

**¿Cómo influye la acústica en el diseño y la construcción de un espacio?**

**Elisa Gómez Arias**

**Asesora:**

**Diana María Trespalacios C**

**COLEGIO MARYMOUNT**

**MEDELLIN**

**2014**

**Tabla de contenidos**

Resumen.....	3
Introducción .....	4
1. Pregunta.....	5
2. Objetivos.....	5
2.1 General .....	5
2.2 Específicos .....	5
3. Principios básicos del sonido.....	6
3.1 ¿Qué es el sonido?.....	6
3.2 ¿Cómo se produce el sonido?.....	6
3.3 ¿Cómo se propaga el sonido?.....	6
4. Características de la acústica .....	7
4.1 Comportamiento del sonido .....	7
4.1.1 Absorción del sonido.....	7
4.1.2 Reflexión del sonido.....	8
4.1.3 Difracción del sonido.....	8
4.1.4 Difusión del sonido.....	8
4.2 Materiales .....	9
4.2.1 Materiales absorbentes .....	9
4.2.2 Materiales difusores del sonido .....	10
5. Cómo se comporta el sonido según el espacio.....	11
5.1 Espacio abierto .....	11
5.2 Espacio cerrado .....	11
6. Conclusiones.....	13
7. Bibliografía .....	14
8. Anexos .....	15

### **Resumen**

En este proyecto se habla de cómo la acústica influye en la arquitectura de hoy en día. Para poder tener un lugar que sea confortable para el ser humano, se deben tener en cuenta varios factores que rigen el sonido como la absorción, la difusión, la difracción y la reflexión del sonido. También se debe tener en cuenta donde se va a producir un sonido, sea en un espacio abierto o en un espacio cerrado, para así poder observar y analizar los fenómenos que sufre el sonido en cada uno de estos espacios, como lo es la reverberación en los espacios cerrados y la propagación esférica y uniforme en los espacios abiertos.

## **Introducción**

¿Por qué hay lugares en los que se escucha mejor el sonido y otros en los que solo se escucha el ruido? En este proyecto se hablará desde el comportamiento de la acústica hasta los materiales que deben ser usados, hablando también de las características de construcción de un recinto, abierto o cerrado, para que un espacio sea confortable para el oído del ser humano y cómo esto influye en el diseño y en la elaboración de un espacio. También el proyecto hablará de como los arquitectos idean una construcción teniendo en cuenta estos parámetros y características. Realice esta investigación basada en las experiencias vividas en años pasados en los diferentes teatros y lugares destinados para conciertos y recitales.

## **1. Pregunta**

¿Cómo influye la acústica en el diseño y la construcción de un espacio?

## **2. Objetivos**

### **2.1 General**

- Comprender como se utiliza la arquitectura acústica en la época contemporánea.

### **2.2 Específicos**

- Identificar cómo se comporta el sonido dependiendo del espacio.
- Analizar como los arquitectos idean una construcción teniendo en cuenta las características de la acústica y cómo estas favorecen o desfavorecen a la acústica.

## 2. Principios básicos del sonido

Para poder hablar de acústica, es necesario saber los términos básicos del sonido, como el significado de sonido, como se produce un sonido y como se propaga.

### 3.1 ¿Qué es el sonido?

El sonido puede tener varios significados, de estos el más habitual es:

*“Vibración mecánica que se propaga a través de un medio material elástico y denso (habitualmente el aire), y que es capaz de producir una sensación auditiva.”*

(CARRIÓN, 1998, página 27)

### 3.2 ¿Cómo se produce el sonido?

*“El elemento generador del sonido se denomina como fuente sonora. La generación del sonido tiene lugar cuando dicha fuente entra en vibración.”*

(CARRIÓN, 1998, página 27)

### 3.3 ¿Cómo se propaga el sonido?

*“Esta vibración es transmitida a las partículas de aire adyacentes a la misma que, a su vez, la transmiten a nuevas partículas contiguas.”* (CARRIÓN, 1998, página 27). *“Las partículas no se desplazan con la perturbación, sino que simplemente oscilan alrededor de su posición de equilibrio.”* (CARRIÓN, 1998, página 27)

## 4. Características de la acústica

*“El éxito en el diseño acústico de cualquier tipo de recinto, una vez fijado su volumen y definidas sus formas, radica en primer lugar en la elección de los materiales más adecuados para utilizar como revestimientos del mismo con objeto de obtener unos tiempos de reverberación óptimos.” (CARRIÓN, 1998, página 71)*

### 4.1 Comportamiento del sonido

#### 4.1.1 Absorción del sonido

La absorción del sonido se debe principalmente a la presencia de materiales absorbentes, de elementos absorbentes (resonadores), del público y de las sillas. Igualmente las características de los materiales absorbentes y resonadores no solo dependen de sus propiedades físicas, sino también de infinitas condiciones y detalles constructivos, que varía dependiendo del caso y no se puede representar por medio de las matemáticas.

##### *4.1.1.1 Absorción de las superficies vibrantes*

En una sala cualquiera es muy probable la presencia de superficies que son susceptibles a entrar en vibración, como lo son las puertas, las ventanas y las paredes separadoras ligeras, también da lugar a una absorción que se debe tener presente.

En este caso, una parte de la energía vibracional es radiada hacia el exterior. Aunque en realidad esta energía no es disipada, el efecto es equivalente a una absorción, ya que esta energía es sustraída de la energía sonora incidente.

#### ***4.1.1.2 Absorción del público***

La absorción producida por el público se debe principalmente al tipo de ropa utilizada y su grado de porosidad. Como la ropa no suele ser muy gruesa, la absorción a bajas frecuencias es relativamente baja, mientras que aumenta con las frecuencias medias y altas.

#### **4.1.2 Reflexión del sonido**

El diseño específico de los materiales reflectores posibilita la aparición de reflexiones útiles. Estos elementos están contruidos por materiales lisos, no porosos y totalmente rígidos para así poder reflejar la mayor cantidad de energía sonora que incide sobre ellos.

Las reflexiones útiles son aquellas que llegan al receptor 50ms después del sonido directo.

#### **4.1.3 Difracción del sonido**

La difracción del sonido se produce básicamente a frecuencias bajas (sonidos graves) y disminuye gradualmente a medida que la frecuencia aumenta. La difracción del sonido también se presenta cuando una onda atraviesa una abertura de dimensiones pequeñas respecto a la longitud de la onda. En el caso que la onda llegue al extremo de la abertura, las ondas de sonido se propagaran en todas direcciones.

#### **4.1.4 Difusión del sonido**

La difusión del sonido se da poniendo elementos diseñados para dispersar, la energía que incide sobre ellos, de forma uniforme y en múltiples direcciones. En este



caso la energía reflejada es elevada y es repetida de manera uniforme en todas las direcciones.

## **4.2 Materiales**

Para obtener un lugar con buena acústica se debe tener en cuenta los materiales con los que se va a construir y mediante estos escoger cual actúa mejor en el espacio que se quiere construir.

### **4.2.1 Materiales absorbentes**

La absorción de las ondas sonoras cuando chocan con las superficies es debido a los materiales absorbentes utilizados como revestimiento de las superficies del espacio. Estos materiales son usados para obtener uno de los siguientes objetivos:

- *“Obtención de los tiempos de reverberación más adecuados en función de la actividad (o actividades) a la cual se haya previsto destinar el espacio objeto de diseño”* (CARRIÓN, 1998, página 76)
- *“Prevención o eliminación de ecos”* (CARRIÓN, 1998, página 76)
- *“Reducción del nivel de campo reverberante en espacios ruidosos.”*  
(CARRIÓN, 1998, página 76)

Los materiales absorbentes tienen un gran número de canales por los cuales la onda sonora puede penetrar. La disipación de la energía en forma de calor se produce cuando la onda entra en contacto con las superficies de estos canales. Entre más canales se presenten en los materiales mayor será la absorción producida.

Algunos de los materiales que más se utilizan son: la lana de vidrio, la lana mineral, la espuma a base de resina de melamina y la espuma de poliuretano.

#### **4.2.1.1 Materiales absorbentes selectivos o resonadores**

Los materiales absorbentes, que tienen un espesor normal, puestos sobre una pared rígida, presentaran una pobre absorción a bajas frecuencias. Al separar el material de la pared, se mejorará notablemente la absorción de estas frecuencias.

Aunque, si se pretende tener una gran absorción de frecuencias bajas para así reducir el tiempo de reverberación, es necesario hacer uso de los materiales absorbentes selectivos o resonadores. Consiste en elementos que presentan una curva de absorción con un valor máximo a una frecuencia determinada. Esta frecuencia recibe el nombre de frecuencia de resonancia y depende de las características físicas como geométricas del resonador. Los materiales absorbentes de selección o resonadores pueden usarse tanto independientes o como complemento de los materiales absorbentes.

Existen los siguientes tipos de materiales resonadores:

- De membrana o diafragmático
- Simple de cavidad (Helmholtz)
- Múltiple de cavidad (Helmholtz) a base de paneles perforados o ranurados,
- Múltiple de cavidad (Helmholtz) a base de listones.

#### **4.2.2 Materiales difusores del sonido**

Los difusores de sonido son aquellos que están contruidos con una base irregular, para que así la difusión del sonido sea exitosa. Existen varios tipos de difusores de sonido, entre ellos están los difusores policilíndricos y los difusores de Schroeder.

## **5. Cómo se comporta el sonido según el espacio**

El sonido se comporta de una manera específica dependiendo si el espacio es abierto o cerrado. A continuación se hablara de cómo se comporta el sonido según el espacio.

### **5.1 Espacio abierto**

Una fuente sonora que radia energía de forma uniforme en todas las direcciones, se considera una fuente sonora omnidireccional. Su propagación es esférica y el hecho de que la radiación sea uniforme, implica que, a una distancia cualquiera de la fuente, el nivel de presión sonora (SPL) será siempre el mismo. A medida que uno se aleja de la fuente, la energía sonora se reparte sobre una esfera cada vez mayor, por lo que el nivel de presión sonora va disminuyendo progresivamente.

### **5.2 Espacio cerrado**

Cuando la fuente sonora está ubicada en un espacio cerrado y es activada, se genera una onda sonora omnidireccional. Un oyente en un punto cualquiera del recinto, recibe dos tipos de sonido: el sonido directo, es aquel que llega directamente al oyente sin sufrir ninguna desviación y casi al tiempo en el que se produce el sonido.

Y el segundo tipo de sonido es el sonido indirecto o reflejado, es decir, aquel sonido que es originado como consecuencia de las diferentes reflexiones que sufre la onda sonora al chocar con las superficies del recinto. Estas reflexiones se dan continuas sin generar un choque drástico entre estas ondas sonoras.

Para que se dé una buena reflexión es necesario que se cumplan dos requisitos:

- La dimensión de la superficie sea más grande que la longitud de la onda sonora
- La superficie sea lisa y muy reflectante (poco absorbente)

En caso que la longitud de onda sea mayor o igual a la dimensión de la superficie, esta rodea la superficie y sigue propagándose como si el obstáculo no existiera, más conocido como difracción.

Sí la superficie es irregular, la reflexión de las ondas sonidos se hace en diferentes direcciones. Este fenómeno es conocido como difusión del sonido.

Todas las reflexiones de las ondas sonoras en un recinto cerrado que llegan al oyente en los primeros 50 ms se integran con el sonido directo, haciendo que las reflexiones no se diferencien del sonido directo. Aquellas reflexiones que se dan después de los 50 ms se escucharán como una repetición del sonido directo, denominado eco.

La zona donde predomina el sonido directo se denomina zona de campo directo. En esta zona se encuentran los puntos más cercanos a la fuente sonora. Y la zona donde predomina el sonido reflejado recibe el nombre de campo reverberante. Al campo reverberante pertenecen los puntos más alejados de la fuente sonora.

## 6. Conclusiones

- El sonido se comporta de diferentes maneras, esto depende del espacio en el que el sonido es generado y propagado. En el espacio cerrado el sonido llegará directamente e indirectamente al oyente, este último se debe al rebote del sonido con las superficies del recinto y esto generará reverberación y algunas veces eco. Y en el espacio abierto el sonido se propaga en forma esférica y uniforme.
- El comportamiento del sonido también se debe a los materiales con los que fue construido el recinto, estos ayudan a que el sonido sufra los fenómenos de la absorción, de la difracción, de la reflexión y de la difusión del sonido.
- Para que un arquitecto diseñe o construya un espacio, debe tener en cuenta todos los parámetros de la acústica y el comportamiento del sonido, como lo son la absorción, la difracción, la reflexión, la difusión, el eco y la reverberación, para así obtener un espacio confortable para el oído del ser humano.

## 7. Bibliografía

### Bibliografía

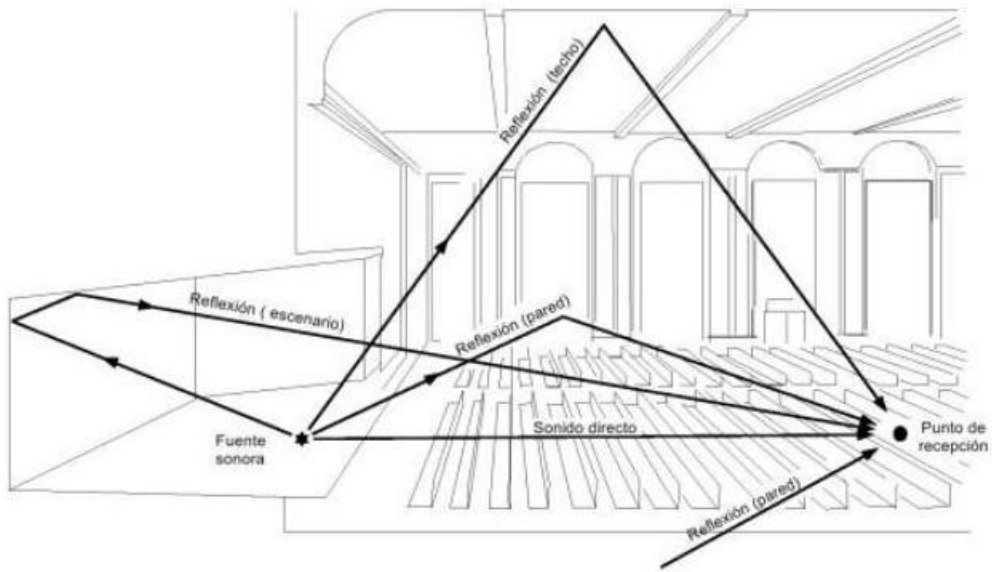
Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona: UPC.

Mogollón, L. (16 de 10 de 2014). Acústica en las salas de locucion de radio Caracol. (E. Gómez, Entrevistador)

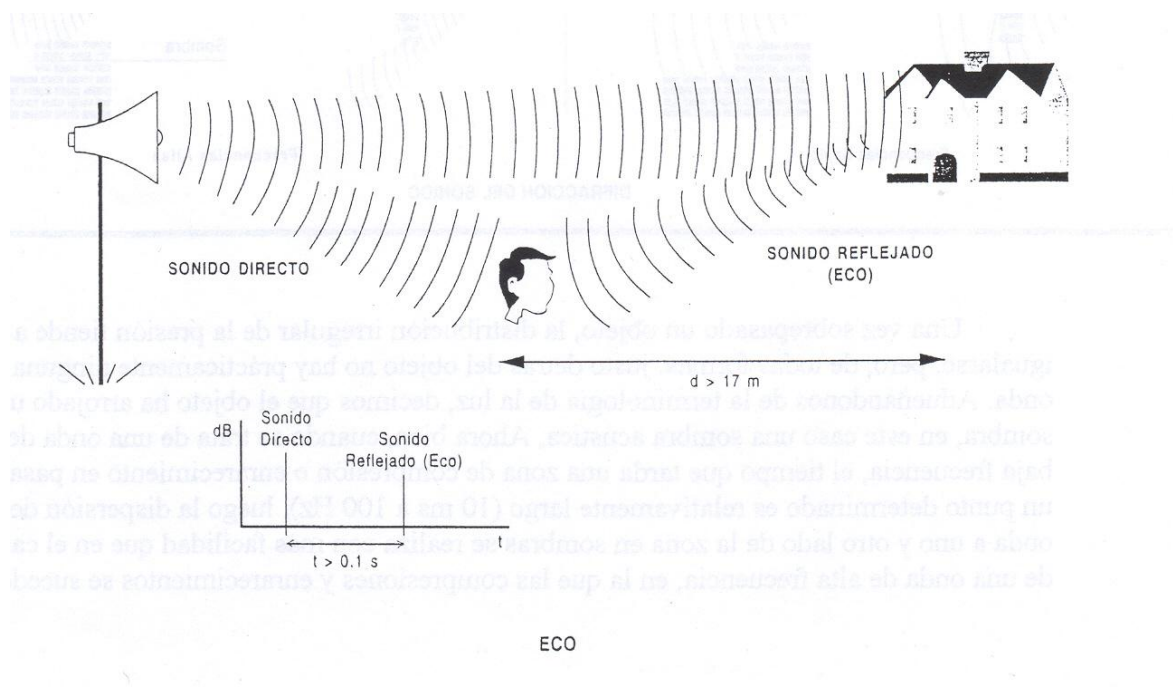
Pi, A. (5 de Septiembre de 2005). *Rincon del vago*. Obtenido de Rincon del vago:  
<http://html.rincondelvago.com/ondas-y-acustica.html>

Recio, J. (28 de Julio de 2005). *Quimica web*. Obtenido de Quimica web:  
[http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema4/tema4.htm](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema4/tema4.htm)

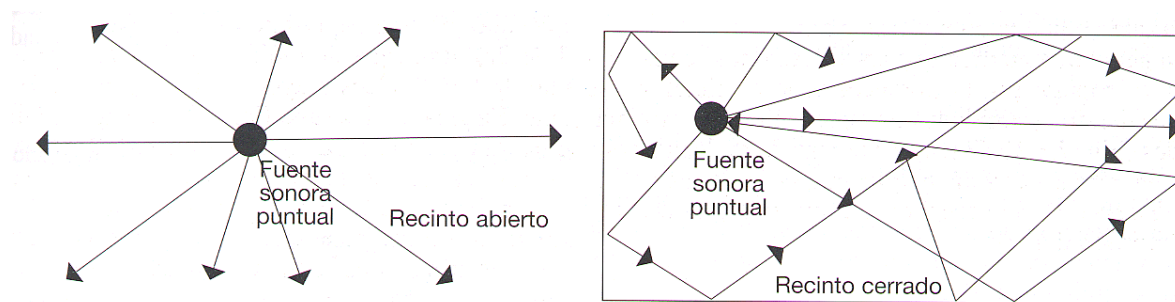
8. Anexos



El sonido en el espacio cerrado (Carrión, 1998)



El sonido en el espacio abierto (Recio, 2005)



(Pi, 2005)