4vDPYag30HQVM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=ruido&imgrc=S4vDPYag30HQVM%3A)
- Imagen 6:  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60\\_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=ruido&imgdii=1Un\\_iR96S-F\\_WM%3A%3B1Un\\_iR96S-F\\_WM%3A%3B1hMtFdjF2nv4uM%3A&imgrc=1Un\\_iR96S-F\\_WM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=ruido&imgdii=1Un_iR96S-F_WM%3A%3B1Un_iR96S-F_WM%3A%3B1hMtFdjF2nv4uM%3A&imgrc=1Un_iR96S-F_WM%3A)
- Imagen 7:  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60\\_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=contaminaci%C3%B3n+acustica&imgrc=PCk1KbhDQkHyAM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=contaminaci%C3%B3n+acustica&imgrc=PCk1KbhDQkHyAM%3A)
- Imagen 8:  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60\\_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=ruido&imgrc=1Un\\_iR96S-F\\_WM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=ruido&imgrc=1Un_iR96S-F_WM%3A)
- Imagen 9:  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60\\_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=contaminaci%C3%B3n+acustica&imgrc=moBT\\_32x4UFUjM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=contaminaci%C3%B3n+acustica&imgrc=moBT_32x4UFUjM%3A)
- Imagen 10:  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60\\_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=ni%C3%B1os+en+la+escuela&imgrc=4kGmhxJzXRUKoM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=angulo+de+vision+humana&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj60_fMgffMAhWI7yYKHb4GBYsQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=ni%C3%B1os+en+la+escuela&imgrc=4kGmhxJzXRUKoM%3A)
- Imagen 11: gypsum  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=gypsum&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwidmsLDsu\\_MAhVB1h4KHXL9CXoQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=gypsum+board&imgrc=exF1L33LuSnL3M%3A](https://www.google.com.ec/search?q=gypsum&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwidmsLDsu_MAhVB1h4KHXL9CXoQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=gypsum+board&imgrc=exF1L33LuSnL3M%3A)
- Imagen 12: placas de fibrocemento  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=gypsum&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwidmsLDsu\\_MAhVB1h4KHXL9CXoQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=fibrocemento+placas&imgrc=azSfDuqk9qDpPM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=gypsum&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwidmsLDsu_MAhVB1h4KHXL9CXoQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=fibrocemento+placas&imgrc=azSfDuqk9qDpPM%3A)
- Imagen 13: lana de vidrio  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=gypsum&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwidmsLDsu\\_MAhVB1h4KHXL9CXoQ\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=lana+de+vidrio&imgrc=hC2XviedH\\_Yq-M%3A](https://www.google.com.ec/search?q=gypsum&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwidmsLDsu_MAhVB1h4KHXL9CXoQ_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=lana+de+vidrio&imgrc=hC2XviedH_Yq-M%3A)
- Imagen 14: placa de aluminio  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=placas+de+aluminio&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj\\_3u2Mue\\_MAhVFrB4KHW03BIQQ\\_AUIBigB#imgdii=8eFpIRfacY3\\_IM%3A%3B8eFpIRfacY3\\_IM%3A%3BG3IE8U-3jOKd3M%3A&imgrc=8eFpIRfacY3\\_IM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=placas+de+aluminio&hl=es&biw=1600&bih=732&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwj_3u2Mue_MAhVFrB4KHW03BIQQ_AUIBigB#imgdii=8eFpIRfacY3_IM%3A%3B8eFpIRfacY3_IM%3A%3BG3IE8U-3jOKd3M%3A&imgrc=8eFpIRfacY3_IM%3A)
- Imagen 15: caucho o goma  
Fuente:[https://www.google.com.ec/search?q=moqueta+acustica+paredes&hl=es&biw=1600&bih=775&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj40\\_-QoPHMAhXIFx4KHWXgAw8Q\\_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=rollo+de+caucho&imgrc=\\_jG0zm2IuYSf8M%3A](https://www.google.com.ec/search?q=moqueta+acustica+paredes&hl=es&biw=1600&bih=775&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj40_-QoPHMAhXIFx4KHWXgAw8Q_AUIBigB#hl=es&tbm=isch&q=rollo+de+caucho&imgrc=_jG0zm2IuYSf8M%3A)

## **ABSTRACT:**

Otorgado por el Departamento de Idiomas de la Universidad del Azuay



DISEÑO DE INTERIORES

CUENCA - ECUADOR  
2016