



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE AISLAMIENTO, ACONDICIONAMIENTO Y DE LA CADENA
ELECTROACÚSTICA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
DE AUDIO EN LOS ESTUDIOS DE ECUADOR TV

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero de Sonido y Acústica

Profesor Guía

Christiam Santiago Garzón Pico
Máster en Acústica

Autor

Richard Fabricio Calderón Guachamín

Año
2015

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.”

Christiam Santiago Garzón Pico
Máster en Acústica
C.I. 171364462-1

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”

Richard Fabricio Calderón Guachamín
171552027-4

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la fe, la fuerza y la fortaleza para creer en lo que me parecía imposible terminar.

A mis Padres por todo el esfuerzo y sacrificio, a mi familia por todo el apoyo brindado en especial a mi tía Sonia, agradecer a todas y cada una de las personas que con su apoyo incondicional, cariño y alegría fueron el soporte para no dejarme vencer en las adversidades.

A Luis Bravo y a los demás profesores que me brindaron su apoyo y tiempo en toda la carrera.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy.

A mi Madre Rosa Eufemia por darme la vida, por creer en mí y darme siempre su apoyo gracias mamá por estar en las buenas y en las malas.

A mi hija Rafaelita por ser la luz de mi vida, gracias mi amor por ser el motivo y la razón para seguir superándome día tras día.

A mi abuelito Rafael Guachamín que en paz descansa por ser un ejemplo en mi vida y por enseñarme a ser un triunfador.

A todos aquellos que no están aquí, pero que me ayudaron a que este gran esfuerzo se volviera realidad.

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene el objetivo de dar a conocer como es la realidad de las condiciones acústicas y electroacústicas que maneja un canal de televisión en este caso es el de Ecuador Tv con la intención de contribuir en el desarrollo de los canales de televisión en el Ecuador para empezar a cambiar la idea que lo mas importante en un canal de televisión es la imagen, el audio es el complemento de lo que se está observando dando lugar a que al igual que la imagen tiene que ser nítida el sonido debe también tener calidad para lo cual se necesita varios parámetros, condiciones acústicas adecuadas, tecnología para la captación del sonido que en la mayoría de canales de televisión toma en cuenta y que el tener buenas condiciones acústicas garantizara tener un sonido claro, inteligible, y agradable .

Y que al igual que otros países la industria televisiva sigue a la par con la tecnología se considerara conceptos asociados a un nuevo formato de audio digital para la televisión digital.

ABSTRACT

This research work aims to raise awareness of reality as acoustic and electroacoustic conditions which manages one television channel in this case is Ecuador TV with the intention of contributing to the development of television in the Ecuador to begin to change the idea that the most important television channel is the image, the audio is the complement of what is being observed leading to that as the image has to be crisp sound quality should also have for which several parameters suitable acoustic conditions, technology for capturing sound in most television channels and take into account that having good acoustics guaranteed to have a clear, intelligible, and pleasant sound is needed.

And like other countries the television industry is on par with the technology associated concepts are considered a new digital audio format for digital television.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.2.1 Objetivo General.....	1
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Estudio de Televisión.....	3
2.1.1 Sala de Control.....	3
2.1.2 Sala de Control Máster.....	4
2.1.3 Sala de Control Técnico.....	5
2.2 Condiciones Acústicas.....	6
2.2.1 Reverberación.....	6
2.2.2 Ruido de fondo.....	8
2.3 Estudio Acústico.....	9
2.3.1 El aislamiento de sonido.....	9
2.3.2 Criterios de ruido.....	10
2.3.3 Materiales para aislamiento de sonido.....	10
2.3.4 Materiales para las paredes.....	10
2.3.5 Reflexión del sonido.....	11
2.3.6 Tiempo de reverberación.....	12
2.3.7 Absorbentes acústicos.....	15
2.3.8 Resonancia.....	19
2.4 Sistemas de Ventilación.....	23

2.4.1 El enfriamiento es para las personas.....	23
2.4.2 Cálculo de las cargas de enfriamiento.....	24
2.4.3 Cuestiones de selección de sistema.....	25
2.4.4 Tipos de sistemas DX.....	26
2.4.5 Redundancia.....	28
2.4.6 Temas acústicos.....	30
2.4.7 Distribución de aire para diferentes alturas de estudio.....	31
2.4.8 Tipos de difusores.....	33
2.4.9 Otras cuestiones relativas a los estudios de enfriamiento.....	34
2.4.10 Observaciones finales.....	35
2.4.11 Dimensionamiento de conductos.....	35
2.5 Electroacústica.....	36
2.5.1 Micrófonos.....	36
2.5.2 Cableado.....	37
2.5.3 Consolas Análogas.....	38
2.5.4 Consolas Digitales.....	39
2.5.5 Consola de Mezcla.....	39
2.5.6 Enlaces de transmisión.....	40
3. MEDICIONES ACÚSTICAS.....	41
3.1 Medición T60.....	41
3.1.1 Procedimiento.....	41
3.1.2 Equipamiento.....	41
3.1.3 Puntos de medición.....	41
3.1.4 Resultados.....	43
3.1.5 Comparación T60.....	48

3.2 Ruido de Fondo.....	48
3.2.1 Equipamiento.....	48
3.2.2 Cadena de medición.....	48
3.2.3 Resultados.....	48
3.2.4 Comparación de Ruido de fondo.....	50
3.3 Aislamiento.....	52
3.3.1 Aislamiento acústico (D).....	53
3.3.2 Aislamiento acústico normalizado (Dn).....	53
3.3.3 Índice ponderado de reducción de ruido (R_w).....	54
3.3.1 Resultado de Mediciones de Aislamiento.....	54
3.3.2 Estudio 1 Valores medidos de Aislamiento de pared.....	55
4. DISEÑO ACÚSTICO Y ELECTROACÚSTICO.....	57
4.1. Diseño acústico.....	57
4.1.1. Acondicionamiento.....	57
4.1.2. Aislamiento.....	57
4.2. Cadena Electroacústica.....	62
4.2.1. Situación Actual Ecuador Tv.....	62
4.2.2 Los Estudios de Televisión.....	64
4.3. Equipamiento de Salas de Control de Audio.....	67
4.3.1 Consola de mezcla principal.....	67
4.3.2 Periféricos.....	68
4.3.3. Mesa de sonido digital Yamaha PM5D – RH.....	68
4.3.4 Funciones significativa.....	70
4.3.5 Diagrama de flujo de la cadena de audio.....	72
5. ANALISIS DE RESULTADOS.....	73

5.1 Acústica.....	73
5.1.1 Puertas.....	73
5.1.2 Paredes.....	73
5.1.3 Techo.....	73
6. ANALISIS ECONÓMICO.....	74
6.1 Presupuesto estimado para el aislamiento acústico y electroacústico.....	74
7. CONCLUSIONES.....	75
8. RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS.....	77
ANEXOS.....	78

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la mayoría de estudios de televisión del Ecuador durante su diseño arquitectónico se ha puesto un mayor énfasis en la parte visual, iluminación y equipamiento técnico, sin embargo, requerimientos acústicos como acondicionamiento y aislamiento acústico no han sido tomados en cuenta. Esto se puede deber tal vez a que a la gente no le importa o desconoce los beneficios de un buen confort acústico y una buena inteligibilidad de la palabra.

Dentro de recintos especializados como son los estudios de televisión, el ruido puede ser un problema muy importante, debido a que las condiciones de trabajo son adversas pensar en sus posibles soluciones y mejoras.

Uno de los principales problemas del recinto de análisis, RTV Ecuador, justamente es el ruido dentro de sus instalaciones, cabe recalcar que anteriormente este recinto fue utilizado como Ministerio de Educación, por lo que ninguno de los sets fue diseñado, construido y adecuado para la producción de televisión desde un comienzo, actualmente cuentan con varios problemas acústicos como superficies reflejantes, ruido generado por sistemas aire acondicionado, ruido transmitido por vehículos que entran y salen del parqueadero, simetría de las paredes, entre otros.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar el aislamiento, acondicionamiento y la cadena electroacústica de los estudios de producción de audio en Ecuador Tv.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el ruido de fondo, el campo reverberante y respuesta de frecuencias para el respectivo diseño de aislamiento y acondicionamiento de los estudios y controles, incluyendo la resonancia y los modos normales de vibración.
- Determinar los factores contaminantes de ruido que afectan la calidad del sonido.
- Determinar si las condiciones actuales de los estudios cumplen con las normas internacionales para estudios de televisión.
- Plantear soluciones de aislamiento acústico de los estudios de grabación para evitar el ruido no deseado.
- Diseñar soluciones que permitan obtener un tiempo de reverberación óptimo y adecuado al estudio y sus usos.
- Diseñar la cadena electroacústica de los estudios para obtener un óptimo cableado y evitar posibles inducciones.
- Realizar un estudio de costos para el presupuesto del diseño.

1.3 Hipótesis

En la actualidad las condiciones de Ecuador TV no cuenta con infraestructura acústica adecuada para realizar los programas, al diseñar el tratamiento acústico que tome en cuenta los parámetros importantes como el ruido, la inteligibilidad y calidad del sonido, se obtendrá una mejora significativa en la producción de audio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estudio de Televisión.

Un estudio de televisión es un espacio cerrado que dispone de un sistema de iluminación artificial compuesta de reflectores de alta potencia, capaces de iluminar un área de varios metros cuadrados, En este lugar es donde coloca la escenografía y el decorado para ambientar los programas o los noticieros, conocido como foro o set, además requiere de la colaboración continua de un numeroso equipo humano, entre asistentes, tramoyas, profesionales, técnicos y personal administrativa. Todos con un objetivo común: lanzar al aire una señal electromagnética que contiene información codificada, la cual al ser captada por un receptor dará como resultado un programa de imagen y sonido.

Se podría decir que el Set o foro de televisión es el corazón de la producción el Máster o Control Maestro seria el Cerebro. Este lugar se encuentra apartado del set donde equipo de producción y staff técnico trabajan en conjunto, a continuación detallamos lo que hace cada uno de ellos. (Mora, 2011,pp 14 - 32)

2.1.1 Sala de Control

La sala recibe el nombre debido a que en este lugar se controlan el nivel de las cámaras, la señal audio de los programas que se están grabando o realizando en vivo.

Para lograr dicho control se necesita de equipamiento que a continuación se detalla.

- Equipos para medición
- Procesadores de audio y video
- Reproductores y/o Grabadores
- Monitores para audio y video
- Generadores de sincronismo



Un sistema de Televisión está conformado por varias salas para sus transmisiones los cuales son:

- Estudio de Televisión
- Sala de Post-Producción
- Sala de Control Maestro
- Sala de Edición
- Sala de Control Técnico

Dichas salas tienen una función independiente importante y que en su mayoría se encuentran interconectadas entre si para lograr una comunicación rápida.

2.1.2 Sala de Control Máster

La transmisión de la programación y de la señal del aire se envía desde este lugar por su operador llamado VTR máster en el cual se encuentran varios equipos entre los que mencionamos a continuación.

- Reproductores
- Monitores de señal de audio y video para las diferentes transmisiones
- Conmutadores de audio y video

En esta sala es donde se reciben las señales de los programas en vivo desde los estudios o el material que está grabado proveniente de ingesta de las salas de producción.



Figura. 2. Control Máster

2.1.3 Sala de Control Técnico

En este lugar se ubican equipos electrónicos que son necesarios para el control de la calidad de la señal que se va emitir.

El estudio de TV y la sala de control generalmente tienden a estar ubicados adyacentes el uno del otro teniendo contacto visual a través de un cristal de una sala a otra para una mayor coordinación entre los operadores.

En una estación de Televisión el tiempo es muy importante por lo que para evitar inconvenientes que pueden durar algunos segundos se recomienda que la sala de control técnico y la sala de control maestro estén contiguos, lo que

resulta muy ventajoso para solucionar rápidamente algún inconveniente en la generación de algún programa.

2.2 Condiciones Acústicas

Las condiciones acústicas de un estudio de televisión deben garantizar una adecuada percepción de sonido en su interior caracterizado por un alto grado de inteligibilidad y fidelidad, esto con el objetivo de que la señal captada por un micrófono tenga una calidad sonora apropiada que cumpla con requerimientos de calidad para este tipo de salas. Por esta razón, Un estudio de televisión debe cumplir unas condiciones acústicas adecuadas, las cuales, en ocasiones que ameritan deben ser muy rigurosos para cumplir con estándares nacionales e internacionales o simplemente por requerimientos técnicos del cliente.

La inteligibilidad y fidelidad sonora están directamente relacionadas a dos parámetros principales, reverberación y ruido de fondo. (Solórzano, 2005, pp. 2-3)

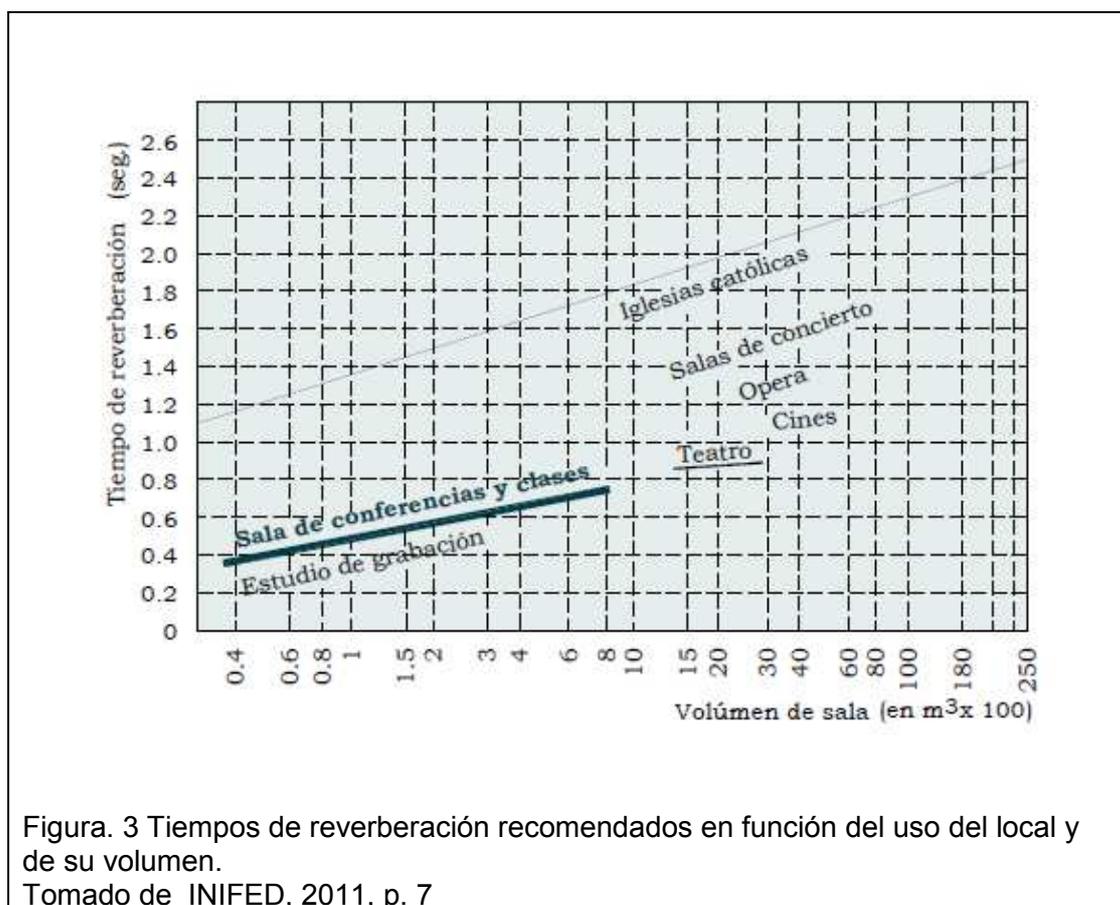
2.2.1 Reverberación

La reverberación está definida como el sonido que persiste en el interior de un recinto una vez que se apaga la fuente sonora, se evalúa para una caída de 60 dB a esto se le conoce como T_{60} , en salas donde las superficies internas están compuestas principalmente por materiales poco absorbentes el T_{60} puede ser muy alto por lo que el campo reverberante enmascara al sonido directo generando problemas de baja claridad, por esta razón en la tabla 1 se detalla valores de T_{60} recomendados para diferentes tipos de salas con el fin de garantizar correctas condiciones acústicas en su interior. En el caso de estudios de televisión el tiempo de reverberación en frecuencias medias (T_{mid}) se recomienda que se encuentre dentro del rango de 0.6-1.2 segundos.

Tabla 1. Tiempo de reverberación para distintos ambientes

Ambiente	RT60 (s)	Volumen (m ³)
Aire libre	muy corto	-
Sala de estar promedio	0.5	12 - 20
Estudio de Drama (Muerto)	0.15 - 0.2	-
Estudio de Música Pop	0.3	-
Estudio de charlas radiofónicas	0.3 - 0.5	30 - 200
Estudio de Radio de propósito general	0.6 - 0.85	250 - 800
Estudio de Televisión	0.6 - 1.2	3,000 - 15,000
Estudio de Drama (Vivo)	1.2 - 1.5	-
Estudio de Música	0.8 - 1.6	700 - 8,000
Teatro	1.0	-
Sala de conciertos	1.5 - 2.0	15,000 - 20,000
Gran catedral	10 - 12	-

Tomado de White, 2004, p. 5



2.2.2 Ruido de fondo

El ruido de fondo está compuesto por las aportaciones de ruido internos y externos al recinto a analizar, los ruidos internos son principalmente generados por computadoras, luces, conversación de personas, equipos de ventilación, entre otros, mientras que los ruidos externos están relacionados directamente a ruido de tráfico y actividades comerciales cercanas al recinto que ingresan ya sea por puertas, paredes, ventana o losas. Al igual que campo reverberante el ruido de fondo si no se controla puede enmascarar el sonido directo generando problemas de baja inteligibilidad y fidelidad sonora. (Beranek, 1957) mediante una serie de estudios determinó una serie de curvas conocidas como NC (Noise Criteria), que identifican el ruido de fondo máximo recomendado para distintas actividades antes de que comiencen a generar molestias sus ocupantes o requerimientos técnicos. En el caso de estudios de televisión se recomienda que el ruido de fondo cumpla con la curva NC 15-25.

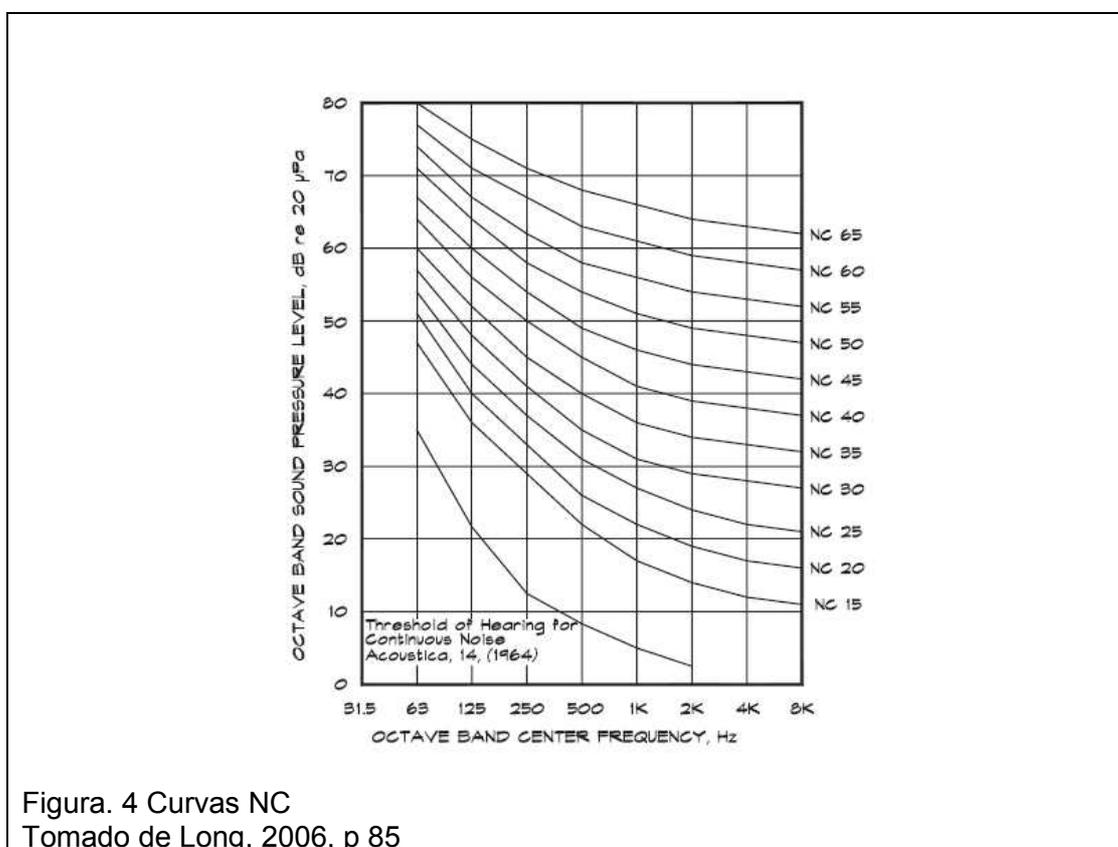


Tabla 2. Curvas NC por banda de octavas en Hz

Criterio de Ruido	Frecuencia en banda de octavas (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Nivel de Presión Sonora (dB)							
NC-15	47	36	29	22	17	14	12	11
NC-20	51	40	33	26	22	19	17	16
NC-25	54	44	37	31	27	24	22	21
NC-30	57	48	41	35	31	29	28	27
NC-35	60	52	45	40	36	34	33	32
NC-40	64	56	50	45	41	39	38	37
NC-45	67	60	54	49	46	44	43	42
NC-50	71	64	58	54	51	49	48	47
NC-55	74	67	62	58	56	54	53	52
NC-60	77	71	67	63	61	59	58	57
NC-65	80	75	71	68	66	64	63	62
NC-70	83	79	75	72	71	70	69	68

Tomado de Ver & Beranek, 2006, p 893.

2.3 Estudio Acústico

2.3.1 El aislamiento de sonido

Un área utilizada para la grabación de sonido debe ser razonablemente tranquila, con un cierto grado de aislamiento de sonido. Sin embargo, la cantidad de ruido de fondo que se puede aceptar depende del tipo de estudio. Por ejemplo, un estudio de música pop no tiene un fondo tan tranquilo como un estudio de drama.

La siguiente tabla muestra los niveles normales de ruido de fondo, medidos en dB por encima del umbral de audición, para tipos comunes de los estudios.

Tabla 3. Ruido de fondo para tipo de estudios

Tipo de Estudio	100 Hz	200 Hz	1 kHz	5 kHz
Propósito General	50	43	28	19
Discurso	44	36	23	15
Drama	40	32	19	12

Tomado de White, 2004, p 1

2.3.2 Criterios de ruido

Diseñadores de estudio a menudo usan una gráfica especial que define los criterios de ruido de un estudio (NC) . Por ejemplo , un área de cumplimiento de la norma NC-65 tiene un ruido de fondo de menos de 65 dB a 4 kHz , aunque esto puede elevarse a 80 dB a 63 Hz . En el otro extremo de la escala, un estudio conforme a la norma NC-15 tiene menos de 15 dB de ruido, aumentando hasta un máximo de 47 dB a 63 Hz.

2.3.3 Materiales para aislamiento de sonido

La mayor parte del ruido de fondo dentro de un estudio es generado por los equipos de aire acondicionado u otros dispositivos técnicos, además se tiene la presencia de ruido que se origina en el exterior del edificio. La cantidad de ruido que ingresa en el estudio depende de la solidez de su estructura. En otras palabras, el aislamiento de sonido de un estudio aumenta en proporción a la masa total del material alrededor de él. Esta última se mide generalmente en kilogramos por metro cuadrado (kg/m²) de la superficie del material. (White, 2004, p 1)

2.3.4 Materiales para las paredes

Por cada 6 dB de aislamiento de sonido adicional que se requiera la masa de una estructura de pared debe duplicarse.

Una partición de Camden, que consiste en un marco de madera se enfrentan con una o dos capas de placas de yeso en ambos lados, también se puede utilizar una barrera acústica. Este tipo de construcción también se puede fijar a una pared estructural, la formación de una "piel" que mejora el aislamiento acústico. En este último caso, usted necesitará un ' grid ' de estructuras de madera, que consiste en listones de 76 mm por 50 mm, montada en la pared principal, con rastreles verticales espaciados a 0,6 m, y las horizontales a 1,2

m. Cualquier extremo de los listones que están unidos a la estructura del edificio debe ser cerrado herméticamente por medio de masilla. También se les debe 'asentado' a la pared, de nuevo utilizando masilla. A continuación, un espesor de 25 mm de lana de roca debe insertarse entre los listones y una capa de 12,5 mm de tableros de fibra clavados en la parte superior. Por último, una capa de 12,5 mm placas de yeso debe ser arreglado, teniendo cuidado de solapar las articulaciones con los del tablero de fibra, terminando con un "descremada" multa de yeso. El espesor total añadido a la muralla original será de unos 110 mm.

2.3.5 Reflexión del sonido

En un estudio de grabación perfecto no hay reflexiones de sonido, por lo que el estudio en sí no influiría en la calidad de una grabación. De hecho, el lugar perfecto para hacer una grabación está en el aire libre, donde los sonidos son absorbidos de manera uniforme en el aire en todas las frecuencias. Por desgracia, en el mundo moderno, es prácticamente imposible encontrar un lugar exterior tranquilo para la grabación.

Cuando una onda de sonido se encuentra con una superficie sólida, parte de la energía se absorbe en la superficie, ya sea pasando a través del material transformándose en calor. Sin embargo, el resto del sonido se refleja de nuevo en el aire. Tales reflexiones son inevitables y ocurren cuando:

- La superficie no es totalmente absorbente, que es casi siempre el caso.
- Las dimensiones de la superficie (en ángulos rectos a la dirección de la onda) son mayores que la longitud de onda del sonido.

Este último efecto hace que las bajas frecuencias pasen a través de una superficie, un efecto conocido como difracción. Sin embargo, a altas frecuencias, la mayoría de los sonidos se reflejan, a veces creando una sombra

sonido detrás de un objeto. Debido a este efecto, un panel cuadrado de alrededor de 300 mm por 300 mm (que corresponde aproximadamente a la longitud de onda de un sonido a 1 kHz) refleja apenas sonidos por debajo de 1 kHz, la mitad de las ondas a 1 kHz y casi todas las ondas por encima de 1 kHz.

Cuando un sonido pasa a través de una abertura cuyo tamaño es menor que la longitud de onda del sonido, los "frentes" de las ondas de sonido normalmente planas se convierten en curva. Si la abertura es grande, o la mayor frecuencia, los frentes de onda no se han modificado. Algunos tipos de altavoz aprovechan este efecto para obtener una característica direccional.

2.3.6 Tiempo de reverberación

Cualquier estudio con numerosas superficies reflectantes se dice que es vivo: cuando un sonido se ha detenido, las reflexiones todavía se pueden oír, pero luego se desvanecen poco a poco. Este fenómeno, conocido como reverberación, se mide por el tiempo que tarda un sonido en decaer a un nivel especificado.

La forma más común de medir el tiempo de reverberación se conoce como RT60, que se define como el tiempo que tarda un sonido en decaer a 60 dB por debajo de su intensidad original.

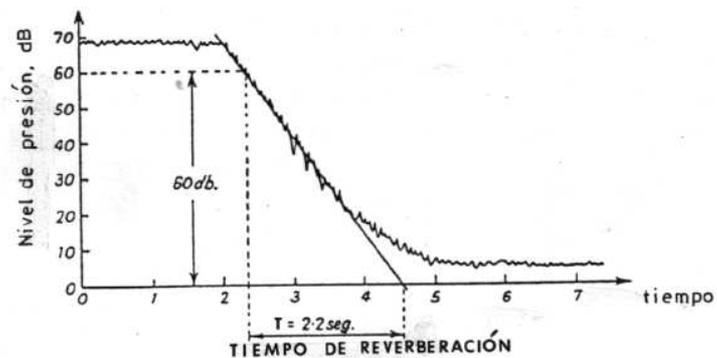


Figura. 5 Tiempo de Reverberación
Tomado de Sommerhoff, 2005, p 113

Se puede calcular la RT60 teórico para un estudio usando la siguiente ecuación:

$$RT60 = 0,161 * \frac{V}{A} (s) \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

RT60 = tiempo de reverberación en segundos

V = volumen de estudio en metros cúbicos

A = Absorción de la sala en m²

Esta ecuación incluye solo la absorción de las superficies límites. Por lo tanto falta agregar en ella la absorción de los objetos y la absorción del aire.

La absorción de sonido total, que es $A = \sum Si * ai$, se puede obtener usando la siguiente ecuación:

$$A = S * \alpha = (s1 * \alpha1) + (s2 * \alpha2) + (s3 * \alpha3) + (s4 * \alpha4) \dots \dots \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

$s1, s2$ = área superficial para cada elemento del estudio

$a1, a2$ = coeficiente de absorción de cada elemento

Las ecuaciones no son exactas, el rango de error esta alrededor del 20 % en Sabine para $a > 0'2$.

La ecuación más general de tiempo de reverberación la cual incluye la absorción A que corresponde a la absorción de las superficies límites, la absorción A' que corresponde a la absorción de los objetos, y la absorción $4mV$ que corresponde a la absorción del aire.

$$RT60 = 0,161 * \frac{V}{A+A'+4mV} (s) \quad \text{Ecuación (3)}$$

2.3.6.1 La elección de una relación de calidad RT60

Idealmente, el valor de RT60 debe dar un ambiente natural y se adapta al tipo de grabaciones que tiene la intención de hacer en el estudio. Las cifras reales o RT60 óptimas para diferentes entornos o áreas de grabación son los siguientes:

RT60 de un estudio que:

- Sea menor de 0,3 segundos para un estudio cuyo volumen sea inferior a 100 m³. Esta cifra es particularmente importante para frecuencias de hasta 2 kHz. Por desgracia, es difícil de alcanzar sin el uso de numerosos absorbentes (ver más abajo), aunque no es tan difícil para un gran estudio. White, 2004, p 5
- Sea constante entre 60 Hz y 8 kHz, aunque pequeños aumentos inferiores a 125 Hz no se pueden evitar en los estudios más pequeños. En un área grande, donde el volumen total supera los 300 m³, no debe haber ningún aumento en el valor por debajo de 250 Hz.
- De un buen resultado en 63 Hz que es menos de 50 % superior a la cifra a 250 Hz. White, 2004, p 5

- Se desvié menos de 10 % entre 250 Hz y 4 kHz: un alto valor en este rango puede resultar en grabaciones que contienen habla o música sibilante aguda.

Sonido Reflexiones y RT60

El *mean free path* (MFP) para cualquier frente de onda está dada por:

$$MFP = \frac{4V}{S} \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde:

V = volumen de estudio en metros cúbicos

S = superficie total del estudio en metros cuadrados

El número de reflexiones (NR) dentro del tiempo RT60 está dada por:

$$NR = \frac{(c \cdot RT60)}{MFP} \quad \text{Ecuación (5)}$$

Donde:

c = velocidad del sonido (343 m / s)

Para un sonido reverberante óptimo debe haber por lo menos 100 reflexiones dentro de un RT60 de 0,25 segundos. En un pequeño estudio de 5 m por 4 m por 3 m de la NR calculado es 33.67. Esto significa que un pequeño estudio de este tipo no puede proporcionar las condiciones de audición ideales, lo cual también puede ser probado en la práctica.

2.3.7 Absorbentes acústicos

El tiempo de reverberación de su estudio se puede modificar mediante el uso de absorbentes acústicos en las paredes y techos. Estos también pueden ser utilizados para reducir la resonancia, aunque la absorción excesiva puede

reducir figura RT60 de un estudio a un valor inaceptablemente pequeño. Los tipos comunes de absorbente incluyen:

2.3.7.1 Absorbente poroso

Son materiales porosos o fibrosos, tales como lana de vidrio, guata sintética o lana de roca. La onda sonora debe pasar a través del material para que cumpla con su función, por lo que los materiales celulares, tales como poliestireno expandido, no adecuados para esta aplicación.

El espesor debe ser igual, al menos, un cuarto de longitud de onda del sonido que se absorbe. Por razones prácticas, esto significa que este tipo de absorbedor se puede utilizar solamente para las frecuencias que están por encima de 200 Hz. Típicamente, un espesor de 25 mm de material se utiliza en frente de una profundidad similar de espacio de aire.

Una cubierta de madera prensada con un 0,5 % de perforaciones hace que la caída coeficiente a frecuencias superiores a 250 Hz, mientras que 5 % perforaciones da un coeficiente de absorción de 1,2 a 600 Hz, para caer a frecuencias más altas. Sin una cubierta, es posible obtener un coeficiente de 0,1 a frecuencias superiores a 1 kHz. White, 2004, p 7



2.3.7.2 Membrana o Panel Absorber

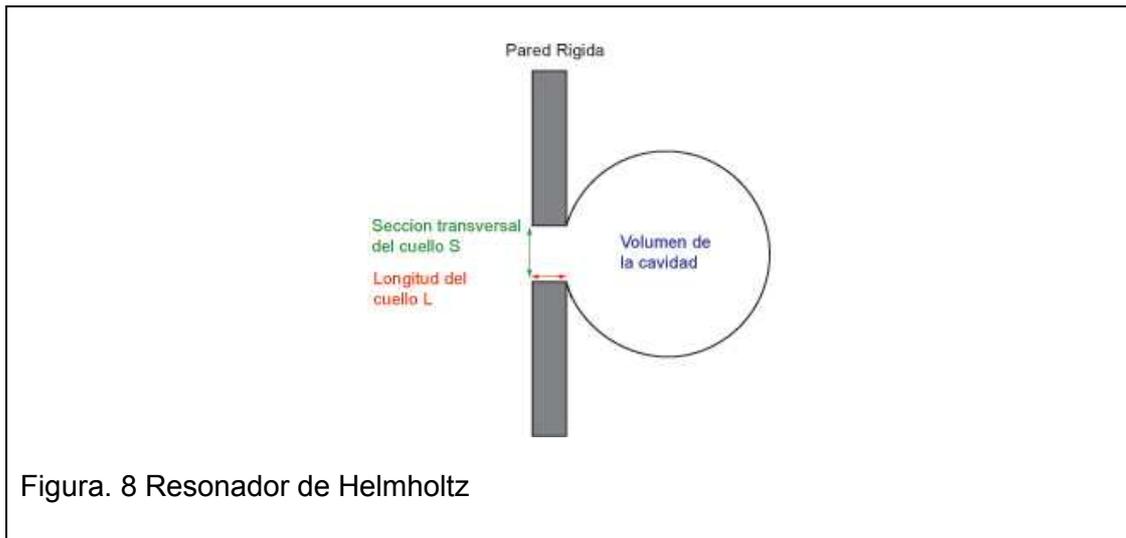
Este consiste en una membrana flexible que se coloca delante de un espacio de aire sellado, creando un dispositivo resonante. Sin embargo, esta resonancia se amortigua, asegurando la absorción en todas las frecuencias cercanas a la resonancia. Las membranas pueden estar formadas por una o dos capas de tela asfáltica, paneles de madera, madera prensada unida con fieltro del techado bituminoso u otros materiales. White, 2004, p 8



Figura. 7 Paneles absorbentes
Tomado de itsmodula

2.3.7.3 Resonador Absorbente de Helmholtz

Resonador conformado por una cavidad cerrada de aire la cual está conectada a la sala a través de una abertura o cuello, este dispositivo puede absorber el sonido cerca de su frecuencia de resonancia. Este tipo de absorbedor es particularmente adecuado para la solución de problemas que no pueden ser corregidos por cualquier otro medio.



2.3.7.4 Cajas absorbentes acústicas

Estas son de construcción similar a un absorbedor de membrana, pero en la forma de una caja, a menudo cuadrado con dimensiones 580 mm y 200 mm de profundidad, y favorecido por la BBC. Cuando se instala en los listones generales aumenta la profundidad a 212 mm, aunque el espacio en la parte posterior de las cajas de manera útil puede ser utilizado para acomodar el cableado técnico.

Para mejorar la apariencia, los listones de madera suelen colocarse alrededor del borde de cada 'bloque' de las cajas. Cajas técnicas y armarios pueden ser de dimensiones relacionadas, proporcionando un estilo modular de construcción al estudio. Por lo general hay poco beneficio en la fijación en la parte inferior de las cajas menores a 650 mm del nivel del suelo.

Los siguientes diagramas muestran cómo las cajas acústicas se pueden instalar en un estudio real, se muestran cajas alternativas con diferentes cantidades de perforaciones:

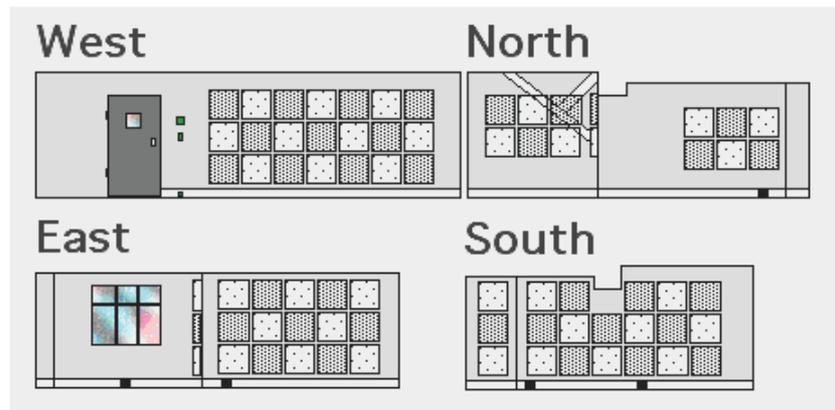


Figura. 9 Cajas Acústicas

Tomado White, 2004, p 9

En algunos casos, en particular cuando la resonancia es un problema, las cajas mejoran su rendimiento, en grupos de cuatro o seis, con una superficie de pared desnuda entre ellos. Sin embargo, una pared expuesta debe enfrentarse siempre otro grupo de cajas en el otro lado del estudio. Esta técnica utiliza los lados de las cajas para reflejar el sonido, el aumentar la difusión. Dicho esto, una dotación completa de cajas debe usarse siempre detrás de los altavoces de monitoreo de cada estudio.

2.3.8 Resonancia

Si cualquier dimensión de una habitación corresponde a la mitad de la longitud de onda de un sonido, se crea una onda estacionaria. Esto sucede porque la habitación se ha 'sintonizado' a la frecuencia del sonido y resuena con ella.

Las ondas estacionarias pueden causar variaciones de presión de 20 a 25 dB en diferentes partes de una habitación. Esto tiene efectos lamentables sobre el monitoreo: a veces ciertos sonidos parecen demasiado fuertes, otros al contrario.

La resonancia también se produce en longitudes de onda que son múltiplos de las dimensiones de la habitación. Las frecuencias de resonancia que se excitan

son armónicos de la frecuencia fundamental. Afortunadamente, las variaciones de presión producidas por tales armónicos son menos graves, en particular en las frecuencias más altas.

2.3.8.1 Frecuencias de resonancia

La resonancia se complica al considerar todas las dimensiones de una habitación, incluyendo sus diagonales. De hecho, hay un número infinito de frecuencias de los modos propios, aunque las frecuencias más altas no son tan significativas. Tales frecuencias de resonancia se establecen puramente por las dimensiones de una habitación, aunque es posible reducir la intensidad o la calidad (Q) de tales resonancias mediante la instalación de equipamiento adicional, absorbedores acústicos (véase más arriba) y otros tratamientos.

Tales resonancias en un pequeño estudio pueden ser especialmente perturbadoras. Afortunadamente, se producen en frecuencias más bajas en un gran estudio, a veces en una gama casi fuera del rango de audición normal.

Esta tabla muestra las frecuencias aproximadas para una sala de 4,7 m de largo, 3,4 m de ancho y 2,5 m de altura:

Tabla. 4 Resonancias

Resonance No.	Frequency (Hz)	Due to:
1	36.77	Length (L)
2	51.14	Width (W)
3	63.00	L-W diagonal
4	68.60	Height (H)
5	73.90	2 L
6	77.85	L-H diagonal
7	85.57	W-H diagonal
8	89.70	2 (L+W)
9	93.15	L+W+H
10	100.70	2 (L+H)

Tomado de White ,2004,p 9

Para un estudio de dimensiones de 3 m por 5 m por 7 m, las frecuencias de los modos propios más bajas se pueden calcular utilizando una serie de ecuaciones, que comienzan con:

$$f_n = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{l_z}\right)^2} \quad \text{Ecuación (6)}$$

f_n = Frecuencia normal de orden x en Hz

n_x, n_y, n_z = enteros que pueden elegirse independientemente con cualquier valor entre 0 e ∞ .

l_x, l_y, l_z = dimensiones del recinto en metros.

c = velocidad del sonido (343 m / s)

$$F_{100} = (c / 2) \times (1/3) = 57,2$$

$$F_{010} = (c / 2) \times (1/5) = 34,3$$

$$F_{001} = (c / 2) \times (1/7) = 24,2$$

$$F_{200} = (c / 2) \times (2/3) = 114,4$$

$$F_{020} = (c / 2) \times (2/5) = 68,6$$

$$F_{002} = (c / 2) \times (2/7) = 49$$

y así sucesivamente ..

2.3.8.2 Minimización de Resonancia

El peor tipo de problema es la resonancia estructural, causada por los elementos del edificio que están sintonizados a frecuencias particulares. Esto puede ser minimizado mediante el uso de técnicas tales como:

- Suelos: colocación bloques de madera directamente sobre pavimento de cemento utilizando masilla pitch.

- Paredes: utilizando clinker o brisa bloques para la hoja interior de todas las paredes de la cavidad.
- Techo: la aplicación de yeso sobre los constructores de paneles de aislamiento.

2.8.3.3 Minimización de Resonancia con difusión

Otra forma de reducir la resonancia implica la introducción de superficies irregulares para ' romper ' la linealidad de las superficies y así dispersar las ondas estacionarias. Para ser eficaz, la profundidad cualquier superficie difusora debe ser séptimo de la longitud de onda de la frecuencia a estudio. En áreas complejas, como un estudio de televisión, la difusión por accidente puede ser proporcionada por los sistemas, equipos técnicos y otros equipos.

Mediante el uso de la difusión se puede minimizar los efectos tales como la coloración, el aleteo, eco. Para ello, debe asegurarse que el coeficiente medio de absorción de cualquiera de las superficies paralelas en un estudio no exceda la proporción 01:01:04. Idealmente, la cifra debería ser 01:01:01.

2.8.3.4 Dead End (LEDE)

Esta técnica funciona proporcionando la absorción casi completa en las proximidades de los altavoces de monitoreo. En el otro ' extremo ' técnica se utilizan superficies reflectantes duro, que proporciona un entorno acústico más cómodo. En un estudio más amplio de la pared trasera también se puede orientar para minimizar la resonancia. Por desgracia, este último refinamiento no es eficaz en pequeños estudios.

2.4 Sistemas de Ventilación

En el diseño de las instalaciones de producción de televisión, uno de los principales factores a tener en cuenta es el tipo de sistema de ventilación requerida para la operación cómoda, tranquila y eficiente de la instalación. Instalaciones de este tipo pueden calentarse demasiado. La iluminación del estudio es, con mucho, el principal determinante de la carga de calor en un espacio de producción. Nada se compara con la inmensidad de vatios por superficie dedicada a la iluminación.

La carga estándar de la industria para los espacios destinados a producción es de 45W por pie cuadrado. Un pequeño estudio puede tener una carga considerablemente mayor. En grandes estudios, puede teóricamente reducir esta carga a la gama de 35 W a 40 W por pie cuadrado. Sin embargo, esto no es práctico en la realidad, ya que el aire tiene que ser entregado en el recinto en cantidades que hacen un promedio de 45W por pie cuadrado, y que podría estar en cualquier lugar en el estudio. (Argibay, 2009,p 1)

2.4.1 El enfriamiento es para las personas

En una oficina o en un hogar ,una persona puede estar acostumbrada a percibir calor normal del recinto, pero si existen otros factores que pueden alterar esta percepción esto impulsa el diseño de sistemas de refrigeración.

En un estudio de televisión, el calor es generado por un conjunto de fuentes de iluminación. De lo que se diferencia de lo que un aire acondicionado podría generar.

La radiación por definición dice que el transporte directo de energía a través del espacio es a través de ondas electromagnéticas, donde la luz está incluida. La convección es la transferencia de calor por el movimiento real de la energía térmica en los fluidos (en este caso, el aire).

Para lograr que el Anchor que utilice el estudio este cómodo con el sistema de enfriamiento se necesita que estos dos métodos de transferencia de calor estén bien aplicados para que el diseño sea viable.

A partir de este conocimiento se decide sobre una temperatura ideal para el estudio, que se debe mantener mientras que la producción está en marcha. (Argibay, 2009, pp 1- 2)

2.4.2 Cálculo de las cargas de enfriamiento

Si queremos resolver la ecuación para el volumen de aire requerido por el uso de la formula de calor sensible necesitamos, conocer dos temperaturas: la temperatura de diseño la misma, que se denomina así cuando el estudio se encuentra en operación y la temperatura de descarga, en la que el aire es descargado desde el difusor de aire y con la carga estimada sobre la base de 45 W por pie cuadrado.

Típicamente, toda la carga en un estudio es calor sensible, que es el calor en forma de energía térmica. El calor latente, la cantidad de energía en forma de calor liberado o absorbido por una sustancia durante una transición de fase, juega un papel insignificante en un diseño típico de estudio.

La fórmula calor sensible es

$$hs = 1.08 \times q \times \Delta t \quad \text{Ecuación (7)}$$

Donde:

- hs = calor sensible en BTU / hr ;
- q = caudal de aire en CFM ;
- t = diferencia de temperatura en grados Fahrenheit (delta de temperatura entre el diseño y las temperaturas de descarga); y
- 1.08 = una constante fórmula.

O, como es más comúnmente escrito, $BTU/hr = 1.08 \times CFM \times \Delta t$

Con una comprensión de las variantes (diseño y de temperatura alta) , una vez dada una carga , se puede calcular escenarios para ayudar a comprender mejor las implicaciones de la temperatura de diseño de criterios y decisiones de selección del sistema .

2.4.3 Cuestiones de selección de sistema

Cada instalación cuenta con un conjunto de datos, cada uno de los cuales es fundamental en la selección de una solución de refrigeración para su estudio. Aquí están algunas cosas a considerar:

- ¿Que se puede aprovechar de un tipo de infraestructura ya existente y cuando se hace un estudio de la misma?
- ¿Cuál es el costo inicial de diversas opciones del sistema cuando se equilibra con un análisis costo operacional?
- ¿Cuáles son las cuestiones de mantenimiento y confiabilidad?

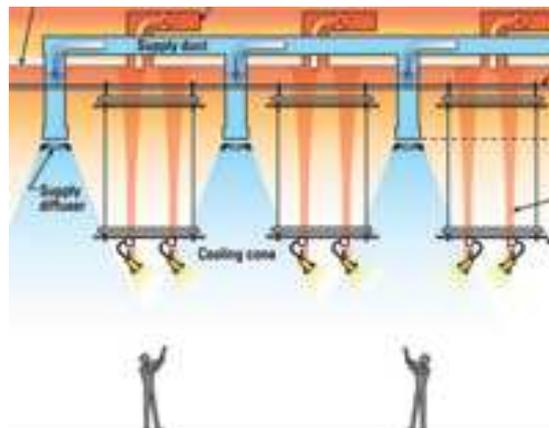


Figura. 10 Un ejemplo de cómo fluye el aire acondicionado en un estudio
Tomado de Argibay, 2009, p 2

Empezemos por mirar a algunos conceptos básicos del sistema de aire acondicionado. (Ver Figura 10). Todas disponen de aire acondicionado que se basa en un ventilador que sopla aire a través de una bobina. Cualquier

refrigerante o agua se utiliza en un sistema cerrado para absorber el calor desde el aire en movimiento a través del serpentín de refrigeración. Esto enfría el aire en el lado de descarga de la bobina. El calor absorbido por el refrigerante o agua se realiza a través de tuberías a una sección de condensador, donde libera el calor capturado y puede comenzar el ciclo de nuevo. Algunos sistemas utilizan mezclas de agua como el medio para la transferencia de calor, pero sólo rara vez iban a ser considerados como una solución. El refrigerante es el método más comúnmente utilizado.

Existen dos tipos básicos de sistemas que utilizan refrigerantes: expansión directa (DX) de sistemas y sistemas de enfriamiento. Los sistemas DX utilizan un evaporador que está directamente en contacto con la corriente de aire, haciendo que el serpentín de refrigeración de la alimentación de aire y el evaporador del circuito de refrigeración una y la misma. (Ver Figura 11) En un sistema de enfriador, se produce agua refrigerada y se utiliza como un medio para transferir el calor (ventiladores en el edificio) a enfriadores y luego hacia el exterior para el rechazo de calor.

2.4.4 Tipos de sistemas DX

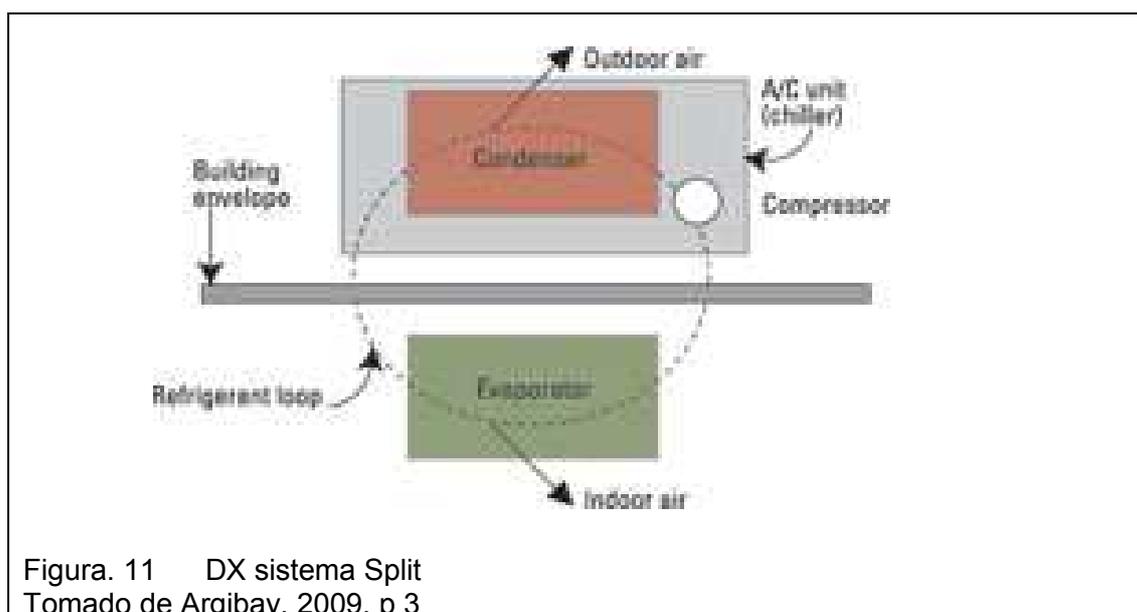


Figura. 11 DX sistema Split
Tomado de Argibay, 2009, p 3

Los sistemas DX suelen dividirse en sistemas unitarios o partidas. Los sistemas unitarios son los que comprenden todos los componentes de un circuito de refrigeración, incluyendo los controles, en una unidad. Un sistema de división separa una parte para la instalación en el interior del edificio (ventilador , serpentín de refrigeración y el filtro) , con el condensador y el compresor situado al aire libre, conectados por tuberías de refrigerante . Los sistemas DX unitarios pueden ser interiores o montados en el techo, a menudo con una descarga de fondo a la derecha en el edificio.

Los sistemas DX interiores unitarios suelen ser demasiado pequeños para hacerlos candidatos viables para una aplicación de estudio de televisión, a menos que sea un muy pequeño proyecto en el que una sala de máquinas con una gran cantidad de espacio de rejilla está disponible. Un sistema de división comercial permite a todo el equipo de tratamiento de aire ser instalado en el interior, dando lugar a muchas ventajas:

- Las unidades de aire de manipulación (AHU) estarán en un espacio con aire acondicionado , protegido de los elementos y las fluctuaciones de temperatura .
- El mantenimiento de filtros y cinturones será más fácil y por lo tanto más probable que ocurra.
- La mayoría de los estudios requieren por lo menos dos AHUs . Esto significa que los AHUs deben estar acompañados por el conducto de manera que las unidades pueden compartir un sistema de distribución. Esto es más difícil de hacer al aire libre.
- Los conductos nunca deben ser expuestos a los elementos y el deterioro que causan esos elementos. Todo el conducto exterior debe ser impermeable, aislado y mantenido.

Los sistemas DX y enfriadores Chillers son más eficientes que los sistemas DX y pueden ser refrigerados por aire, o por agua. (Ver las Figuras 12 y 13 en las páginas siguientes.) Enfriadores refrigerados por agua son de uso frecuente para los grandes sistemas (500 toneladas en la que 1 tonelada = 12,000 BTU / hr) y requieren de una torre de refrigeración. Enfriadores refrigerados por aire son sistemas flexibles y modulares que se pueden utilizar cuando la instalación de una torre de enfriamiento no es factible. En un sistema basado en el enfriador, ya sea por aire o por agua, el controlador de aire está en el interior y, por lo tanto, comparte los beneficios mencionados anteriormente.

Se debe tener en cuenta que la temperatura de descarga de aire de un sistema Chiller enfriado suele ser de 55 grados, y para un sistema DX es de 60 grados.

Sin embargo, la temperatura de descarga de un sistema DX puede caer tan bajo como 48 grados cuando los compresores se encienden. Estas fluctuaciones, junto con la temperatura de descarga normalmente más alta, hacen que un sistema DX sea menos eficiente y menos confortable para los ocupantes de estudio.

Aun así, los sistemas DX son especialmente populares para los proyectos, debido a su menor costo inicial y de mantenimiento relativamente simple. Las grandes instalaciones o los construidos a partir de cero y con un consumo de más de 100 toneladas de refrigeración significan mayor consumo de energía. En tales casos, se requerirá mayor red de conductos. Se debe insistir siempre en un análisis profesional.

2.4.5 Redundancia

Las instalaciones de producción pueden ser críticas, es decir, el sistema de aire acondicionado tiene que trabajar en una cierta capacidad durante una falla en el equipo, o pueden ser no crítico, donde el contenido se crea en un horario flexible. Cada emisora tiene que identificar criterios de desempeño las

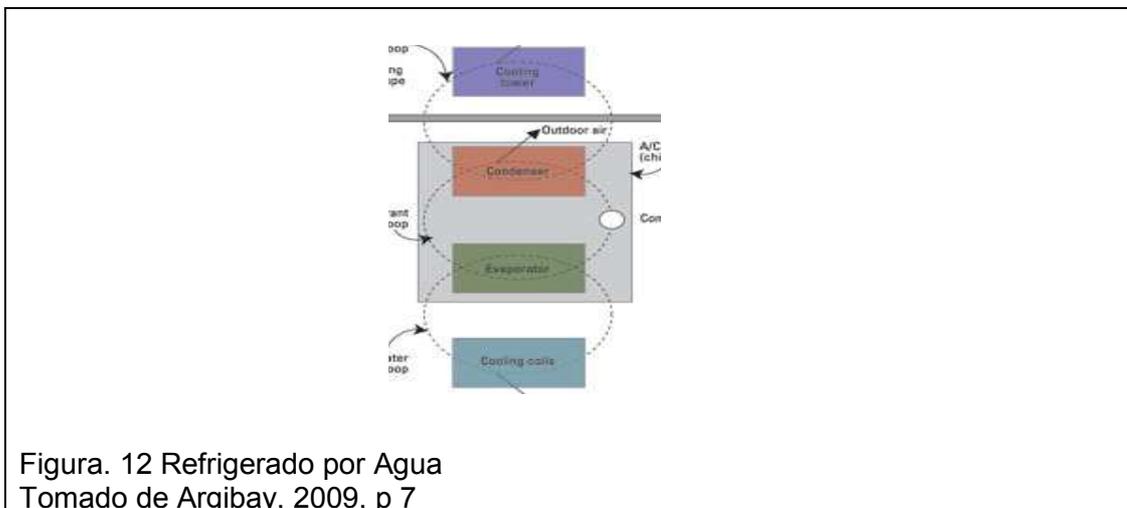
instalaciones ' con la ayuda de un equipo de consultores con el fin de establecer los criterios de diseño de HVAC (heating, ventilating and air conditioning) siglas en ingles que significan climatización, ventilación y aire acondicionado.

Hay varios niveles de redundancia a considerar. La redundancia completa requiere al menos dos AHUs , junto con otros componentes del sistema. Según el sistema seleccionado, otros componentes necesarios pueden incluir bombas, enfriadores y otros candidatos de un solo punto de fallo. Otros niveles de redundancia pueden ser considerados sobre la base de la importancia del estudio de la TV como un componente clave en la cadena alimentaria de creación de contenido. A menudo es económicamente deseable incluir redundancia integrada para el mantenimiento y la unidad de reemplazo porque incluso si no es un espacio de misión crítica, que no puede estar sin un estudio durante largos períodos.

Cuando el aire acondicionado un estudio, el coste para la distribución del aire en gran medida sigue siendo una constante en que se consideran cuestiones de redundancia. Normalmente se tarda múltiples unidades para enfriar un estudio, disminuyendo la posibilidad de que el estudio será sin refrigeración en un momento dado.

Por lo general, el plan de tres unidades con capacidad para que, en caso de que una unidad falla, los otros dos se puede cumplir con los requisitos de refrigeración. Por ejemplo, un requisito de enfriamiento de 100 toneladas puede satisfacerse con el uso de tres unidades de 50 toneladas . Esto proporciona un 50 por ciento de redundancia. Si una unidad HVAC falla mientras que otro es en el mantenimiento, sólo el 50 por ciento de la carga puede ser servido . El costo adicional es principalmente en las propias unidades. El coste incremental se basa en la tolerancia al riesgo, que define el número y la capacidad de las unidades.

2.4.6 Temas acústicos.



Si todos los demás problemas de ruido del estudio han sido eliminados por el aislamiento acústico adecuado a través de paredes, puertas y techos, el sistema de aire acondicionado se convierte en la principal fuente de ruido en un estudio. Puede ser el ruido del movimiento del aire en los conductos, o puede ser el ruido aéreo generado por la turbulencia en diferentes puntos de la red de conductos.

El ruido del sistema de enfriamiento se puede disminuir mediante la colocación de sistemas mecánicos a una distancia ajustada de la primera salida de descarga en el estudio. Esto es típicamente a 75 pies. Mediante el uso de una cámara de descarga forrada de 2 pulgadas (por lo general) y continuamente de conductos forrados hasta el punto de descarga, así la mayor parte del ruido del sistema será absorbido antes de entrar en el espacio.

El ruido de turbulencia del aire puede ser disminuida con deflectores montados en la red de conductos, mediante la colocación de amortiguadores de equilibrio tan lejos como sea posible de la descarga y por la disminución de la velocidad del aire. De estas tres opciones, las dos últimas son las más difíciles de integrar, ya que requieren un cuidadoso diseño, fabricación y un examen

profundo de las áreas con problemas potenciales. Un consultor acústico debe ser capaz de establecer los criterios generales de diseño.

Aberturas de vuelta de aire deben exceder el área de superficie de alimentación en un 10 por ciento y no requieren la canalización directa. En general, el aire de retorno se retira del espacio a través de un conducto de transferencia que se alinea completamente con 1 pulgada de revestimiento interno del conducto y tiene dos giros de 90 grados a la trampa de sonido. Para eliminar el aire de la cavidad del techo, se instala un conducto directamente ligado a la unidad que penetra en la construcción de la pared de sonido aislado.

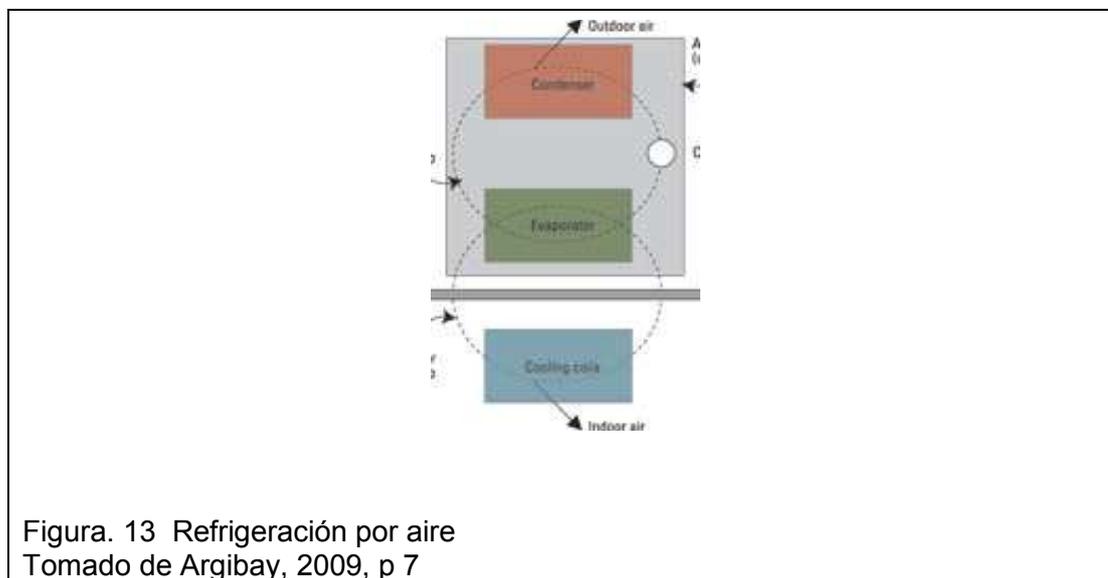
Muchos estudios deben diseñarse para unas curvas NC máximo de criterio de ruido 20-25. Para lograr este ruido de fondo exigible, las velocidades de aire de conductos deben ser cuidadosamente controlados. El aire suministrado a un estudio no debe exceder de 750 pies por minuto en el conducto principal, 450 pies por minuto en conductos rama y 300 pies por minuto o menos en el difusor de estudio. Selección del difusor de aire también es importante. Se debe tener en cuenta tanto el rendimiento acústico, como su patrón de distribución de aire.

2.4.7 Distribución de aire para diferentes alturas de estudio

Los espacios de creación de contenido varían ampliamente, tanto en superficie como en altura. Esto requiere que las estrategias para la ventilación de ellos se ajusten de acuerdo a las características físicas del espacio. Los espacios se dividen en tres categorías principales, de acuerdo a su altura. En primer lugar son pequeños estudios de aproximadamente 13 pies a 18 pies de altura, donde el sistema de iluminación se instala lo más alto posible. En estos estudios, los difusores de suministro y los rendimientos están en el mismo plano que el techo y las situadas a poca distancia de las luminarias.

Esto proporcionará incluso proporcionar cobertura aérea a lo largo del estudio y retirarlo en grupos a través de los retornos ubicados cerca del perímetro, donde la carga de calor es menor.

A pesar de que es común que los de aire acondicionado para distribuir el aire en un amplio patrón a lo largo del techo en los estudios, es necesario obtener a través de la capa de luminarias calientes para enfriar los ocupantes. Una masa pesada de aire frío, cayendo de manera uniforme en el centro del espacio, empujará el aire más caliente hacia el perímetro, donde puede ser agotado por convección a través de los conductos de retorno.



La segunda categoría de estudio son los de la gama altura de 18 pies a 25 pies. Se trata de espacios de tamaño medio en el que el plano de iluminación es sobre los 3 pies por debajo del techo. A esta altura, y con esta brecha entre la iluminación y el techo duro, hay una capa de estratificación significativa. Esta es una capa de aire caliente creado por el calor que sube desde los instrumentos de iluminación, que actúa como una barrera para el aire que fluye desde los difusores. Un método convencional de distribución de aire (con un fuerte patrón horizontal) simplemente como resultado el enfriamiento que suministra a la misma altura como la iluminación está prevista a la misma altura como la iluminación, con poco de llegar al piso.

Por lo tanto, se ha de utilizar un difusor que puede enfocar el flujo de aire hacia abajo y en un ángulo, creando un cono de aire frío por encima del nivel de la cabeza de los ocupantes. Se debe utilizar un patrón de diseño del difusor como un tablero de ajedrez, con algunos retornos mezclados en el patrón. La distancia entre los difusores de suministro, el ángulo de las palas del difusor y la altura sobre las cabezas de los ocupantes debe ser planificado de manera que haya una superposición en la cobertura.

El tercer tipo de estudios son los de 25 pies o más de altura, donde la brecha entre el plano de la iluminación y el techo es de 6 pies o más. Con tantas cavidades disponibles en el techo por encima del plano de iluminación, la capa de estratificación se puede explotar aún más.

En este caso, se sigue el mismo diseño del difusor como en el plan anteriormente citado para el estudio de tamaño mediano. Esto implica proporcionar un patrón de tablero de ajedrez, creando conos superpuestos de aire frío y la mezcla en los retornos. Además, los difusores deben instalarse del orden 6 pies por debajo del techo, donde se instalan las devoluciones, a sacar el máximo provecho de la estratificación. Esto también ayuda a evitar tener que suministrar aire a través de la capa de estratificación. Debe planearse cuidadosamente su sección transversal por lo que las alturas de todos los elementos en el estudio y coinciden espacio horizontal para proporcionar la cobertura requerida.

2.4.8 Tipos de difusores

Es importante que los difusores puedan seleccionar el rendimiento acústico, así como la distribución de aire. En pequeños estudios, un difusor y el dimensionado adecuado del cuello del mismo deben basarse principalmente en el rendimiento acústico. En muchos casos, es factible el uso de los productos estándar, mientras que en otros, se encuentra el techo tan lleno de conductos que se puedan precisar difusores personalizados.

Difusores de tipo placa de encargo son comunes en los estudios de televisión y en otras aplicaciones acústicas , debido a que la abertura de descarga se oculta , ya sea con una placa circular o cuadrada que permite que el aire fluya hacia fuera de los lados . Típicamente, la parte superior de la placa tiene un cono o pirámide para desviar el aire horizontalmente.

Ellos sólo son eficaces en donde el patrón de distribución no es crítico, tales como en pequeños estudios. En estudios más grandes, son ineficaces para conseguir distribuir el aire hacia donde más se necesita. El resultado ha sido un género de soluciones de llamadas trompas de elefante, que son los conductos de lona flexibles terminados con un difusor de placa. El uso de un sistema de cuerdas y poleas, las trompas de elefante se pueden localizar en la altura y la ubicación donde se necesita aire.

Difusores del tipo de inyector son la mejor forma de empujar el aire hacia abajo a través de la capa estratificada, caliente antes de que pierda demasiada capacidad de enfriamiento. Se construyen eficaces en la entrega de grandes volúmenes, sin turbulencias y el ruido que acompaña.

2.4.9 Otras cuestiones relativas a los estudios de enfriamiento

Por definición los estudios de televisión deben ser diseñados para ser lo más flexible posible. La colocación de difusores en las paredes es una manera ineficaz para suministrar aire en el enorme volumen que necesita un estudio. Incluso la colocación de registros de retorno en las paredes es algo que tiene que ser examinado con cuidado, ya que podría crear una situación en la que los registros serán cubiertos con un paisaje o una cortina ciclorama. Si un área de la pared tiene un espacio en el que el retorno se puede instalar sin comprometer la futura flexibilidad del estudio, se debe colocar cerca del nivel del suelo, donde el uso de hasta el 25 por ciento del volumen de aire puede ayudar sustancialmente el flujo de aire.

Idealmente, el aire en un estudio debe ser proporcionado desde el suelo para maximizar la ventaja de la convección, que permite que el aire caliente se eleve. Este método de eliminación de calor se denomina desplazamiento térmico. Las cantidades de aire necesario, el hecho de que la construcción de piso del estudio es muchas veces aislada y que se necesita que la superficie del suelo del estudio la formen elementos escénicos, como alfombras, todo conspira para que este enfoque poco práctico.

2.4.10 Observaciones finales

Los estudios de audiencia tienen requisitos de código para la evacuación de humos / purga. El uso de ventiladores, ya que, dependiendo de cómo se evacua el humo y efectos especiales que se puedan utilizar en el estudio, pueda utilizarse de forma separada la ventilación y el sistema de refrigeración.

El cuidado de las decisiones importantes con respecto a temas como la selección del tipo de ventilador de la unidad de aire acondicionado le ahorrará tiempo y dinero. El uso de silenciadores de conductos y atenuadores se ha omitido aquí, en gran parte debido a que un proyecto bien planificado no debería necesitar. Si el consultor acústico concluye que, debido a ciertas condiciones en el proyecto, silenciadores de conductos y atenuadores se deben especificar, nos aseguramos que un consultor acústico coordina cuidadosamente la selección y colocación, ya que los atenuadores de conductos son con frecuencia la fuente de ruido causado por la turbulencia.

2.4.11 Dimensionamiento de conductos

Independientemente del tipo de sistema de refrigeración, que tiene que ser entregado al estudio a través de los conductos. El tamaño de la red de conductos debe ser ordenada por el volumen de aire necesario para enfriar el espacio de estudio de televisión y por las velocidades de aire necesarios para cumplir con los criterios acústicos o de ruido (NC).

Consideremos con un ejemplo:

Encontrar el CFM requerido para enfriar un estudio de 10,000 pies cuadrados. La carga expresada en BTU / hr ($1W = 3.41 \text{ BTU / hr}$), donde $10.000 \text{ pies cuadrados} \times 45W = 1.534.500 \text{ BTU / hr}$.

Se debe proporcionar al Δt (delta de temperatura entre el diseño y la temperatura de descarga), suponiendo una temperatura de aire a base de enfriador de 55° C y una temperatura de diseño de 68° F . La respuesta es 13° F .

Aplicamos la fórmula de calor sensible ($\text{BTU / hr} = 1,08 \times \text{CFM} \times \Delta t$). Si $\text{CFM} = 1534500 \text{ BTU/hr} / 1.08 / 13^\circ \text{ F}$, el CFM es 109294.

Si se trata de un sistema DX, el Δt se reduciría en 5° C , por lo que es 8° C (la diferencia entre 60° F y 68° F a causa de la temperatura de descarga más alta). Así que si $\text{CFM} = 1.534.500 \text{ BTU / h} / 1,08 / 8^\circ \text{ F}$, el CFM es 177604.

Se observa el aumento de casi 40 por ciento entre los dos sistemas en la cantidad de CFM requerido para enfriar el espacio, teniendo en cuenta que la temperatura de diseño sigue siendo la misma. La tonelada de refrigeración sigue siendo la misma en ambos, como $1 \text{ tonelada de refrigeración} = 12,000 \text{ BTU / hr}$, o, en este caso, $128 \text{ toneladas de refrigeración}$. Argibay, 2009, p 8

2.5 Electroacústica

2.5.1 Micrófonos

Los micrófonos que se van a utilizar en el estudio de televisión son muy importantes estos pueden ser inalámbricos o clásicos, la persona encargada del sonido tendrá que determinar cuál usar dependiendo el tipo de grabación que se necesite realizar, tomando en cuenta que los micrófonos inalámbricos tienden a sufrir interferencia por factores externos a su funcionamiento.

2.5.1.1 Micrófonos Inalámbricos

El funcionamiento de esta clase de micrófonos permite una versatilidad a la hora de realizar cambios imprevistos como el escaneo de banco de frecuencias, distribución automática de frecuencia a los receptores y la sincronización inalámbrica de los transmisores, dependiendo de las características de respuesta de frecuencia y rango dinámico podemos destacar algunas de las marcas destacadas como Sennheiser, Shure, Sony.

2.5.1.2 Micrófonos Lavalier

Estos son los más utilizados en un estudio de televisión ya que entregan una buena calidad en el sonido y a su vez son discretos para las cámaras la imagen.

2.5.1.3 Micrófonos Boom

Son micrófonos que se utilizan a menudo en producciones donde el micrófono no se tiene que ver como por ejemplo en el cine.

2.5.1.4 Micrófonos para Locución

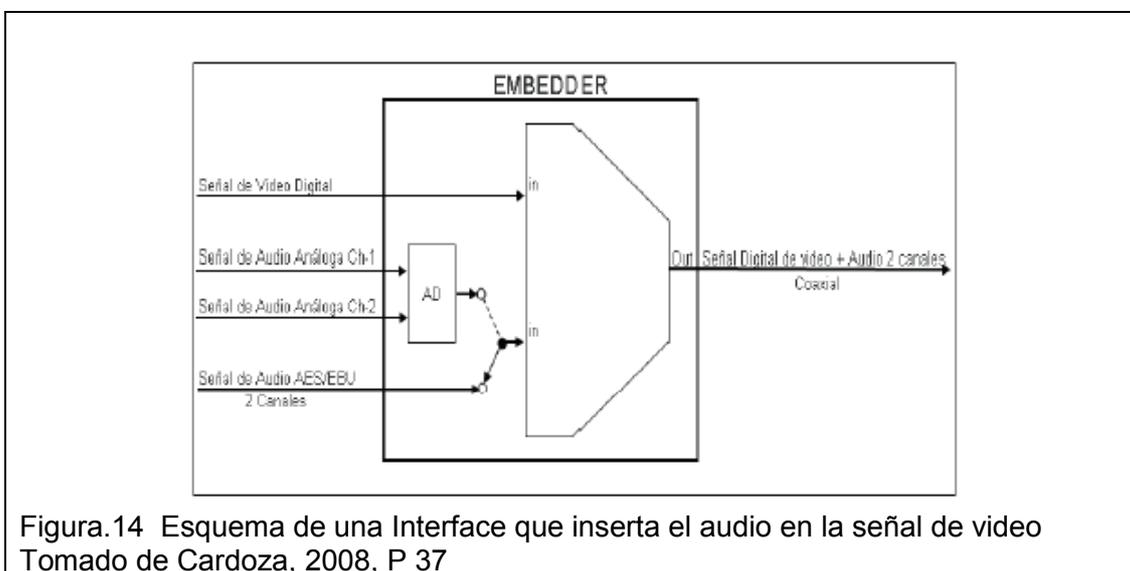
Estos micrófonos se pueden presentar como los mas acogidos para las locuciones por su respuesta de frecuencia y por su excelente sensibilidad, las marcas RODE, AKG y Shure son las más requeridas.

2.5.2 Cableado

El cableado en toda la parte electroacústica de un estudio de televisión es muy significativo por la calidad de transmisión que este debe dar para no tener ruido por inducción en todas sus etapas, Belden es una marca acogida por técnicos.

Por otra parte el cableado digital mediante cables AES/EBU son los mas utilizados por su calidad además que permite el doble de distancia del tendido en comparación al análogo.

La utilización del cable coaxial es trascendental para la configuración de audio incorporado a la señal de video (audio embedded). La señal de audio puede insertarse en modo 2 canales Mono, 2 canales estéreo y multicanal 5.1 para el caso de audio digital de alta definición, para lo cual se utilizan interfases de inserción (embedder).



2.5.3 Consolas Análogas

Debido a que en un estudio de televisión se requiere una disposición de una gran cantidad de vías de entrada, cada uno de estos con sus filtros, ecualización paramétrica, etc. Existen marcas que garantizan características técnicas y gran capacidad de prestaciones como por ejemplo MIDAS, YAMAHA y SOUNDCRAFT.

2.5.4 Consolas Digitales

El requerir procesadores adicionales para la corrección del sonido o a la vez su manipulación para la calidad del audio las consolas digitales son una de esas soluciones para el caso de espacio, ya que estas presentan características relevantes en el diseño de las etapas más sensibles de la cadena. En las entradas y salidas utilizan convertidores A/D y D/A (análogo / digital y digital /análogo) de 24 bits / 96 KHz , y las etapas de procesamiento de dinámica son manejadas por procesadores digitales de sonido de 32 bits /96 KHz.

2.5.5 Consola de Mezcla

El punto clave de este tipo de consolas es que el sonidista está trabajando en tiempo real y no se le puede permitir errores o pérdida de tiempo cuando la consola está transmitiendo un programa en vivo.

Los puntos clave de estas consolas dependiendo de los canales son:

32 canales, quizás más, alimentados desde un switcher de entradas con el cual el operador tiene acceso a un gran número de fuentes, como por ejemplo, micrófono y línea.

Un número significativo de canales estéreo.

Alimentadores limpios y buses de mezcla para audio multilingual/líneas telefónicas/ deportes, etc.

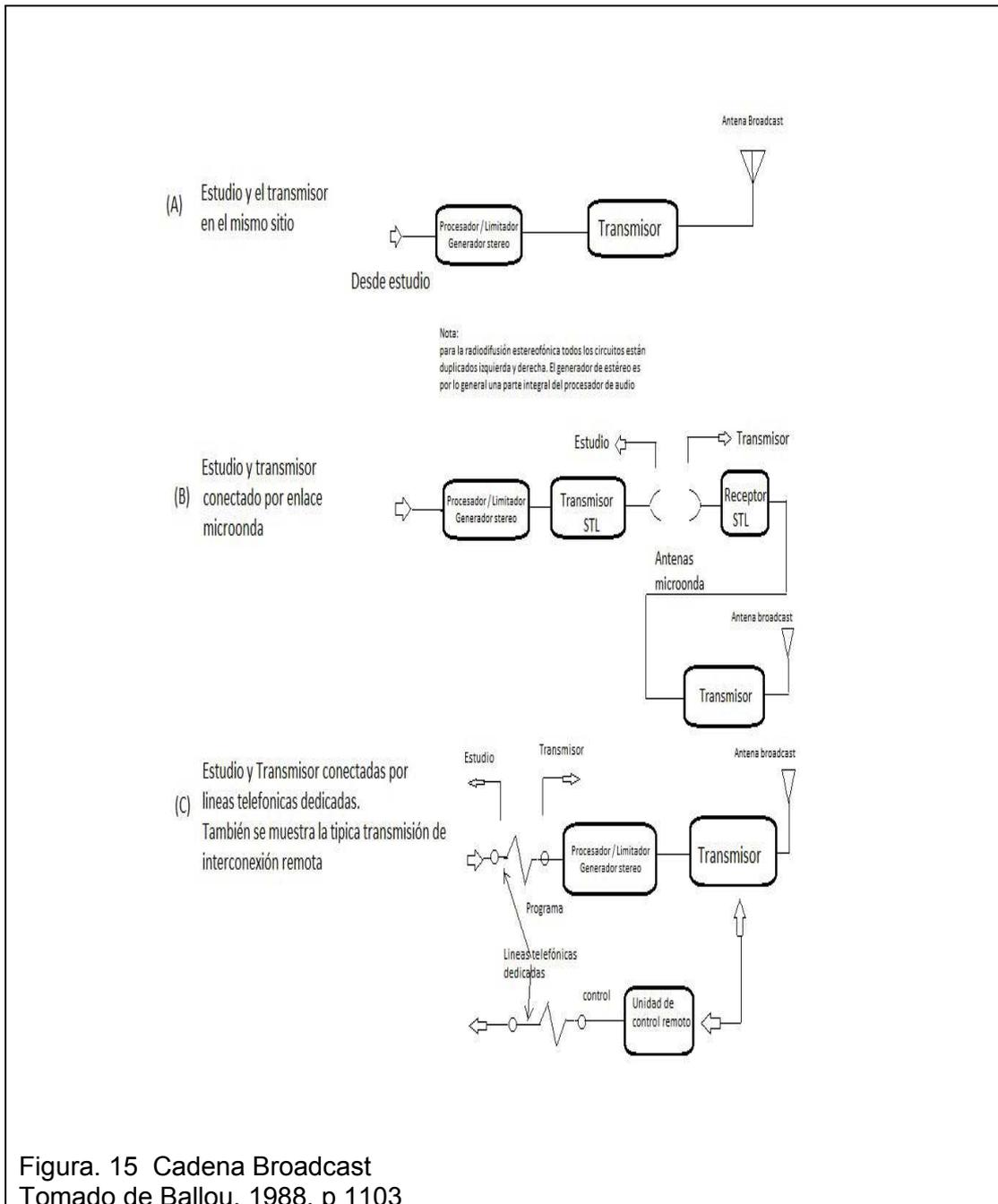
Amplias capacidades de monitoreo y PFL.

Ecuación básica y envíos auxiliares

Salidas estéreo con limitación y subgrupos que alimenten a matrices de cruce.
Control remoto y sincronización de audio siguiendo a video.

Capacidades de redundancia y conexionado rápido para minimizar pérdidas de tiempo.

2.5.6 Enlaces de transmisión.



3. MEDICIONES ACÚSTICAS

3.1 Medición T60

3.1.1 Procedimiento

Para la medición de T60 en este caso nos basamos en la norma UNE-EN ISO 3382-2 2008: Medición de parámetros acústicos en recintos que nos indica el procedimiento adecuado para este tipo de recintos.

Se tomó en cuenta un punto de posición para el micrófono de medición y tres puntos diferentes para la fuente, utilizando el método de respuesta impulsiva se pudo medir directamente, explotando un globo ya que este es una fuente capaz de producir un nivel de presión acústica de pico suficiente para garantizar una buena curva de decrecimiento.

3.1.2 Equipamiento

El equipo utilizado para las mediciones son las siguientes:

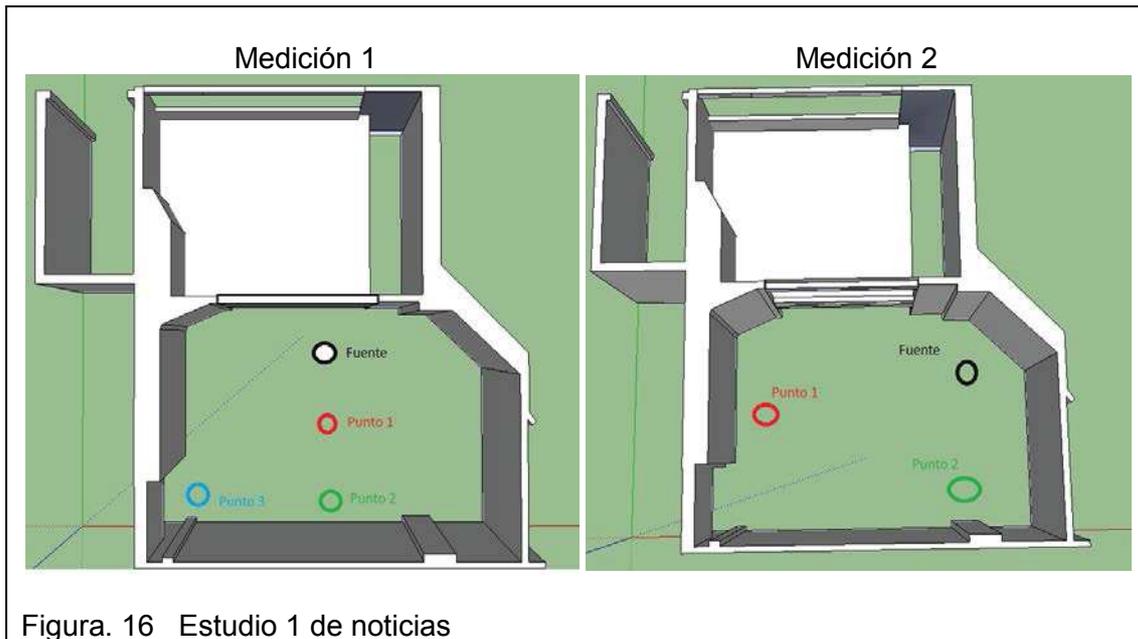
- Micrófono de mediciones de respuesta plana dBx
- Interface M-AUDIO
- Micrófono de medición para iphone i436 Tipo 2
- Computador con Software (Protools 7.4 , Spectra plus, Arta, VizIR)
- Iphone 5 con aplicación Analyzer

3.1.3 Puntos de medición

Los puntos escogidos para cada medición fueron tomados de forma aleatoria sin que este afecte con la correcta captación de la fuente.

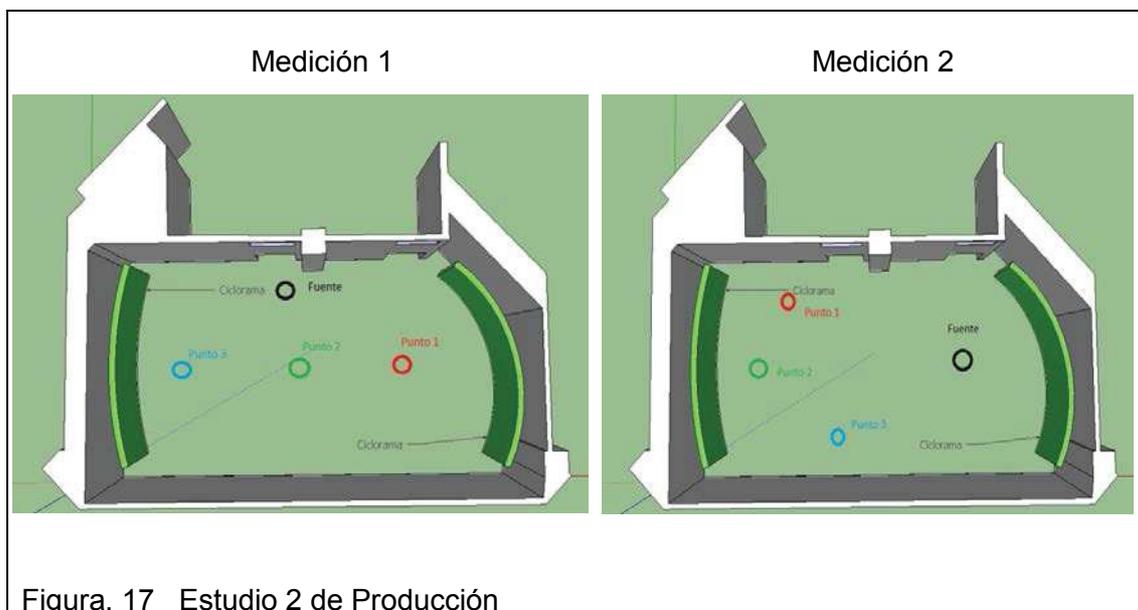
3.1.3.1 Estudio 1

En este estudio se realizaron mediciones con dos posiciones distintas de la fuente.



3.1.3.2 Estudio 2

Al igual que en el estudio 1, en esta sala se realizó dos mediciones en dos posiciones distintas de la fuente.



3.1.4 Resultados

3.1.4.1 Estudio 1

Para este caso se utilizó el programa VizIR que es una herramienta gráfica que permite una fácil comparación de criterios acústicos (Tiempo de reverberación T30, etc.)

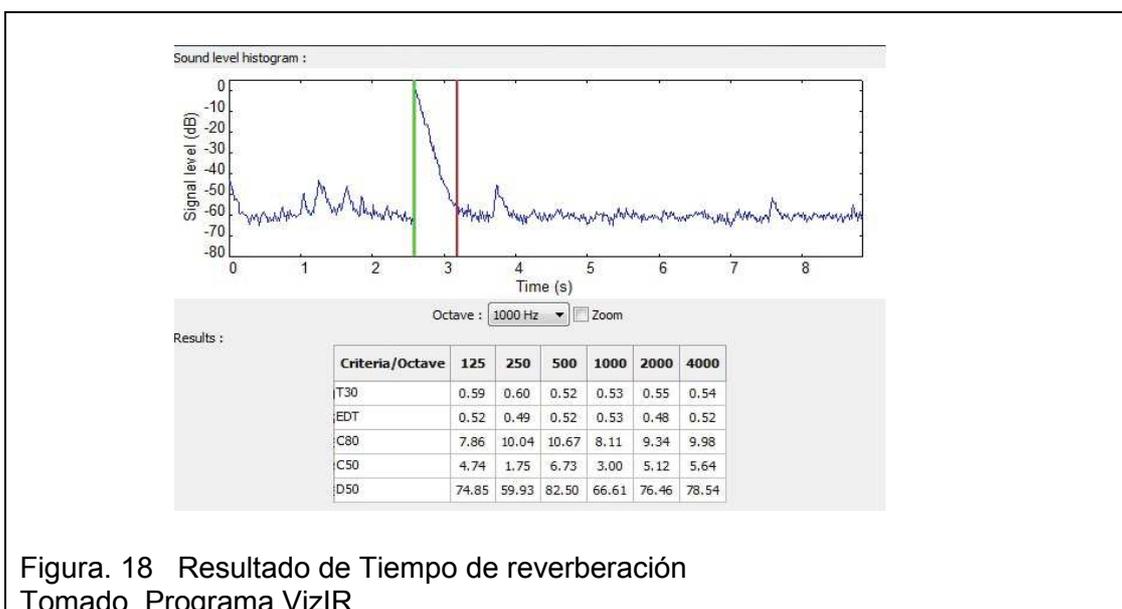


Figura. 18 Resultado de Tiempo de reverberación
Tomado Programa VizIR

Tabla. 5 Resultado de Mediciones de la primera medición en los tres puntos

T30	125	250	500	1000	2000	4000
Punto 1	0.59	0.60	0.52	0.53	0.55	0.54
Punto 2	1.52	0.56	0.65	0.57	0.57	0.54
Punto 3	0.83	0.54	0.55	0.50	0.55	0.52

Valores promedio : 125/250(0.8) 500/1000(0.6) 2000/4000(0.5)

Gráfica de los tres puntos medidos

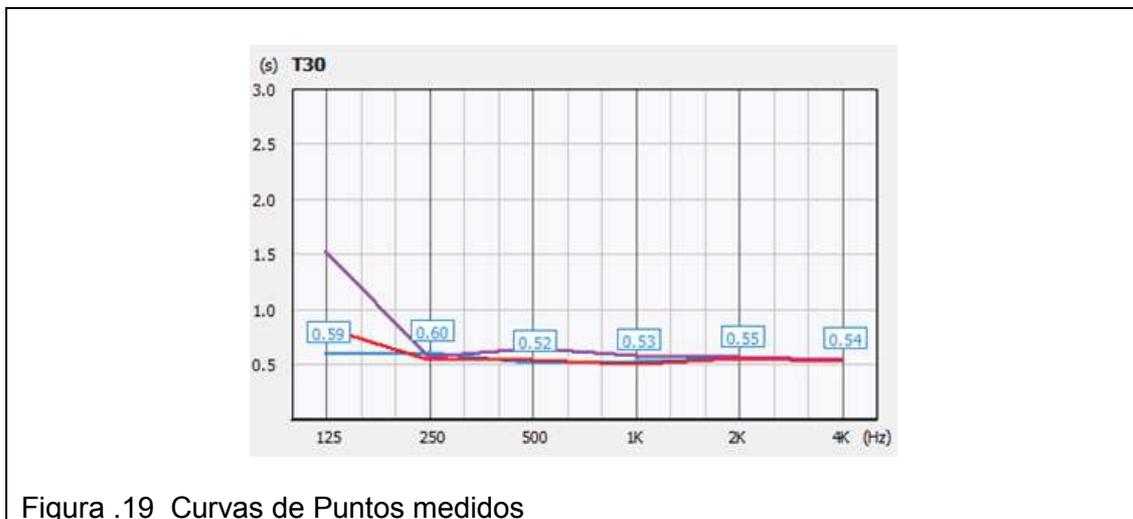


Figura .19 Curvas de Puntos medidos

Gráfica de los tres puntos promediados



Figura.20 Curva de promedio de puntos medidos

Tabla. 6 Resultado de Mediciones de la segunda medición en los dos puntos

T30	125	250	500	1000	2000	4000
Punto 1	0.69	0.55	0.62	0.56	0.62	0.59
Punto 2	0.55	0.61	0.56	0.57	0.62	0.61

Valores promedio: 125/250(0.6) 500/1000(0.6) 2000/4000(0.6)

Gráfica de los dos puntos medidos

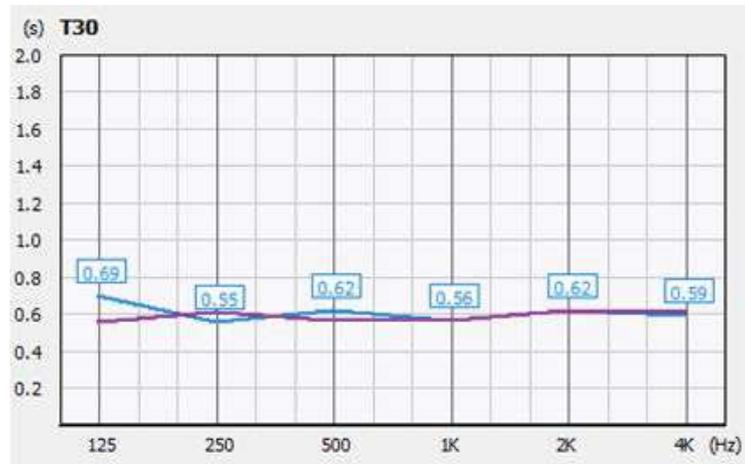


Figura. 21 Curvas de puntos medidos

Gráfica de los dos puntos promediados

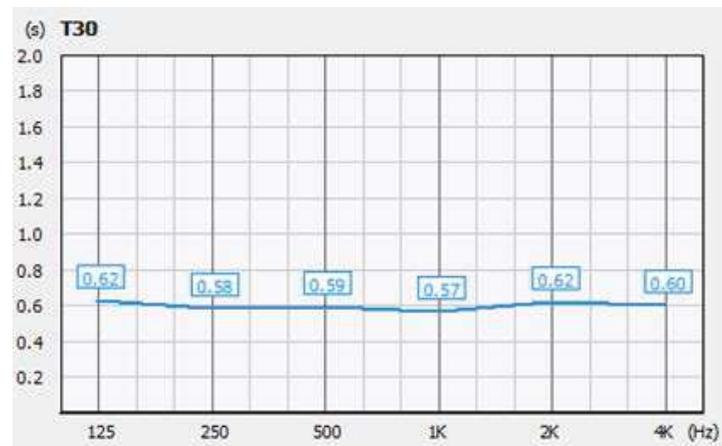


Figura. 22 Curva del promedio de los puntos medidos

3.1.4.2 Estudio 2

Tabla. 7 Resultados de Mediciones de la primera medición en los tres puntos

T30	125	250	500	1000	2000	4000
Punto 1	0.72	0.63	0.57	0.69	0.72	0.69
Punto 2	0.69	0.57	0.56	0.67	0.72	0.69
Punto 3	0.68	0.66	0.55	0.74	0.75	0.71

Valores promedio: 125/250(0.7) 500/1000(0.6) 2000/4000(0.7)

Gráfica de los tres puntos medidos



Gráfica de los tres puntos promediados

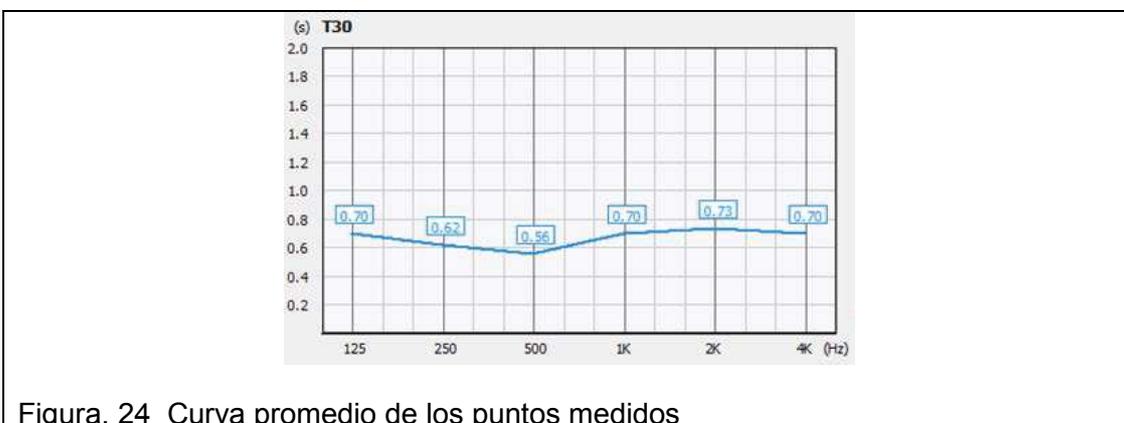


Tabla. 8 Resultados de Mediciones de la segunda medición en los tres puntos

T30	125	250	500	1000	2000	4000
Punto 1	0.61	0.63	0.54	0.70	0.74	0.71
Punto 2	0.62	0.60	0.59	0.71	0.76	0.69
Punto 3	0.82	0.64	0.56	0.70	0.72	0.70

Valores promedio: 125/250(0.7) 500/1000(0.6) 2000/4000(0.7)

Gráfica de los tres puntos medidos



Gráfica de los tres puntos promediados



3.1.5 Comparación T60

El T60mid recomendado para estudios de televisión se encuentra entre 0,6 y 1,2 segundos, (Ballou, 1988) comparando con los resultados de las tablas 5, 6, 7 y 8, se puede observar que actualmente el valor promedio de las salas se encuentra dentro del rango recomendado, razón por la cual no es necesaria la ejecución de trabajos de acondicionamiento acústico.

3.2 Ruido de Fondo

La medición de ruido de fondo o el sonido no deseado que se genera dentro de un recinto producida por personas, maquinas como por ejemplo el ruido producido por los sistemas de ventilación aire acondicionado (HVAC), etc.

3.2.1 Equipamiento

Para esta medición se utilizó el siguiente equipo:

- Sonometro NTI – XL2
- Calibrador Cirrus CR514 Serial 53193

3.2.2 Cadena de medición

Para este caso tomamos varias muestras de ruido de fondo, debido a que en ocasiones se incrementa el ruido de fondo por el accionar de los ventiladores dentro de los estudios.

3.2.3 Resultados

3.2.3.1 Estudio 1

Tabla. 9 Medición de ruido de fondo

Criterio de Ruido	Frecuencia en banda de Octavas (Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Nivel de Presión Sonora (dB)						
Todo prendido	44,2	53,3	54,2	52,3	47,1	42,9	34,2
Ruido de fondo	27,5	27,6	36	31,8	31,5	39,3	35,3
Diferencia	16,7	25,7	18,2	20,5	15,6	3,6	-1,1

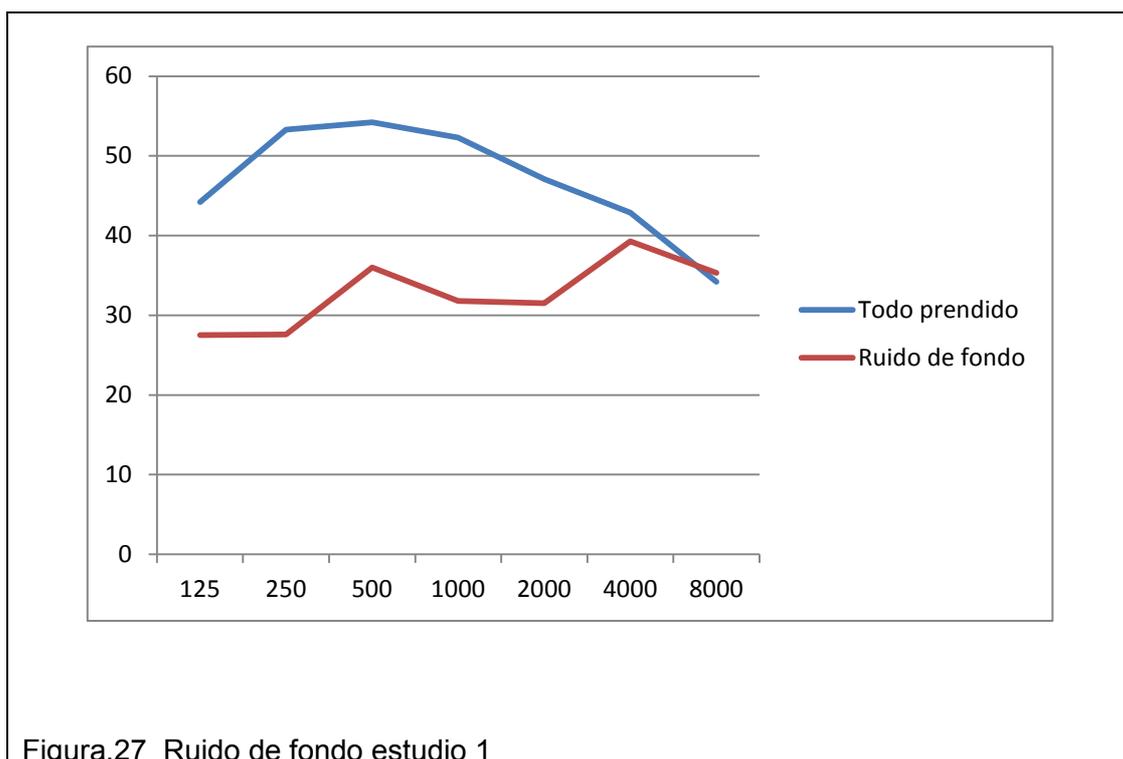


Figura.27 Ruido de fondo estudio 1

3.2.3.2 Estudio 2

Tabla.10 medición estudio 2

Criterio de Ruido	Frecuencia en Banda de Octavas (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Nivel de Presión Sonora (dB)							
Ruido fondo	43,8	35,9	32,8	28,8	26,2	23,1	21,5	21,3
Ventilación	54,3	53	45,4	45,5	44,8	40,3	34,8	27,3
Luces	71,5	64,8	64,9	63,6	59	54,4	52,3	42,7
Diferencia ventilador	10,5	17,1	12,6	16,7	18,6	17,2	13,3	6
Diferencia luces	27,7	28,9	32,1	34,8	32,8	31,3	30,8	21,4

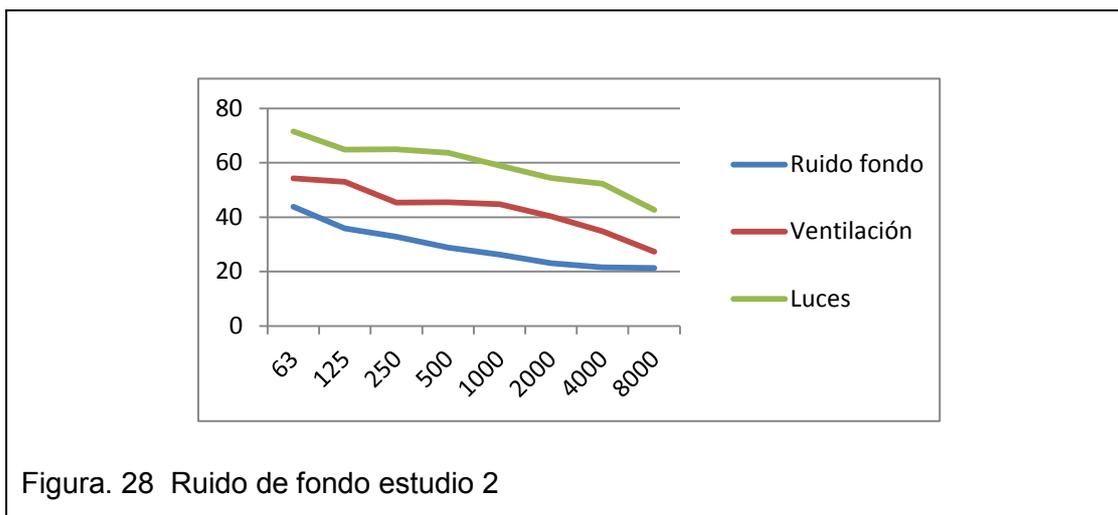


Figura. 28 Ruido de fondo estudio 2

3.2.4 Comparación de Ruido de fondo

Las curvas NC que se recomienda para este tipo de recintos según Beranek, (Beranek, 2005, p 893) son la NC-15 y la NC-25 en la tabla 9 se detallan los valores medidos de ruido de fondo por bandas de octava de las curvas NC mencionada.

3.2.4.1 Estudio 1

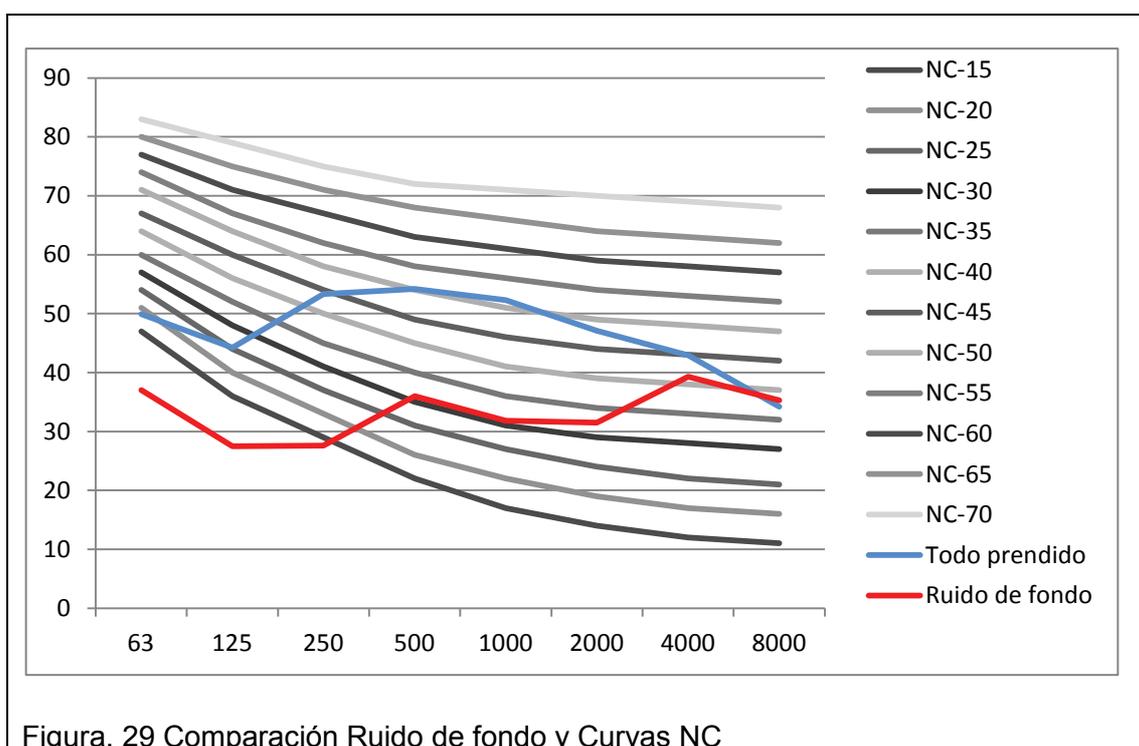
Tabla. 11 Curvas NC y lo medido estudio 1.

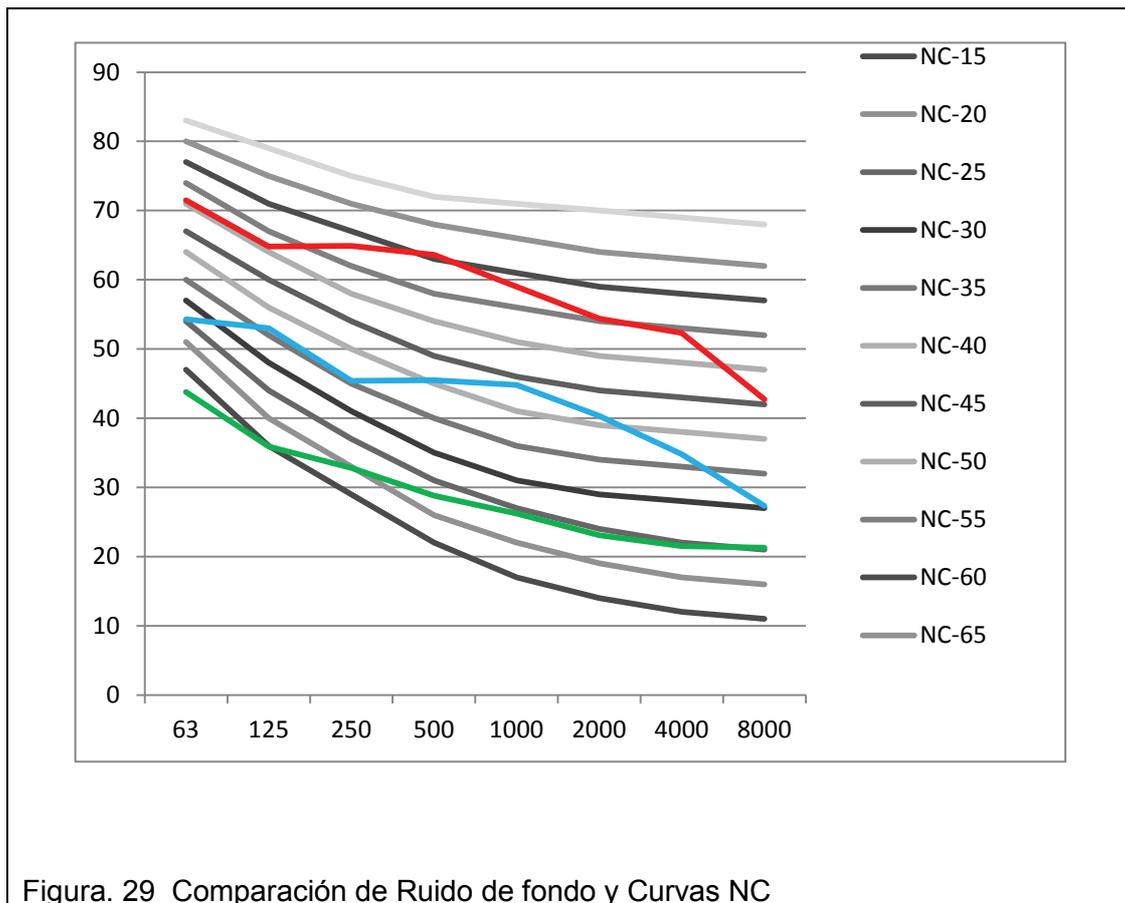
Criterio de Ruido	Frecuencias en Banda de Octavas (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivel de Presión Sonora (dB)								
NC-15	47	36	29	22	17	14	12	11
NC-20	51	40	33	26	22	19	17	16
NC-25	54	44	37	31	27	24	22	21
NC-30	57	48	41	35	31	29	28	27
NC-35	60	52	45	40	36	34	33	32
NC-40	64	56	50	45	41	39	38	37
NC-45	67	60	54	49	46	44	43	42
NC-50	71	64	58	54	51	49	48	47
NC-55	74	67	62	58	56	54	53	52
NC-60	77	71	67	63	61	59	58	57
NC-65	80	75	71	68	66	64	63	62
NC-70	83	79	75	72	71	70	69	68
Todo prendido	49,9	44,2	53,3	54,2	52,3	47,1	42,9	34,2
Ruido de fondo	37	27,5	27,6	36	31,8	31,5	39,3	35,3

3.2.4.2 Estudio 2

Tabla. 12 Curvas NC y lo medido estudio 2

Criterio de Ruido	Frecuencia en banda de Octavas (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Nivel de Presión Sonora (dB)							
NC-15	47	36	29	22	17	14	12	11
NC-20	51	40	33	26	22	19	17	16
NC-25	54	44	37	31	27	24	22	21
NC-30	57	48	41	35	31	29	28	27
NC-35	60	52	45	40	36	34	33	32
NC-40	64	56	50	45	41	39	38	37
NC-45	67	60	54	49	46	44	43	42
NC-50	71	64	58	54	51	49	48	47
NC-55	74	67	62	58	56	54	53	52
NC-60	77	71	67	63	61	59	58	57
NC-65	80	75	71	68	66	64	63	62
NC-70	83	79	75	72	71	70	69	68
Ruido fondo	43,8	35,9	32,8	28,8	26,2	23,1	21,5	21,3
Ventilación	54,3	53	45,4	45,5	44,8	40,3	34,8	27,3
Luces	71,5	64,8	64,9	63,6	59	54,4	52,3	42,7





3.3 Aislamiento

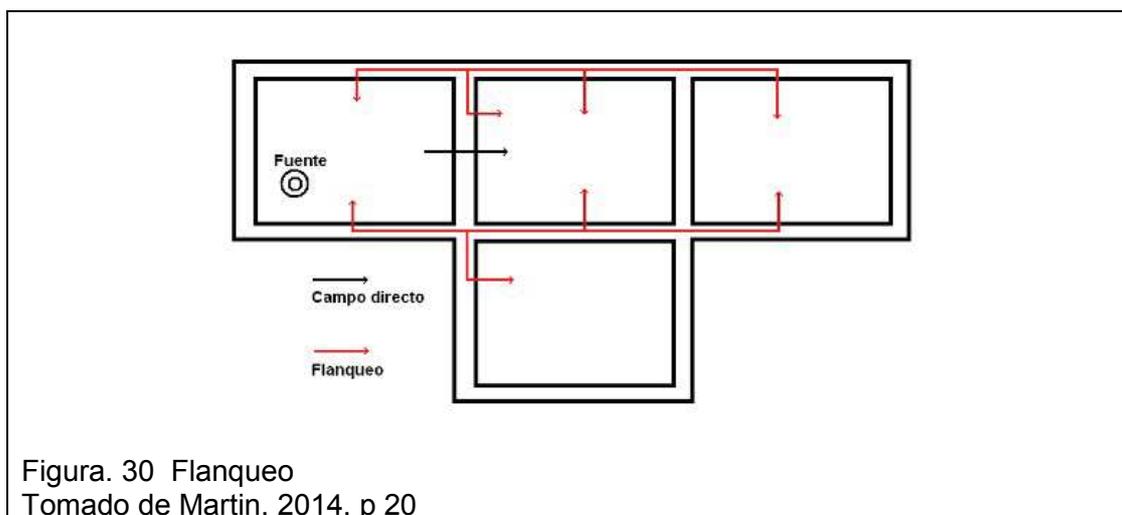
El aislamiento es sin duda uno de los problemas más complicados de abordar, especialmente si el lugar no fue diseñado originalmente con el propósito de estar aislado de ruidos exteriores o para no permitir salida de ruidos desde su interior. (Martin, 2014)

Básicamente hay dos vías de propagación del ruido: la vía aérea (ruido de voces, ventilación vehículos, etc.) y la vía estructural o sólida (vibraciones, impactos, motores, flanqueo, etc.). (Martin, 2014)

Si una fuente de ruido se encuentra en una habitación, y medimos su nivel de presión sonora y el nivel en otra habitación contigua, obtenemos la pérdida de transmisión TL del sistema. Sin embargo., es muy probable que el TL nos de menor valor teórico calculado por:

$$TL = SPL_1 - SPL_2 + 10 \log(S_i / R) \quad \text{Ecuación (8)}$$

Debido a la transmisión lateral del sonido por las paredes, piso, techo, etc. A este fenómeno se lo conoce como flanqueo (Figura 30). En presencia de este fenómeno, para ciertas estructuras a veces resulta inútil el incremento del espesor de la pared para lograr mayor aislamiento. (Martin, 2014)



3.3.1 Aislamiento acústico (D).- Es la diferencia de NPS entre el local donde está la fuente o local emisor y el local donde el sonido se transmite o local receptor, este valor puede ser para una sola frecuencia o al espectro completo de frecuencias y viene dada por la siguiente expresión:

$$D = L_1 - L_2 \quad \text{Ecuación (9)}$$

3.3.2 Aislamiento acústico normalizado (Dn).- Es la diferencia de NPS del local emisor con respecto al local receptor pero teniendo en cuenta la influencia que ejerce la reverberación. Se deduce que si la reverberación en el local receptor es elevada, entonces el valor de L_2 es mayor que el valor esperado de aislamiento de la partición. Lo contrario sucede si el local receptor es bastante absorbente. Para una frecuencia específica se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D_n = L_1 - L_2 + 10 \log (T/0.5) \text{ dB} \quad \text{Ecuación (10)}$$

$$D_n = L_1 - L_2 + 10 \log (10/A) \text{ dB} \quad \text{Ecuación (11)}$$

$$D_n = L_1 - L_2 + 10 \log (S/A) \text{ dB}^* \quad \text{Ecuación (12)}$$

Donde:

T → Tiempo de reverberación del local receptor.

A → Área de absorción del local receptor.

A → Absorción Sabine. *

S → Superficie de la partición.*

3.3.3 Índice ponderado de reducción de ruido (R_w)

El índice ponderado de reducción de ruido es un valor único a partir de los valores de reducción de ruido.

3.3.1 Resultado de Mediciones de Aislamiento

En esta etapa de la medición se utilizó el sonómetro NTI – XL2 Y altavoces JBL.

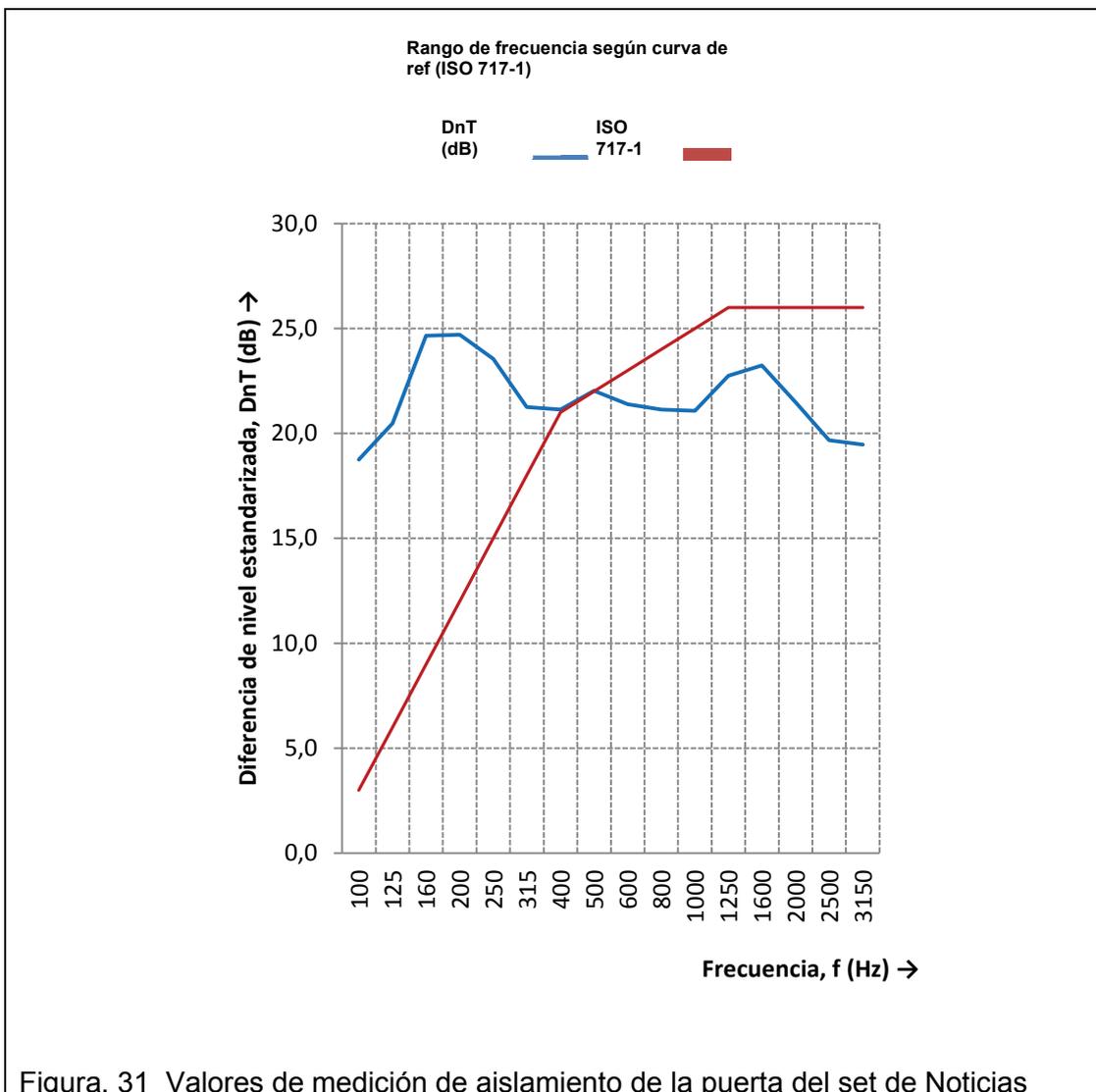
Para determinar la diferencia de niveles de estandarizada de acuerdo con la norma ISO 140 – 4.

Medida "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre recintos.

3.3.1.1 Estudio 1 Valores medidos de aislamiento de la puerta

Tabla. 13. Valores medidos de la puerta

Frecuencia (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	600	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Dnt (dB)	18.7	20.5	24.7	24.7	23.5	21.2	21.1	22	21.4	21.1	21.1	22.7	23.2	21.5	19.7	19.5



3.3.1.2 Índice de Aislamiento

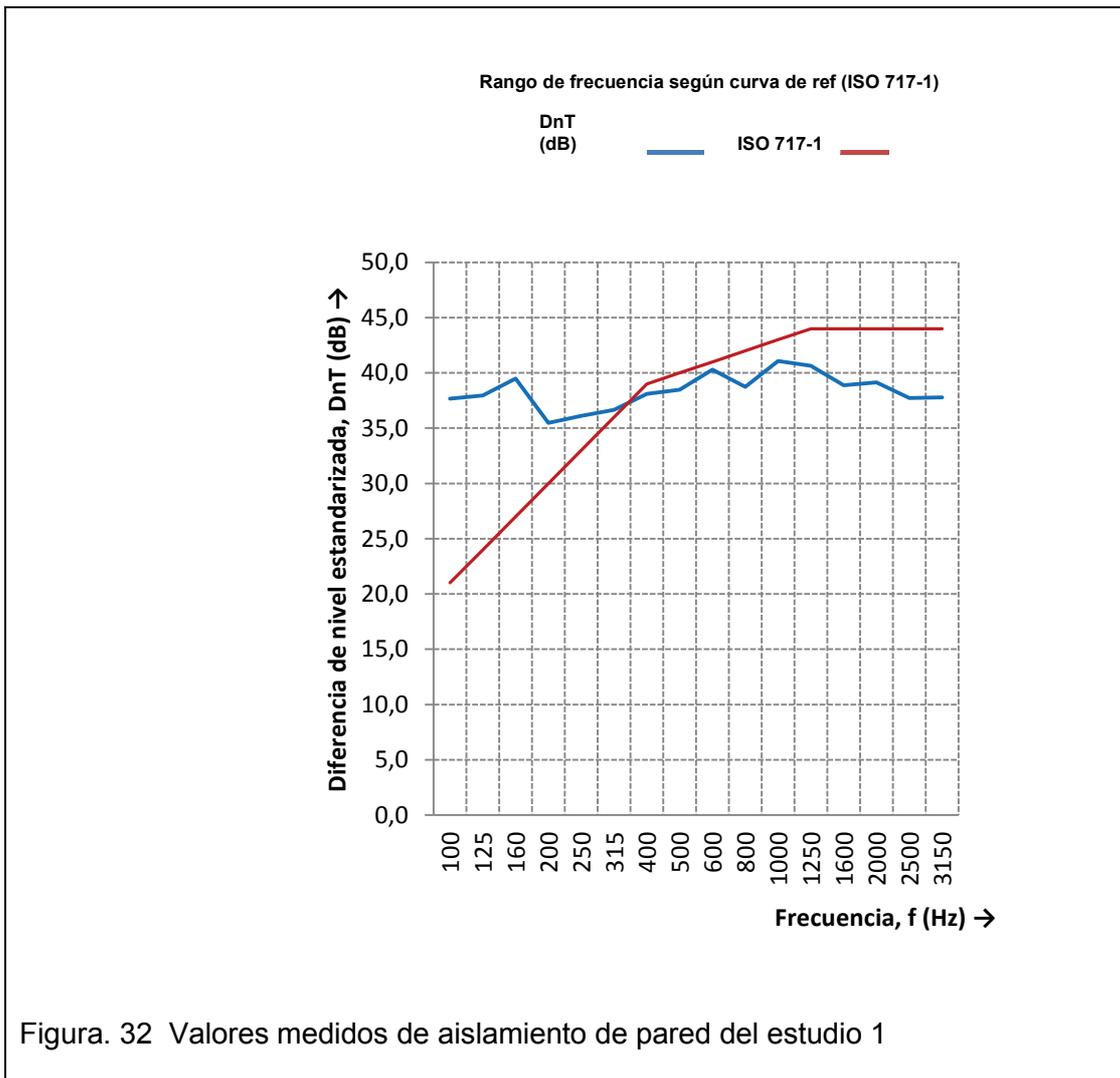
$$D_{nT,w}(C,Ctr) = 22 \quad (-1 \quad , \quad 0) \quad \text{Ecuación (13)}$$

$$R'_w(C,Ctr) = 17 \quad (0 \quad , \quad 0) \quad \text{Ecuación (14)}$$

3.3.2 Estudio 1 Valores medidos de Aislamiento de pared

Tabla. 14 Valores medidos de la pared

Frecuencia (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	600	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Dnt (dB)	37.7	38	39.5	35.5	36.1	36.7	38.1	38.5	40.3	38.7	41.1	40.6	38.9	39.1	37.7	37.8



3.3.2.1 Índice de aislamiento

$$DnT,w (C,Ctr) = 40 \quad (-1, -1) \quad \text{Ecuación (15)}$$

$$R'w (C,Ctr) = 40 \quad (0, 0) \quad \text{Ecuación (16)}$$

4. DISEÑO ACÚSTICO Y ELECTROACÚSTICO

4.1. Diseño acústico

4.1.1. Acondicionamiento

Anteriormente se pudo demostrar que las mediciones del tiempo de reverberación de los estudios 1 y 2 de televisión y producción tenían un T_{60mid} entre 0,6 y 1,2 segundos dentro del rango recomendado, razón por la cual no es necesaria la ejecución de trabajos de acondicionamiento acústico.

4.1.2. Aislamiento

Para este tipo de recintos se debe tener una buena acústica y a su vez que el sonido directo de los presentadores de televisión no sean enmascarados por ruido externo, ruido de fondo, ruido estructural, ruido de ventilación.

En la figura 32 se muestra la puerta del estudio de noticias y la puerta de entrada al auditorio del canal que se encuentran adyacentes, esta es una causa de transmisión de ruido ya que en este auditorio se realizan toda clase de eventos sean del canal, de la radio o cualquier otra institución pública ya que se pudo comprobar con las mediciones que dichas puertas no tienen un buen aislamiento.



Figura. 33 Acceso a estudio



4.1.2.1. Puertas

Uno de los problemas de mayor dificultad en el control de ruido en recintos lo constituyen las puertas, debido a que por un lado está el problema acústico de lograr la máxima aislación posible, y por otro, el problema mecánico que implica el peso y el espesor habitualmente necesarios. Este último problema se agrava por la precisión requerida para lograr buenos ajustes y evitar las filtraciones o fugas sonoras. (Miyara, 1999, p 7,47).



Figura. 34 Puertas de ingreso al estudio de noticias

En los casos en que se requieren pérdidas de transmisión mayores, por ejemplo en los estudios de sonido, salas de ensayo, etc., se recurre a intercalar una o más láminas de plomo de 1 a 1,5 mm de espesor, como se muestra en la figura 34. Las cavidades se rellenan con lana de vidrio de alta densidad (35 kg/m^3 o más), que cumple la función de absorbente acústico. En general se da a estas puertas una forma tronco-piramidal, con el fin de asegurar un mejor contacto, aún teniendo en cuenta las tolerancias y variaciones dimensionales por temperatura, humedad, etc. Debido al gran peso resultante, y a la necesidad de asegurar una presión considerable sobre los burletes, se utilizan

mecanismos de cierre especiales con manijas más largas que un picaporte normal, que por el principio de la palanca consiguen convertir un gran desplazamiento rotacional con pequeña fuerza en un desplazamiento mucho más corto pero con mayor fuerza, permitiendo el ajuste entre la solapa de la puerta y el burlete. En algunos casos en los que por razones de seguridad no se admita este tipo de cierres, una solución frecuente consiste en utilizar burletes magnéticos como los de las puertas de los refrigeradores. (Miyara, 1999, p 7, 47)

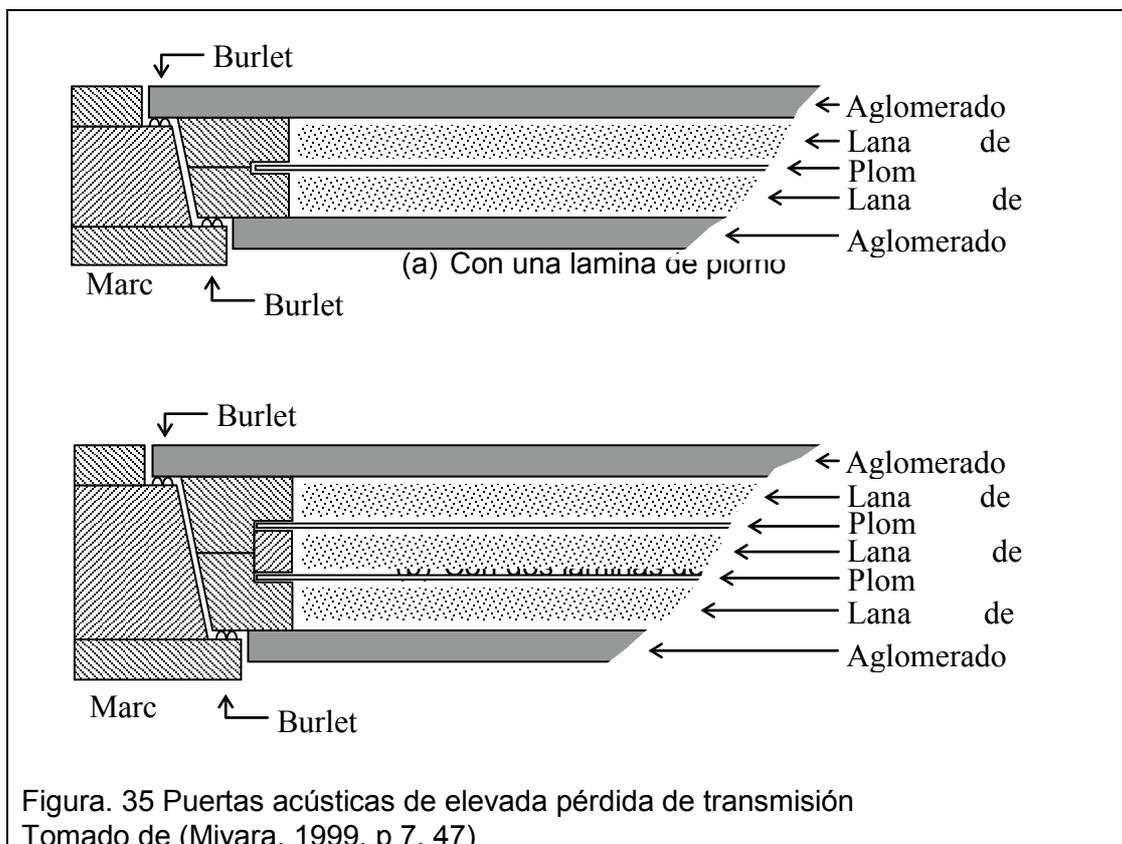


Figura. 35 Puertas acústicas de elevada pérdida de transmisión
Tomado de (Miyara, 1999, p 7, 47)

La selección de la puerta tiene que garantizar un TL similar a lo obtenido por las paredes para evitar perjudicar el aislamiento total del estudio.

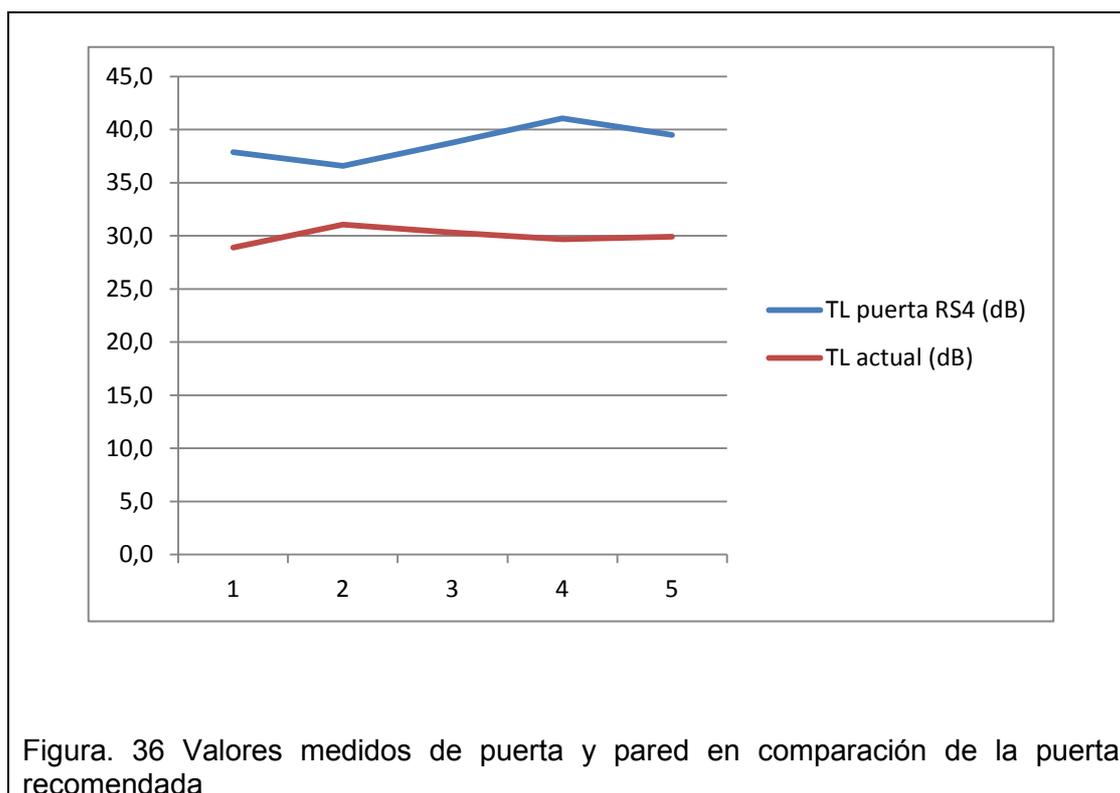
La puerta acústica que se recomienda en este caso es la ofrecida por la empresa acústica integral RS4 que tiene un alto aislamiento acústico de 42 dB lo que de acuerdo a lo medido en la transmisión se requiere reducir.

Tabla. 15 Valores medidos de puerta y pared

Superficie total pared	53,9 m ²
Superficie puerta	4,4 m ²
Superficie pared	49,5 m ²

TL (dB)	125	250	500	1000	2000
τ puerta	0,000730467	0,00036072	0,000511204	0,000638241	0,00058036
τ pared	0,000146502	0,00022553	0,000130771	7,14657E-05	0,00011207
τ total	0,000876969	0,00058625	0,000641975	0,000709707	0,00069242
TL total (dB)	30,6	32,3	31,9	31,5	31,6

TL puerta RS4 (dB)	37,9	36,6	38,8	41,1	39,5
TL actual (dB)	28,9	31,1	30,3	29,7	29,9



Como se puede observar en la figura anterior existe el aislamiento adecuado por parte de la puerta recomendada.

4.1.2.2. Silenciador

También denominado atenuador de sonido, es un dispositivo disponible comercialmente con el fin de proporcionar una mayor atenuación que la ofrecida por un conducto revestido de la misma longitud.

Para seleccionar un silenciador no existe regla preestablecida por lo que se debe elegir de acuerdo a criterios reales, en este caso la elección del silenciador se basa en la medición realizada y en la recomendación de ruido de fondo en un estudio de televisión.

Se propone la colocación de Silenbox un silenciador acústico modular de la empresa Acústica Integral con dimensiones fijas formado por piezas preformadas de material absorbente y envolvente metálico que nos ayudaría a atenuar el IL global de ruido aéreo de 21,8 dB(A)



Figura. 37 Ductos de ventilación

4.2. Cadena Electroacústica

4.2.1. Situación Actual Ecuador Tv

4.2.1.1 Unidades de entrada

Microfonía

En Ecuador tv los micrófonos utilizados son de la marca Sennheiser corbateros y de mano, conectados directamente en cada uno de los paneles de cada estudio y utilizando sus propias antenas lo cual es un problema ya que estas antenas están propensas a tener interferencia por inducción de una señal extraña a la señal del micrófono.

Consola

La consola que actualmente se utiliza es una consola análoga destinada por su fabricación para realizar mezclas de música en vivo y mezcla multipista es una MIDAS venice 320, que por su uso y el pasar de los años, está presenta ruidos al desplazar los faders de algunos canales , la activación de phantom power para la utilización de algunos micrófonos alámbricos genera un ruido molesto en los mismos y al ser análogo necesita de otros equipos como compresor , ecualizador , procesador de efectos adicionales para lo cual se recomienda utilizar una consola digital para evitar tener muchos equipos externos .

4.2.1.2 Unidades de salida

Monitoreo

El set de noticias cuenta con dos monitores de la marca JBL activos, el set de producción cuenta con una potencia Crown XLS para las cajas sennheiser

pasivas y para el control room del estudio de noticias como el de producción monitores Yamaha HS 50M .

Para la comunicación con cada presentador se utilizan apuntadores de la marca sennheiser los mismos que están instalados en los estudios en los paneles respectivos, al igual que con los micrófonos estos son utilizados con sus propias antenas las mismas que en ocasionan son inducidas por señales externas sean estas frecuencias de telefonía móvil, radiofrecuencias o simplemente por no tener una buena conexión a tierra este presenta un molesto Humm.

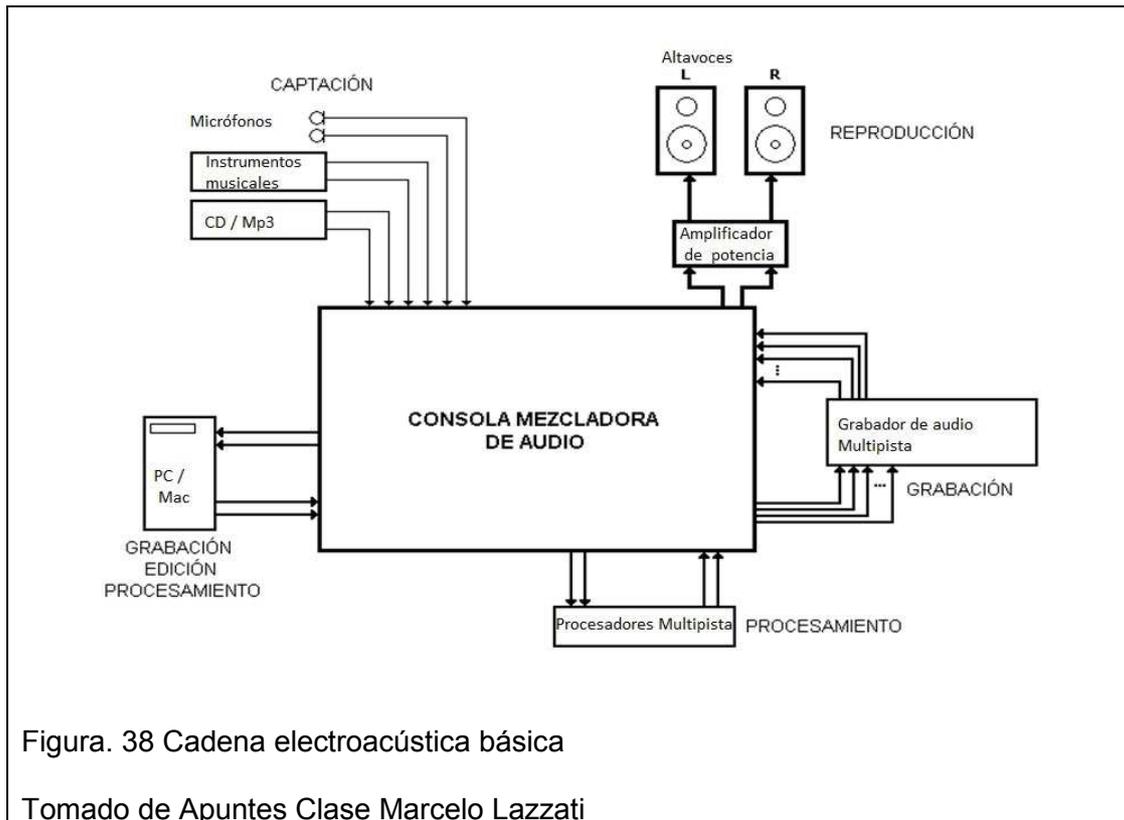
Cables

Los cables de audio en la mayoría de estudios del canal están juntos con los de energía siendo esto un problema ya que si no se tiene un buen blindaje en la malla del cable este puede ser inducido ocasionando ruido eléctrico que es difícil poder controlar desde la consola.

Un diseño de cadena electroacústica parte de los antecedentes que la producción designa como estudios de grabación lo que se vaya a realizar en los mismos.

Una cadena electroacústica es un conjunto de dispositivos electrónicos que manejan señales de audio, con distintos propósitos tales como:

Captación, amplificación, grabación, edición, procesamiento, reproducción, monitoreo, mezcla, masterización entre otros.



La idea de implementar superficies de control digital en el control del audio surge en la necesidad de cambios automáticos y versátiles de escenas, de accesos de forma simultánea y al acceso rápido de archivos.

Una de las soluciones para este tipo de cambios son los equipos híbridos cuyo procesamiento analógico es controlado digitalmente, pero que por su elevado costo se encuentran en segundo plano a la hora de adquirirlos.

4.2.2 Los Estudios de Televisión

En este lugar es donde se realizan los distintos programas tales como noticieros, programas de conversación y programas musicales. Requieren de un sistema de refuerzo sonoro y paneles para envíos y retornos de señales.

En algunos casos en los estudios se espera la instalación de múltiples escenografías de programas, por lo que las emisiones y/o grabaciones pueden

efectuarse en forma simultaneas o consecutivas, esto hace necesario paneles de conexión con un gran número de vías, tanto para envíos como retornos.

La visión profesional estima que 12 líneas de micrófono y 4 retornos son apropiados para cubrir las necesidades de un programa tipo normalmente desarrollado por el equipo de producción.

4.2.2.1 Sala de control de audio

La conexión entre salas debe considerar un número importante de líneas de conexión desde y hacia a la sala de control y sala técnica por cualquier eventualidad que se pueda presentar.

Esta sala constará de de estaciones de reproducción como son las computadoras de musicalización para el caso del estudio de producción y para las cortinas en el estudio de noticias.

Comúnmente en estos programas se necesita de sistemas telefónicos (Hibrido telefónicos) para la interacción del publico con los programas o simplemente para la coordinación de los mismos vía telefónica o para dar el retorno por esta vía a los presentadores que se encuentran en el exterior del estudio.

En el caso de los estudios de noticias en ocasiones requiere la recepción de señales satelitales o de microondas las cuales llegaran primero a la sala de control para luego por una conexión de pachera asignar a la consola principal a canales designados como remotos en el caso de la consola de audio serán 2 canales por cada remoto en total 8 para 4 remotos.

También existe la interconexión entre cualquier parte del mundo vía skype para el mismo se deberá signar un envió y retorno.

4.2.2.2 Formatos de transmisión de audio digital

La tecnología avanza a pasos agigantados y en nuestro país no es la excepción, porque la televisión analógica será historia por lo tanto con las nuevas exigencias en televisión digital, la cadena electroacústica debería cumplir con esos parámetros como sería la transmisión de ámbito digital o DTV (Televisión Digital). Esta modalidad incorpora formato Ac3 implementado por Dolby para el sonido de alta definición que utiliza desde hace algunos años la industria del cine , y el formato de compresión de audio 5 más 1 canales (5.1).

4.2.2.2.1 Dolby Digital (Dolby AC-3)

Este sistema corresponde al estándar de transmisión de audio digital tanto para Europa como para América.

Este sistema de compresión se basa en logaritmos de codificación perceptiva que reduce la tasa de bits con una mínima degradación de la calidad del sonido. Aunque es un sistema de codificación con pérdidas, esa degradación no afecta en forma importante el resultado, alcanzando tasa de compresión 10:1, lo que permite codificar seis canales en la modalidad 5.1. (Ríos, 2008)

4.2.2.2.2 Dolby E

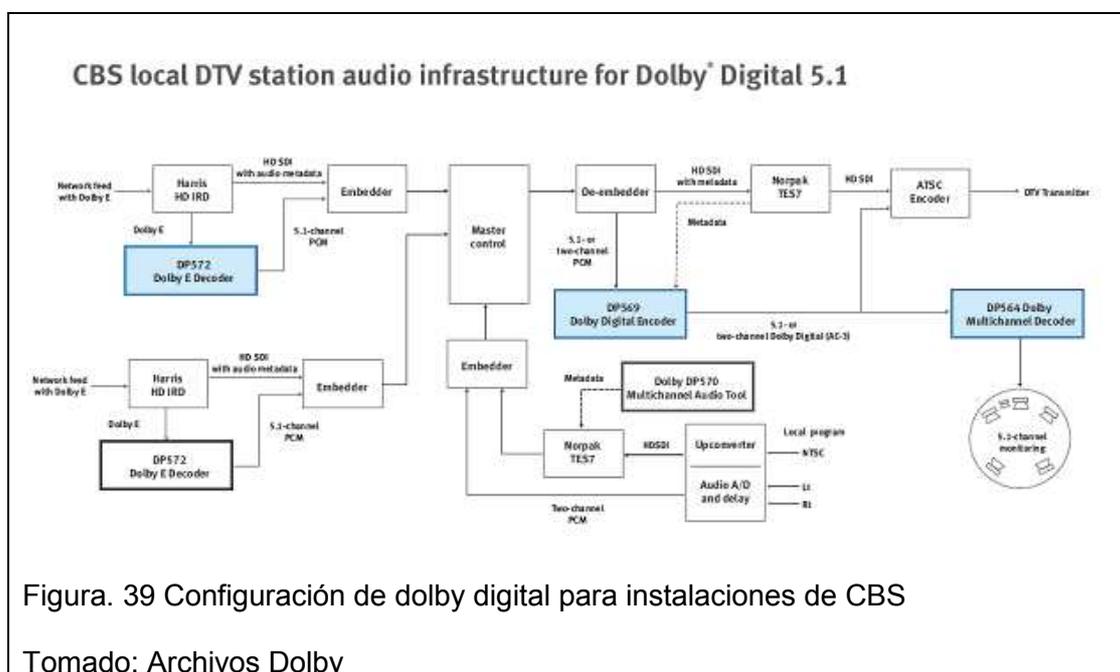
El sistema Dolby E fue diseñado específicamente para la distribución de audios multicanal en la etapa de producción sin perdidas audibles. Utiliza como soporte solo dos canales digitales, ya sea AES/EBU, o SMPTE, e incluso en dos canales digitales disponibles en una maquina VTR.

En estos dos canales de audio digital pueden codificarse hasta 8 canales de audio además de información Metadata, correspondiente a información de datos asociada al video y audio. La configuración típicamente usada

corresponde a 5.1 + 2, es decir mezcla 5.1 mas dos canales en mezcla estéreo.

Otras configuraciones pueden corresponder a mezcla 5.1 mas dos mezclas mono (5.1 + 1+ 1), ó tres mezclas estéreo (3 x 2) y seis canales mono (6 x 1). (Ríos, 2008)

Imagen CBS local DTV station audio infraestructura for dolby digital 5.1



4.3. Equipamiento de Salas de Control de Audio

4.3.1 Consola de mezcla principal

En el mercado existen varios modelos de consolas de broadcasting que podrían servir, hemos escogido la consola digital Yamaha PM5D por sus 56 entradas, 36 salidas conexión Ethernet, convertidores de 24 bits -48 Khz y con 54 accesos directos, cabe recalcar que este equipo puede conectarse vía Ethernet a sistemas multipares digitales por medio de instalación de tarjetas tipo Cobranet de Peak Audio y A net de Aviom.

4.3.2 Periféricos

Se utilizará dos híbridos telefónicos por estudio TH-02-EX AEQ cada uno con dos líneas telefónicas.

Las computadoras tanto para la consola principal como para la musicalización contarán con su software respectivo de última generación.

Se ha determinado instalar sistema monitores de la marca Yamaha modelo HS-80M para las distintas salas.

4.3.3. Mesa de sonido digital Yamaha PM5D – RH



Figura. 40 PM5D

i) Frontal

ii) Posterior

Es una mesa que integra consola de control, DSP, previos, convertidores y puertos de entrada y salida con la opción de ampliar el número de entradas y salidas a través de las cuatro ranuras del panel posterior, pudiéndose instalar tarjetas A/D, D/A y E/S digitales en distintos formatos. La configuración, así como sus características principales.

Canales de entrada

- 48 monofónicos con conversión A/D
- 4 estéreos con conversión A/D
- 2 exteriores (2 TR) estéreos con conversión A/D
- 64 AES/EBU con las tarjetas de ampliación (slots 1,2,3 y 4)
- 32 AES/EBU a través del bus denominado CASCADA
- 3 estéreos AES/EBU

Capacidad total de trafico de señales (puertos) de entrada, 162 señales.

Capacidad total de señales (internas) a mezcla, 56 canales (48 mono + 4 estereos).

Canales de Salida

- 8 denominados MATRIX con conversión D/A
- 24 denominados MIX con conversión D/A
- 5 monitores de escucha con conversión D/A
- 2 estereos (master A y B) con conversión D/A
- 64 AES/EBU con las tarjetas de ampliación (slots 1,2,3 y 4)
- 32 AES/EBU a través del bus denominado CASCADA
- 3 estereos AES/EBU

Capacidad total de trafico de señales de salida, 143 señales de salida

Capacidad total de buses de mezcla, 34 buses (8 MATRIX + 24 MIX + 2 STEREO MASTER).

Yamaha a denominado a los buses internos que trabajan en la DSP (matrix, mix, estéreo A y B) con el mismo nombre que los puertos de salida que llevan conversión D/A. Por ejemplo una mezcla presente en el bus interno MIX 1, se puede encaminar al D/A MIX 1 y a cualquier otra línea de salida digital y/o analógica (mix, matrix, master, slots, cascada, estereos). Dicho de otra manera , los conversores D/A que incluye la mesa llevan el mismo nombre que los buses internos DSP de mezcla .

Todas las entradas analógicas poseen impedancia adaptada a micro y línea, están balanceadas y aisladas electrónicamente con niveles que van desde -63 dBu a +30 dBu. Por lo que cumple con las presentaciones exigidas a los previos de micrófono en cuanto a rango dinámico. Se dispone de alimentación “phantom power” (48 V) para micrófonos de condensador y otros dispositivos que la precisen.

4.3.4 Funciones significativa

En todos los puertos de salida es posible ajustar el nivel de la señal independientemente. Eso nos permitirá estar trabajando con diferentes referencias de alineamiento o calibración.

Todos los buses internos de salida (matrix, mix, master A y B) poseen la función de retardo. El “delay” es un parámetro habitual en los canales de entrada como herramienta creativa en sonorización musical, pero no es tan frecuente implementarlo en buses de salida. Cubre la necesidad de ajustar en distribución, cuando sea necesario, la diferencia de latencia entre sonido e imagen de una señal en particular a un destino concreto.

Memorias y bibliotecas donde se puede guardar parámetros de mezcla en forma de 500 escenas de recuperación inmediata con automatización de mezclas . Los efectos, la asignación de puertos de entrada/salida, ajustes de canal interno de entrada/salida, ajuste pre-amplificadores. Permite guardar, por ejemplo, las distintas configuraciones del programa pre-match, partido y programa post-match de una retransmisión deportiva.

Posee conjunto completo de filtros, ecualización paramétrica de bandas, procesado de dinámica, tanto en los canales de entrada como salida.

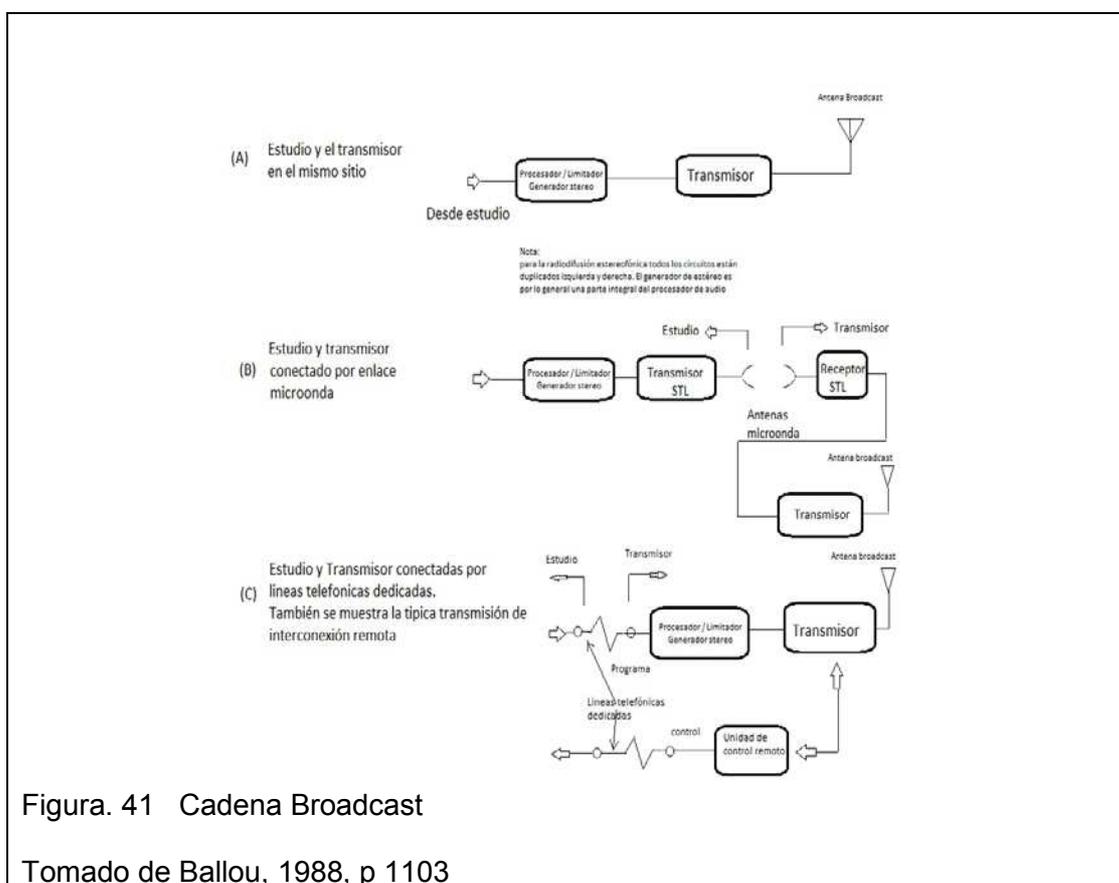
Visualización del nivel de la señal sobre fondo de escala en entradas, salidas, pre y post ecualización, pre y post procesado dinámico, prácticamente en cualquier punto de la mesa antes o después de actuar sobre las señal. El nivel puede visualizarse conjuntamente, todas las entradas o todas las salidas, y de manera individual, por canal.

Contiene 8, módulos de efectos de efectos internos. En cada modulo, se puede elegir uno de los 48 tipos de efectos que incluye la mesa en su librería.

El patch de entrada/salida permite asignar puertos de entrada/salida a los canales de la mesa, mediante matrices de conmutación cuyo control esta integrado en el interfaz de usuarios de la mesa.

Tiene generador de tonos puros y ruido de banda ancha hacia todos los buses de salida.

4.3.5 Diagrama de flujo de la cadena de audio



4.3.5.1 Distribución de canales en consola

Tabla. 16 Entradas análogas

Canal 1-10	Micrófonos de Estudio
Canal 11- 19	VTR
Canal 20 – 21	Híbridos Telefónicos
Canal 22 – 23	Skype y apuntador
Canal estéreo 1-2	PC Musicalización y Cortinas

Tabla. 17 Salidas de consola

Monitor out	Monitores control room
Matrix	Monitores de piso
Mix	Apuntador

5. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Acústica

5.1.1 Puertas

Las puertas de ingreso al estudio de televisión deben garantizar que el TL sea igual al que se obtuvo de las paredes para evitar que el aislamiento total del estudio no se perjudique ya que en un sistema el aislamiento se asemeja al elemento más débil. Dicha puerta tiene que tomar en cuenta los parámetros de dimensión, movilidad y material. Se recomienda el uso de puertas metálicas rellena de material fonoabsorbente, con un cierre total en sus cuatro lados. Esto se recomienda para evitar problemas de filtración de ruido. También tiene que cumplir normas de seguridad para la evacuación oportuna en caso de emergencias.

5.1.2 Paredes

Las cortinas que son utilizadas para cubrir parte de las paredes y las que se utiliza para el croma aportan con la absorción y mantienen el tiempo de reverberación estable.

5.1.3 Techo

Se ha instalado paneles absorbentes para evitar las reflexiones desde el techo y a si evitar frecuencias bajas. Ya que por la parrilla de iluminación la distribución de los paneles es aleatorio.

6. ANALISIS ECONÓMICO

6.1 Presupuesto estimado para el aislamiento acústico y electroacústico

Tabla. 18 Proforma realizada por la empresa Acústica Integral

Barcelona - España

Costo aproximado de la propuesta de aislamiento acústico				
Material	Dimensiones	Precio Unitario(U.S.D)	Cantidad	Precio (U.S.D)
Puerta RS4/24	Interna 2 m x 2 m	1	3.057,04	3.987 \$
	Exterior 2.80 m x 2.40m		3.897 \$	
Silenbox	270 x 450 x 1200 mm	6	187,38	1.426,5 \$
			Euros	
			237,75 \$	
			Total	5.413,5 \$
Costo aproximado de la propuesta Electroacústico				
Articulo	Precio Unitario(U.S.D)	Cantidad	Precio(U.S.D)	
Consola Yamaha DM5	145.000	2	290.000	
Costo aproximado total de la propuesta				
			Total	295.413.5

7. CONCLUSIONES

- El mayor nivel de ruido que penetra en los estudios lo hace a través de las paredes, donde se encontró aberturas y por la puerta que no tenía un sellado total al cerrar, por lo que se elige cambiar la puerta con el fin de conseguir un buen aislamiento y este tenga un aislamiento análogo al de las paredes.
- Las cortinas que se encuentran dentro de los estudios y que se utilizan como decorado o para el uso del croma ayudan para que el tiempo de reverberación no sea muy elevado y como se puede apreciar en la tabla 5,6,7,8 el tiempo de reverberación se encuentra en el rango de 0,6 y 1,2 segundo según lo recomendado, por lo que se consideró no realizar ningún tipo de acondicionamiento acústico.
- Como se ha mencionado anteriormente el tiempo de reverberación de las salas evaluadas han demostrado estar dentro de los niveles establecidos para un estudio de televisión por lo que en conclusión se puede acotar que el principal problema de ruido fue el generado por ruido de fondo y el ruido de los sistemas de ventilación.
- Las características acústicas de estos estudios no son generalmente buenas como consecuencia de las reflexiones inevitables de los decorados del estudio, en el equipo de iluminación, en la parilla del techo y en el suelo, que es generalmente bastante reflectante, debido a que se tiene que facilitar el movimiento de los equipos como cámaras y escenografías.
- Se determinó que la velocidad del flujo de aire en los sistemas de ventilación no era el adecuado y no cumplía con lo recomendado, por lo que se consideró la implementación de silenciadores en los ductos de ventilación para atenuar el ruido que estos ocasionaban.

8. RECOMENDACIONES

- Es imprescindible que un estudio de televisión cuente con material que absorba y minimice la reflexión del sonido, además de aislarlo. Es muy importante adecuar los estudios para obtener las condiciones óptimas, con el fin de evitar las reverberaciones y las resonancias de sonido.
- Los CPU de las computadoras instaladas en los set de noticias deberían estar aisladas ya que estos también genera ruido.
- Los vidrios que separan al set de noticias con el pasillo deberían tener una inclinación adecuada para evitar que el sonido rebote.
- La instalación de un tipo de señal de alerta para aquellas personas que no saben que se está realizando un noticiero en vivo y así evitar los gritos, ruido de tacos o zapatos que con la fricción del piso generan ruido que afectan a que el sonido sea limpio.
- Cuando se realiza música en vivo se debería tener el control de cada uno de los parámetros del sonido para cada canal de instrumentos que se esté utilizando.
- Se debe recomendar que cuando se realicen eventos como comúnmente sucede en el auditorio del canal este no se realice en el mismo horario del noticiero.
- Una recomendación importante en el tema electroacústico es que los cables de audio deben estar separados de los de corriente eléctrica para evitar inducciones o ruidos.
- Se recomienda que todo el cableado del set de televisión tenga la adecuada conexión a tierra para evitar los molestos 60 Hz generados por la corriente de los cables.

REFERENCIAS

- Argibay, A. (01 de Enero de 2009). *Selección de HVAC para estudios de televisión*. Recuperado el 2014.
- Ballou, G. (1988). *Handbook for sound engineers*. first.
- Beranek, L. (2005). *Noise and Vibration Control Engineering*. New Jersey: Wiley.
- INIFED. (2011). Recuperado el 2014, de <http://www.inifed.gob.mx>
- Long, M. (2006). *Architectural Acoustics*. Malestrom.
- Martin, J. E. (2014). *astormastering*. Recuperado el 2014, de <http://www.astormastering.com.ar>
- Miyara, F. (1999). *Control de ruido*.
- Mora, J. G. (2011). *El laboratorio de televisión como espacio didáctico*. guadalajara: página 32.
- Ríos, M. (2008). *Diseño de la cadena electroacústica para una estación de televisión abierta*. Valdivia- Chile.
- Solórzano, L. (s.f.). *www.abcradiotel.com*. Recuperado el 2014, de <http://www.abcradiotel.com>
- Ver, I., & Beranek, L. (2006). *Noise and vibration control engineering*. New Jersey: Wiley and Sons.
- White, R. (2004). Recuperado el 2014, de http://whitefiles.org/b1_s/1_free_guides/fg1mt/pgs/h13g.htm

ANEXOS

Plano de Subsuelo 1 Estudios de Televisión

