



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO
EIMPLEMENTACIÓN DE HOME STUDIOS EN EL ÁMBITO LOCAL**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de:

Ingeniero de Sonido y Acústica

Profesor Guía:

Prod. Renato Zamora

Autor:

Diego Alberto Vásquez Peñafiel

Año

2011

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

.....

Prod. Renato Zamora

0102859949

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

.....

Diego Vásquez

1715857619

RESUMEN

Desde la invención de la grabación sonora se ha observado un desarrollo acelerado de la tecnología que tiene como propósito de brindar una mejor calidad auditiva. Hace algunas décadas el poder realizar grabaciones discográficas era sólo posible en estudios profesionales invirtiendo grandes cantidades de dinero, esto se debía a que el equipamiento en sí era muy costoso, y no existían opciones económicas. En la actualidad, gracias al desarrollo del audio digital y computadoras poderosas a bajos precios, los usuarios podrían realizar grabaciones de audio de muy buena calidad con una inversión mínima. Sin embargo, por falta de conocimiento, los recursos disponibles no se aprovechan de una manera óptima.

Esta guía metodológica se realizó con el propósito de ser una referencia para cualquier persona, indiferentemente de sus conocimientos previos, que esté interesada en implementar un lugar donde realizar grabaciones sonoras. Para esto se ejecutó un sondeo dentro de los posibles lectores con el fin de conocer las áreas que quisieran que abarque este documento. Una vez conocidas sus preferencias se elaboró una extensa revisión bibliográfica y una investigación dentro de la comunidad experimentada para proveer toda la información necesaria. Asimismo, se construyó y acondicionó un home studio aplicando todos los conceptos y sugerencias obtenidas; y por último se elaboró el documento abarcando todo lo fundamental para que cumpla su objetivo.

ABSTRACT

Since the invention of sound recording, artists have found an accelerated development of technologies dedicated to provide the best sound quality. Decades ago, for instance, the only way to have a high-end recording was to spend a large sum of money in booking a professional recording studio. Low-priced recording at that time was impossible because equipment was overly expensive, and there were no cheaper options whatsoever. Nowadays, with the help of the development of digital audio and convenient prices on faster computers, users can make excellent recordings with a small investment. Nevertheless, a lack of knowledge is causing users not to reach the maximum potential of available resources.

The objective of this guide is to help individuals (regardless of his or her prior knowledge) that have the desire to set-up a place to record audio. With this reason in mind, a survey took place in order to find out the areas that potential readers felt unaware with having their personal studio. Once the users shared their preferences and topics of interest, the investigator began developing a research study with both, a wide variety of literature and by consulting specialists that helped with helpful tools and input. In addition, a recording studio was designed and conditioned using all the concepts and suggestions obtained with this research; and finally, this following document was prepared to cover all the essential information to meet its proposed objectives.

ÍNDICE

1.	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Justificación.....	2
1.3.	Alcance	2
1.4.	Objetivo General	3
1.5.	Objetivos Específicos	3
2.	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1.	Definiciones básicas.....	4
2.1.1.	Sonido.....	4
2.1.2.	Forma de onda.....	4
2.1.3.	Características de las ondas sonoras	4
2.1.3.1.	Amplitud.....	4
2.1.3.2.	Periodo	5
2.1.3.3.	Frecuencia	5
2.1.3.4.	Longitud de onda	5
2.1.3.5.	Velocidad	5
2.1.4.	El decibel (dB).....	6
2.1.5.	Nivel de Presión Sonora (NPS).....	6
2.2.	Criterios acústico-arquitectónicos	6
2.2.1.	Absorción, transmisión y reflexión	6
2.2.1.1.	Absorción sonora	7
2.2.1.2.	Reverberación	8
2.2.1.3.	Tiempo de reverberación	8
2.2.2.	Difracción sonora	9
2.2.3.	Modos normales de vibración	9
2.2.4.	Aislamiento acústico	10
2.2.4.1.	Ley de masa	10
2.2.4.2.	Pérdida de transmisión (TL).....	11

2.2.4.3.	Clase de transmisión sonora (STC).....	11
2.3.	Conceptos electroacústicos.....	11
2.3.1.	Audio.....	11
2.3.2.	Niveles de potencia.....	12
2.3.2.1.	dBm	12
2.3.2.2.	dBW	12
2.3.3.	Niveles de voltaje.....	12
2.3.3.1.	dBu	12
2.3.3.2.	dBV	13
2.3.4.	Rango dinámico.....	13
2.3.5.	Nivel nominal	14
2.3.6.	Headroom	14
2.3.7.	Relación señal/ruido	14
2.3.8.	Audio analógico	14
2.3.9.	Audio digital	14
3.	CAPÍTULO III: INVESTIGACIÓN DE MERCADOS ..	16
3.1.	Propósitos de la investigación	16
3.2.	Establecimiento del público objetivo	16
3.3.	Herramientas e instrumentos de investigación	16
3.4.	Elaboración del formulario.....	17
3.5.	Presentación de resultados	21
3.6.	Análisis de resultados.....	27
4.	CAPÍTULO IV: GUÍA METODOLÓGICA.....	29
4.1.	Introducción.....	29
4.1.1.	Repaso Histórico.....	29
4.1.2.	El estudio de grabación	30
4.1.2.1.	Las partes del estudio de grabación	30
4.1.2.2.	Tipos de estudios.....	32
4.1.3.	Acerca de esta guía metodológica.....	35

4.2. Planificación	35
4.2.1. Análisis previo de recursos	36
4.2.2. Definición de objetivos	36
4.2.3. Presupuesto.....	36
4.2.4. Análisis de mercado.....	37
4.3. Aspectos Acústico-arquitectónicos	38
4.3.1. Espacio físico.....	38
4.3.1.1. Forma, tamaño y dimensiones.....	39
4.3.1.2. Modos normales de vibración	40
4.3.1.3. Combfiltering.....	40
4.3.1.4. Superficies paralelas	41
4.3.1.5. Esquinas entre superficies del recinto	42
4.3.1.6. Dimensiones y razones.....	42
4.3.1.7. Cuartos pequeños	43
4.3.2. Aislamiento acústico	44
4.3.3. Paredes	45
4.3.4. Pisos	46
4.3.5. Techos y tumbados.....	47
4.3.6. Ventanas.....	48
4.3.7. Puertas	49
4.3.8. Sistema eléctrico.....	50
4.3.8.1. Conexión a tierra	50
4.3.8.2. UPS y reguladores de voltaje	52
4.3.9. Acondicionamiento acústico.....	52
4.3.9.1. Mediciones Acústicas	53
4.3.9.2. Absorción sonora.....	56
4.3.9.3. Difusión sonora.....	60
4.3.9.4. Acústica variable.....	63
4.3.9.5. Live end – dead end	63
4.3.9.6. Control Rooms.....	64
4.4. Aspectos Electro-acústicos	65
4.4.1. Micrófonos	66

4.4.1.1.	Micrófonos dinámicos	66
4.4.1.2.	Micrófonos de condensador.....	67
4.4.1.3.	Micrófonos de cinta.....	68
4.4.1.4.	Especificaciones técnicas	68
4.4.2.	Cableado	69
4.4.3.	Conectores.....	70
4.4.4.	Preamplificadores	71
4.4.5.	Consolas de mezcla.....	72
4.4.6.	Sistemas de grabación	73
4.4.6.1.	Grabación analógica.....	73
4.4.6.2.	Grabación digital.....	73
4.5.	Estudio Modelo.....	74
4.5.1.	Planificación “estudio modelo”	74
4.5.1.1.	Recursos disponibles.....	74
4.5.1.2.	Definición de objetivos	75
4.5.1.3.	Presupuesto.....	76
4.5.1.4.	Análisis de mercado	76
4.5.2.	Espacio físico “estudio modelo”	77
4.5.2.1.	Tracking room.....	77
4.5.2.2.	Control room	78
4.5.2.3.	Baño	79
4.5.3.	Paredes	79
4.5.4.	Pisos	81
4.5.5.	Techos y tumbados.....	82
4.5.6.	Ventanas.....	84
4.5.7.	Puertas	84
4.5.8.	Sistema eléctrico.....	85
4.5.9.	Mediciones acústicas.....	85
4.5.10.	Acondicionamiento del control room del estudio modelo	87
4.5.11.	Acondicionamiento del tracking room del estudio modelo	90
4.5.12.	Sistema electroacústico del “estudio modelo”	92
4.5.12.1.	Adquisiciones.....	93

4.5.12.2.	Diagrama de conexiones (sin patchera)	95
4.5.12.3.	Patchera “estudio modelo”	97
5.	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
5.1.	Conclusiones.....	99
5.2.	Recomendaciones.....	100
6.	BIBLIOGRAFÍA	102

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En el ámbito musical una de las necesidades básicas de todo conjunto musical es poder realizar la grabación de su música, siendo ésta la mayor preocupación de sus integrantes. No porque sea un afán de sobresalir, sino porque en realidad es de gran utilidad para su desarrollo artístico. Es un hecho que ninguna banda puede crecer sin tener una buena representación de su música plasmada en un medio distribuible, sea un CD, un cassette, un MP3, etc. Además, disponer de la grabación de sus temas ofrece ventajas como tener un registro de la música creada a través del tiempo, y poder escuchar ecuéñimemente la música con el objetivo de realizar arreglos y modificaciones para así mejorar el tema musical.

Antes de los años 70 era casi imposible que una banda contara con su propio sistema de grabación. De hecho, solo los grupos que tenían contrato discográfico podían tener acceso a grabaciones de buena calidad. Es por esto que en la década de los 70s aparecen los primeros “home estudios”. Finalmente la tecnología había avanzado hasta el punto en que los audiófilos podían hacer grabaciones con cuatro pistas independientes simultáneamente y a un precio más asequible.

En los años siguientes la evolución de la tecnología continuaba a pasos agigantados, tanto que los consumidores no tenían idea de los productos que surgían día a día. A mediados de los 90 se dio un giro totalmente drástico con el desarrollo acelerado de los computadores que, a partir del surgimiento de los sistemas Windows 95 y 98, empezaron a usarse ya como una alternativa a las grabadoras analógicas. A finales de esta década ya se podía prescindir de una consola ya que los sistemas DAW¹ habían avanzado tanto que ya se podía realizar el “mixing in the box” es decir, mezclar en las DAW todas las pistas.

¹ DAW (Digital Audio Workstation): Se puede traducir como “Estación de Trabajo de Audio Digital” y hace referencia a un sistema de grabación digital que centra sus operaciones en una computadora personal.

Hoy por hoy, con el desarrollo de la tecnología que se describe anteriormente, se ha hecho posible que cada banda musical disponga de su propio sistema de grabación “casero” sin una inversión significativa. Sin embargo, la falta de un manual que oriente a los usuarios a hacer un buen uso de todas estas ventajas, hace que sean desaprovechadas y se las utilice erróneamente.

1.2. Justificación

El propósito de llevar a cabo este proyecto es que en la actualidad no hay material literario dedicado a las grabaciones con bajo presupuesto en nuestro medio. La gran mayoría de las investigaciones relacionadas con el tema se han realizado en el exterior o se enfocan en el mundo profesional, en donde se utilizan grandes presupuestos y equipos de costo elevado. Inclusive llegando al punto en que se valora más la calidad de los equipos, que el conocimiento técnico de profesionales del área.

Esta investigación está dirigida a ayudar todas las personas que quieren plasmar música o sonidos para la posteridad y que por problemas de conocimiento y presupuesto no pueden hacerlo. Además, puede ayudar a sacar el mayor provecho a todos los equipos y espacios que se posean, enfocándose en la habilidad humana.

1.3. Alcance

El proyecto se centra en la recopilación de información necesaria para la elaboración del diseño e implementación, o de estudios de grabación semi profesionales, es decir, Home Studios. Está dedicado a satisfacer las necesidades informativas de usuarios de la ciudad de Quito y sus alrededores, por lo que se presentará una investigación de mercados donde se analice las necesidades y expectativas del público objetivo.

Se aplicarán los siguientes contenidos académicos:

- Conceptos básicos de sonido y acústica.
- Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

- Teoría electroacústica
- Diseño de cadenas electroacústicas.
- Acondicionamiento acústico
- Aislamiento acústico

1.4. Objetivo General

Realizar una guía metodológica sobre el diseño e implementación de Home Studios en el ámbito local con el propósito de ayudar a músicos, productores y sonidistas a la hora de montar un estudio de grabación casero.

1.5. Objetivos Específicos

- Recolectar información sobre espacios arquitectónicos idóneos para el montaje de un Home Studio.
- Desarrollar una investigación de mercado sobre los equipos comúnmente encontrados en el medio y los detalles sobre la adquisición de éstos.
- Analizar las mejores inversiones en las que se puede incurrir dependiendo del presupuesto.
- Investigar técnicas de microfónica, grabación y edición que ayuden a mejorar el carácter tonal de las grabaciones sonoras para cada aplicación específica.
- Elaborar una guía metodológica acerca de grabaciones con equipos de gama “semi profesional”.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Definiciones básicas

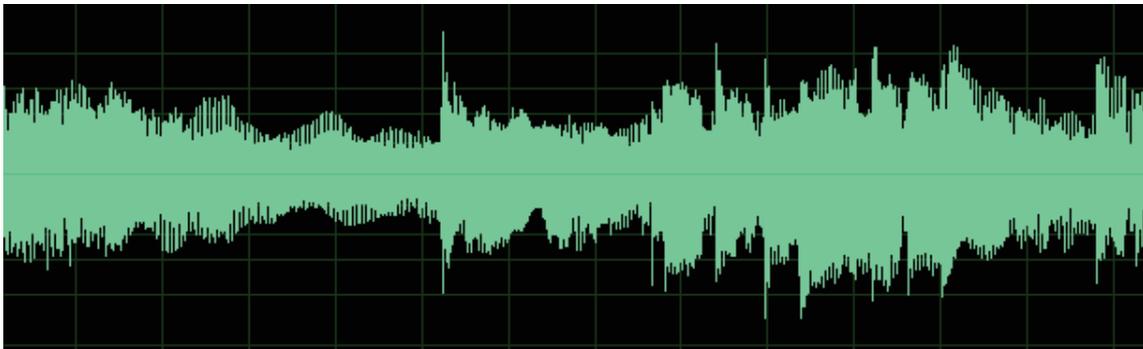
2.1.1. Sonido

El sonido como tal puede ser definido como la perturbación ondulatoria (cambios de presión aérea) en un medio elástico que causa un estímulo auditivo en el ser humano. De acuerdo con esta definición, sólo se consideran como sonidos aquellas vibraciones que están dentro del rango audible del ser humano.

2.1.2. Forma de onda

La forma de onda es la representación gráfica de las ondas sonoras. El eje X del gráfico expresa la amplitud de la onda, mientras que el eje Y representa el tiempo.

Figura 2.1. Forma de onda visualizada en Adobe Audition



Fuente: Autor

2.1.3. Características de las ondas sonoras

2.1.3.1. Amplitud

Según Miyara, la amplitud se define como: “el máximo valor que alcanza una oscilación en un ciclo”² A este valor también se lo conoce como “pico” ó “peak”. Se lo expresa con la letra A.

² (MIYARA, 2003, p. 9)

2.1.3.2. Periodo

El periodo es definido como el tiempo transcurrido entre dos ondas. Se lo representa con la letra T, y se presenta en la siguiente ecuación:

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

Donde:

T → periodo [s]

f → frecuencia [Hz]

2.1.3.3. Frecuencia

Como se puede apreciar en la ecuación del periodo, la frecuencia es el inverso de éste. Por lo tanto, se puede definir a la frecuencia como el número de oscilaciones en un intervalo de tiempo; y más específicamente, como el número de vibraciones en un segundo.

2.1.3.4. Longitud de onda

La longitud de onda, como su nombre lo sugiere, es el espacio lineal sobre el cual una forma de onda se repite. Es directamente proporcional a la velocidad del sonido, e inversamente proporcional a la frecuencia. Generalmente se le designa la letra griega “lambda” (λ) para su representación.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Donde:

λ → Longitud de onda [m].

c → Velocidad del sonido [m/s].

f → Frecuencia [Hz].

2.1.3.5. Velocidad

La velocidad del sonido es la razón entre la distancia recorrida y el tiempo transcurrido de las ondas sonoras a través del medio de propagación. El valor más usado, es la velocidad del sonido en el aire a una temperatura de 21 °C; que significa un valor de 344 [m/s]. Esta velocidad es dependiente de la temperatura e incrementa a una razón de 0.61 [m/s] por cada grado centígrado.

2.1.4. El decibel (dB)

El decibel se puede definir a grandes rasgos como una relación logarítmica entre un valor numérico y una referencia. Permite cambios de parámetros de sistemas como potencia, voltaje, o distancias en relación a la forma de percibir cambios sonoros por parte del oyente. Esto es muy útil debido a que la audición humana no es lineal, sino logarítmica.

2.1.5. Nivel de Presión Sonora (NPS)

El nivel de presión sonora³ se define como la relación logarítmica entre una magnitud de presión sonora y el nivel referencial determinado como la mínima presión sonora que un humano puede percibir (0.00002 Pascales).

$$NPS = 20 \cdot \log\left(\frac{P}{2 \times 10^{-5}}\right)$$

2.2. Criterios acústico-arquitectónicos

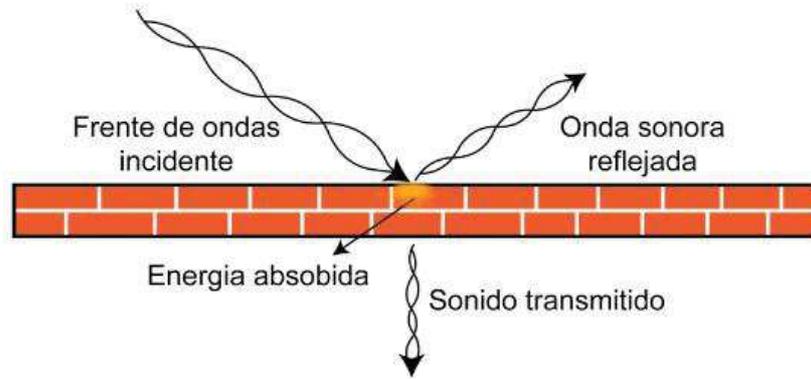
2.2.1. Absorción, transmisión y reflexión

Lo primero que es necesario conocer con relación a la acústica de recintos son los fenómenos que ocurren cuando una onda sonora choca con una barrera acústica, es decir, una superficie sólida como una pared.

Al incidir un frente de ondas en una superficie, su energía sonora se divide en tres: una parte se refleja, una se absorbe, y el resto se transmite a través de la superficie. A la cantidad de energía q no se transmite se le conoce como “Pérdida de transmisión”.

³ En inglés: *Sound Pressure Level (SPL)*

Figura 2.2. Absorción, transmisión y reflexión.



Fuente: Autor

2.2.1.1. Absorción sonora

La absorción sonora se define como la transformación de energía sonora en energía calórica. Depende de la porosidad, espesor y forma del dispositivo; además, la absorción que proporciona un material no es constante en el rango de frecuencias.

2.2.1.1.1. Coeficiente de absorción sonora (α)

El coeficiente de absorción es un valor numérico que cuantifica la capacidad que tiene un material o compuesto de materiales para absorber energía acústica. Se lo define como la relación entre la intensidad sonora absorbida e incidente. Es decir:

$$\alpha = \frac{I_A}{I_I}$$

Donde:

α → Coeficiente de absorción sonora.

I_A → Intensidad energética absorbida.

I_I → Intensidad energética reflejada.

Por lo visto en la ecuación anterior, podemos apreciar que los valores de dicho

coeficiente teóricamente deberían estar entre 0 y 1; siendo el primer valor una superficie totalmente reflectante, y el segundo un material completamente absorbente.

Por convención, se especifica el coeficiente de absorción sonora de un material por bandas de octava, desde 125Hz hasta 4kHz.

2.2.1.1.2. Coeficiente de absorción media ($\bar{\alpha}$)

Éste coeficiente cuantifica la absorción “general” de un recinto; es decir, representa la cantidad de energía acústica que es capaz de absorber como conjunto, teniendo en cuenta las diferentes superficies le las que consta.

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum A_i}{\sum S_i}$$

Donde:

$\bar{\alpha}$ → Coeficiente de absorción media.

A_i → 0

2.2.1.2. Reverberación

Es el lapso de tiempo en el que las reflexiones de un sonido, dentro de un recinto cerrado, son audibles. Se puede describir como una serie de “ecos” espaciados lo suficientemente cerca para no distinguir entre dos repeticiones (reflexiones). La reverberación genera una sensación psicoacústica de ambiente para cada recinto según su espacio, forma y materiales. En pocas palabras, se la puede definir como la permanencia del sonido después de apagar la fuente.

2.2.1.3. Tiempo de reverberación

El Tiempo de reverberación es el tiempo que demora el sonido en decaer en su millonésima parte, es decir, el tiempo que tarda en caer 60dB. Es por esto que se lo conoce comúnmente como T60 o RT60.

$$T_{60} = 0.16 \frac{V}{A} [s]$$

Donde:

V → Volumen [m³]

A → Absorción (α.S)

2.2.2. Difracción sonora

La difracción sonora es la habilidad que tienen las ondas sonoras para flexionarse y rodear a un obstáculo; además puede darse por aberturas o por barreras. Dicha propiedad depende del tamaño del obstáculo/abertura y de la longitud de onda del frente incidente.

2.2.3. Modos normales de vibración

Son series de resonancias causadas por la acumulación de reflexiones que rebotan una y otra vez en las superficies de un recinto. Se interpretan como irregularidades en el espectro frecuencial de una sala que se distribuyen a lo largo de todo el rango de frecuencias pero los mayores problemas se encuentran en bajas frecuencias por la cantidad energética propia de estas formas de onda.

El mayor problema aparece cuando no están distribuidas homogéneamente en el espectro de frecuencias; es decir, cuando varios modos coinciden en la misma frecuencia, elevando exageradamente su nivel a comparación de las otras frecuencias.

Los modos normales de vibración son más molestos en espacios cuadrados y rectangulares, por lo que en estudios de grabación se busca crear recintos grandes e irregulares; es decir, que no tengan paredes paralelas y que sus dimensiones no sean múltiplos enteros entre sí.

En recintos rectangulares, los modos normales de vibración se pueden representar en la siguiente fórmula:

$$f(n_x, n_y, n_z) = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{z}\right)^2}$$

Donde:

n_x, n_y, n_z → Punto espacial en el recinto.

x, y, z → Dimensiones de la sala.

c → Velocidad del sonido en el aire.

2.2.4. Aislamiento acústico

El aislamiento acústico consiste en reducir, en el mayor grado posible, la transmisión de ondas sonoras entre un recinto determinado con sus alrededores; y viceversa.

2.2.4.1. Ley de masa

La ley de masa en acústica⁴ sugiere que el aislamiento acústico aumenta 6dB aproximadamente si se dobla la masa por unidad superficial. Esto quiere decir que mientras más pesada es una barrera acústica, mejor aislamiento ofrece.

Se la puede formular de esta manera:

$$D = 20 \cdot \log \frac{\omega \cdot m}{2 \cdot Z} [dB]^5$$

Donde:

D → Aislamiento acústico [dB].

ω → Frecuencia angular ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$) [Hz].

⁴También conocida como ley de Berger

⁵(ISOVER, pág. 84)

$m \rightarrow$ Masa superficial [kg/m^2].

$Z \rightarrow$ Impedancia acústica del aire [Rayls].

2.2.4.2. Pérdida de transmisión (TL)

A la pérdida de transmisión se la abrevia con las letras T.L. por su nombre en inglés: *Transmission Loss*. Es definida como “la relación (expresada en dB) de la energía acústica transmitida a través de la pared a la energía acústica incidente sobre ella”⁶

Suele usarse también la ley de masa descrita previamente con el propósito de predecir la pérdida de transmisión de paredes simples mediante la siguiente fórmula:

$$TL = 20 \cdot \log(\rho_s \cdot f) - 48 [dB]$$

Donde:

$\rho_s \rightarrow$ Densidad superficial de la partición [kg/m^2].

$f \rightarrow$ Frecuencia [Hz].

2.2.4.3. Clase de transmisión sonora (STC)

En términos simples, es un descriptor que mide cuanto sonido penetra el material que es usado para construir las superficies de un recinto. Consiste en un valor numérico que es muy usado en la actualidad para especificar que tan buena es una partición para aislar cualquier tipo de ruido.

2.3. Conceptos electroacústicos

2.3.1. Audio

El Audio se define como la representación eléctrica de las ondas acústicas. Es decir, las variaciones de presión acústica se transforman en variaciones de voltaje o pulsos eléctricos; con el propósito de ser procesadas, amplificadas y/o

⁶ (BERANEK, 1969, p. 345)

almacenadas para la posteridad.

2.3.2. Niveles de potencia

Existen dos niveles comúnmente usados para describir potencia en el mundo del audio:

2.3.2.1. dBm

Utiliza una potencia de referencia de 1mili Watt, por eso se llama dB”m”:

$$dBm = 10. \log \frac{W}{W_0}$$

Donde:

$$W_0 \rightarrow 10^{-3} [W].$$

2.3.2.2. dBW

Su valor referencial es de 1 Watt:

$$dBW = 10. \log \frac{W}{W_0}$$

Donde:

$$W_0 \rightarrow 1[W].$$

2.3.3. Niveles de voltaje

2.3.3.1. dBu

Su voltaje de referencia es de 0.7746 Voltios (comúnmente aproximado a 0.775 Voltios):

$$dBu = 20. \log \frac{V}{V_0}$$

Donde:

$V_0 \rightarrow 0.7746[V]$.

Este nivel se usa para representar niveles de línea nominales para equipos profesionales. El más divulgado es el nivel nominal usado en Estados Unidos que corresponde a +4dBu. Mientras que en Alemania se desarrollaron niveles de línea de +6dBu.

2.3.3.2. dBV

Este nivel de voltaje se relaciona comúnmente con los equipos de audio tipo consumidor o “caseros”. Su valor referencial es de 1 Voltio:

$$dBV = 20 \cdot \log \frac{V}{V_0}$$

Donde:

$V_0 \rightarrow 1[V]$.

2.3.4. Rango dinámico

Es el margen expresado en decibeles que comprende los diferentes valores de amplitud que un dispositivo maneja. Se puede definir como una relación entre el nivel máximo y el mínimo de una señal. En equipos analógicos se toma en cuenta como límite inferior el nivel de ruido de fondo y como superior el nivel pico⁷.

$$RD = 20 \cdot \log \left(\frac{S_{max}}{S_{min}} \right) [dB]$$

Donde:

$S_{max} \rightarrow$ Señal máxima.

$S_{min} \rightarrow$ Señal mínima.

⁷Nivel pico: el máximo nivel antes de llegar a la distorsión en un dispositivo.

2.3.5. Nivel nominal

Es el nivel de voltaje óptimo para el cual un dispositivo está diseñado a operar. El estándar internacional de nivel nominal de línea tipo consumidor es de -10dBV. Para nivel nominal de equipos de audio se definió un estándar de +4dBu, sin embargo algunos fabricantes (especialmente alemanes) utilizan un valor de +6dBu como nivel nominal de sus equipos.

2.3.6. Headroom

El headroom se define como la relación entre el nivel pico y el nivel nominal. Se puede considerar como una zona de seguridad para que los transientes de una señal puedan ser reproducidos sin sobrecargar los circuitos o causar distorsión.

2.3.7. Relación señal/ruido

Es la diferencia entre el nivel nominal y el nivel de ruido de fondo. Se la define como:

$$S/R = 20 \cdot \log\left(\frac{S}{R}\right)$$

Donde

S → Señal.

R → Ruido.

2.3.8. Audio analógico

El audio analógico es la representación de las ondas sonoras en diferencias de potencial. Hace uso de transductores que convierten energía acústica en energía eléctrica.

2.3.9. Audio digital

En el audio digital, a diferencia del audio analógico, se codifican las señales de voltaje a pulsos eléctricos que representan dos valores: ceros y unos. Los que generan un código binario, en que los unos y ceros simbolizan los valores de

tiempo y amplitud que comprenden una onda sonora.

3. CAPÍTULO III: INVESTIGACIÓN DE MERCADOS

Con el propósito de conocer las necesidades del público objetivo, se vio la necesidad de realizar una investigación de mercados que provea información necesaria para cumplir con las necesidades y expectativas de los posibles usuarios. De igual manera se usó dicho sondeo para analizar la validez y utilidad de este proyecto según la opinión del segmento estudiado.

3.1. Propósitos de la investigación

- Determinar la popularidad de los Home Studios dentro del segmento de la población relacionada con la música, el sonido y la acústica.
- Evaluar la frecuencia y el tipo de grabaciones sonoras que se realizan comúnmente.
- Evidenciar las ocupaciones dentro del público que realiza grabaciones frecuentemente.
- Valorar la rentabilidad tanto de los estudios de grabación, como de la guía metodológica para el diseño e implementación de Home Studios en el ámbito local.
- Establecer las necesidades que tiene el público objetivo en referencia a la información relacionada con la implementación de Home Studios en el ámbito local.

3.2. Establecimiento del público objetivo

El público objetivo para esta investigación se consideró toda la gente relacionada de alguna forma con el sonido y la acústica, esto incluye: músicos, productores, estudiantes, docentes, ingenieros, aficionados, etc.

Se eligió este segmento de la población ya que aquí se engloba la mayor cantidad de gente vinculada a la grabación sonora, y por tanto, a la gente a la que le puede ser útil esta guía metodológica.

3.3. Herramientas e instrumentos de investigación

Con el propósito de adquirir la información previamente comentada, se hizo uso

de entrevistas y encuestas dirigidas a un segmento del público objetivo definido. Para esto se hizo uso de las herramientas web con el fin de facilitar el proceso de recolección de datos.

Dichas herramientas consistieron, en este caso específicamente, en la elaboración de una encuesta en línea en la que los usuarios puedan acceder y responder las preguntas formuladas.

3.4. Elaboración del formulario

Para la elaboración del formulario, se tomaron en cuenta todos los puntos detallados en los propósitos de la investigación para elaborar las preguntas del cuestionario.

Se hizo uso del sitio web “FreeOnlineSurveys.com” en el cual se pueden elaborar encuestas en línea con mucha facilidad. El sitio ofrece una versión gratuita de prueba que presenta ciertas limitaciones pero que puede ser muy útil como referencia; su principal restricción es que pasadas las cincuenta encuestas llenadas el sistema se bloquea impidiendo el acceso a ver los datos recolectados. Sin embargo el costo de la cuenta “académica” es de \$10 USD, lo que representa una buena inversión ya que habilita todas las funciones como la visualización filtrada, o individual. Por tanto, se adquirió dicha licencia y esta acción constituyó una gran ayuda para el proyecto.

Al ser una encuesta de tipo impersonal y anónima, los datos ingresados pueden llegar a ser irreales; por esta razón es elemental formular las preguntas de manera que se pueda detectar incoherencias fácilmente. Esto se puede lograr generando redundancias dentro del cuestionario. Por ejemplo, una pregunta puede ser: “¿Conoce usted lo que es un bolígrafo?”; mientras que otra pregunta sería: “¿Ha escrito usted con un bolígrafo?”. Si algún usuario contesta “no” en la primera pregunta, y “si” en la otra, se generaría una inconsistencia ya que si no conoce lo que es un bolígrafo lo más lógico sería una respuesta negativa en la segunda pregunta. Además de esta técnica se puede usar preguntas de respuesta libre, en las que el usuario pueda escribir

su respuesta en lugar o complementariamente a la opción múltiple.

La encuesta realizada se puede apreciar a continuación.

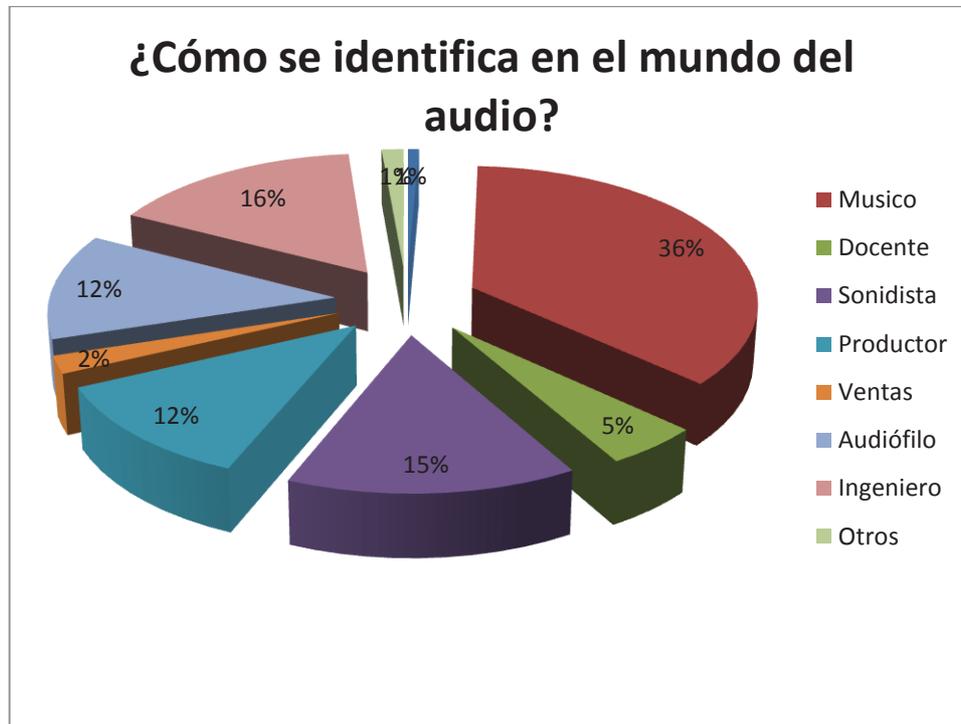
Encuesta Home Studios	
<p>Encuesta dirigida al público relacionado con el mundo del audio. Esta encuesta servirá para la realización de una tesis de grado. Se agradece su colaboración.</p>	
	
1) ¿Cómo se identifica en el mundo del audio? (Seleccione todas las que aplican)	
Músico	<input type="checkbox"/>
Productor	<input type="checkbox"/>
Ingeniero	<input type="checkbox"/>
Docente	<input type="checkbox"/>
Ventas	<input type="checkbox"/>
Arquitecto	<input type="checkbox"/>
Sonidista	<input type="checkbox"/>
Audiófilo	<input type="checkbox"/>
Estudiante	<input type="checkbox"/>
Otro (Por favor especifique):	
2) ¿Ha realizado grabaciones de audio?	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
3) ¿Qué tan frecuentemente realiza grabaciones de audio? (Seleccionar NUNCA si contestó NO en la pregunta anterior)	
Muy frecuentemente	<input type="checkbox"/>
Frecuentemente	<input type="checkbox"/>
Poco	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>
4) De las siguientes, ¿qué grabaciones realiza?	
Música	<input type="checkbox"/>

Multimedia	
Voz	
Video/Cine	
Radio	
Otros (Por favor especifique):	
5) ¿Conoce algún Estudio de Grabación Profesional?	
Si	
No	
6) ¿Ha contratado los servicios de algún Estudio de Grabación?	
Si	
No	
7) ¿Qué tan frecuentemente contrata un estudio de grabación?	
Muy frecuentemente	
Frecuentemente	
Rara vez	
Nunca	
8) ¿Conoce que es un Home Studio (Estudio casero)?	
Si	
No	
Mas o menos	
9) ¿Posee un Home Studio?	
Si	
No	
Planea implementar	
10) ¿Conoce algún Home Studio?	
Si	
No	
11) ¿Cree Ud. que sería útil una guía metodológica para la implementación de Home Studios en el ámbito local?	

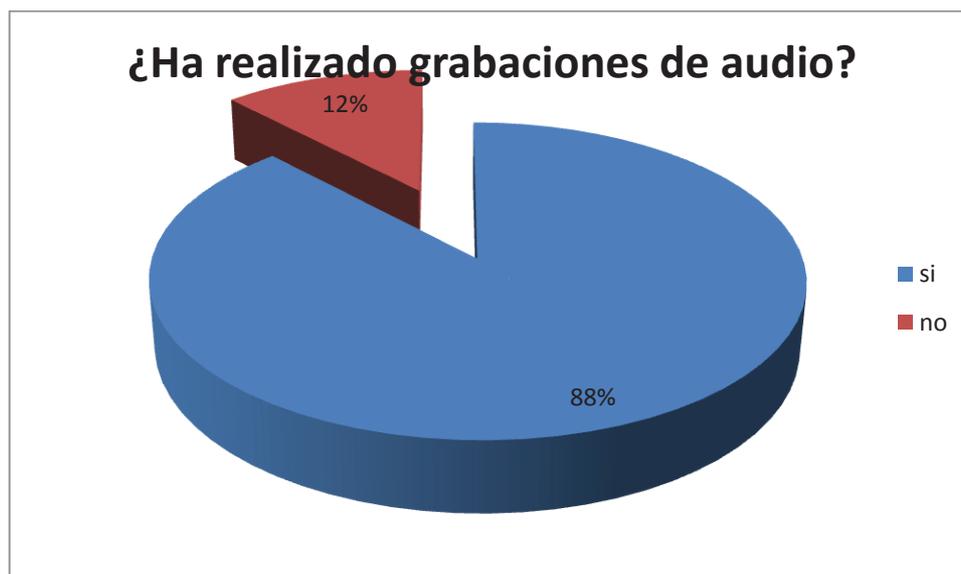
Si	
No	
Mas o menos	
12) ¿Compraría dicha guía si el precio fuera razonable?	
Si	
No	
Probablemente	
13) De los siguientes, seleccione DOS aspectos que usted considere los más importantes que la guía deba abarcar. (Seleccionar sólo dos)	
Teoría Acústico-Arquitectónica	
Teoría Electroacústica	
Ejemplos prácticos	
Métodos de adquisición de equipos y materiales	
Testimonios	
Equipos y marcas sugeridas	
Diseño de cadenas electroacústicas	
Acondicionamiento Acústico	
Aislamiento acústico	
Otros (Por favor especifique):	

3.5. Presentación de resultados

Pregunta 1: ¿Cómo se identifica en el mundo del audio?



Pregunta 2: ¿Ha realizado grabaciones de audio?



Pregunta 3: ¿Qué tan frecuentemente realiza grabaciones de audio?



Pregunta 4: De las siguientes, ¿qué tipo de grabaciones realiza?



Pregunta 5: ¿Conoce algún estudio de grabación profesional?



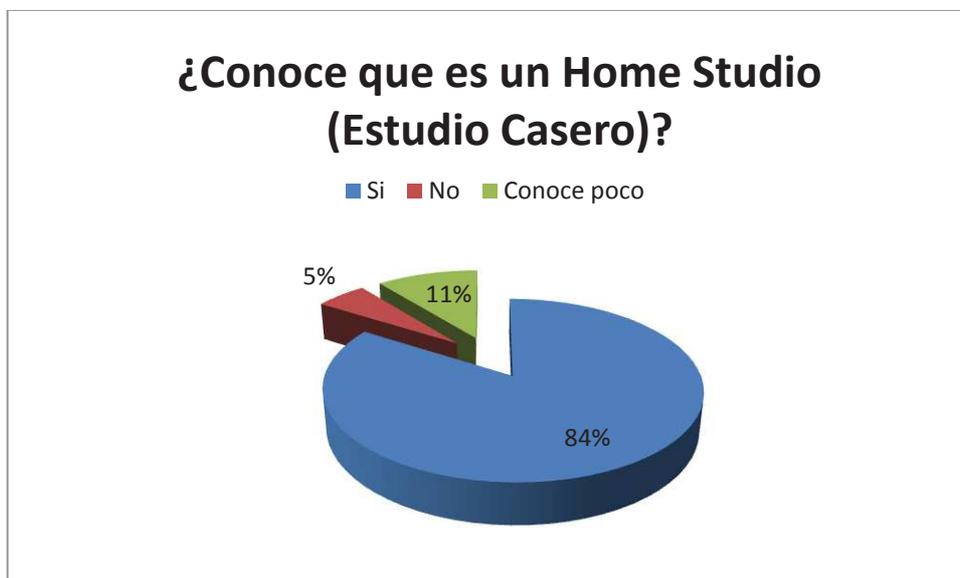
Pregunta 6: ¿Ha contratado los servicios de algún Estudio de Grabación?

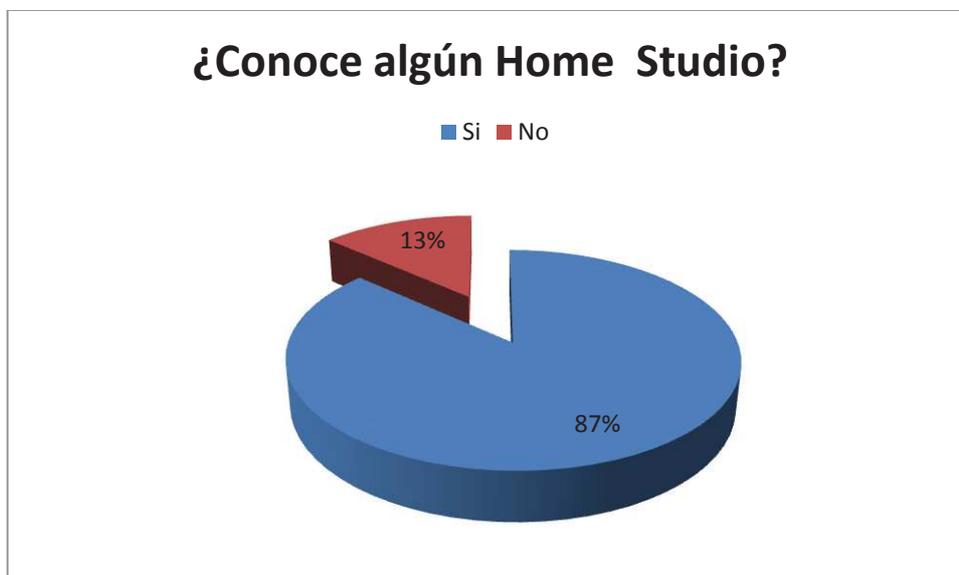


Pregunta 7: ¿Qué tan frecuentemente contrata un estudio de grabación?



Pregunta 8: ¿Conoce que es un Home Studio (Estudio Casero)?



Pregunta 9: ¿Posee un Home Studio?**Pregunta 10: ¿Conoce algún Home Studio?**

Pregunta 11: ¿Cree Ud. que sería útil una guía metodológica para la implementación de Home Studio en el ámbito local?



Pregunta 12: ¿Compraría dicha guía si el precio fuera razonable?



Pregunta 13: De los siguientes, seleccione los aspectos que Ud. considere los más importantes que la guía deba abarcar



3.6. Análisis de resultados

A partir de los datos obtenidos en el sondeo se puede sacar las siguientes conclusiones.

- La mayor parte del público objetivo son músicos, ingenieros y estudiantes.
- Casi el 90% de los encuestados han realizado grabaciones de audio.
- Las grabaciones que más se realizan son: música, voz y multimedia.
- La mitad de los encuestados han contratado los estudios de grabación.
- Un poco menos de la mitad de los encuestados poseen un Home Studio.
- Un 77% del público piensa que la guía metodológica representa un

aporte al medio.

- La publicación de la guía sería rentable ya que el 60% de la muestra seleccionada estaría dispuesta a adquirirla.
- El público piensa que lo más importante que la guía debe abarcar es teoría acústico-arquitectónica, acondicionamiento acústico, y diseño de cadenas electroacústicas.

4. CAPÍTULO IV: GUÍA METODOLÓGICA

4.1. Introducción

En el ámbito musical una de las necesidades básicas de todo conjunto musical es poder realizar la grabación de su música, siendo ésta la mayor preocupación de sus integrantes. No porque sea un afán de sobresalir, sino porque en realidad es de gran utilidad para su desarrollo artístico. Es un hecho que ninguna banda puede crecer sin tener una buena representación de su música plasmada en un medio distribuible, sea un CD, un cassette, un MP3, etc. Además, disponer de la grabación de sus temas ofrece ventajas como tener un registro de la música creada a través del tiempo, y poder escuchar ecuánimemente la música con el objetivo de realizar arreglos y modificaciones para así mejorar el tema musical.

4.1.1. Repaso Histórico

Se puede decir que la grabación sonora surge en 1877 con el invento del fonógrafo de Thomas Edison, que consiguió captar las vibraciones sonoras del aire en un cilindro a través de surcos que tallaba una aguja en el cilindro rotativo. A partir de ese momento comenzó un movimiento que se extiende hasta el presente, que tiene como objetivo el desarrollo de tecnologías de grabación y reproducción de audio con el propósito de brindar una mejor calidad de sonido.

Antes de los años 70 era casi imposible que una banda contara con su propio sistema de grabación. De hecho, solo los grupos que tenían contrato discográfico podían tener acceso a grabaciones de buena calidad. Afortunadamente en la década de los 70s aparecen los primeros “home estudios” gracias a que finalmente la tecnología había avanzado hasta el punto en que los mismos músicos podían hacer grabaciones con cuatro pistas independientes simultáneamente y a un precio más asequible.

En los años siguientes la evolución de la tecnología continuaba a pasos agigantados, tanto que los consumidores no tenían idea de los productos que

surgían día a día. A mediados de los 90 se dio un giro totalmente drástico con el desarrollo acelerado de los computadores que, a partir del surgimiento de los sistemas Windows 95 y 98, empezaron a usarse ya como una alternativa a las grabadoras analógicas. A finales de esta década ya se podía prescindir de una consola ya que los sistemas DAWs habían avanzado tanto que ya se podía realizar el “mixing in the box” es decir, mezclar en las DAWs todas las pistas.

Hoy por hoy, con el desarrollo de la tecnología que se describe anteriormente, se ha hecho posible que cada banda musical disponga de su propio sistema de grabación “casero” sin una inversión significativa. Sin embargo, la falta de un manual que oriente a los usuarios a hacer un buen uso de todas estas ventajas, hace que sean desaprovechadas y se las utilice erróneamente.

4.1.2. El estudio de grabación

El estudio de grabación es aquel espacio arquitectónico destinado a la captación y manipulación de sonidos con el propósito de obtener un medio físico que permita recrear en un futuro las ondas sonoras previamente mencionadas.

4.1.2.1. Las partes del estudio de grabación

Los estudios de grabación consisten de dos partes fundamentales: el “*Control Room*” y el “*Tracking Room*” ó “*Estudio*” (Con el propósito de evitar confusiones, en este proyecto se utilizará el primer término). Pero dependiendo de su función, se puede tener elementos adicionales ó, inclusive, no disponer del “*Live Room*”.

4.1.2.1.1. El Tracking Room

Es el lugar en el cual se ejecutan y captan los sonidos a ser grabados. Dependiendo de la función que tenga el estudio de grabación, se diseña y/o acondiciona éste espacio arquitectónico con el fin de que sus propiedades acústicas aporten a la calidad del sonido captado.

Éste es el lugar del estudio en el que se presta más atención al aislamiento

acústico ya que la más mínima presencia de sonidos no deseados puede afectar en gran medida a la grabación. Y por otra parte, ésta es la sala donde se generan los más altos niveles de presión sonora del estudio, por lo tanto sin un aislamiento satisfactorio se puede molestar a los vecinos y crear conflictos de convivencia.

4.1.2.1.2. El Control Room

El Control Room ó “Cuarto de Control” es aquel en donde se graban, monitorean y manipulan las señales provenientes del Live Room. Generalmente en esta habitación es donde se encuentra todo el equipamiento de grabación y procesamiento de señales de audio como consolas, procesadores de efectos y grabadoras.

4.1.2.1.3. Elementos adicionales

4.1.2.1.3.1. El cuarto de máquinas

Es un cuarto destinado al almacenamiento de diferentes equipos con el objetivo de que el ruido que éstos emiten no interfiera en el confort auditivo necesario para el Control Room. Generalmente en este cuarto se encuentran los CPUs de computadores, generadores eléctricos, grabadoras de cinta, amplificadores, etc. Generalmente se presta mucha atención a que los equipos tengan la ventilación necesaria para su correcto funcionamiento.

4.1.2.1.3.2. Cabinas y cuartos aislados (Iso-booths, Iso-rooms)

Son espacios acústicamente aislados que se usan para tener otro ambiente apartado del Live Room con el propósito de separar instrumentos débiles de los fuertes, y así evitar filtrajes.

Las cabinas más usadas son aquellas destinadas a la grabación de voces. El propósito de estas cabinas vocales (también llamadas “vocal booths”) es brindar la mayor cantidad de limpieza a las pistas de voz.

4.1.2.1.3.3. Recepción

En estudios que cuentan con varias salas de grabación, mezcla y masterización; es indispensable contar con una recepción y una persona encargada de la agenda y papeleo que conlleva un negocio.

4.1.2.1.3.4. Sala de estar / entretenimiento

Son salas destinadas al relajamiento o distensión de los usuarios. Esto es muy útil ya que las sesiones de grabación pueden llegar a ser muy fatigantes y hasta aburridas para un músico que está a espera de su turno de grabar.

4.1.2.1.3.5. Cocina / comedor

Las sesiones en un estudio de grabación pueden durar días enteros, por lo que conviene mucho tener un lugar donde el personal pueda comer o prepararse un café. Esto se cumple especialmente si el estudio está ubicado en una zona alejada de restaurantes.

4.1.2.2. Tipos de estudios

Para los propósitos de este proyecto se clasificarán a los estudios de grabación según su objetivo en el proceso de producción, separándolos en dos grupos principales: Pre-Producción y Post-Producción.

4.1.2.2.1. Estudios de pre-producción de audio

Los estudios dedicados a la pre-producción de audio son aquellos que se enfocan en la captación de vibraciones sonoras en un medio físico. Según su aplicación varían en forma, tamaño y características acústicas.

4.1.2.2.1.1. Home Studios

El término “Home Studio” puede ser traducido textualmente como “Estudio Casero” y se refiere a un estudio de grabación situado en la residencia de un músico, productor, compositor o ingeniero con el propósito de tener un lugar propio donde puedan grabar creaciones musicales a cualquier hora del día.

Aquí generalmente se hacen se crean Demos con el propósito de tener un borrador de lo que será la canción grabada.

4.1.2.2.1.2. Estudios portátiles

Con el actual desarrollo de la tecnología digital, estos sistemas se han convertido en medios cada vez asequibles de grabación y procesamiento de audio, que tienen la ventaja de poder ser transportados a cualquier lugar. Los más comunes estudios portátiles consisten en una computadora portátil (laptop) equipada con un software de grabación o edición (tal como Pro Tools, Digital Performer, Adobe Audition, etc.). Además se suelen incorporar equipos como Interfaces externas, micrófonos y audífonos; que al ser fáciles de transportar y brindar más capacidades al sistema, son el complemento perfecto para poder llegar a una calidad casi profesional.

4.1.2.2.2. Estudios de post-producción de audio

Son estudios cuya principal función es el procesamiento de señales de audio previamente grabadas, así como sonorizaciones de cine y video.

4.1.2.2.2.1. Estudios de Edición

Este tipo de estudios pueden ser montados con un muy bajo presupuesto ya que su función es editar clips de audio de sesiones previamente generadas con el fin de deshacerse de ruidos y sonidos no deseados. Ya que éste es un proceso que puede ser muy tedioso y minucioso, cada vez mas ingenieros y productores delegan a otras personas este trabajo con el fin de ahorrar tiempo y esfuerzo; ésta es la razón por la que se empezaron a implementar este tipo de estudios.

4.1.2.2.2.2. Estudios de Mezcla y Masterización

Estos estudios están dedicados exclusivamente a la mezcla y masterización de pistas de audio. Se presta mucha atención al acondicionamiento acústico en sus salas ya que deben cumplir ciertos parámetros con el fin de lograr un monitoreo de gran fidelidad. Además se busca contar con los equipos de mejor

calidad y precisión posible ya que la función de estos procesos es “ultimar detalles” logrando balance y claridad en todo el espectro de frecuencias.

4.1.2.2.3. Estudios de audio para video

En estos estudios se trabaja las pistas sonoras de videos o filmes. Generalmente cuentan con sistemas de monitoreo de sonido envolvente dado a la popularidad de estos sistemas. A su vez es de suma importancia un buen monitoreo visual para una correcta sincronización audio/video.

4.1.2.2.4. Estudios Foley

Se denomina estudio Foley a aquellos estudios dedicados a la grabación de sonidos (típicamente ambientales), con el propósito de reemplazar a sonidos perdidos en el proceso de filmación o captados con una baja calidad. Estos estudios generalmente son salas “muertas”, es decir, su reverberación es casi nula. Constan de salas de grabación en las cuales se tienen algunas “fosas” con diferentes materiales para poder generar sonidos de pisadas a conveniencia, dependiendo del material que se requiera. Además, es fundamental una pantalla en la que los artistas Foley puedan ver el video filmado y sincronizar sus movimientos a precisión.

Figura 4.1. Estudio Foley



Fuente: <http://chestermultimedia.com/el-arte-del-foley/comment-page-1>

4.1.3. Acerca de esta guía metodológica

Esta investigación está dirigida a ayudar todas las personas que quieren plasmar música o sonidos para la posteridad y que por problemas de conocimiento y/o presupuesto no pueden hacerlo eficientemente. Además, puede ayudar a sacar el mayor provecho a todos los equipos y espacios que se posean, enfocándose en la habilidad humana. Por este motivo su redacción no procura ser técnica sino lo más explicativa posible.

El propósito de llevar a cabo este proyecto es que en la actualidad no hay material literario dedicado a las grabaciones con bajo presupuesto en nuestro medio. La gran mayoría de las investigaciones relacionadas con el tema se han realizado en el exterior o se enfocan en el mundo profesional, donde se utilizan grandes presupuestos y equipos de costo elevado. Inclusive llegando al punto en que se valora más la calidad de los equipos, que el conocimiento técnico de profesionales del área.

El proyecto se centra en la recopilación de información necesaria para la elaboración del diseño e implementación, o de estudios de grabación semiprofesionales, es decir, Home Studios. Además, paralelamente a la elaboración de la guía; se construyó e implementó un home studio con el conocimiento adquirido, con el propósito de incluir los detalles de dicho estudio en el documento y de esta manera brindar al usuario una visión práctica de los datos aplicados en la vida real.

4.2. Planificación

La planificación es una etapa vital para el proyecto ya que la eficiencia de éste se cimienta en un buen proceso de preproducción. La planificación brinda una orientación y guía indispensable a seguir para conseguir los objetivos propuestos. Además, se puede ahorrar grandes cantidades de tiempo y dinero si se toma en cuenta todos los parámetros que conlleva la implementación de un home studio. Es por eso que esta guía metodológica pretende abarcar de manera general los aspectos más importantes para dicha tarea.

4.2.1. Análisis previo de recursos

Lo primero que se tiene que hacer es analizar todos los recursos con los que se cuenta; como equipos de audio, computadores, micrófonos, parlantes, cuartos disponibles, terrenos, etc.

Hay que tener en cuenta que todo lo que tengamos disponible puede servir; por ejemplo, un microcomponente que se tenga sin utilizar lo podemos usar para monitoreo. Un micrófono de karaoke del DVD puede pasar a ser el micrófono de talkback⁸. En fin, nunca se debe subestimar a un equipo (especialmente en Home Studios) ya que puede tener una gran utilidad aunque la calidad no sea la mejor.

4.2.2. Definición de objetivos

Lo siguiente en la planificación es establecer qué tipo de estudio se va a implementar; es decir, definir si se piensa grabar música, locuciones, foleys, etc., y todo lo que lo anterior conlleva. Por ejemplo, si se piensa grabar música, hay que concretar si se van a grabar sólo demos o producciones discográficas como tal. Además, es importante precisar si el home studio va a ser exclusivamente de uso personal o si se piensa grabar proyectos externos con ánimo de lucro.

4.2.3. Presupuesto

Y el punto clave para seguir en el proceso es delimitar la inversión monetaria con la que se va a trabajar; ya que básicamente el tema económico fija los límites a los que se puede llegar en términos de adquisiciones.

Después de conocer la inversión global, es aconsejable dividir esa cantidad en dos partes: inversión mobiliaria e inmobiliaria; donde la primera se refiere a todos los productos transportables como equipos de audio, muebles y suministros. Mientras que la inversión inmobiliaria tiene que ver con la adquisición de todos los productos relativos a la edificación; como la

⁸Talkback: Comunicación entre individuos en el control room y el intérprete/intérpretes en alguna otra sala del estudio.

construcción de espacios arquitectónicos, remodelación de edificaciones construidas, instalaciones eléctricas, cableado, acondicionamiento acústico, iluminación, etc.

Si se tiene previsto la construcción o remodelación de edificaciones, lo más recomendable es destinar la mayor cantidad de dinero posible a éste rubro, esto se debe a que modificaciones posteriores representan una gran cantidad de desventajas. Por ejemplo la ampliación de una sala por lo general requiere el derrocamiento de paredes, y ya que no se puede vender una pared usada, el costo es doble (por una parte el derrocamiento como tal cuesta una cantidad, y por otra parte está el gasto en la nueva pared).

Finalmente, se debe destinar un porcentaje del presupuesto a imprevistos que siempre surgen, y si no se guardo un poco de dinero para éstos la obra puede verse truncada hasta conseguir el dinero. Se podría fijar un valor del 5% como el porcentaje mínimo para espontaneidades.

4.2.4. Análisis de mercado

Con el propósito de tener una idea de los costos de los diferentes productos, es importante en esta etapa hacer un sondeo de los costos de éstos. En los últimos tiempos, con la popularidad del internet, se hace más fácil esta tarea ya que cada vez más tiendas tienen su sitio web donde ponen la información de sus productos o inclusive se puede hacer la compra misma por internet. Es buena idea comparar los precios de los productos del exterior ya que se puede aprovechar el viaje de alguien conocido al extranjero para pedirle que nos traiga los productos. Además muchos sitios web de ventas online tienen una cobertura mundial, entonces se puede importar prácticamente cualquier cosa de diferentes partes del mundo.

El programa “Club Correos” de Correos del Ecuador es muy beneficioso en este sentido ya que gracias a éste se puede hacer compras en cualquier página web de Estados Unidos (aunque no haga envíos internacionales) y recibir los productos en el Ecuador. Dicho programa consiste en una

suscripción a un casillero que está ubicado en Miami a donde uno envía las compras hechas en línea. Después Correos del Ecuador se encarga del traslado del paquete a la ubicación que se haya seleccionado (casa, oficina, etc.). Existe un beneficio adicional que es muy útil a la hora de usar dicho servicio, se trata del programa “4 kilos y 400 USD” en el que se exoneran los aranceles para compras de hasta 4kg de peso y 400USD de precio; lo que significa un gran beneficio a la hora de adquirir equipos pequeños o accesorios difíciles de encontrar en el país 4 kilos y 400 USD.

Otro factor que hay que tener en mente es la opción de comprar equipos usados. Esto es particularmente bueno si los artículos pertenecían a un amigo o conocido. Es buena idea preguntar a todos los conocidos que sean dueños de equipos de audio si tienen algo para vender o si planean hacerlo en un futuro. La compra de equipos usados puede significar un gran ahorro pero hay que cerciorarse de éstos estén en buenas condiciones.

4.3. Aspectos Acústico-arquitectónicos

Referente a todo lo que tiene que ver con el espacio físico del estudio grabación. Como el diseño, construcción y acondicionamiento de este. Tiene que ver con arquitectura, ingeniería civil, diseño de interiores, control de ruido, acondicionamiento acústico, albañilería, etc.

4.3.1. Espacio físico

Definir el lugar en donde se va a situar el estudio es una de las etapas más cruciales del proyecto ya que es la base sobre la que todo lo demás se forma, esto es tanto literal como subjetivamente. Se recomienda que se analicen todos los puntos concernientes al espacio físico ya que errores en la planificación pueden significar fallas irreversibles más adelante.

En lo referente al espacio físico, lo primordial es determinar si el estudio se va a situar en edificaciones existentes o si se planea construir nuevas (esto incluye la demolición de construcciones antiguas.). Ésta decisión, como casi todas, está íntimamente ligadas al tema monetario ya que lo ideal es construir desde

los cimientos tomando en cuenta todos los factores para tener un estudio de calidad. Lastimosamente esta también es la opción más costosa por todo lo implica una construcción desde cero.

Algo que hay que tomar muy en cuenta es la ubicación geográfica del estudio, es decir, hacer un análisis de problemas y ventajas que representa situar a un estudio en determinada localidad. En general se busca un lugar alejado del tráfico aéreo y terrestre por el alto grado de ruido que producen. Además el factor “vecinos” puede ser un dolor de cabeza ya que si en la propiedad contigua al estudio funciona una carpintería, las grabaciones podrían verse comprometidas por filtraciones de golpes de martillo o por el ruido de sierras cortando madera. De la misma manera el estudio puede ser un problema en zonas residenciales u hospitalarias a la hora de grabar instrumentos de percusión o de viento. Todos estos factores son los que al final determinan la inversión que se tiene que hacer en aislamiento acústico; así es que si es factible alejarse de ambientes ruidosos o vecinos sensibles a altos niveles de presión sonora, conviene hacerlo para en un futuro no tener que preocuparse en grandes inversiones en dicho rubro.

Otro factor es la ubicación estratégica del estudio, es decir, la cercanía con facilidades y servicios (restaurantes, tiendas, bancos, cajeros automáticos, tiendas de música, etc.), potenciales clientes y competencia.

4.3.1.1. Forma, tamaño y dimensiones

La forma, el tamaño y las dimensiones de la habitación son factores que determinan como éste reproduce las diferentes frecuencias. Lo que se busca en una sala es que sea lo más balanceada posible, es decir, que se comporte de manera uniforme en todo el rango de frecuencias. Para esto lo óptimo son salas grandes, ya que sus paredes son lo suficientemente espaciadas que se desprecia el efecto perjudicial que causan las reflexiones del sonido en las paredes muy cercanas entre sí de un cuarto pequeño. Obviamente, esto también es lo más difícil de encontrar por el costo que significa un espacio grande en todos los aspectos.

4.3.1.2. Modos normales de vibración

Son series de resonancias causadas por la acumulación de reflexiones que rebotan una y otra vez en las superficies de un recinto. Se interpretan como irregularidades en el espectro frecuencial de una sala que se distribuyen a lo largo de todo el rango de frecuencias, pero los mayores problemas se encuentran en bajas frecuencias por la cantidad energética propia de estas formas de onda.

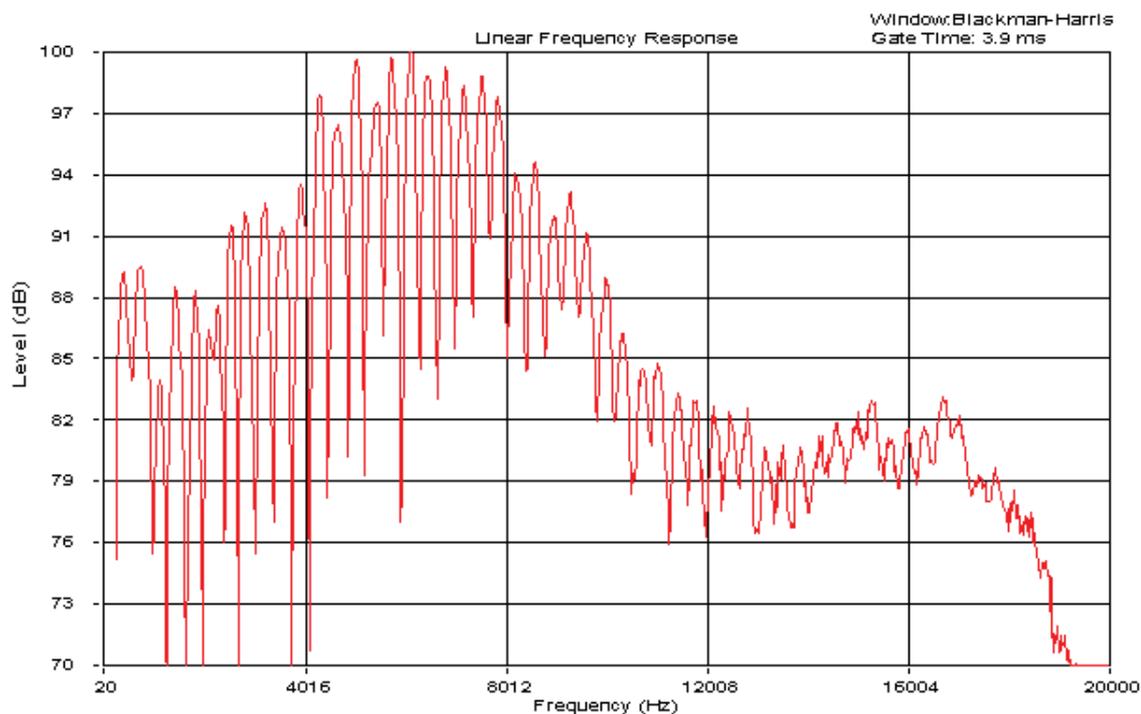
El mayor problema aparece cuando no están distribuidas homogéneamente en el espectro de frecuencias; es decir, cuando más de un modo coincide en la misma frecuencia, elevando exageradamente su nivel a comparación de las otras frecuencias.

Los modos normales de vibración son más molestos en espacios cuadrados y rectangulares, por lo que en estudios de grabación se busca crear recintos grandes e irregulares; es decir, que no tengan superficies paralelas y que sus dimensiones no sean múltiplos enteros entre sí.

4.3.1.3. Combfiltering

El combfiltering o “filtro peine” es un fenómeno de coloración sonora causada por el arribo en tiempos ligeramente diferentes de la misma onda sonora a un punto. Su nombre se debe a que las diferentes cancelaciones acústicas crean muchos picos y valles en la respuesta de frecuencias de una sala.

Figura 4.2. Ejemplo de respuesta tipo CombFiltering en un cuarto pequeño



Fuente: <http://www.realtraps.com>

4.3.1.4. Superficies paralelas

Como se menciona anteriormente, las superficies paralelas favorecen a los modos normales de vibración y también crean lo que se conoce como “eco flotante”, que es una serie de reflexiones espaciadas en el tiempo de manera uniforme y que producen coloraciones como cambios tímbricos en el sonido percibido. Para tratar estos problemas se busca romper todos los paralelismos entre las superficies del recinto y así reducir el efecto de los problemas descritos. Esto se consigue girando una de ellas por lo menos 12 grados, y aplica tanto al eje vertical como al horizontal.

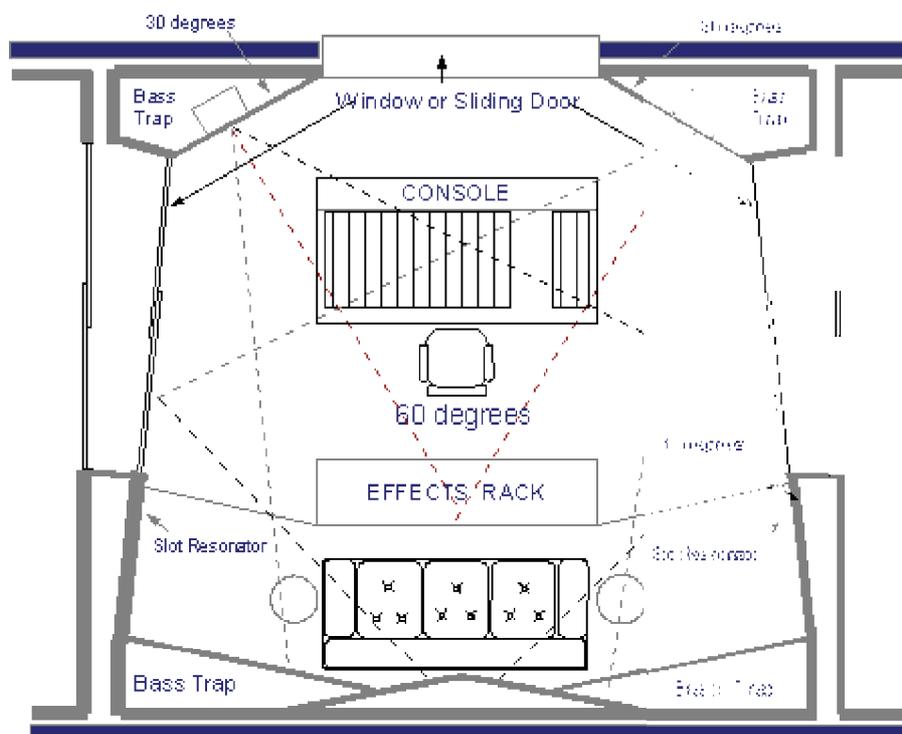
En recintos previamente construidos se puede hacer uso del gypsum⁹, que consiste en planchas de yeso instaladas en estructuras metálicas usadas para construir tumbados, paredes y acabados. Es muy versátil y es más barato que la “construcción gruesa”, que es la que usa bloques y ladrillos.

⁹También conocido como cartón-yeso, escayola, paneles de yeso, *drywall* ó plasterboard.

4.3.1.5. Esquinas entre superficies del recinto

Cuando las esquinas de las superficies del recinto forman ángulos de 90° o menos, es decir cuando forman ángulos o rectos, se producen acumulaciones energéticas que favorecen a los modos normales de vibración desbalanceando el recinto. Por esta razón las salas de los estudios de grabación tienen generalmente formas poligonales, pero si no las puede diseñar desde cero, se puede combatir el problema con “mata esquinas” que son dispositivos instalados en las esquinas con el propósito de generar dos ángulos obtusos en vez de uno recto o agudo.

Figura 4.3. Ejemplo de sala donde se evitan esquinas agudas y paredes paralelas.



Fuente: <http://johnlsayers.com/Recmanual/Titles/Plans.htm>

4.3.1.6. Dimensiones y razones

Si la habitación se construye desde los cimientos, es importante seleccionar valores apropiados para las dimensiones de altura, ancho y profundidad del recinto. Se debe evitar que dichos valores sean múltiplos entre sí; por ejemplo, si la altura es de 2 metros, ni la profundidad ni el ancho podrán ser 1, 4, 6, 8,

etc.... De esta forma se minimiza la acumulación de modos normales de vibración en frecuencias cercanas, evitando resonancias o cancelaciones exageradas.

Es preferible también que el tumbado de la sala sea lo más alto posible para minimizar las reflexiones entre éste y el piso.

Existen “razones” que se crearon con el fin de ser una guía en la que basarse a la hora de elegir las dimensiones de una sala. Las más comunes para evitar modos normales en cuartos pequeños son las razones de Sepmeyer y Lounden. A continuación se presentan algunos ejemplos de dichas razones con el siguiente formato: “a:x:y”.Donde “a” representa la altura, “x” el ancho, y “y” la profundidad.

Tabla 4.1. Razones de Sepmeyer y Lounden

Razones de Sepmeyer	1:1.14:39 1:1.28:1.54 1:1.60:2.33
Razones de Lounden	1:1.40:1.90 1:1.30:1.90 1:1.50:2.10

Fuente: (GERVAIS, 2006, p. 29)

4.3.1.7. Cuartos pequeños

En términos de home studios, se definirá un cuarto es pequeño si es su área es menos a 15m².En cuartos pequeños se dan muchos problemas en cuanto a la calidad sonora en especial en bajas frecuencias por efecto de los modos normales de vibración, esto sucede por la reflexión de las ondas sonoras que al estar encerradas en espacios pequeños rebotan muchas veces en las paredes sin tener mucho recorrido en el aire que las atenúe. Los modos normales de vibración son siempre un problema en este tipo de espacios ya que generan “sumas” y cancelaciones que generan un ambiente desbalanceado. Además,

por la proximidad de las paredes, aparecen muchos problemas de Comb Filtering que coloran el sonido volviéndolo infiel.

En este tipo de espacios es crucial un buen acondicionamiento acústico enfocado a los problemas de cada sala, esto se puede saber realizando mediciones acústicas para conocer exactamente los problemas que tiene el recinto. Por lo general es necesaria la instalación de una buena cantidad de absorbentes ya que en cuartos pequeños es recomendable tiempos de reverberación más bajos que en salas medianas o grandes. Los resonadores diafragmáticos ayudan mucho en este sentido ya que ayudan a crear un ambiente sonoro más preciso gracias a su amplio rango de absorción en bajas frecuencias.

4.3.2. Aislamiento acústico

Algo que se busca en un estudio de grabación es la capacidad de tener un lugar libre de ruidos provenientes del exterior y en el que se pueda trabajar con altos niveles de presión sonora a cualquier hora del día sin molestar ni ser molestado por vecinos. Aquí es cuando entra en juego el aislamiento acústico, que es un proceso dedicado a la reducción en el mayor grado posible de la transmisión de sonidos entre dos espacios arquitectónicos. Contrariamente a lo que se podría pensar, las ondas sonoras no se transmiten sólo por el aire, sino que se transmiten por cualquier medio que presente algún grado de elasticidad. Esto significa que también se transmite por paredes, pisos y techos. Con el propósito de facilitar el estudio de estos fenómenos, se ha dividido la transmisión sonora en dos tipos: la transmisión aérea y la estructural.

La transmisión aérea hace referencia a todos los sonidos que se transmiten por medio del aire, mientras que la estructural es la que consta en ondas sonoras transmitidas por los diferentes elementos que componen la estructura de un recinto (como paredes, vigas, pisos y techos).

El tratamiento de la transmisión aérea es relativamente más “fácil” que la estructural. Básicamente consiste en la colocación de barreras acústicas que

impidan el paso del aire de un recinto a otro. En una edificación, las paredes van a ser la principal barrera acústica con la que se cuenta, pero también hay que prestar atención a ventanas, paredes y techo. Para proveer un buen aislamiento contra dicho tipo de transmisión, hay que asegurarse de que no haya huecos o filtraciones por donde pueda salir el aire y por tanto, el sonido.

La cantidad de aislamiento que una barrera proporciona está relacionada con la masa superficial que la compone. Es decir, una barrera aísla más mientras es más pesada. A esto se le conoce como “ley de masa”, y sugiere que el aislamiento acústico aumenta 6dB si se duplica la masa por unidad superficial.

Para tratar el problema de transmisión estructural, se busca desacoplar las diferentes superficies de tal forma existan uniones rígidas entre sí. Lo ideal sería que no se unan en lo absoluto, pero por problemas estructurales esto es imposible. Entonces, para minimizar las transmisiones, se utilizan materiales como el caucho o el neopreno con el propósito de que actúen como amortiguadores y así conseguir atenuaciones. Existen dispositivos especialmente fabricados para el desacople de superficies, consisten en amortiguadores mecánicos instalados en pisos techos y paredes que atenúan las vibraciones consiguiendo una pérdida considerable en la transmisión estructural.

4.3.3. Paredes

Como se describe anteriormente, una pared ofrece una mayor aislación sonora mientras más pesada sea. En nuestro país, a diferencia de otros países como Estados Unidos, se sigue trabajando con muros de mampostería; es decir, muros de ladrillos, bloques o piedras. Éstos ofrecen un mejor aislamiento que las particiones hechas con gypsum o madera pero siempre es mejor el sistema de paredes dobles con un espacio entre ellas. El sonido siempre se atenúa en el proceso de transmisión entre diferentes densidades del medio por el que se propaga, es por esto que el sistema de particiones dobles es tan efectivo, además mientras mayor sea el espacio entre las dos paredes, mayor va a ser el aislamiento. Además se puede mejorar su eficiencia rellenando dicho

espacio con material absorbente o área, este último componente además de brindar un desacople entre las dos paredes eleva la masa superficial, lo que mejora su efectividad.

Si la pared se construye con bloques de hormigón, hay muchos factores a tomar en cuenta para mejorar su desempeño: rellenar sus huecos con arena (o material absorbente), procurar que las sus uniones estén bien selladas y masillar o estucarlas.

Las paredes de gypsum están ganando más popularidad con el paso del tiempo en nuestro país, y pueden ser de gran utilidad por su versatilidad, precio y características acústicas. Su instalación es muy fácil y rápida por lo que se podría ahorrar la instalación bajo la modalidad “hágalo usted mismo”, en el internet hay muy buena información para la capacitación personal que puede ser estudiada en un par de horas.

Hay algunos puntos a tener en cuenta para mejorar el rendimiento de particiones de gypsum como lo comentado anteriormente con referencia a rellenar la cámara de aire con absorbente, pero también se puede mejorar la transmisión estructural al asentar los rieles que soportarán los *studs*¹⁰ en neopreno o cualquier material parecido. Además la forma de estructural los studs puede significar aumentos significantes en aislación sonora.

4.3.4. Pisos

A los pisos se tiene que prestar especial importancia sobre todo si el estudio se encuentra en una planta alta en la que debajo de ésta existan construcciones habitables. Al ser sólidos por naturaleza hay que encargarse del aislamiento estructural. Esto se logra instalando pisos flotantes, en los que se usa materiales amortiguadores para suspender las uniones mecánicas de las superficies rígidas.

En nuestro país, por la dificultad de conseguir los amortiguadores dedicados para esta labor, lo más común es colocar láminas de caucho, betún asfáltico

¹⁰Studs: tirantes de acero o madera usados verticalmente para soportar los paneles de gypsum.

polimerizado (conocido como “Chova” o “Súper K”) o poliuretano (conocido como “foam”).

Se podría pensar que la alfombra es el material ideal para la superficie del piso por la absorción que provee. Pero esto no es necesariamente verdad, de hecho casi ningún estudio de grabación utiliza pisos de alfombra ya que la absorción que proveen tiene es limitado sólo a altas frecuencias. Por esta razón se prefiere los pisos de madera por su comodidad y estética; además el alfombrado requiere de más mantenimiento porque acumula contaminación y se mancha, lo que significa equipos especiales de limpieza.

4.3.5. Techos y tumbados

Es importante tener en cuenta que el aislamiento que proporcionan los techos es muy importante para evitar transmisiones tanto estructurales como aéreas. Cubiertas livianas como las de “Eternit¹¹” no son un gran aporte ya que son muy delgadas y su colocación siempre deja huecos por donde el sonido puede escapar. Es preferible la colocación de las placas planas de fibrocemento de al menos 12mm, que son instaladas en estructuras de metal. Algo muy importante un buen sellamiento procurando que el aire no pueda salir por ninguna parte de las juntas con las paredes.

Lo más adecuado son las losas o losetas que proveen un gran aislamiento gracias a su peso. Hoy en día existen técnicas que hacen muy fácil y rápida su construcción como las planchas de acero estructural (Novalosa) que se utiliza como soporte para la fundición del hormigón.

Dado que el piso no puede tener angulaciones, es importante evitar que el techo sea paralelo con respecto al suelo. Si se trabaja con un recinto previamente construido, la mejor opción es la utilización de cielo raso con el propósito de dar la forma requerida al tumbado. El gypsum nuevamente es lo más recomendable en por las facilidades previamente descritas; y es casi indispensable si el material del techo es de fibrocemento o metal porque

¹¹Se conoce como “Eternit” a las placas onduladas de fibrocemento.

también aporta un aislamiento importante en especial si se rellena la cámara de aire resultante con un material absorbente. Para desacoplar la estructura del gypsum del techo o las paredes se puede usar rodela de goma para fijar los tornillos de sujeción.

El techo es una superficie importante para instalar absorción sonora por sus dimensiones y porque generalmente el piso será reflectivo. La instalación de paneles colgantes es una buena idea porque al estar distanciados del techo su efectividad es mayor, y otra ventaja es que pueden estar instalados de tal forma que se pueda variar su angulación muy fácilmente.

4.3.6. Ventanas

Las ventanas son un elemento muy importante para la comunicación visual entre diferentes habitaciones del estudio. En el proceso de diseño se debe tomar muy en cuenta la ubicación de las ventanas ya que el objetivo debe ser proporcionar a todas salas una comunicación visual entre sí, principalmente en el caso del control room.

A diferencia de la construcción para vivienda, en los estudios de grabación se prefiere evitar las ventanas con propósitos de ventilación o iluminación, esto debido al poco aislamiento que ofrecen en comparación con un muro de construcción pesada. Sin embargo si desea tener este tipo de ventanas lo más recomendable es tener sistemas dobles o triples con el propósito de equiparar el aislamiento que proveen las paredes. Además se tiene que procurar que exista un sello hermético para bloquear la salida del aire.

Los vidrios deben tener el mayor grosor posible y de preferencia ser laminados o templados. Se puede fijar un mínimo de 6mm de grosor ya que vidrios más delgados pueden entrar en resonancia con ondas de baja frecuencia, causando ruidos y vibraciones no deseadas.

Todas las ventanas tienen que estar completamente selladas y tener el mínimo contacto directo posible con los marcos. En sistemas de ventanas dobles

selladas, la colocación de paquetes de gel de sílice¹² ayuda a prevenir el empañamiento o condensación en el interior de los vidrios; y también es muy recomendable colocar material absorbente en el interior para mejorar su rendimiento.

4.3.7. Puertas

En la mayoría de casos, las puertas son los lugares de mayor fuga de aire y por tanto incursión y excursión de sonido. Por esta razón es muy importante el correcto diseño y/o acondicionamiento de éstas. Tienen que ser construidas para igualar los valores de pérdida por transmisión de las paredes ya que si esto no se cumple, se pierden valiosos puntos en el aislamiento general del estudio.

Una vez más lo mejor es el sistema doble, es decir, dos puertas separadas por una cámara de aire. Como se explica anteriormente, mientras más grande sea el volumen de dicha cámara, mejor será el aislamiento. Además deben ser construidas con materiales densos, y tener núcleo sólido preferiblemente.

Los marcos son un elemento de suma importancia ya que aquí es donde la puerta tiene que sellar. Se recomienda el diseño de las puertas y marcos con dinteles que coincidan perfectamente para que se cree un sello hermético.

En nuestro medio es muy común la construcción de puertas de metal con un cerrajero, en este caso se recomienda que éstas sean rellenas con arena para aumentar su peso y así mismo, su aislamiento.

Hay también muchas formas de mejorar acústicamente a puertas existentes. Por ejemplo se puede instalar tableros sobre las caras de la puerta, en este caso hay que tener asegurarse que las bisagras sean lo suficientemente fuertes para resistir el peso adicional. Y para mejorar el sellado entre los marcos y las puertas se puede adquirir tiras de poliuretano o caucho disponibles en cualquier ferretería.

¹²También conocido como “*silica gel*”.

4.3.8. Sistema eléctrico

La instalación correcta de la energía eléctrica es muy importante con el fin de proteger, garantizar el óptimo desempeño, y evitar sonidos no deseados de los equipos de audio.

Lo más recomendable es que todas las tomas destinadas a equipos de audio estén en un circuito propio en la caja térmica¹³ de la edificación. Esto debido a que la iluminación y otros aparatos como refrigeradoras, lavadoras y microondas pueden causar variaciones bruscas de voltaje, lo cual es inaceptable para los equipos de audio profesional. Hay que tener en cuenta que los aparatos de un estudio de grabación pueden consumir mucha corriente eléctrica, entonces es necesario asegurarse que el calibre del cableado sea el adecuado para soportar dicha carga.

Es importante diseñar la distribución de las tomas eléctricas de tal forma que no estén muy distanciadas ni muy agrupadas; el número de tomas dependerá del espacio de la habitación y la cantidad de equipamiento que se piense utilizar.

4.3.8.1. Conexión a tierra

La conexión a tierra es uno de los aspectos más importantes dentro del esquema eléctrico del estudio ya que se pueden solucionar muchos problemas si se lo hace correctamente. Es un sistema de protección al usuario que, en su forma más simple, consiste en una varilla metálica (generalmente de cobre) que es enterrada en el suelo ofreciendo una baja resistencia eléctrica. Ésta se conecta a los diferentes dispositivos mediante un cable que debe ser distribuido a todas las tomas eléctricas del edificio. Este sistema provee una desviación de corrientes eléctricas que pueden ser peligrosas para los usuarios y equipos, a través de un desfogue que brinda la baja resistencia de la tierra.

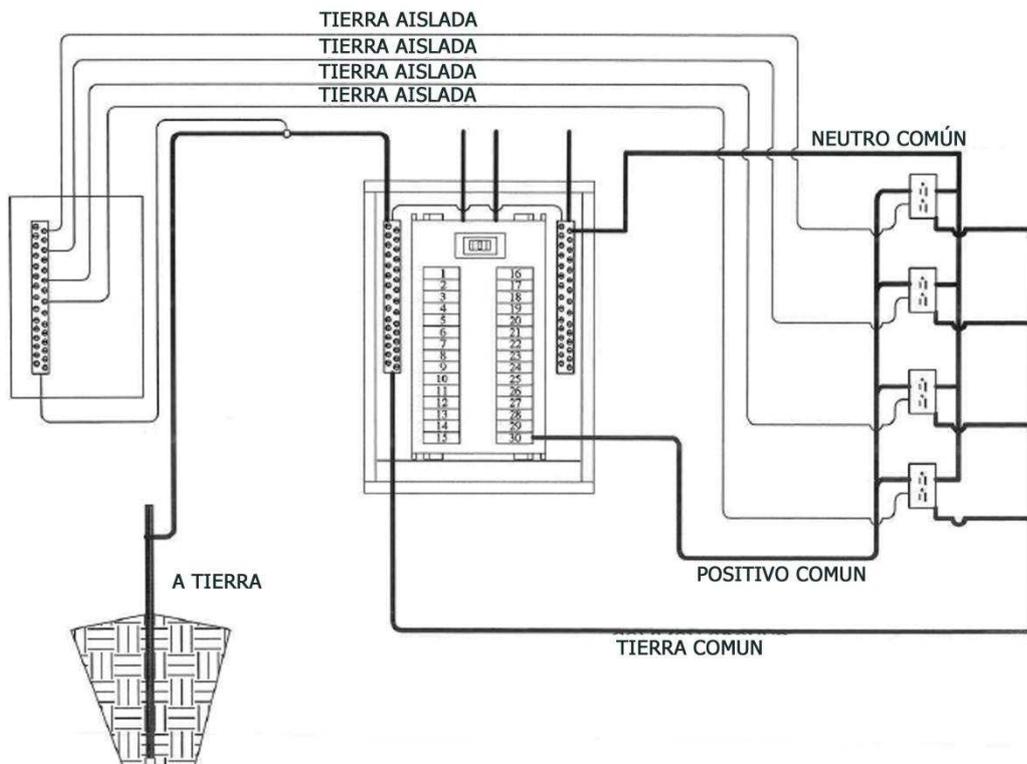
En el mundo del audio el más común de los problemas relacionados con la

¹³También conocidas como “tableros eléctricos”.

puesta a tierra es el denominado “lazo de tierra” o “bucle de masa”¹⁴, que causa un molesto ruido en los 60Hz. Esto se soluciona conectando las tierras de las diferentes tomas eléctricas del estudio a un mismo punto. Esta configuración se conoce como “tipo estrella”¹⁵ y es la más utilizada en estudios de grabación profesional.

Existen también algunas soluciones efectivas que pueden ser muy útiles para eliminar dicho ruido. Una de esas opciones es desacoplar la tierra del dispositivo que genere el conflicto, la forma más sencilla de hacerlo es con un “adaptador de tres a dos patas” que puede ser adquirido en cualquier ferretería o electrónica. También se puede encontrar en el mercado dispositivos aisladores de bucle de masa que están específicamente diseñados para esta función y que pueden ser un gran aporte para el estudio.

Figura 4.4. Ejemplo de una configuración de puesta a tierra tipo estrella



Fuente: (GERVAIS, 2006, p. 105)

¹⁴ También llamado “loop de tierra” o “groundloop”.

¹⁵ En inglés: “Star grounding”

4.3.8.2. UPS y reguladores de voltaje

Existen aparatos que sirven para proteger al equipamiento de sobrecargas o bajas en la tensión eléctrica, estos aparatos son los denominados reguladores de voltaje. Dentro de un estudio son muy recomendables ya que inclusive cortas sobrecargas pueden ocasionar daños irreparables en los aparatos, causando hasta pérdidas en la información de discos duros o quemando componentes costosos como tarjetas madre o procesadores. Sin embargo tienen una pequeña desventaja que es que al producirse variaciones en el voltaje producen sonidos conocidos como “clics” que pueden filtrarse en una grabación o ser muy molestos. Por esta razón se recomienda situarlos en lugares cerrados como un cuarto de máquinas o un armario bien sellado.

Los UPS son fuentes de suministro eléctrico que incorporan una batería con el fin de proveer energía a un dispositivo inmediatamente ante una interrupción en la red eléctrica local. Brindan varios minutos de energía adicional, los cuales pueden ser de vital importancia para guardar grabaciones, ediciones o automatizaciones en una sesión de audio. Las siglas UPS vienen del inglés *Uninterruptible Power Supply* que puede ser traducido literalmente como “Fuente de Poder Ininterrumpida”.

Estos dispositivos también son muy útiles ya que mejoran la calidad de la corriente eléctrica disminuyendo la distorsión armónica y estabilizando la diferencia de potencial.

Se dividen en dos tipos principales: online y offline. El primero de éstos provee de una alimentación constante al dispositivo conectado a través de la batería; mientras que el segundo sólo provee alimentación desde la batería el momento en que se detecta algún problema en el suministro eléctrico local.

4.3.9. Acondicionamiento acústico

El acondicionamiento acústico tiene como objetivo mejorar la calidad del sonido emitido en un recinto en función de cómo dicha edificación interactúa con las ondas sonoras en su interior.

Hay que tener en cuenta el dominio frecuencial y temporal. El dominio frecuencial se puede decir que es como el cuarto representa o actúa en el rango de frecuencias. Esto varía dependiendo del tamaño, forma y materiales del cuarto; y puede verse representado en la respuesta de frecuencias de una sala.

El dominio temporal principalmente tiene que ver con la reverberación, que es el lapso de tiempo en el que las reflexiones de un sonido, dentro de un recinto cerrado, son audibles. Se puede describir como una serie de “ecos” espaciados lo suficientemente cerca para no distinguir entre dos repeticiones (reflexiones). En pocas palabras, se la puede definir como la permanencia del sonido después de apagar la fuente.

Para evaluar dicho fenómeno se utiliza el “tiempo de reverberación” que es el tiempo que demora el sonido en decaer en su millonésima parte, es decir, el tiempo que tarda en caer 60dB. Es por esto que se lo conoce comúnmente como T60 o RT60.

4.3.9.1. Mediciones Acústicas

Una vez concluida la infraestructura, lo más recomendable es realizar mediciones acústicas antes de proceder al acondicionamiento ya que es importante conocer en la práctica cuales son los problemas de las salas con las que trabajaremos para proceder al tratamiento de éstos.

Principalmente hay tres cosas que se debe conocer de una sala:

- La respuesta de frecuencias.
- Las resonancias o cancelaciones.
- El tiempo de reverberación.

Contrariamente a la creencia popular, no es complicado ni costoso medir una sala para tener una referencia. Se pueden usar los mismos equipos con los que se cuenta para el home studio; además en el internet existe software libre de muy buena calidad para este propósito que está a disposición de cualquier

persona.

A continuación se lista el equipamiento necesario para una medición acústica referencial.

- Micrófono con pedestal.
- Interfaz de audio (tarjeta de sonido).
- Computador.
- Software de medición.
- Monitores de estudio.

Preferiblemente se desea disponer de un micrófono de mediciones, que es un micrófono (comúnmente de condensador) que tiene una respuesta de frecuencias plana de 20 a 20000Hz. Estos micrófonos se encuentran en el mercado a precios que van desde los 50usd, y representan una muy buena inversión para el home studio ya que también puede servir como otro micrófono en el estudio cuando no se lo usa en mediciones.

En el caso de no contar con un micrófono de respuesta plana, se puede usar cualquier micrófono disponible (de preferencia el que cuente con mejor respuesta en bajas frecuencias). Casi todos los programas de medición tienen una función de calibración, que pide al usuario especificar los valores de la respuesta de frecuencias del micrófono y compensa los resultados de la medición de acuerdo a los datos introducidos.

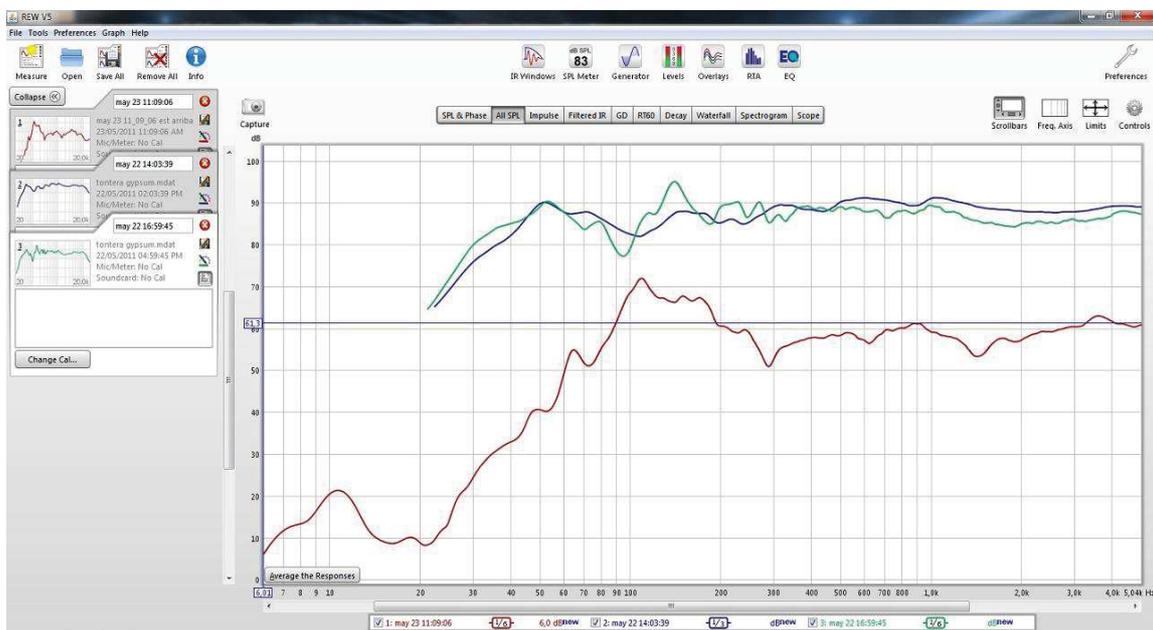
La interfaz de audio debe ser del tipo *full dúplex*, lo que significa que puede grabar y reproducir al mismo tiempo. En la mayoría de mediciones sólo es necesaria una salida y una entrada pero lo más recomendable es tener a disposición por lo menos dos entradas y salidas.

En términos del software, hay una gran variedad de productos a disposición del usuario. Algunos de estos son: ETF, Room EQ Wizard (REW), SpectraPlus, Dirac, Room Tools, EASERA, ARTA, FuzzMeasure, SMAART.

Para este proyecto se usó el Room EQ Wizard versión 5 (también conocido

como REW), que es un software de libre distribución disponible en la siguiente url: “<http://www.hometheatershack.com/roomeq/>”. Tiene una interfaz gráfica muy intuitiva y hace uso del método de barrido de frecuencias para realizar las mediciones. Todas las programas de mediciones acústicas hacen uso de un proceso conocido como FFT (transformada rápida de Fourier) que hace una transformación del dominio temporal al frecuencial con el propósito de brindar el espectro de frecuencias al usuario.

Figura 4.5. Captura de pantalla de REW v.5



Fuente: Autor

Las conexiones típicas para una medición acústica se pueden visualizar en el siguiente gráfico:

Figura 4.6. Ejemplo de conexión básica para mediciones acústicas



Fuente: Autor (Fotografías: www.hp.com; www.presonus.com; www.dbxpro.com; www.yamaha.com)

4.3.9.2. Absorción sonora

El error más común que se comete al tratar con la absorción sonora es que no se engloba todo el rango de frecuencias. Lo que se puede encontrar en estudios acondicionados sin mucho conocimiento es demasiada absorción en altas frecuencias y poca o nula en bajas. Esto se produce por “forrar” las paredes con esponja y “acondicionar” el piso con alfombra. Al contrario de la creencia popular, una sala no es necesariamente mejor mientras más absorción provea, sino mientras mejor balanceada está para su aplicación específica. Si nos vamos a los extremos, una sala muy seca (absorbente) puede llegar a ser muy incómoda y fatigante dado a que se percibe como antinatural; y por el contrario un ambiente muy vivo (reverberante) puede ser confuso y con falta de claridad.

Las mediciones descritas anteriormente proporcionan una guía sobre la

cantidad de absorción que se debe proporcionar a cada sala; existen elementos destinados específicamente a esta labor y tienen el nombre de “absortores”. Se considera absortor a cualquier dispositivo designado específicamente a la labor de brindar absorción sonora con el propósito de disminuir el tiempo de reverberación en un espacio determinado. Se pueden clasificar en dos tipos: porosos y resonadores.

4.3.9.2.1. Absortores porosos

Son los más comunes de los tres, se trata de materiales compuestos de poros y hendiduras que transforman la energía sonora en energía calórica por el roce del aire del frente sonoro chocando con las superficies internas del material. En estudios de grabación es muy frecuente encontrar paneles de espuma de poliuretano, lana de vidrio, o lana mineral; que son los materiales preferidos por su efectividad.

La desventaja de estos absortores es que para lograr absorber frecuencias bajas se necesitan grandes espesores. Esto se debe a que la mayor eficacia se obtiene en las frecuencias cuyo $\lambda/4$ son menores al espesor del material. Es decir, si se necesita una gran eficacia en 125Hz:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Si la temperatura es 21 °C:

$$\lambda = \frac{344}{125} = 2,75 [m]$$

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{2.75}{4} = 0,69[m]$$

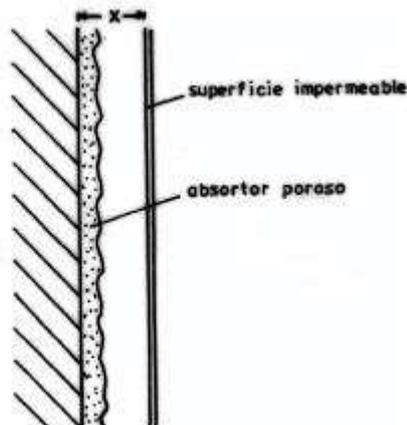
Por lo tanto, se necesitaría un absorbente poroso de 69 centímetros de espesor para absorber eficientemente una onda sonora de 125Hz, lo cual significa un gran consumo de espacio y dinero.

4.3.9.2.2. Absortores resonadores

4.3.9.2.2.1. Absortores oscilantes

También llamados absortores diafragmáticos o de panel; éste tipo de absortores consisten en una superficie reflectiva (como la madera) ubicada a de forma paralela a la pared que forma una membrana que es sellada para formar una caja cerrada. Para evitar resonancias en esta cámara de aire, se suele colocar material absorbente poroso entre la pared solida y la superficie reflectiva, de modo que se crea una especie de “sándwich” con dichos elementos; esto se traduce en una ampliación del rango de frecuencias así como una mejora en la absorción del sistema. Según Sommerhoff: “La absorción se produce por la transformación de la energía sonora en energía calórica producto de la deformación que sufre, al oscilar, la superficie impermeable, y también, por la fricción de las moléculas de aire en los poros del material absorbente poroso.”¹⁶

Figura 4.7. Absortor oscilante



Fuente: (SOMMERHOFF, 2005, pág. 50)

Tienen mucha popularidad entre los expertos por el amplio rango de frecuencias en el que son efectivos y por su gran capacidad de absorber bajas frecuencias. Además su construcción no es muy complicada y no significa un costo demasiado elevado en términos monetarios.

¹⁶ (SOMMERHOFF, 2005, pág. 51)

La frecuencia de resonancia de estos absortores se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_A d}}$$

Donde:

c → Velocidad del sonido en el aire

ρ → Densidad de volumen del aire [kg/m^3]

4.3.9.2.2. Absortores de Helmholtz

Los absortores de Helmholtz usan el principio de resonancia con el propósito de proveer absorción en un determinado ancho de banda. Como se comenta anteriormente, la gran desventaja que tienen los materiales absorbentes de tipo poroso es el bajo rendimiento en bajas frecuencias por su naturaleza física. Por el contrario, los absortores resonadores pueden proveer una gran capacidad de absorción en frecuencias bajas y medias, según su diseño. Además, se usan para corregir problemas puntuales como modos normales de vibración gracias a que no se afecta todo el rango de frecuencias.

4.3.9.2.3. Mataesquinas

Un mataesquinas¹⁷ es un absortor que se coloca en las esquinas del recinto con el propósito de combatir las concentraciones energéticas que se producen por la serie de reflexiones en dichas zonas. Idealmente un recinto no debería tener esquinas con ángulos menores o iguales a 90° , por lo que se usan estos dispositivos para eliminar este tipo de esquinas.

Se pueden combinar con otros tipos de absortores como los resonadores de Helmholtz con el propósito de combatir problemas puntuales, ó ser recubiertos con absortores porosos para ampliar su respuesta en altas frecuencias.

¹⁷ En inglés: *Corner Trap*

4.3.9.3. Difusión sonora

La difusión sonora es un fenómeno acústico que consiste en la reflexión de ondas sonoras en forma aleatoria o en diferentes direcciones, esto es causado por superficies irregulares en las que el sonido se comporta de diversas formas según su longitud de onda, tamaño y forma de las irregularidades.

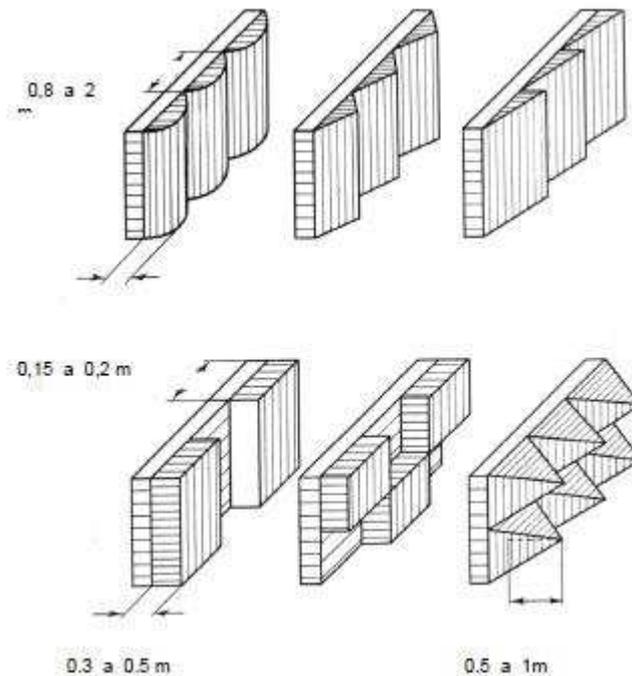
Se llama difusor a cualquier dispositivo o material que tenga la propiedad de dispersar la energía acústica en el espacio. Consisten de superficies irregulares que “rompen” el frente de ondas incidente, generando reflexiones en todas las direcciones. Se los utiliza con el propósito de homogenizar el espectro de frecuencias en el espacio y tiempo, especialmente en altas frecuencias dado a su comportamiento unidireccional. Por esta razón su rango de diseño típico va desde los 300Hz hasta los 5kHz.

4.3.9.3.1. Difusores geométricos

Los difusores geométricos consisten de superficies secuenciadas homogéneamente con formas de figuras geométricas cuyo objetivo es romper el frente de ondas incidente y causar reflexiones en varias direcciones gracias a sus filos, inclinaciones y profundidades.

Un caso especial de difusores geométricos son los llamados “policilíndricos”, que consisten en secuencias de superficies con curvatura convexa, es decir, en forma de cilindros. Éstos, a diferencia de los otros difusores geométricos como los triángulos o pirámides, no rompen el frente de ondas, sino que distribuyen la energía acústica por medio de reflexiones regulares.

Figura 4.8. Difusores geométricos



Fuente: (SOMMERHOFF, 2005, pág. 30)

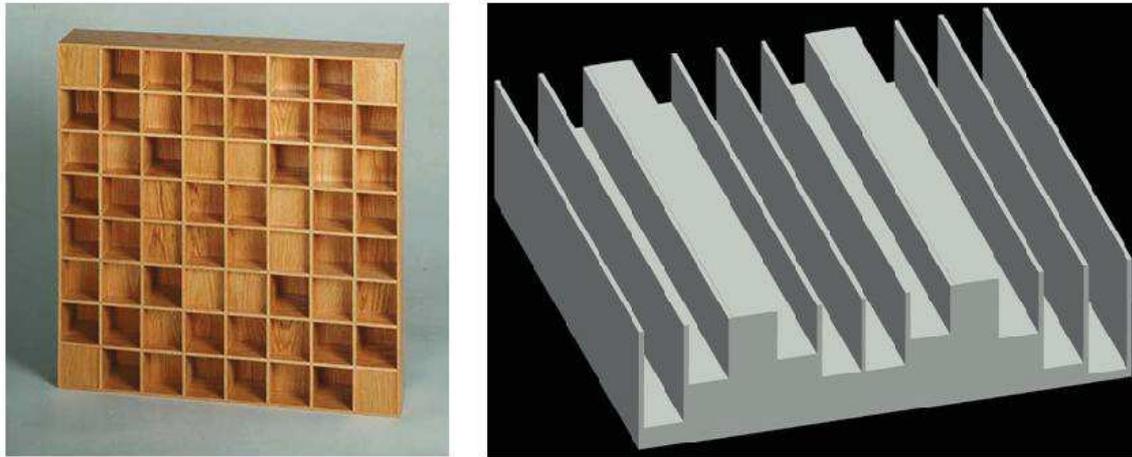
4.3.9.3.2. Difusores Schroeder¹⁸

Son difusores especialmente diseñados basados en la teoría polinomial de Schroeder, por eso su denominación. Consisten en secuencias matemáticas que entregan valores numéricos para luego ser traducidos en dimensiones del difusor.

Son muy populares ya que pueden ser diseñados específicamente según la frecuencia central en la que se necesita la difusión, además proveen una amplia direccionalidad, lo que genera una buena distribución frecuencial. Los más comunes son los QRD, PRD y MLS.

¹⁸También llamados RPG (Reflection Phase Grating)

Figura 4.9. Difusores Schroeder



Fuente: <http://www.rpginc.com/products/omniffusor/index.htm>; <http://acousticqrd.blogspot.com/>

4.3.9.3.3. Difusores “caseros”

Existen ciertos materiales y dispositivos comúnmente encontrados en casas que sirven como difusores de sonido y que pueden ayudar mucho a un presupuesto limitado. Uno de estos elementos son los libreros, que si son usados correctamente pueden funcionar como difusores QRD, la clave para mejorar su rendimiento es crear ranuras sobresalientes y hundidas en forma aleatoria. Los libros con pasta dura son los más recomendados pero en general cualquier libro puede servir. Las estanterías abiertas también son útiles, solo hay que procurar que los objetos contenidos sean reflectivos e irregulares.

Otro elemento “casero” que puede servir como difusor son las paredes de piedra, de hecho en muchos estudios profesionales se tienen cuartos “vivos” en los que sus paredes son de piedra con el propósito de brindar difusión y “agrandar” el sonido de los instrumentos grabados. Por ejemplo, en el tracking room del estudio modelo se instaló dos metros cuadrados en una pared lateral, ubicados estratégicamente con la altura de los platillos de una batería, con el fin de proveer difusión en altas frecuencias especialmente cuando se grabe dicho instrumento.

Figura 4.10. Pared lateral del tracking room con piedra como difusor en altas frecuencias



Fuente: Autor

4.3.9.4. Acústica variable

La acústica variable es una característica de algunas salas en las que se puede cambiar fácilmente los tiempos de reverberación gracias a paneles en los que de una configuración son reflectores, y de otra son absorbentes. Esto es muy recomendable principalmente es salas medianas o grandes ya que para ciertas aplicaciones se necesita o menos reverberación, y esto provee mucha versatilidad a una sola sala.

4.3.9.5. Live end – dead end

Es un criterio acústico que establece que una parte de la sala debe ser reflectiva y otra netamente absorbente. De esta forma la sala ofrece lo mejor de los dos mundos y se puede variar la cantidad de reverberación de acuerdo a la posición en el cuarto. Este criterio es muy popular en control rooms, en donde se usa grandes cantidades de absortores en la parte delantera; mientras que en la parte trasera se usan difusores para homogenizar el espectro en toda la sala.

4.3.9.6. Control Rooms

El principal objetivo que se tiene a la hora de diseñar un control room es tener un lugar en el que se pueda confiar en el sonido que se escucha. Esto significa, crear un cuarto balanceado, en el que todas las frecuencias se comporten igual, especialmente en la posición de mezcla ó *sweet spot*¹⁹. Si se toma como ejemplo un control room en el que se tenga una caída de respuesta de frecuencias en medios, lo que se puede esperar es que la mezcla termine con un nivel muy alto en voces y guitarras ya que sus frecuencias centrales están en dicho rango, y dado que al mezclar en dicha sala éstas suenan menos que las otras frecuencias; la tendencia será subir lo que no se escucha igual.

En estos espacios arquitectónicos, a diferencia de los otros del estudio, es de vital importancia la simetría lateral con el propósito de escuchar una imagen estéreo equilibrada. Esto no solo se refiere a la forma y dimensiones de la habitación, sino también a los materiales usados, equipos, muebles, adornos, etc. Hay que tomar en cuenta que los equipos de audio como la consola o procesadores de efectos también son superficies dentro del estudio y aportan con reflexiones y absorción sonora.

Hay muchos criterios y mucha discusión respecto al acondicionamiento de control rooms; por eso se puede sacar como conclusión que no hay una fórmula única en este aspecto, todo depende de las características específicas de cada lugar. En esta guía se presentan los datos que según la investigación del autor, se consideran más importantes a tener en cuenta.

Existe un criterio generalizado que se aplica en este tipo de cuartos que es el de crear una *zona libre de reflexiones*²⁰ en el sweet spot con el propósito de que al oyente no le lleguen primeras reflexiones que causan coloración y distorsión en el sonido. Esto se consigue de varias formas, una de ellas es angular las paredes de tal forma que las ondas emitidas por los monitores reboten en su primera instancia hacia cualquier lugar distanciado del sweet spot. Otra forma

¹⁹Sweet spot: Lugar en que el oyente se encuentra en una posición equidistante con los diferentes altavoces de un sistema de monitoreo.

²⁰Conocida como RFZ (Reflection-Free Zone)

para aplicar el concepto de zona libre de reflexiones es instalar absortores justo en los puntos de una pared o techo en las que la reflexión de una onda sonora tenga como destino el sweet spot. Para ubicar correctamente estos lugares se puede hacer uso de un espejo que es movido sobre las paredes o techos mientras una persona está sentada en el sweet spot; la posición en que dicha persona pueda ver los monitores a través del espejo es la posición en la que se debe instalar los absortores.

En este tipo de habitaciones se busca crear un ambiente bastante absorbente, en especial en cuartos pequeños, con el propósito de escuchar lo que está grabado sin que el cuarto aporte coloraciones, distorsiones o reflexiones propias del recinto. Además es muy deseado que sea lo más silenciosa posible, es decir, que no existan ruidos provenientes de equipos, iluminación o ventilación; esto es particularmente importante si se planea mezclar o masterizar ya que dichos ruidos pueden causar fatiga auditiva afectando al producto final.

Otros puntos que muchas veces pasan desapercibidos son la ergonomía y la comodidad que deben tener el control room. Es muy recomendable diseñar el estudio de forma que todos los equipos sean fácilmente accesibles ya que en los diferentes procesos se tiende a hacer cambios de parámetros muy frecuentemente. Y en tema de comodidad hay que darse cuenta que este cuarto es en el que más tiempo se pasa especialmente como sonidista o ingeniero; por lo es buena idea hacer una inversión en sillas ejecutivas, sofás o cualquier elemento de brinde comodidad.

4.4. Aspectos Electro-acústicos

En esta sección se describen las funciones, características y recomendaciones de los principales elementos dentro de la cadena electroacústica de grabación. Existen infinitas combinaciones de configuraciones útiles en este aspecto ya que existen grandes cantidades de equipos que a su vez tienen diferentes características, funciones, precios, ventajas y desventajas. En esta sección se pretende brindar una visión general de los diferentes equipos de audio con el

fin de que el lector pueda decidir su mejor opción de acuerdo a su presupuesto, necesidades y objetivos.

4.4.1. Micrófonos

Los micrófonos son el primer elemento en la cadena. Su función es captar las vibraciones sonoras generadas en algún espacio y convertirlas a señales eléctricas. Se categorizan dentro de los transductores ya que su función es transformar energía acústica en eléctrica con el propósito de ser grabadas o amplificadas.

Existe en el mercado una gran variedad de micrófonos, cada uno diferente entre sí. Se los puede clasificar en tres tipos principales según la tecnología que emplean: dinámicos, de condensador y de cinta. Su rango de precios puede variar entre \$5 a \$10000 USD, sin embargo este valor no determina si un micrófono es mejor que otro ya que hay muchos factores que determinan la calidad sonora captada. De hecho uno de los micrófonos más usados en estudios profesionales es uno de los más baratos que se puede encontrar en su lista de equipamiento. Dicho micrófono se trata del SM57 fabricado por Shure, que en el país se lo conseguir desde aproximadamente 110 dólares, y es muy versátil ya que prácticamente se lo usa para cualquier instrumento o hasta para voces.

Para evitar ruidos conocidos como “pops” se utilizan los *pop filters*... Dichos sonidos no deseados se producen por corrientes de aire generalmente encontradas al grabar voces. Consisten en mallas de materiales acústicamente transparentes que se colocan entre la persona y el micrófono. Se las puede hacer con elementos caseros, usando armadores metálicos doblados de manera que formen una estructura donde colocar una malla de que puede ser conseguida de medias nylon.

4.4.1.1. Micrófonos dinámicos²¹

Este tipo de micrófonos son los más usados en refuerzo sonoro²² dado a que

²¹También conocidos como “micrófonos de bobina móvil”.

son muy resistentes a golpes, caídas y altos niveles de presión sonora. Pero también son muy usados en estudios de grabación porque entregan muy buena calidad sonora. Asimismo, por lo general son más baratos que los micrófonos de cinta y de condensador, por lo que son perfectos para home studios.

Su funcionamiento consiste en una membrana (diafragma) conectada a una bobina que está situada dentro de un campo magnético producido por un imán. Al incidir ondas sonoras sobre el diafragma se produce movimiento en la bobina y ésta, al entrar y salir del campo magnético se crean cambios en la polaridad de la bobina, lo que se traduce en la generación de una diferencia de potencial que representa los cambios de presión sonora generados por un sonido.

4.4.1.2. Micrófonos de condensador

Los cambios de presión sonora hacen vibrar a una membrana causando a su vez cambios en la capacitancia²³, entre la membrana del micrófono y un electrodo. Esto crea una variación a una corriente aplicada externamente para luego ser convertida a pulsos eléctricos. Dicha corriente es lo que hace que un micrófono de condensador necesite alimentación, que puede provenir de una consola o de baterías. A esto se le conoce como “alimentación fantasma”²⁴

Antiguamente eran muy frágiles ya que constaban de válvulas o tubos, pero con el desarrollo de la tecnología *solid state*²⁵ estos fueron cada vez más resistentes hasta el punto en que actualmente se los utiliza mucho para sonorización en vivo donde tienen que resistir caídas, maltratos y grandes niveles de presión sonora.

Son muy populares en estudios de grabación debido a su alta sensibilidad (Véase “Especificaciones técnicas” en la pág. 68) y amplio rango dinámico; además al ser el estudio un ambiente controlado, se puede poseer equipos delicados ya que con los debidos cuidados pueden funcionar varios años.

²²Conocido vulgarmente como “sonido en vivo”.

²³Capacitancia: la habilidad de un dispositivo para almacenar carga eléctrica.

²⁴En inglés: *Phantom Power*.

²⁵*Solid State*: Tecnología en la que se utiliza transistores en lugar de tubos de vacío.

4.4.1.3. Micrófonos de cinta

Este tipo de micrófonos tienen un funcionamiento muy parecido al de los micrófonos dinámicos pero sus diferencias sonoras son muy notorias. Una delgada membrana metálica (comúnmente de aluminio) conocida como cinta, suspendida entre un campo magnético generado por imanes genera una diferencia de potencial de igual forma que los micrófonos dinámicos. Son muy frágiles y no necesitan alimentación externa. Su apogeo fue en la década de los '40s debido a su gran uso en transmisiones radiales. No son muy sensibles, su respuesta es pobre en altas frecuencias, pero proveen una coloración sonora única que agrada a mucha gente. En los últimos tiempos se ha dado un “renacimiento” de este tipo de micrófonos, los fabricantes han sacado al mercado nuevos modelos o rediseñado modelos clásicos. Puede llegar a ser muy costoso ya que se consideran *vintage* (antigüedad).

4.4.1.4. Especificaciones técnicas

De los parámetros técnicos que describen las características de un transductor (específicamente de un micrófono), existen tres de ellos que son los más importantes a tener en cuenta a la hora de la elección para un determinado fin. Estos son el patrón polar, rango de frecuencias y sensibilidad; pero es muy importante saber interpretarlos ya que muchas veces los fabricantes presentan especificaciones poco claras o engañosas con el propósito de confundir al usuario haciéndole creer que el equipo presenta mejores cualidades de las que en realidad posee.

El patrón polar define el campo alrededor de un micrófono en el cual éste es más sensible. Existen cuatro tipos principales de patrones polares: cardioide, hipercardioide, figura ocho y omnidireccional. Se los describe visualmente en el “diagrama polar”, el cual es una representación gráfica de la sensibilidad de un micrófono con relación a posiciones alrededor su eje central.

La respuesta de frecuencias comúnmente se expresa en un gráfico en que el eje “x” representa frecuencia [Hz] y el eje “y” la amplitud. Aquí se ve representado cómo un micrófono reacciona con las diferentes frecuencias que

componen un sonido. Mediante el “rango de frecuencias” los fabricantes pretenden brindar una idea del alcance que brinda el transductor, sin embargo no existe un estándar de la tolerancia²⁶ para definir dicha especificación, por lo que al comparar rangos de frecuencia entre dos transductores se tiene que asegurar que las tolerancias sean las mismas. Una especificación de rango dinámico completa sería: 20 – 20000 Hz; +/-5dB.

Por último, la sensibilidad indica el valor de energía eléctrica que entrega el micrófono al exponerlo a un determinado nivel de presión sonora. El valor más común al que se realiza la medición para determinar dicho parámetro es de 94dB que equivale a 1 pascal. En esta etapa también hay que tener en cuenta que los diferentes fabricantes entregan valores en unidades diferentes, por lo que es buena idea convertir todos los valores a una misma unidad para poder comparar equipos.

4.4.2. Cableado

En el mundo del audio, el cableado es uno de los elementos más importantes en la cadena electroacústica ya que la calidad de sonido representado puede variar significativamente de acuerdo a la calidad del cable. Sin embargo, éste punto es uno de los más menospreciados sobre todo por aficionados quienes por abaratar costos, optan por cables y conectores de baja calidad.

Lo primero que se tiene que tomar en cuenta es que los niveles de voltaje usados para el audio son muy bajos en comparación a otros voltajes típicos. El nivel nominal de línea con el que se trabaja en audio profesional es de 1,23[V], mientras que la diferencia de potencial de alimentación de los focos comunes es de 120[V]. Es por esta razón que los cables de audio son más propensos a captar interferencias o señales no deseadas que se interpretan como “ruidos” al momento de ser escuchados. Para combatir estas interferencias, los cables de audio deben tener “blindajes”, que consisten en mallas de material conductor que recubren los cables de audio.

²⁶Tolerancia: Es un valor de variación de amplitud máxima aceptable sobre los cuales se establecerán los límites del rango de frecuencias.

Aparte del blindaje, se utiliza un sistema de conexiones conocidas como “balanceadas” que consisten en el envío por parte del dispositivo “emisor” de una copia invertida en polaridad de la señal viva. Esto con el objetivo de ser comparadas en el dispositivo “receptor” y así eliminar las diferencias que se consideran sonidos no deseados. Esto posibilita largas extensiones de cableado sin ser el sonido muy afectado por ruidos por interferencia, loops de tierra u otros ruidos parásitos.

Es muy importante planificar bien el cableado en un estudio antes de comenzar la construcción o remodelación para evitar problemas futuros. Lo mejor es instalar mangueras eléctricas gruesa por donde pasen los cables de audio de tal forma que se posible la reparación o remplazo de cables en un futuro.

4.4.3. Conectores

En el mundo del audio existen varios tipos de conectores, cada uno diseñado con algún objetivo específico. Hay varios factores que tener en cuenta al momento de escoger un conector, entre estos se encuentran el material del cual están hechos, la ergonomía, la durabilidad y la facilidad de soldarlos.

Los conectores de audio más comúnmente encontrados en estudios de grabación son los XLR, jack y RCA

Los XLR (también conocidos como Cannon) se usan especialmente para micrófonos, pero también se los encuentra para transportar señales de línea en equipos profesionales. Constan de tres pines numerados en los que se conectan las señales de un sistema balanceado positiva (hot), negativa (cold) y tierra. El estándar de la EIA²⁷ sugiere que el pin 1 sea tierra, el 2 la señal positiva y el tercer pin la señal negativa; sin embargo muchos fabricantes (sobre todo europeos) fabrican sus equipos de modo que el segundo pin sea la señal negativa y el pin 3 la señal positiva.

Los conectores comúnmente llamados “jack” son aquellos que en el mundo de

²⁷EIA (Electronic Industries Alliance): Institución que regula y determina estándares entre las diferentes compañías fabricantes de equipos electrónicos de Estados Unidos.

audio profesional se conocen como TRS ó TS, pero son muy usados también para productos de consumidor. Son los preferidos en cables destinados a conducir señales de línea gracias a su durabilidad y principalmente a su facilidad de conexión y desconexión. Se los fabrica en diferentes tamaños, según su aplicación. Por ejemplo, para equipos profesionales se utiliza los de mayor tamaño (1/4 de pulgada); mientras para equipos portátiles de reproducción sonora se utiliza conectores más pequeños para comodidad del usuario.

Otros conectores muy usados dentro del audio profesional, como del audio para consumidor son los RCA, que son llamados así por la empresa que los inventó. Estos conectores son los que se encuentran por lo general en televisiones y equipos de sonido caseros, pero también se los encuentra en equipos profesionales, sobre todo en conexiones digitales SPDIF. Su falta de popularidad en equipos de alto rendimiento es porque solo ofrecen compatibilidad con conexiones analógicas desbalanceadas, lo cual es evitado en dichos equipos para mantener una calidad sonora lo mas alta posible.

4.4.4. Preamplificadores

Dado que los niveles de voltaje producidos por los micrófonos son muy bajos en relación a los usados comúnmente entre los diferentes equipos de audio, existe la necesidad de utilizar un dispositivo que eleve dicho nivel hasta el nivel de línea, que es el nivel en el cual todos los equipos de audio trabajan. Este dispositivo se conoce como preamplificador, y juega un rol muy importante en el sonido obtenido ya que dependiendo de su tipo puede colorar el sonido captado de diversas formas.

Se pueden clasificar en dos tipos principales, el primer tipo son los preamplificadores de tubos que están basados en la tecnología valvular comentada anteriormente. Estos dispositivos son muy valorados porque añaden calidez al sonido debido a la gran cantidad de distorsión armónica que entregan.

El otro tipo de preamplificadores son que usan transistores para su funcionamiento. Éstos proveen un sonido más claro y nítido que los preamps a tubo, en especial en altas frecuencias. Se los encuentra en prácticamente todas las consolas debido a que no ocupan mucho espacio, y también tienen la ventaja de que no necesitan tanto mantenimiento como los dispositivos que funcionan con tubos.

4.4.5. Consolas de mezcla

Durante muchos años las consolas fueron el centro de operaciones de un estudio de grabación; aparecieron con el desarrollo de la grabación multicanal y hasta hace un par de décadas eran la única forma de combinar las señales de las diferentes pistas. Sin embargo en tiempos actuales, con el constante desarrollo de computadores más poderosos, se puede prescindir de dicho elemento ya que todas las funciones que tenía ahora se las puede realizar en una DAW²⁸.

Actualmente existen dos tipos principales de consolas: las analógicas y las digitales. Aunque sus funciones son las mismas y pueden llegar a verse muy parecidas, existen grandes diferencias en su funcionamiento. Las primeras trabajan mediante circuitos eléctricos que modifican voltajes que representan formas de onda sonoras; mientras que las segundas transforman los voltajes a pulsos digitales (códigos binarios) para luego procesar el audio en el dominio digital.

Existen muchas ventajas y desventajas tanto en las consolas analógicas como en las digitales, sin embargo en grandes estudios de grabación todavía se prefiere las análogas, que pueden llegar a ser muy costosas, porque el sonido que proporcionan se dice que es más “cálido”.

Como se ha dicho anteriormente existen muchas configuraciones diferentes para grabación y a las consolas también se les puede dar varios usos de acuerdo a las necesidades del estudio. Por ejemplo, a una consola se le puede

²⁸DAW (Digital audio Workstation): Estación de trabajo de audio digital.

usar solo para que entregue la etapa de preamplificación; o sólo para monitorear las señales de los diferentes equipos.

4.4.6. Sistemas de grabación

4.4.6.1. Grabación analógica

Se consideran grabaciones analógicas a aquellas en que las señales eléctricas de audio se almacenan en medios no digitales, comúnmente cintas electromagnéticas. Dichos sistemas fueron los primeros que habilitaron la grabación multicanal, sin embargo siempre se tenían limitaciones en cuanto al número de canales ya que estaban íntimamente ligados al aspecto físico. Un trabajo muy tedioso era el de edición ya que consistía en cortar físicamente la cinta y pegarla nuevamente en otra posición.

La grabación en cinta electromagnética todavía se sigue empleado escasamente por el carácter que brinda al sonido. Aunque es un sistema ruidoso por naturaleza, la distorsión armónica que provee es uno de los factores que contribuyen a que éste sistema de grabación no pase a la historia.

4.4.6.2. Grabación digital

Con el constante desarrollo actual de procesadores más poderosos, discos duros con más capacidad de almacenamiento, y computadoras más veloces. Los sistemas de grabación digital brindan cada vez más ventajas y son cada vez más populares. Desde su aparición ha sido posible la creación de sistemas de buena calidad al alcance de cualquier persona.

4.4.6.2.1. Estación de Trabajo de Audio Digital (DAW)

Una estación de trabajo de audio digital se compone de tres elementos principales: La computadora, la interface de audio digital, y el software de grabación.

Hoy por hoy, este es el sistema ideal para home studios gracias a su habilidad para englobar muchos de los aspectos relacionados a la producción musical,

tales como grabación, edición y masterización; todo dentro de un solo dispositivo.

Una herramienta muy útil son las superficies de control, que consisten en equipos provistos de botones, perillas y potenciómetros deslizantes con el propósito de brindar al usuario un acceso más rápido y fácil a las funciones más usadas de una DAW. Por lo general tienden a tener diseños similares a las consolas analógicas para que el usuario acostumbrado a éstas se sienta más cómodo al usar dichas superficies.

Las estaciones de trabajo digital más usadas en el país son Pro Tools, Logic, Sonar, Cubase, Nuendo, Ableton Live, Adobe Audition y GarageBand.

4.5. Estudio Modelo

4.5.1. Planificación “estudio modelo”

En el estudio implementado como complemento a esta guía (que a partir de este momento llamaremos “estudio modelo”), se realizó la siguiente planificación:

4.5.1.1. Recursos disponibles

Espacio físico y edificaciones

- Habitación de 8m² con baño de 4m² aprox.
- Terreno contiguo de 20m²

Equipos de audio

Equipo	Nombre/serie	Marca	Avalúo (USD)
Micrófono	C05	Samson	60
Micrófono	MB 1k	Audio-technica	40
Micrófono	c606	Shure	30
Interface	1010lt	M-Audio	200
Monitores	Av40	M-Audio	179
Patchera	Px3000	Behringer	75
Consola	MM1002a	Phonic	50

Consola	UB502	Behringer	20
Caja Directa	SPDI	Live Wire	30
Audífonos	ATM-M30	Audio-technica	70
Teclado/MIDI	PSR-260	Yamaha	250
Consola potenciada		Phonic	150
Caja pasiva		Zebra	100

Equipos varios

- Computador y componentes

CPU→ procesador Intel Core 2 Duo, Motherboard Intel DG31PR, 4GB RAM

Tarjeta de gráficos → NVIDIA GeForce 7300 GS

2 quemadores de CD/DVD

Disco duro externo de 2TB

2 discos duros internos (total 600 GB)

Pantallas → LG 15.6" (16:9 LCD), LG (4:3 CRT)

2 Mouse, 2 teclados

S.O. → Windows 7 y Windows XP

Software de audio → Adobe Audition, Pro Tools 7.4, variados plug-ins

- Pedestales de micrófono (4)
- Sofa
- 2 guitarras (Primer, LTD)
- Pedalera de guitarra (Digitech RP250)
- Cables RCA y Jack ¼ (variados, mala calidad)
- Adaptadores de audio (variados)

4.5.1.2. Definición de objetivos

El "estudio modelo" será un estudio dedicado, en primera instancia, a la producción de demos y material discográfico de mediano presupuesto; esto

significa la grabación, edición, mezcla y masterización de los mismos. Además se ofrecerán los servicios de material sonoro publicitario, como la grabación y composición de jingles, cuñas, spots de radio, sonorización de comerciales para tv, etc. Y también se trabajará con sonorizaciones de audio para video, sea para televisión, documentales, cortometrajes o largometrajes.

Todo esto con la proyección a futuro de crecer hasta el punto de ser un estudio de grabación profesional a la altura de los mejores del país.

4.5.1.3. Presupuesto

El presupuesto con el que se contó fue de \$13000 dólares americanos, provenientes de un crédito extendido por un familiar. Dado a que dicha suma es una buena cantidad inicial como para montar un estudio de ofrezca servicios de grabación profesional, se decidió invertir en la construcción de una nueva sala contigua a la habitación existente con el fin de disponer de dos habitaciones: una destinada a ser el *control room*, y otra el *tracking room*.

De la cantidad inicial se restó el 10% de imprevistos y extras, entonces el valor a trabajar es de \$11700 USD; de los cuales se destino el 55% a la inversión inmobiliaria y el 45% restante es la inversión mobiliaria. Por lo tanto:

- \$6435 dólares destinados a bienes muebles.
- \$5265 dólares destinados a inversión inmobiliaria.

Con el propósito de evitar confusiones, se consideró como inversión mobiliaria a todos los gastos concernientes al acondicionamiento y aislamiento acústico del estudio. Mientras que la inversión inmobiliaria consistió principalmente en todos los equipos electroacústicos requeridos para el proyecto.

4.5.1.4. Análisis de mercado

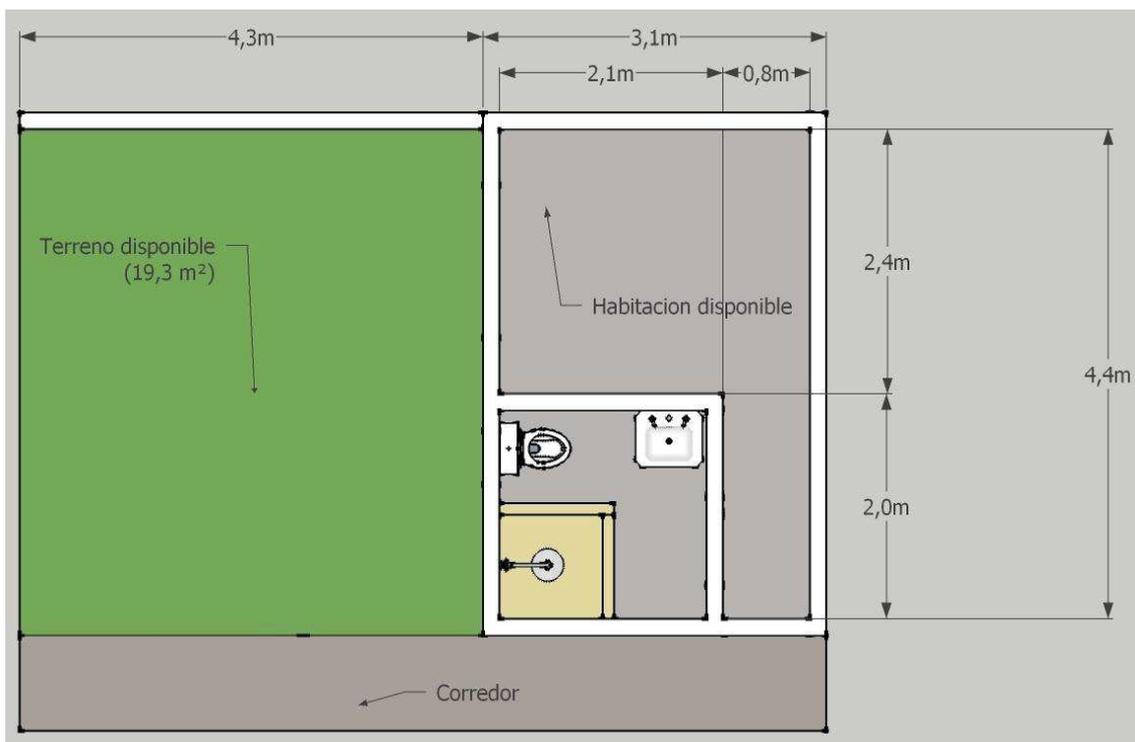
En el caso de los equipos de audio, se aprovecho un viaje que el autor realizó a Estados Unidos para traerlos directamente. Esto significó un ahorro considerable puesto que los precios en dicho país son aproximadamente un 10% más bajos que en Ecuador. De hecho éste método de adquisición es muy

común en el país puesto que se han dado muchos casos de propietarios de estudios que hicieron lo mismo al montar su estudio.

4.5.2. Espacio físico “estudio modelo”

El espacio físico del “estudio modelo” se diseñó con el propósito de disponer de tres habitaciones: un control room, un tracking room y un baño. Debido a las características de la habitación disponible, se estableció que ésta sería el control room; mientras que para el tracking room se decidió construir una nueva edificación que cumpla con los requisitos tanto físicos como acústicos propios de una sala de su índole. A continuación se muestra un plano de las edificaciones y terrenos disponibles para el asentamiento del estudio:

Figura 4.11. Edificaciones y terrenos disponibles



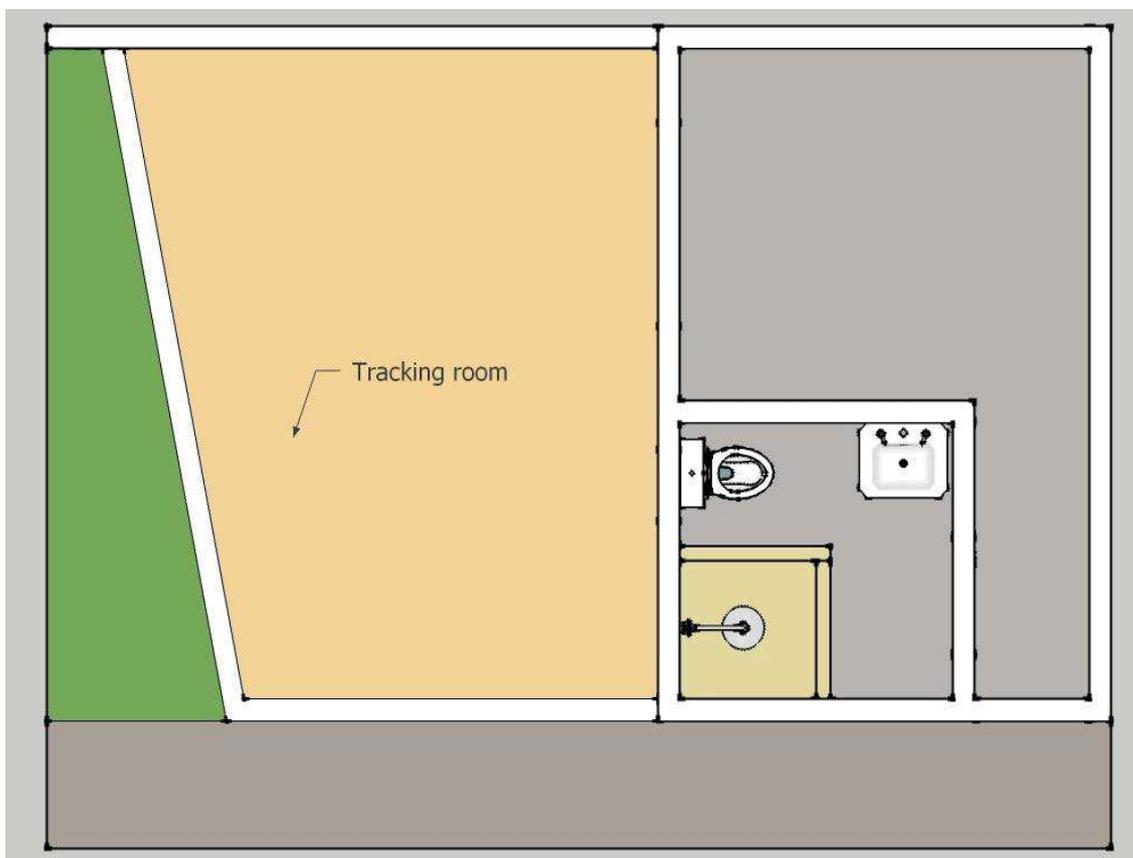
Fuente: Autor

4.5.2.1. Tracking room

Con el propósito de aprovechar la mayor cantidad de espacio posible, se decidió que la mejor opción para la forma del tracking room es la que se puede

observar en el siguiente plano de planta:

Figura 4.12. Plano de planta del espacio destinado para el tracking room



Fuente: Autor

Como se puede apreciar en el gráfico, no es una sala rectangular, la angulación que tiene la pared frontal ayuda a combatir el problema de los paralelismos. Además, las dimensiones de sus superficies no son múltiplos entre sí, lo que minimiza los efectos de los modos normales.

4.5.2.2. Control room

Al ser usada una edificación existente como control room, fue necesaria la adaptación del cuarto disponible para que cumpla con su objetivo. Las dimensiones aproximadas de la habitación eran: 2.66m de ancho, 3m de largo y 2.8m de alto. Se trata de un cuarto pequeño ya que sólo cuenta con 8m² de área, por esto se pudo prever problemas principalmente en bajas frecuencias.

Dicho cuarto solía ser la habitación de servicio, pero estuvo sin uso por varios años, lo que llevo a un deterioro en los acabados; se necesitó arreglar todas las fallas para que esté en buen estado. Sin embargo esta edificación tiene una muy grande ventaja que es que no se encuentra dentro de la casa principal, sino al lado. Esto es beneficioso por varios factores, al estar alejada se puede conservar mejor la privacidad de los habitantes ya que no es necesario entrar a la casa para ir al estudio. Además, la transmisión sonora no va a ser tan notoria como la de un home studio ubicado dentro de la casa principal.

4.5.2.3. Baño

El baño solía tener una ducha, pero para los propósitos del estudio esto no es útil, entonces se usó ese espacio para adecuar una bodega que siempre es necesaria en un estudio.

4.5.3. Paredes

En el estudio presentado en esta guía como ejemplo se implementaron paredes tanto de bloque como de gypsum. En el tracking room las particiones construidas consisten en paredes dobles de bloque con 10cm de cámara de aire y rellena de arena. Además se acogieron todos los puntos para mejorar su rendimiento como el estucado y el relleno de los huecos de los bloques con arena. La Figura 4.13 muestra las dos paredes de bloque antes de colocar la arena en la cámara de aire.

Figura 4.13. Construcción de paredes dobles de bloque en el tracking room del "estudio modelo"



Fuente: Autor

Las paredes existentes del cuarto destinado al control room fueron también construidas de bloque de hormigón, sin embargo consistían en particiones simples sin hechas sin ninguna consideración acústica. Con esa razón, y para proporcionar la forma adecuada a las paredes del control room, se vio la necesidad de instalar muros de gypsum en las caras laterales de la habitación. No se instaló ninguna pared frontal ni posterior por dos motivos principales: para no restar más espacio y debido a que se necesita más aislamiento lateralmente ya que los vecinos se encuentran en esa posición.

Figura 4.14. Paredes del control room antes y después de la instalación del gypsum



Fuente: Autor

Como se comenta anteriormente, se hizo uso del gypsum no sólo para proveer más aislamiento al cuarto; sino también para angular las paredes laterales y eliminar esquinas agudas, esto con el propósito de evitar eco flotante y reducir modos normales de vibración.

4.5.4. Pisos

Para el “estudio modelo” se seleccionó piso flotante de madera laminada (que es lo que se conoce en el medio como “piso flotante”), desacoplado del suelo estructural con poliuretano de alta densidad y Súper K. Este último elemento además de brindar propiedades amortiguantes es un impermeabilizante que por problemas de humedad fue indispensable, de hecho se lo fabrica para este fin.

Figura 4.15. Instalación de piso flotante en el control room

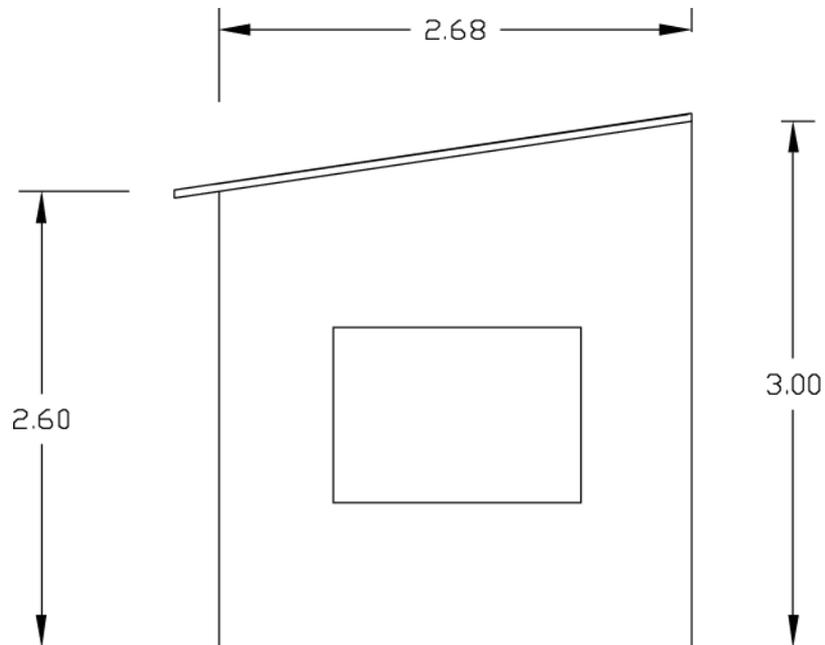


Fuente: Autor

4.5.5. Techos y tumbados

El control room del “estudio modelo” tenía una cubierta de fibrocemento plana de 12mm con una angulación en sentido transversal como se ilustra en la siguiente figura.

Figura 4.16. Corte transversal del cuarto destinado a control room del "estudio modelo"



Fuente: Autor

En el gráfico se muestra la sección que está destinada a ser la parte frontal del control room, es decir el sistema de el monitoreo va a estar situado de frente a la pared que contiene la ventana de comunicación visual con el tracking room. Por estas razones fue elemental la instalación de un cielo falso que provea un mejor aislamiento, angulación adecuada y simetría con respecto al eje longitudinal.

En el caso del tracking room, se construyó una loseta fundida sobre una placa de acero galvanizada (Novalosa). Esto provee un muy buen aislamiento aéreo no estructural, además estéticamente no es muy agradable ya que queda vista la plancha de acero y la estructura metálica. Por estas razones se instaló cielo raso de gypsum con el que también se evitó las esquinas agudas con las paredes laterales.

Figura 4.17. Instalación de cielo raso de gypsum en el tracking room.



Fuente: Autor

4.5.6. Ventanas

En el “estudio modelo” se instaló una ventana doble entre el control y el tracking room. Los vidrios elegidos fueron de 6mm por cuestiones de presupuesto y fueron colocados en forma inclinada; esto se hace para evitar ondas estacionarias en su interior y también, teniendo en cuenta que son parte de las superficies de la habitación, para evitar paralelismos con las paredes adyacentes.

4.5.7. Puertas

Para conseguir un aislamiento que cumpla con el objetivo de poder realizar grabaciones a cualquier hora del día sin molestar al vecindario, y dado a que las puertas son una parte fundamental para mejorar el aislamiento del recinto, se hizo uso del sistema de “doble puerta”. Para esto se mandó a construir las puertas exteriores de metal rellenas de arena y las interiores de madera.

Cabe recalcar la importancia de sellar totalmente todos los pasos de aire para

aprovechar toda la capacidad aislante de la barrera acústica.

4.5.8. Sistema eléctrico

En el estudio modelo se optó por instalar una caja térmica totalmente independiente a la casa. Dicha caja consta de cuatro breakers de los cuales dos de ellos están conectados a una fase, y los otros dos a otra. Entonces se decidió destinar una fase a tomas para equipos de audio y otra a iluminación. El control room ya contaba con dos tomas en las paredes laterales, por lo que se decidió dejar estas tomas con el propósito de conectar aquí aparatos no relacionados con el audio. Pero adicionalmente se instalaron tres tomas alimentadas por la nueva caja térmica para equipos de audio exclusivamente.

4.5.9. Mediciones acústicas

Una vez acabada la construcción y remodelación de la infraestructura del “estudio modelo” se procedió a realizar una medición acústica con el fin de determinar qué tipo de tratamiento necesitan los cuartos para cumplir sus objetivos.

A continuación se muestran los gráficos resultantes de las mediciones realizadas tanto en el tracking como en el control room. Cabe mencionar que los resultados aquí presentados son el resultado del promedio de varias mediciones con distintas posiciones con el propósito de ofrecer un panorama más general del comportamiento acústico de los recintos.

Figura 4.18. Respuesta de frecuencia del Control Room antes del acondicionamiento acústico.



Fuente: Autor

Figura 4.19. Medición del tiempo de reverberación del Control Room antes del acondicionamiento acústico



Fuente: Autor

Por lo que se aprecia en los gráficos anteriores, se tiene varios problemas especialmente en bajas frecuencias como se predijo previamente, específicamente en la frecuencia de 80Hz debido a que se tiene una cancelación importante. Además se puede apreciar que el tiempo de reverberación es muy alto como para un control room, por lo que se tiene que

prestar mucho énfasis en balancear dichos valores con absorbentes adecuados.

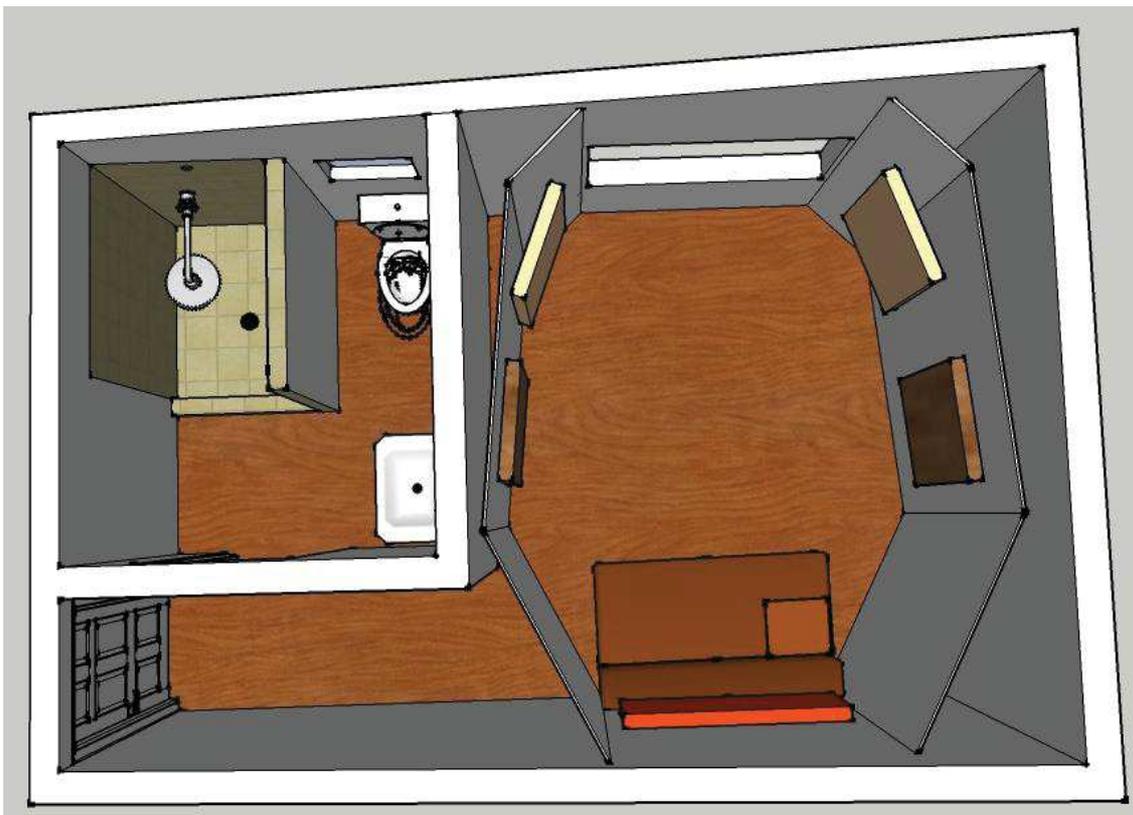
4.5.10. Acondicionamiento del control room del estudio modelo

El control room del “estudio modelo” al ser pequeño, se acondicionó de modo en que sea muy absorbente prestando especial atención en crear una zona libre de reflexiones adecuada y eficiente. El objetivo del acondicionamiento acústico en esta sala fue nivelar la respuesta de frecuencias de tal forma que se atenúen los valles y crestas visualizados en las mediciones previamente realizadas. Además se pretendió nivelar los tiempos de reverberación teniendo como meta los 0,2 segundos.

Para esto se hizo uso de absortores diafragmáticos y porosos. Los primeros consisten en cajas con marcos de laurel y membrana de plywood de 9mm; además se colocó lana de vidrio rígida de una pulgada en el interior para mejorar su rendimiento. Se usaron 3 paneles de lana de vidrio rígida en las paredes y una “nube”²⁹ colgando en el tumbado.

²⁹Panel absorbente colgante suspendido del tumbado.

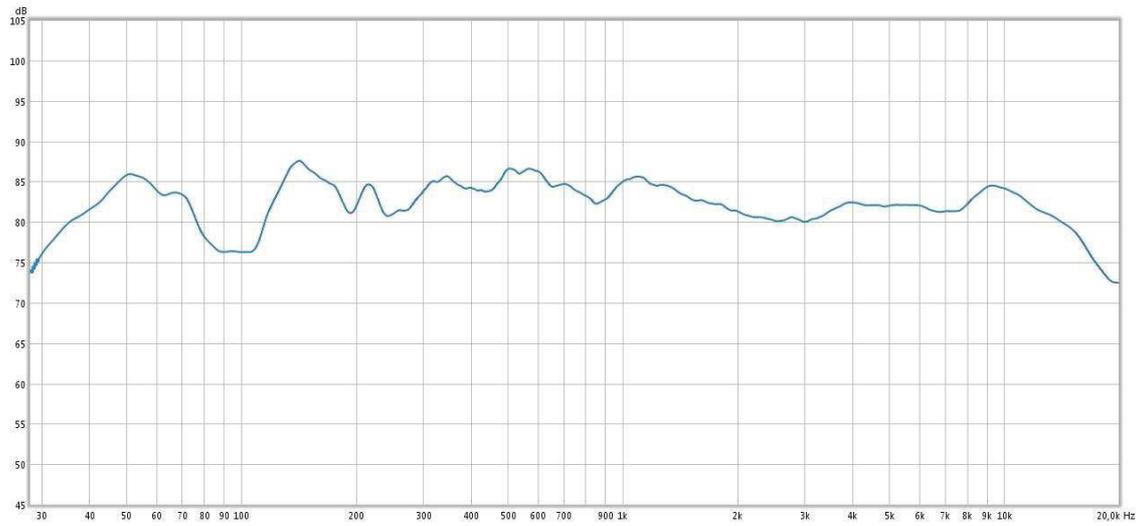
Figura 4.20. Vista superior del acondicionamiento acústico del control room



Fuente: Autor

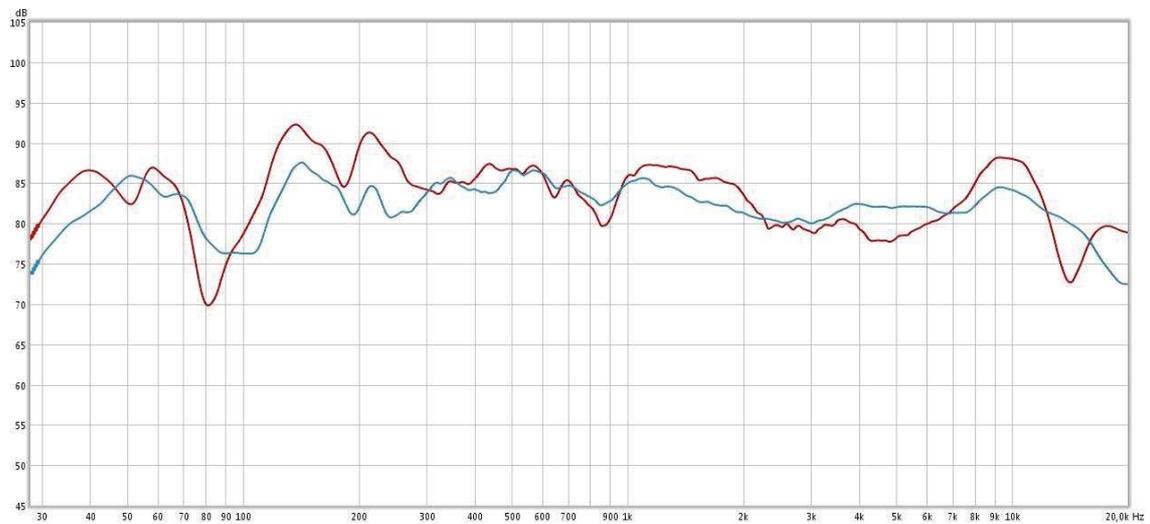
Una vez realizado el acondicionamiento se repitieron las mediciones acústicas con el propósito de verificar los cambios en la respuesta de la sala. Los resultados entregados se presentan a continuación conjuntamente con los datos de la medición realizada sin acondicionamiento acústico:

Figura 4.21. Respuesta de frecuencias del control room después del acondicionamiento.



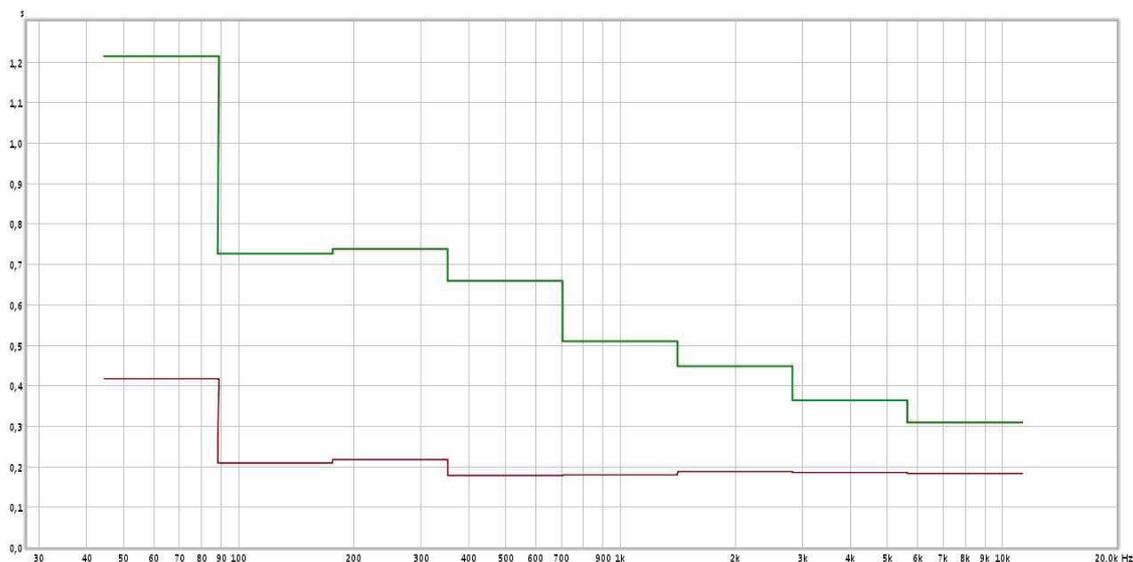
Fuente: Autor

Figura 4.22. Respuesta de frecuencias del control room antes y después del acondicionamiento. (En rojo la curva de “antes” y en azul la curva de “después”)



Fuente: Autor

Figura 4.23. Tiempo de reverberación del control room antes y después del acondicionamiento. (En verde la curva de “antes” y en rojo la curva de “después”)



Fuente: Autor.

Como se puede apreciar en los gráficos, se consiguió mejorar el balance del recinto tanto en respuesta de frecuencias como en tiempos de reverberación significativamente. Si bien a primera vista puede dar la impresión de que la absorción en bajas frecuencias no fue muy efectiva, analizando más profundamente se puede apreciar que redujo el tiempo de reverberación de 1.2 [s] a 0.4 [s] en la banda de 63Hz, lo que significa una reducción de 0.8 [s] que es un valor muy aceptable en reducción de T60.

4.5.11. Acondicionamiento del tracking room del estudio modelo

El tracking room fue acondicionado usando el criterio *live end – dead end* descrito previamente con el fin de poseer una sala que brinde la opción de controlar la reverberación. Por esta misma razón, se diseñaron “gobos”³⁰ que poseen una cara reflectiva y la otra cara absorbente; también, los paneles absorbentes instalados en las paredes son de fácil colocación y desmontaje. Todo esto con el propósito de brindar acústica variable al recinto. A continuación se detalla los absorbentes instalados en dicho recinto:

³⁰ Paneles diseñados especialmente para ser de fácil movilidad con el propósito de cambiar o separar ambientes acústicos.

- 4 paneles absorbentes porosos instalados en las paredes. (Dos de 0.61x0.50[m] y dos de 1.22x0.63[m])
- 1 panel colgante instalado en el techo. (2.44x1.22[m])
- 2 paneles diafragmáticos. (1.22x0.61)
- 2 gobos absorbentes/reflectantes (1.83x0.80[m])

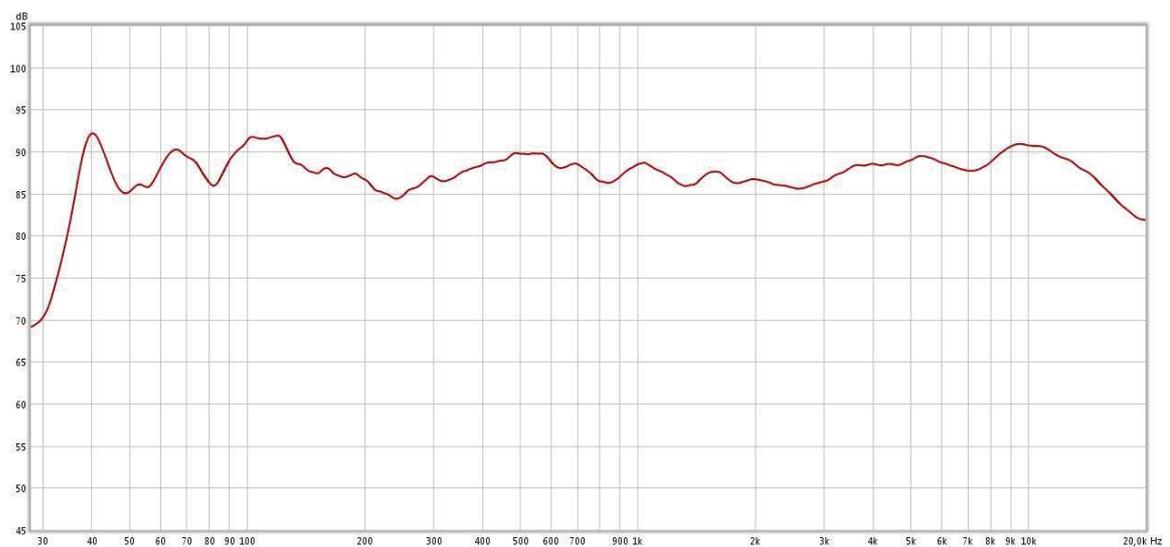
Figura 4.24. Fotografía panorámica del tracking room con acondicionamiento acústico.



Fuente: Autor

Las mediciones acústicas realizadas una vez finalizado el acondicionamiento acústico en esta sala presentaron los siguientes resultados:

Figura 4.25. Respuesta de frecuencias del tracking room después del acondicionamiento.



Fuente: Autor

Figura 4.26. Respuesta de frecuencias del tracking room antes y después del acondicionamiento. (En rojo la curva de “antes” y en azul la curva de “después”)

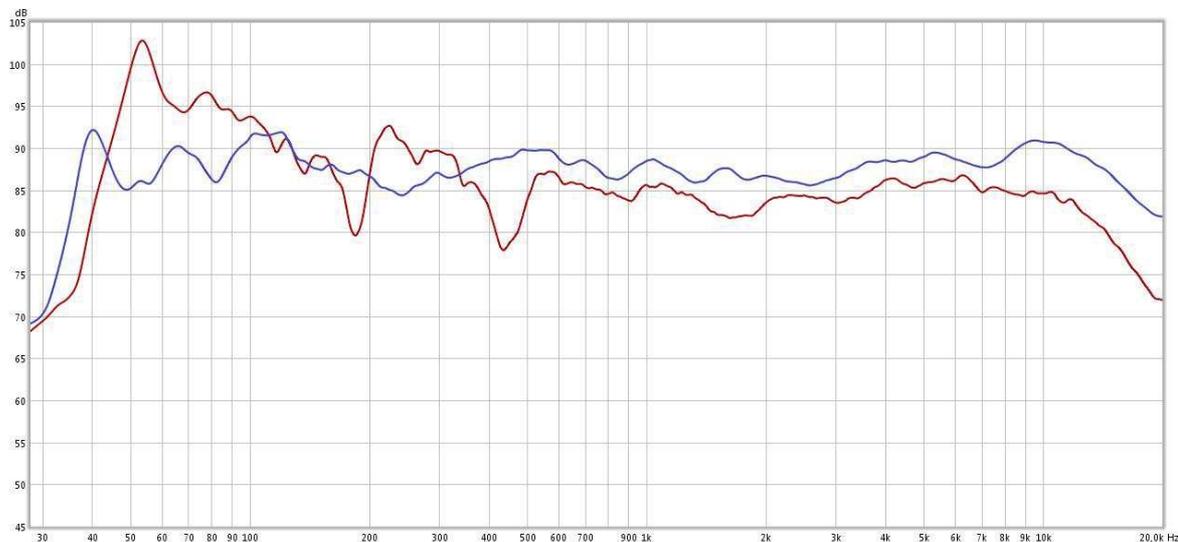


Figura 4.27. T60 del tracking room antes y después del acondicionamiento. (En verde la curva de “antes” y en azul la curva de “después”)



4.5.12. Sistema electroacústico del “estudio modelo”

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos para dicho estudio se determinó que el sistema electroacústico debería cumplir con las siguientes características básicas:

- Sistema de grabación basado en una estación de trabajo audio digital para PC.

- Hardware compatible con Pro Tools.
- Grabación simultanea de al menos 10 canales de audio.
- Microfonía adecuada y suficiente para grabación de voces y diversos instrumentos musicales incluyendo batería, bajo y guitarra.

4.5.12.1. Adquisiciones

Teniendo en cuenta que se contaba con un presupuesto de \$5265 USD para equipos de audio, se realizaron las siguientes adquisiciones después de un análisis exhaustivo de precios, distribuidores, marcas y modelos.

Tabla 4.2. Adquisición de equipos para el "estudio modelo".

Cant.	Equipo	Modelo	Marca	Precio³¹
1	Amplificador audífonos	S-amp	Samson	53,25
-	Cables varios	-	-	0,00
1	Consola	Xenyx x2442USB	Behringer	405,77
1	Ecuador gráfico	231s	dbx	213,00
1	Procesador de efectos	MX200	Lexicon	213,00
1	Audífonos	HD280 Pro	Sennheiser	106,50
1	Interfaz de audio	Audiobox USB	Presonus	159,75
1	Interfaz de audio	Delta 66	M-Audio	202,35
1	Micrófono	c414 XLS	AKG	1065,00
1	Micrófono	Beta 52A	Shure	106,50
2	Micrófono	Perception 170	AKG	213,00
3	Micrófono	SM57	Shure	319,50
1	Micrófono	RTA-M	dbx	106,50
2	Monitores de estudio	HS 80M	Yamaha	639,00
4	Pedestales micrófono	-	-	120,00
1	Preamplificador	710 Twin-Finity	Universal Audio	852,00
1	Preamplificador	TubePRE	Presonus	138,45
2	Preamplificador	Tube MP Studio	ART	63,90
1	Preamplificador	DPS II	ART	244,95
1	Preamplificador	TubePRE	Presonus	0,00
			TOTAL	5222,42

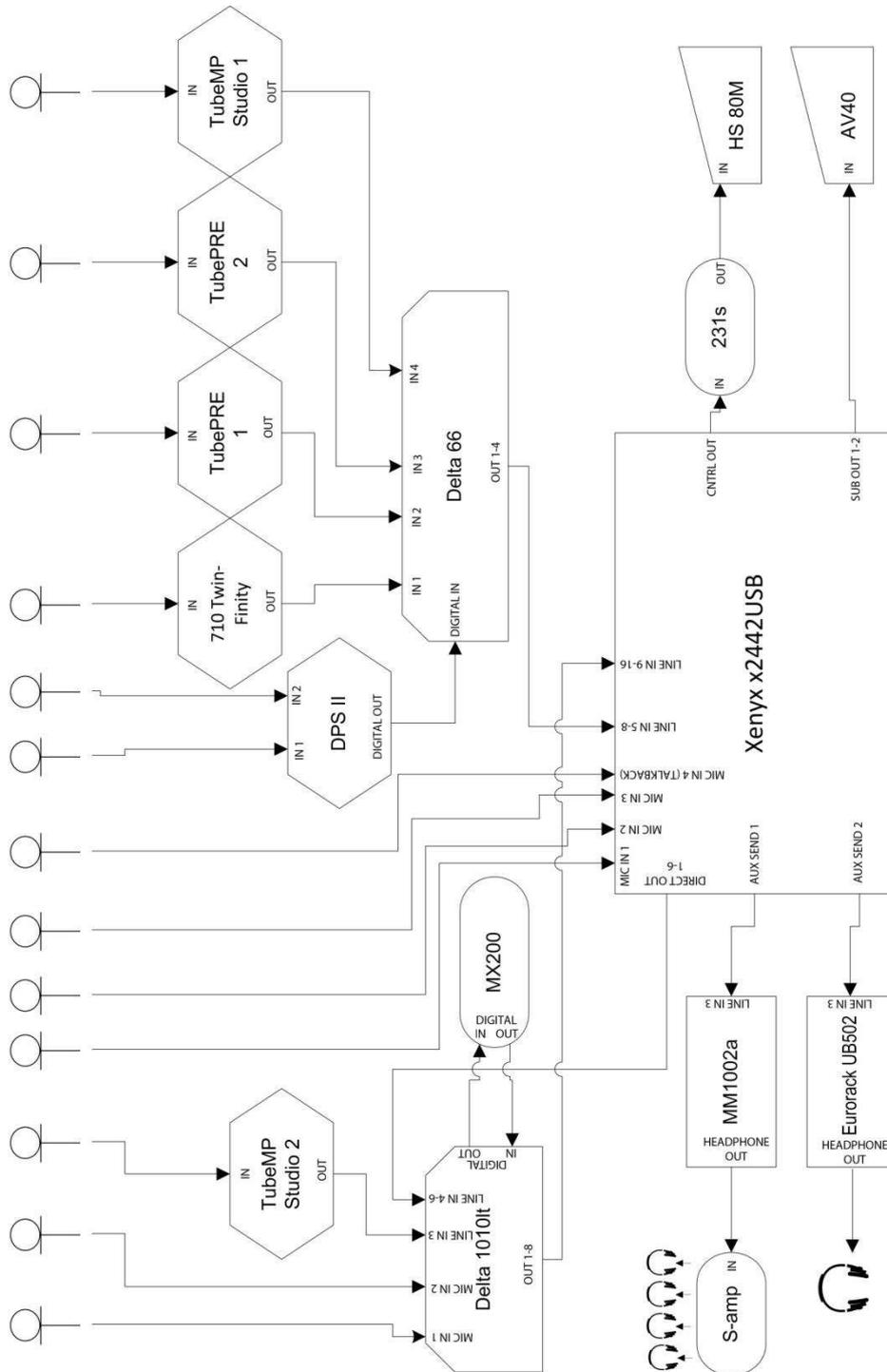
Fuente: Autor

³¹Precio en Dólares americanos.

Como se menciona previamente, la mayor parte de los equipos se compraron en Estados Unidos, más específicamente en Guitar Center de la ciudad de Orlando. Gracias a que la compra fue grande, dicha tienda proporcionó varios productos de cortesía que en total suman alrededor de 400 USD, por esta razón en la Tabla 4.2 se puede apreciar que algunos productos tienen un valor de cero.

4.5.12.2. Diagrama de conexiones (sin patchera)

Figura 4.28. Diagrama de conexiones "estudio modelo".



Fuente: Autor

Esta configuración permite la grabación de 12 pistas de audio simultáneamente que se monitorean en canales individuales en la consola principal (Xenyx 2442USB); esto se logra mediante un encadenamiento entre las interfaces de las series "Delta" de M-Audio que permiten ser usadas al mismo tiempo como que fuera una sola interfaz de mas entradas. Se cuenta con dos mezclas de referencia independientes para músicos a través de los dos envíos auxiliares prefader; éstos envíos están conectados a la entrada de línea "3" de las consolas UB502 y MM1002a ubicadas en el tracking room, además se usa el amplificador de audífonos "S-Amp" para distribuir la señal del envío auxiliar entre cuatro audífonos mas.

Se procuró conectar los preamplificadores de mejor calidad a la interfaz Delta 66 ya que ésta brinda una mejor conversión análogo-digital debido a sus entradas balanceadas y a que sus convertidores se encuentran alejados del CPU. Por otro lado, se utilizó las entradas y salidas digitales de la Delta 1010It para conectar al procesador de efectos MX200 y así aprovechar al máximo las entradas y salidas del sistema.

Es importante señalar que se usan los canales 1, 2 y 3 de la consola principal como preamplificadores, usando la salida "directo out" para no comprometer la señal en los diferentes buses de la consola. El canal 4, por otro lado, está destinado a ser el talkback para comunicación con los intérpretes en el tracking room. Y en los canales del 5 al 16 se encuentra los envíos de las salidas analógicas de las interfaces para un monitoreo eficiente.

Los monitores HS 80M están conectados a las salidas de "CNTRL ROOM" ya que estas permiten un fácil enrutamiento de los diferentes buses de la consola, mientras que los AV40 están conectados a la primera salida estéreo de subgrupos y se utilizaran para tener varias referencias de mezcla en el sistema.

4.5.12.3. Patchera “estudio modelo”

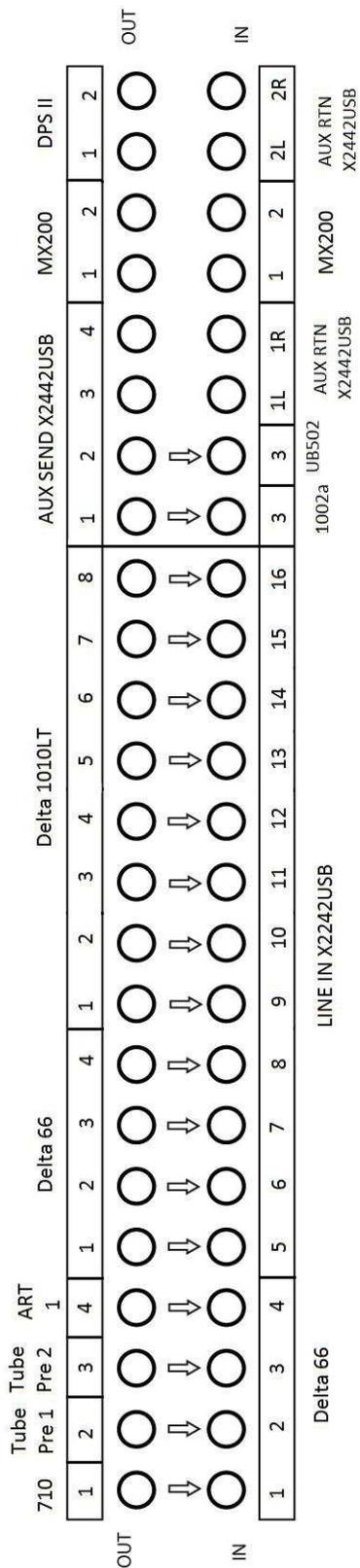
Debido a la gran cantidad de equipos de audio presentes en el estudio, que a su vez poseen varios conectores, entradas y salidas; establecer conexiones entre dos equipos puede ser muy complicado, tedioso y poco eficiente. Por esta razón es muy importante disponer de patcheras, que son dispositivos que consisten en series de conectores en los que se dispone las más importantes tomas de los equipos encontrados en un estudio. Existen cuatro tipos de configuraciones para patcheras: Normalizada, seminormalizada, denormalizada y paralela; básicamente la normalización consiste en enviar una copia de la señal del conector superior al inferior y se expresa gráficamente con una flecha hacia abajo.

El siguiente gráfico muestra el diseño de la Patchera del estudio modelo:

Figura 4.29. Patchera de "estudio modelo".

PATCHERA

"Estudio modelo"



Fuente: Autor

5. CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El desarrollo de este trabajo de titulación significó un repaso e investigación a fondo de prácticamente todos los contenidos estudiados a lo largo de la carrera. Lo cual fue una experiencia muy enriquecedora para el autor, tanto profesional como intelectualmente, dado que se pudo refrescar, actualizar y ampliar conocimientos vitales para el futuro competitivo.
- La investigación de mercados realizada demostró que el desarrollo de este proyecto es válido, útil y rentable. Además sentó las bases sobre las que se elaboró un producto dedicado a satisfacer las necesidades de su público objetivo.
- Gracias a la implementación del home studio, se pudo obtener una visión más real de cómo funciona el mundo profesional en relación a un ingeniero en sonido y acústica; se estableció vínculos, contactos y relaciones con profesionales de otras áreas con los que se trabaja en las diferentes etapas del proceso.
- Al culminar obra gris³² del home studio, se evidenció claramente los problemas inherentes que presentan las habitaciones pequeñas en especial en bajas frecuencias, pero a la vez se comprobó la efectividad de las técnicas planteadas para combatir dichos fenómenos. Además, se apreció los fenómenos de combfiltering, ondas estacionarias y eco flotante propios de salas en las que no se ha realizado acondicionamiento acústico.
- Se diseñó, construyó y acondicionó un home studio aplicando los conceptos y técnicas adquiridas en el proceso de investigación del proyecto.
- Se pudo constatar que el presupuesto establece la magnitud del proyecto en términos de las adquisiciones que se puede hacer, sin

³²Obra gris: Se refiere a una edificación en la que todavía no se realizan los acabados.

embargo sin el conocimiento adecuado pueden desaprovecharse en gran medida las prestaciones de todos los recursos disponibles. Lo que lleva a la conclusión de que una buena grabación no la realiza la persona que más recursos tiene, sino la que mejor sabe hacerse de recursos.

- Se completó satisfactoriamente la realización de una guía metodológica destinada a usuarios que desean implementar un lugar donde realizar grabaciones de audio.

5.2. Recomendaciones

- Lo primero que se debe hacer a la hora de construir, rediseñar o acondicionar un estudio de grabación; es una revisión bibliográfica muy exhaustiva de todos los aspectos relacionados con el tema. Esta guía proporciona un buen comienzo en dicha labor, pero se recomienda revisar todos los medios de información como sea posible ya que el tema es muy extenso como para cubrirlo en una sola referencia bibliográfica.
- Es importante realizar un diseño del proyecto lo más detallado posible antes de presupuestar o pedir cotizaciones con el fin de evitar problemas con contratistas en el futuro. El presentar un documento físico de los requerimientos y especificaciones de la obra disminuye la probabilidad de errores o fallas en el proceso constructivo; además crea un registro palpable al cual recurrir en caso de darse divergencias ideológicas.
- El viaje de algún conocido al extranjero puede ser una muy buena oportunidad para ahorrar dinero en la adquisición de equipos. Lo más recomendable en estos casos es optar por aparatos pequeños, difíciles de encontrar en el país, y/o que representen un ahorro significativo económicamente hablando.
- Es muy aconsejable la suscripción a revistas especializadas en grabación sonora ya que es una buena manera de estar actualizado sobre nuevas técnicas, conceptos y equipos que van surgiendo día a día.

- Cuando se desarrolla cualquier proyecto, es recomendable sacar respaldos de la información periódicamente y en diferentes lugares con el fin de garantizar la conservación de los datos. Se han dado muchos casos en los que al perderse una computadora o memoria portátil, se han perdido todos los avances del proyecto, lo que en proyectos muy avanzados, podría ser algo realmente trágico.

6. BIBLIOGRAFÍA

Acoustical Solutions Inc. (n.d.). *How to solve a flutter echo problem*. Retrieved Mayo 25, 2011, from <http://www.acousticalsolutions.com/how-to-solve-a-flutter-echo-problem>

BALLOU, G. (1991). *Handbook for sound engineers*. Indiana: SAMS.

BERANEK, L. (1969). *Acústica* (Segunda edición ed.). (A. Di Marco, Trans.) Buenos Aires, Argentina: Editorial Hispano Americana S. A.

BRUNEAU, M. (2006). *Fundamentals of acoustics*. London: ISTE.

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

CHAPPELL, J. (2003). *Build your own PC recording studio*. Emeryville: McGraw-Hill / Osborne.

COLLINS, M. (2003). *A professional guide to audio plug-ins and virtual instruments*. Oxford: Focal Press.

COX, T., & D'Antonio, P. (2009). *Acoustic absorbers and diffusers* (Segunda edición ed.). Abingdon, Oxfordshire, Inglaterra: Spon Press.

Estudios de grabación en Málaga. (s.f.). *Historia de la grabación de sonidos*. Recuperado el 16 de Marzo de 2011, de <http://www.estudiodegrabacionmalaga.es/InformaticaMusical.php>

EVEREST, A. (2001). *Master Handbook of ACOUSTICS*. New York: McGraw-Hill.

EVEREST, A. (New York). *Sound studio construction on a budget*. 1997: McGraw-Hill.

FEUERBACHER, M. (2005, Abril). The resonance frequency of a membrane absorber.

FRANCIS, G. (2009). *Home recording for beginners*. Boston: Course Technology.

GERVAIS, R. (2006). *Home Recording Studio: Build It Like the Pros*. Boston: Thomson Course Technology.

HARRIS, B. (2009). *Home studio setup*. Burlington: Focal Press.

HECHTMAN, J., & BENSISH, K. (2008). *Audio wiring guide: How to wire the most popular audio and video connectors*. Burlington: Focal Press.

HUBER, D., & RUNSTEIN, R. (2010). *Modern Recording Techniques*. Burlington: Elsevier.

ISOVER. (s.f.). *MANUAL DE AISLAMIENTO EN LA EDIFICACIÓN*. Recuperado el 18 de Mayo de 2011, de <http://www.isover.net/asesoria/manuales/edificacion.htm>

KUTTRUFF, H. (2000). *Room Acoustics*. London: Spon Press.

LONG, M. (2006). *Architectural acoustics*. Estados Unidos de América: Elsevier Academic Press.

M-Audio. (n.d.). *M-Audio Knowledge Base*. Retrieved Mayo 15, 2011, from <http://m-audio.com/>

MILES HUBER, D., & RUNSTEIN, R. (2010). *Modern recording techniques* (Seventh edition ed.). Focal Press.

MILSTEAD. (2001). *Home recording power*. Cincinnati: Muska & Lipman Publishing.

MIYARA, F. (2003). *Acústica y sistemas de sonido* (Tercera edición ed.). Rosario, Argentina: UNR editora.

MÖSER, M., & BARROS, J. L. (2009). *Ingeniería Acústica*. London: Springer.

NEWELL, P. R. (1998). *Recording Spaces*. Oxford: Elsevier.

- NEWELL, P. R. (2008). *Recording Studio Design*. Oxford: Focal Press.
- OWSINSKI, B. (2005). *The recording engineer's handbook*. Boston: ArtistPro Publishing.
- COLBECK, J., & PARSONS, A. (Producers). (2010). *Art and science of sound recording* [Motion Picture].
- REESE, D., GROSS, L., & GROSS, B. (2009). *Audio production worktext : concepts, techniques, and equipment*. Burlington: Focal Press.
- SAE Institute. (2008). *SAE Institute Reference Material*. Retrieved Mayo 15, 2011, from http://www.sae.edu/reference_material/audio/pages/Electrical.htm#star
- SAYERS, J. (1998). *The Recording Manual*. Retrieved Mayo 25, 2011, from <http://johnlsayers.com/Recmanual/index.htm>
- SELF, D. (2010). *Audio engineering explained*. Oxford: Focal Press.
- SELF, D., & BRICE, R. (2009). *Audio engineering: Know it all*. Burlington: Newnes publications.
- SINCLAIR, I. (1998). *Audio and Hi-Fi Handbook*. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing.
- SMITH, E. T. (2004). *Acoustics 101: Practical Guidelines For Constructing Accurate Acoustical Spaces*. Indianapolis: Auralex Acoustics.
- SOMMERHOFF, J. (2005). *Acústica de locales*.
- SOUNDPROOFING DOORS and more Soundproofing About doors*. (2010, Febrero 22). Retrieved Mayo 3, 2011, from http://www.soundproofing.org/infopages/soundproofing_doors.htm
- STONE, C. (2000). *Audio recording for profit: The sound of money*. Woburn: Focal Press.

The Engineering ToolBox. (n.d.). Retrieved Marzo 24, 2011, from http://www.engineeringtoolbox.com/sound-pressure-d_711.html

THOMPSON, E. (2002). *The soundscape of modernity: architectural acoustics and the culture of listening in America, 1900-1933*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.

TOOLE, F. E. (2008). *Sound reproduction: Loudspeakers and rooms*. Burlington: Elsevier.

VIGRAN, T. E. (2008). *Building Acoustics*. New York: Taylor & Francis.

WAKER, & RANDALL. (1980). *An investigation into the mechanism of sound-energy absorption in a low-frequency modular absorber*. BBC.

WINER, E. (n.d.). *Build a Better Bass Trap*. Retrieved Abril 2, 2011, from <http://www.ethanwiner.com/basstrap.html>