



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS
SONIDO Y ACÚSTICA

**DISEÑO DE UNA CABINA CON SONIDO ENVOLVENTE PARA
APLICACIONES DE ENTRETENIMIENTO AUDIOVISUAL.**

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

Profesor Guía
Ing. Christiam Garzón MAAM

Autores
Juan Pablo Caiza Zambrano
Juan Francisco Mayorga Jaramillo

2012

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el/la 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.”

.....
Ing. Christiam Garzón MAAM
171364462-1

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra 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”

Juan Pablo Caiza Zambrano
171518726-4

Juan Francisco Mayorga Jaramillo
180405214-8

AGRADECIMIENTOS

A Dios sobre todas las cosas. A nuestras familias por todo su apoyo en nuestra formación académica y en la realización del presente trabajo. Al MAAM Christiam Garzón por dirigir el presente trabajo de tesis y por realizar su labor de forma acertada y oportuna. A nuestro colega Andrés Báez por el apoyo brindado.

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres José y Aleida, mi hermano Francisco. Con amor a mi hijo Martín y a mi novia Soffy, porque son mi motivación, me dan fuerza y alegran mis días.

Juan Pablo

Dedicado a mis padres Juan Francisco y Silvia, a mis hermanos y a todos los que siempre me han apoyado.

Juan Francisco

RESUMEN

Con el pasar de los años y la aparición de sistemas de reproducción caseros se ha tratado de llevar la experiencia audiovisual a la comodidad de nuestros hogares, teniendo como opción comprar kits de teatro en casa “in a box” o de construir un espacio dedicado a recrear la experiencia de las salas de cine en nuestros hogares tomando en cuenta todos los aspectos relacionados. De lo anterior, los sistemas de cine caseros presentan una opción relativamente barata pero no óptima, mientras que los espacios construidos para tal fin llevan la experiencia a superar cualquier expectativa pero a un costo elevado y con la necesidad de dedicar un espacio exclusivo dentro del hogar con este fin.

Por esto, el presente trabajo de titulación tiene como fin diseñar una cabina que reproduzca las condiciones de una sala multimedia dedicada, en un espacio pequeño.

Se ha tomado en cuenta normas estándar de la industria como son la THX y las ITU (International Telecommunication Union) a la hora de seleccionar los componentes de la cadena electroacústica y los componentes de video, además de seleccionar la correcta posición de los mismos para poder tener un estándar de calidad óptimo.

En cuanto a la selección de los materiales para la construcción de la cabina se buscó cumplir con las condiciones de aislamiento y acondicionamiento acústico adecuados y presentados en los espacios dedicados a la reproducción de material multimedia. Obteniendo como resultado la posibilidad que, en un mínimo espacio, el consumidor tenga las condiciones tanto audiovisuales como acústicas requeridas para tener una experiencia multimedia óptima y a un precio asequible.

ABSTRACT

With the passing of the years and the appearance of recording domestic systems , the audio and visual experience had become a part of our lives, and thus with the option of having theatre in home kits “in a box” or building a devoted space to recreate the experience of movies at home, considering all the related issues. The domestic home movies systems are a relatively cheap alternative but they are not optimal, while the spaces built with that aim are expensive and require an exclusive room inside home for them.

This is the reason why this thesis has the objective to design a cabin which reproduces the conditions of a multimedia room, in a small space.

We have taken into account the standard norms of industry as the THX and ITU while choosing the elements of the electric-acoustic chain and the video elements, considering the correct position of them in order to reach an optimal standard of quality.

Related with materials to build the cabin, we tried to fulfill the right features of isolating and acoustic conditioning for the spaces devoted to the reproduction of the multimedia material. As a result we obtained the chance to give consumers a minimal space with the required acoustic and audio-visual conditions to have an optimal multimedia experience in an affordable price.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO I	5
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE ACÚSTICA.....	5
1.1.1 Sonido	5
1.1.2 Propagación del Sonido.....	5
1.1.3 Características de las ondas sonoras.....	6
1.1.4 Velocidad de Propagación del Sonido	6
1.1.5 Período	7
1.1.6 Frecuencia	7
1.1.7 Longitud de Onda.....	8
1.1.8 Ruido	8
1.1.9 Presión Sonora	9
1.1.10 Intensidad	10
1.2 NIVELES	11
1.2.1 Nivel de intensidad Sonora.....	11
1.2.2 Nivel de Presión Sonora	11
1.2.3 Nivel de Potencia Sonora.....	12
1.3 CONCEPTOS DE ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA.....	12
1.3.1 Absorción Acústica.....	14
1.3.2 Reflexión Acústica	14
1.3.3 Transmisión Acústica	14
1.3.4 Aislamiento Acústico	15

1.3.5 Ley de masa y Pérdida por transmisión (TL).....	15
1.3.6 Clase de transmisión sonora (STC)	16
1.3.7 Reverberación.....	17
1.3.8 Tiempo de Reverberación (T60).....	17
1.3.9 Difracción sonora	18
1.3.10 Modos normales de vibración	19
1.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE RUIDO DE FONDO EN UN RECINTO	20
1.4.1 Curva de Valoración NR.....	20
1.4.2 Curva de Valoración NC	21
1.4.3 Curva de Valoración PNC	21
1.5 ELECTRICIDAD	21
1.5.1 Electrón.....	22
1.5.2 Materiales conductores y aislantes.....	22
1.5.3 Tensión eléctrica	23
1.5.4 Corriente eléctrica	23
1.5.5 Resistencia eléctrica	24
1.5.6 Corriente Alterna	24
1.5.7 Corriente continua.....	24
1.5.8 Corriente trifásica	24
1.6 ELECTROACÚSTICA	25
1.6.1 Audio	25
1.6.2 Niveles de Potencia	25
1.6.3 dBm	25
1.6.4 dBW	26

1.6.5 Niveles de Voltaje	26
1.6.6 dBu	26
1.6.7 dBV	26
1.6.8 Rango Dinámico	27
1.6.9 Nivel Nominal	27
1.6.10 Respuesta de Frecuencia.....	28
1.7 MEDICIONES.....	29
1.7.1 Sonómetro.....	29
1.7.2 SpectraPLUS®	29
1.7.3 Micrófono de Medición dbx® RTA-M.....	30
1.7.4 Interface M-Audio® Fast Track® Ultra	30
1.7.5 Curvas Isofónicas.....	31
1.7.6 Curvas de Ponderación Frecuencial	32
1.7.7 Ponderación Z (lineal)	33
1.7.8 Ponderación A	33
1.7.9 Ponderación B, C y D.	34
2. CAPÍTULO II	35
2. CONSIDERACIONES PREVIAS	35
2.1 CONDICIONES DEL SITIO DE OPERACIÓN	35
2.1.1 Equipo de medición.....	36
2.1.2 Condiciones de medición	36
2.1.3 Resultados	37
2.1.4 Condiciones eléctricas en el sitio de operación.....	37
2.2 CONDICIONES DE UNA SALA AUDIOVISUAL	37
3. CAPÍTULO III	41

3. DISEÑO DE LA CABINA	41
3.1 TAMAÑO.....	41
3.2 DISTANCIA DE VISUALIZACIÓN.....	42
3.3 CONSIDERACIONES MÉDICAS SOBRE VISUALIZACIÓN	48
3.4 ALTAVOCES	49
3.4.1 Arreglo de altavoces 5.1.....	53
3.5 RECEPTOR DE AUDIO Y VIDEO	55
3.6 EQUIPO DE REPRODUCCIÓN MULTIMEDIA	56
3.7 EQUIPOS	57
3.7.1 Pantalla.....	57
3.7.2 Receptor de audio y video	60
3.7.3 Altavoces rango completo	63
3.7.4 Subwoofer	64
3.7.5 Estabilizador de corriente	66
3.8 CONEXIONES.....	66
4. <i>CAPÍTULO IV</i>.....	73
4. DIMENSIONES Y MATERIALES	73
4.1 DIMENSIONES.....	73
4.1.1 PLANOS	81
4.2 MATERIALES	86
5. <i>CAPÍTULO V</i>.....	90
5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	90
5.1 MEDICIÓN DE RUIDO DE UN DEPARTAMENTO.....	90
5.2 SIMULACION DE ALTAVOCES	91

5.3 SIMULACIÓN STC DE LA PARTICIÓN COMPUESTA	97
5.4 CÁLCULO DEL TIEMPO DE DELAY PARA ALTAVOCES SURROUND.....	98
6. CAPÍTULO VI.....	100
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	100
6.1 DEL RUIDO EN EL SITIO DE OPERACIÓN	100
6.2 DE LA SIMULACIÓN DE ALTAVOCES.....	100
6.3 DE LA SIMULACIÓN DE LA PARTICIÓN	101
6.4 DEL TIEMPO DE DELAY.....	102
7. CAPÍTULO VII.....	103
7. ANÁLISIS ECONÓMICO	103
8. CAPÍTULO VIII.....	106
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
8.1 CONCLUSIONES.....	106
8.2 RECOMENDACIONES.....	108
REFERENCIAS	111
DOCUMENTOS DE INTERNET	112
GLOSARIO.....	113
ANEXOS.....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Propagación del sonido.	6
<i>Figura 2.</i> Fórmula de la velocidad de propagación del sonido.	6
<i>Figura 3.</i> Fórmula de la velocidad del sonido con aproximación.	7
<i>Figura 4.</i> Fórmula para el cálculo del Período.	7
<i>Figura 5.</i> Fórmula para el cálculo de la frecuencia.	8
<i>Figura 6.</i> Fórmula para el cálculo de la frecuencia en función de la velocidad y longitud de onda.	8
<i>Figura 7.</i> Fórmula para el cálculo de la longitud de onda.	8
<i>Figura 8.</i> Ecuación de onda.	9
<i>Figura 9.</i> Descripción gráfica de Presión (P), Potencia (W) e Intensidad Sonora (I)...	10
<i>Figura 10.</i> Fórmulas para el cálculo de la Intensidad Sonora.	11
<i>Figura 11.</i> Fórmula para el cálculo del Nivel de intensidad sonora.	11
<i>Figura 12.</i> Fórmula para el cálculo del Nivel de Presión Sonora.	12
<i>Figura 13.</i> Fórmula para el cálculo del Nivel de Potencia Sonora.	12
<i>Figura 14.</i> Gráfico sobre el flujo energético sonoro incidente sobre una superficie.	13
<i>Figura 15.</i> Fórmula para el cálculo de la pérdida por transmisión.	15
<i>Figura 16.</i> Ecograma asociado de un receptor señalando el sonido directo, las primeras reflexiones y la reverberación..	17
<i>Figura 17.</i> Fórmula para el cálculo del T60.	18
<i>Figura 18.</i> Representación de modos normales de vibración en una sala rectangular.	20
<i>Figura 19.</i> Curvas NC.	21
<i>Figura 20:</i> Electrón.	22
<i>Figura 21.</i> Fórmula para calcular el Voltaje.	23
<i>Figura 22.</i> Fórmula para calcular la corriente,	23
<i>Figura 23.</i> Fórmula para calcular la resistencia eléctrica.	24
<i>Figura 24.</i> Fórmula para el cálculo de dBm.	25
<i>Figura 25.</i> Fórmula para cálculo de dBW.	26
<i>Figura 26.</i> Fórmula para calcular dBu.	26
<i>Figura 27.</i> Fórmula para calcular dBV.	26
<i>Figura 28.</i> Fórmula logarítmica para el cálculo del Rango Dinámico.	27
<i>Figura 29.</i> Fórmula para el cálculo del Rango Dinámico.	27
<i>Figura 30.</i> Señal de Prueba. Ruido Blanco.	28
<i>Figura 31.</i> Respuesta de Frecuencia a la salida del dispositivo.	28
<i>Figura 32.</i> Captura de pantalla SpectraPLUS®.	30

Figura 33. Micrófono de Medición dbx® RTA-M.....	30
Figura 34. M-Audio® Fast Track® Ultra.....	31
Figura 35. Curvas Isofónicas de Fletcher y Munson.	32
Figura 36. Curvas Isofónicas de Robinson y Dadson.	32
Figura 37. Curvas de Ponderación Frecuencial A, B y C.	33
Figura 38. Curva de Ponderación A.....	33
Figura 39. Ubicación del departamento para mediciones. Pos. Global Latitud: 0°12'34.96"S Longitud: 78°29'19.11"O Altitud: 2810 m.s.n.m.	36
Figura 40. Curva NC.....	38
Figura 41. Curva de T60.	40
Figura 42. Sujeto sentado.	41
Figura 43. Sujeto en posición de piloto F1.....	42
Figura 44. Relación entre la envoltura de imagen y el ángulo subtendido de la pantalla	43
Figura 45. Relación de la calidad de imagen y el ángulo subtendido de la pantalla	44
Figura 46. Ángulo subtendido óptimo de pantalla - Cinemascope.....	44
Figura 47. Ángulo de visión.....	45
Figura 48. Fórmula para el cálculo de la distancia óptima de visualización.	45
Figura 49. Distancia de Visualización.	46
Figura 50. Dimensiones de la Pantalla.	47
Figura 51. Colocación Vertical	48
Figura 52. Esquema multicanal 2.1.....	50
Figura 53. Esquema multicanal 4.1.....	51
Figura 54. Esquema multicanal 5.1.....	52
Figura 55. Esquema multicanal 5.1.....	52
Figura 56. Recomendación de arreglo de un sistema de 5 canales	54
Figura 57. Recomendación de arreglo de un sistema de 5 canales	55
Figura 58. Dimensiones Receptor AV.....	56
Figura 59. Dimensiones de X-Box 360 y Play Station 3.....	56
Figura 60. Televisor LG32LM6200.....	59
Figura 61. Receptor ONKYO TX-NR609	63
Figura 62. Altavoz KEF Ci50R.	64
Figura 63. Subwoofer YAMAHA NS-SW210.	65
Figura 64. FURMAN ELITE-15i LINEAR FILTERING AC POWER SOURCE.....	66
Figura 65. Conector HDMI.	68

Figura 66. Conector SVGA.....	69
Figura 67. Cable "Y" de 1/8 S a 2 RCA.....	69
Figura 68. Diagrama de Conexiones hacia el receptor AV	70
Figura 69. Cable de parlante.....	71
Figura 70. Cable RCA.	71
Figura 71. Diagrama de Conexión Receptor A/V-Altavoces.	72
Figura 72. Diseño de la Pantalla.	73
Figura 73. Diseño del Asiento.	73
Figura 74. Distancia Óptima de Visualización.	74
Figura 75. Distancia Óptima de Visualización considerando una cabeza de 20cm de diámetro.....	74
Figura 76. Generación del plano de referencia para la ubicación de altavoces considerando una cabeza de 20cm de diámetro.....	75
Figura 77. Ubicación de altavoces sobre el plano y círculo de referencia.....	75
Figura 78. Ángulos y distancias de altavoces sobre el plano de referencia.	76
Figura 79. Posicionamiento de Altavoces.....	76
Figura 80. Forma Capsular de la cabina. Vista Lateral.	77
Figura 81. Forma Capsular de la cabina. Vista Posterior Superior.....	77
Figura 82. Cabina. Vista Lateral Corte Longitudinal.....	78
Figura 83. Cabina. Vista Lateral Extendida Corte Longitudinal.	78
Figura 84. Cabina. Vista Superior Corte Longitudinal.	79
Figura 85. Cabina. Vista Wireframe Lateral.....	79
Figura 86. Cabina. Vista Wireframe Posterior.	80
Figura 87. Cabina. Ubicación de altavoces. Vista Wireframe Posterior.	80
Figura 88. Cabina. Ubicación de altavoces. Vista Wireframe.	81
Figura 89. Aleación AlZn5Mg3Cu.	86
Figura 90. Fonac® Barrier.....	87
Figura 91. Nivel de atenuación de FONAC® Barrier.....	87
Figura 92. Fiberglass® Frescasa.....	88
Figura 93. Especificaciones técnicas Fiberglass® Frescasa.	88
Figura 94. Partición Compuesta tipo sánduche.....	89
Figura 95. Captura de pantalla LeqA Medicion de Ruido Sitio de Operación Referencial.....	90
Figura 96. Captura de pantalla Signal Scope Pro. Medición Leq Sitio de Operación referencial.	91

Figura 97. Captura de pantalla, respuesta de frecuencia KEF Ci50R en EASE® Speaker Base.	92
Figura 98. Captura de pantalla, directividad KEF Ci50R en EASE® Speaker Base. ...	93
Figura 99. Captura de pantalla, representación polar de directividad KEF Ci50R en EASE® Speaker Base.....	93
Figura 100. Captura de pantalla, sensibilidad KEF Ci50R en EASE® Speaker Base.	94
Figura 101. Captura de pantalla, W max (RMS) KEF Ci50R en EASE® Speaker Base.	94
Figura 102. Captura de pantalla, NPS max (RMS) KEF Ci50R en EASE® Speaker Base.....	95
Figura 103. Captura de pantalla, área de cubrimiento KEF Ci50R en EASE® Speaker Base.....	95
Figura 104. Captura de pantalla, Respuesta en bandas 1/8 KEF Ci50R en EASE® Speaker Base.	96
Figura 105. Simulación del área de cubrimiento Ci50R en KEF® SPT.	97
Figura 106. Captura de pantalla INSUL. Simulación STC.	98
Figura 107. Fórmula para el cálculo de tiempo en función de distancia y velocidad. ..	99
Figura 108. Niveles referenciales de ruido	100
Figura 109. Captura de pantalla Shopping Cart Amazon.com.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores NC según uso del recinto	38
Tabla 2 Valores NR según uso del recinto	39
Tabla 3 Especificaciones técnicas Televisor LG32LV2400.....	58
Tabla 4 Especificaciones técnicas del receptor A/V ONKYO TX-NR609	61
Tabla 5 Especificaciones técnicas de los altavoces KEF Ci50R	63
Tabla 6 Especificaciones técnicas del subwoofer YAMAHA NS-SW210	65
Tabla 7 Medición de Ruido Sitio de Operación referencial	90
Tabla 8 Medición en bandas de octava del Ruido Sitio de Operación referencial	91
Tabla 9 Cuadro de Impuestos sobre la compra de equipos en USA	104
Tabla 10 Cuadro de costos elementos constructivos.....	105
Tabla 11 Cuadro Costo Total de la Cabina	105

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Manual de Usuario Receptor ONKYO TX-NR609
Anexo 2.....	Manual de Usuario Altavoz KEF Ci50R
Anexo 3.....	Manual de usuario Subwoofer YAMAHA NS-SW210
Anexo 4.....	Ficha Técnica Fonac® Barrier
Anexo 5.....	Ficha Técnica Fiberglass® Frescasa
Anexo 6.....	Ficha Técnica OTTO FUCHS KG. <i>Aluminiumlegierungen</i>

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Dentro del desarrollo tecnológico que ha vivido la humanidad en el último cuarto de siglo en el campo de la electrónica y la informática, el ser humano se ha visto involucrado en el manejo de sistemas de entretenimiento que involucran la percepción simultánea de los sentidos auditivo y visual (Jean Piere Carrier, 2001, p. 7-15).

Esta relación entre el sonido e imagen surge en los años 1930 con la aparición del cine sonoro. El desarrollo del entretenimiento audiovisual avanzó con la aparición de la televisión y la primera generación de videojuegos en la década de 1960 (Cohen Seat, 1980, p. 8). En la actualidad, los videojuegos de séptima generación, la televisión y el cine en alta definición y tercera dimensión buscan llevar al ser humano a una experiencia cada vez más real a través de la estimulación correcta de sus sentidos auditivo y visual. (José Luis Brea, 2002, p. 6)

El entretenimiento personal se desarrolla en espacios en los que sin querer, el ruido de los videojuegos, las películas, o cualquier otra actividad afín puede llegar a ser invasivos para el ambiente de tranquilidad que buscan las personas que nos rodean.

Dos formas de solucionarlo serían: (a) destinando un cuarto dentro del hogar para que funcione como un centro de entretenimiento, con aislamiento y acondicionamiento acústico para evitar que el ruido generado al interior se propague hacia los espacios cercanos a esta sala; además, debería incluir un sistema de audio que permita tener una experiencia muy cercana a la realidad que estamos viendo, y (b) mediante el uso de audífonos.

La primera solución se ve poco probable, debido a las limitaciones de espacio que tienen la mayoría de familias en sus viviendas. Mientras que la segunda solución no siempre es la mejor debido a la falta de confort causado por el uso prolongado de audífonos en la persona que está realizando la actividad de esparcimiento.

El presente trabajo de tesis busca involucrar dos ramas importantes de la acústica; la acústica arquitectónica y la electroacústica, con la finalidad de brindar una solución por medio del diseño de una cabina de uso personal, aislada y acondicionada acústicamente con un sistema de altavoces 5.1 que le permita a la persona disfrutar de sus videojuegos, películas o cualquier otra actividad audiovisual, dándole la comodidad y el confort necesarios para mejorar la experiencia del ser humano al realizar este tipo de actividades de entretenimiento.

JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de titulación pretende encontrar una solución para los problemas de espacio y contaminación acústica originados por las actividades de entretenimiento audiovisual desarrolladas dentro del hogar.

Para ello, se propone el diseño de una cabina que simula las condiciones de una sala multimedia, mediante el uso de materiales acústicos que aíslan el ruido interior y exterior y brindan las condiciones necesarias para disfrutar de la mejor manera nuestras actividades audiovisuales.

Se busca que el nivel de inversión del proyecto no sobrepase los \$10.000 en materiales y equipos para que el precio de venta al público no sea mayor a los \$12.000.

Este proyecto está dirigido para satisfacer necesidades de personas de un nivel socioeconómico medio alto y alto, que son los que tienen mayor acceso a sistemas de entretenimiento de altas prestaciones.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar una cabina que emule las condiciones acústicas y electroacústicas apropiadas de una sala multimedia, utilizando un sistema combinado de materiales acústicos y un sistema de altavoces 5.1 para sonido envolvente; satisfaciendo la necesidad de tener un lugar óptimo dentro del hogar para el entretenimiento audiovisual en un espacio reducido.

Objetivos específicos

- Analizar y evaluar el nivel de ruido producido dentro de una casa por las actividades cotidianas, mediante la utilización de un sonómetro o el software de medición Spectra Plus y un micrófono de medición para obtener un nivel de ruido referencial del medio al cual va a estar expuesta la cabina.
- Determinar las condiciones acústicas y electroacústicas de una sala multimedia; por medio de la revisión de estudios y libros de texto referentes al tema.
- Determinar los índices de valoración de ruido NC y de aislamiento TL necesarios para alcanzar las condiciones acústicas deseadas.
- Evaluar las características acústicas del diseño, comparándolas con las características óptimas de la sala multimedia.
- Analizar la interacción de los altavoces en el medio, para obtener mejores resultados de ubicación espacial en la recreación de ambientes sonoros.

HIPÓTESIS

Es posible diseñar de una cabina acústica insonorizada conformada por particiones compuestas ligeras que permitan alcanzar valores de aislamiento acústico semejantes al de las salas multimedia, manteniendo la capacidad de fácil transportación y tamaño compacto. Utilizar un sistema de altavoces 5.1 generando confort acústico y alta sensación de realismo en la recreación de ambientes sonoros para fines de entretenimiento personal.

1. CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE ACÚSTICA

La Acústica es una ciencia que siendo parte de la física abarca un estudio a profundidad de las ondas mecánicas que pueden percibirse de diferentes formas, ya sea como sonido o vibraciones.

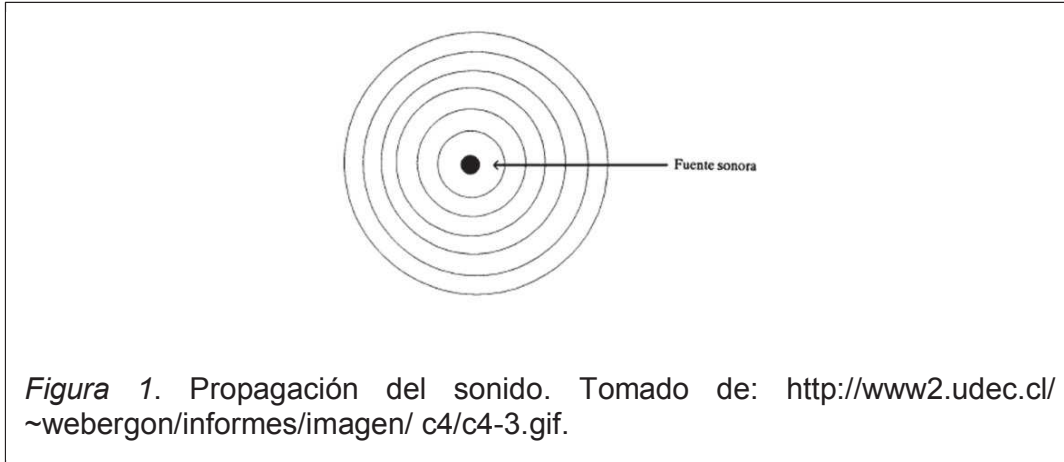
Para profundizar en el estudio de los fenómenos producidos por las ondas mecánicas es necesario dividir la acústica en diferentes ramas. Para el presente trabajo de titulación es necesario abordar dos ramas de la acústica; la acústica arquitectónica y la electroacústica.

1.1.1 Sonido

El sonido se produce como resultado de las fluctuaciones de presión dentro de un medio elástico (aire, agua, etc.). Para que dichas fluctuaciones de presión sean percibidas por el oído humano como sonido deben encontrarse dentro de rangos de amplitud y frecuencia determinados. Así, las fluctuaciones que se encuentren fuera de estos rangos sencillamente no serán audibles y pueden causar otro tipo de sensaciones como vibraciones o dolor (Samir N. Y. Gerges, 1998).

1.1.2 Propagación del Sonido

El fenómeno de la propagación del sonido a través de medios elásticos se produce en forma de ondas esféricas concéntricas generadas en un punto común. Dicho fenómeno es similar al efecto causado por la perturbación causada por un elemento al ser arrojado a una fuente de agua en reposo. Este acto generará una perturbación en el punto inicial que será seguido por perturbaciones circulares concéntricas crecientes formadas tras la caída de la perturbación anterior. Cada perturbación nueva tiene una amplitud menor debido al desgaste de energía que sufre a través del tiempo para generar cada perturbación. (Samir. N. Y. Gerges, 1998)



1.1.3 Características de las ondas sonoras.

1.1.4 Velocidad de Propagación del Sonido

La velocidad con la que el sonido se propaga depende la densidad del fluido en el cual se propaga.

Para calcular la velocidad de propagación del sonido utilizamos la siguiente fórmula:

$$c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \left[\frac{m}{s} \right]$$

Figura 2. Fórmula de la velocidad de propagación del sonido.

Dónde:

γ = Constante de elasticidad a dimensional del medio (1.4 para el aire)

R = Constante de los gases [8.31 J/K mol]

T = Temperatura a la cual se encuentra el medio en grados Kelvin [°K]

M = Masa molecular del medio. (0.0288 para el aire).

Asumiendo un modelo simplificado, la velocidad de propagación del sonido depende solamente de la temperatura del medio.

Usando una fórmula de aproximación podemos determinar la velocidad de propagación del sonido en el aire, considerando un intervalo pequeño de temperatura. Así:

$$c = 331 + 0.6 * t \left[\frac{m}{s} \right]$$

Figura 3. Fórmula de la velocidad del sonido con aproximación.

Dónde:

t = Temperatura del aire en grados Centígrados [°C]

Tomando valores referenciales de las condiciones de temperatura y presión del aire, 20 [°C] y 1 [atm] respectivamente, obtenemos 343 [m/s] como el valor la velocidad del sonido. (Samir. N. Y. Gerges, 1998) (Möser & Barros, 2009)

1.1.5 Período

El período de una oscilación es el tiempo, en segundos, que transcurre entre dos puntos equivalentes de la onda sonora. Y la forma de calcularlo es:

$$T = \frac{1}{f} [s] \text{ o } T = \frac{2 * \pi}{\omega} [s]$$

Figura 4. Fórmula para el cálculo del Período.

Dónde:

f = frecuencia

ω = frecuencia angular

1.1.6 Frecuencia

Es una magnitud que cuantifica el número de ciclos que ocurren dentro de un segundo. La frecuencia se la expresa en Hertz [Hz]. Un Hertz equivale a un ciclo repetido en un segundo. (Carrión, 1998, p. 28)

$$f = \frac{1}{T} \text{ [Hz]}$$

Figura 5. Fórmula para el cálculo de la frecuencia.

Dónde:

T = Período

También se puede calcular la frecuencia a partir de los valores de velocidad y longitud de onda.

$$f = \frac{c}{\lambda} \text{ [Hz]}$$

Figura 6. Fórmula para el cálculo de la frecuencia en función de la velocidad y longitud de onda.

Dónde:

c = velocidad del sonido

λ = longitud de onda.

1.1.7 Longitud de Onda

Es la distancia existente entre los valles o crestas de dos ondas consecutivas.

Está expresada en metros y la forma de calcularla es a través de la fórmula:

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ [m]}$$

Figura 7. Fórmula para el cálculo de la longitud de onda.

Dónde:

C= velocidad del sonido

f= frecuencia.

1.1.8 Ruido

Es cualquier emisión de energía sonora generada por un fenómeno vibratorio que puede ser detectada por el oído y tiene la capacidad de causar molestia en el receptor.

El sonido, es la acumulación de perturbaciones muy débiles en un medio de equilibrio que son perceptibles por el oído. Estas perturbaciones pueden describirse matemáticamente por medio de la ecuación de la onda:

$$\frac{1}{c^2} \frac{\delta^2}{\delta t^2} - \left(\frac{\delta^2 p}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 p}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 p}{\delta z^2} \right) = 0$$

Figura 8. Ecuación de onda.

Dónde:

c= velocidad del sonido

t= tiempo

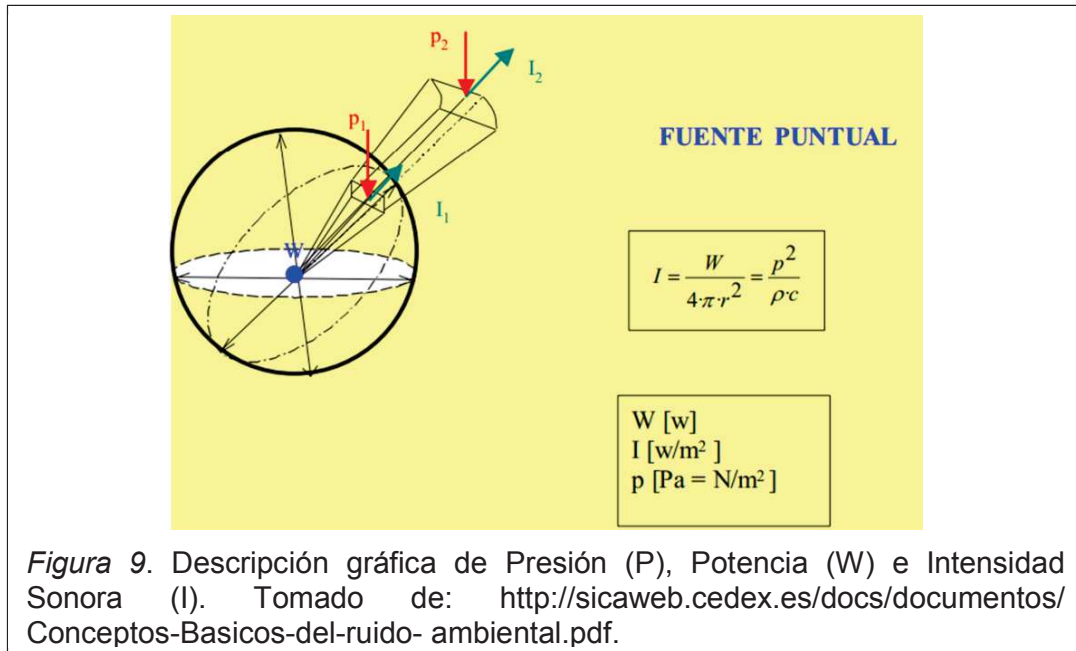
Al ser de forma física idénticos un sonido y el ruido, su definición es más bien sugestiva ya que se refiere a la molestia causada al receptor antes que a la forma del mismo.

1.1.9 Presión Sonora

Una fuente sonora es capaz de producir una cantidad de energía que fluye en el aire, cambiando de manera progresiva la presión de dicho medio. La presión sonora está definida por la variación entre la presión atmosférica y la presión ejercida por las partículas ondulatorias que se generan por el mismo movimiento de las ondas sonoras.

El nivel de presión sonora no sólo dependerá de la potencia radiada por la fuente y de la distancia radiada respecto de esta, si no que además dependerá de la cantidad de energía absorbida y de la cantidad de energía transmitida.

Puesto que la presión sonora es una magnitud variable de un punto a otro, en ciertas circunstancias es conveniente utilizar como medida de amplitud del sonido otras magnitudes como la intensidad y la potencia en lugar de la presión.



1.1.10 Intensidad

La propagación de una onda sonora en un medio elástico genera una variación en la presión atmosférica inicial. La intensidad es un parámetro que nos permite valorar el cambio de presión sufrido por el medio en el momento de la propagación del sonido.

Existe una diferencia lineal muy grande entre los valores de intensidad capaz de causar la sensación de audición, hasta la intensidad necesaria para causar sensación de dolor en el oído humano. Por eso ha sido necesario usar una escala logarítmica para expresar estos valores, además se ha asignado como unidad al Bel.

La intensidad del sonido se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P_m}{4\pi^2}$$

$$I = \frac{p^2}{10\rho C}$$

Figura 10. Fórmulas para el cálculo de la Intensidad Sonora.

Dónde:

P = presión sonora rms, o efectiva,

ρ = es la densidad del medio; para el aire a 22°C es de $1,18 \times 10^{-3}$ gr/cm³

C = velocidad del sonido en el medio; en el aire es de 34.490 cm/seg a 22°C

1.2 NIVELES

1.2.1 Nivel de intensidad Sonora

Es la relación logarítmica de una intensidad sonora y una intensidad de referencia.

$$L_I = 10 * \log \frac{I}{I_0} [dB]$$

Figura 11. Fórmula para el cálculo del Nivel de intensidad sonora.

Dónde:

I = Intensidad Sonora

I_0 = Intensidad Sonora referencial. Umbral de la Audición 10^{-12} [W/m²]

1.2.2 Nivel de Presión Sonora

La frecuencia de 1000 [Hz] ha sido adoptada como la frecuencia referencial, el oído humano percibe la sensación de sonido a 20 [μPa] de presión por eso se ha tomado este valor como el del umbral de la audición y es equivalente a 0 [dB]. En cambio, cuando la presión que recibe el oído es de 20 [Pa] la sensación que se percibe es de dolor, por ello se ha determinado a este valor

como el umbral del dolor que equivale a 120 [dB]. El cálculo del Nivel de Presión Sonora se realiza mediante la fórmula siguiente:

$$L_p = 20 * \log \frac{P}{P_{ref}} [dB]$$

Figura 12. Fórmula para el cálculo del Nivel de Presión Sonora.

Dónde:

P= Presión Sonora.

P_{ref}= Nivel mínimo capaz de causar sensación de sonido en una persona para una frecuencia de 1000 [Hz]. 20 [μPa].

1.2.3 Nivel de Potencia Sonora

Es un parámetro que permite conocer la percepción de la energía irradiada por una fuente dentro de un lapso de tiempo determinado sin tener en cuenta la influencia del medio. Para calcular el valor del nivel de potencia sonora se utiliza la siguiente fórmula:

$$L_w = 10 * \log \frac{W}{W_{ref}} [dB]$$

Figura 13. Fórmula para el cálculo del Nivel de Potencia Sonora.

Dónde:

W= Potencia Sonora.

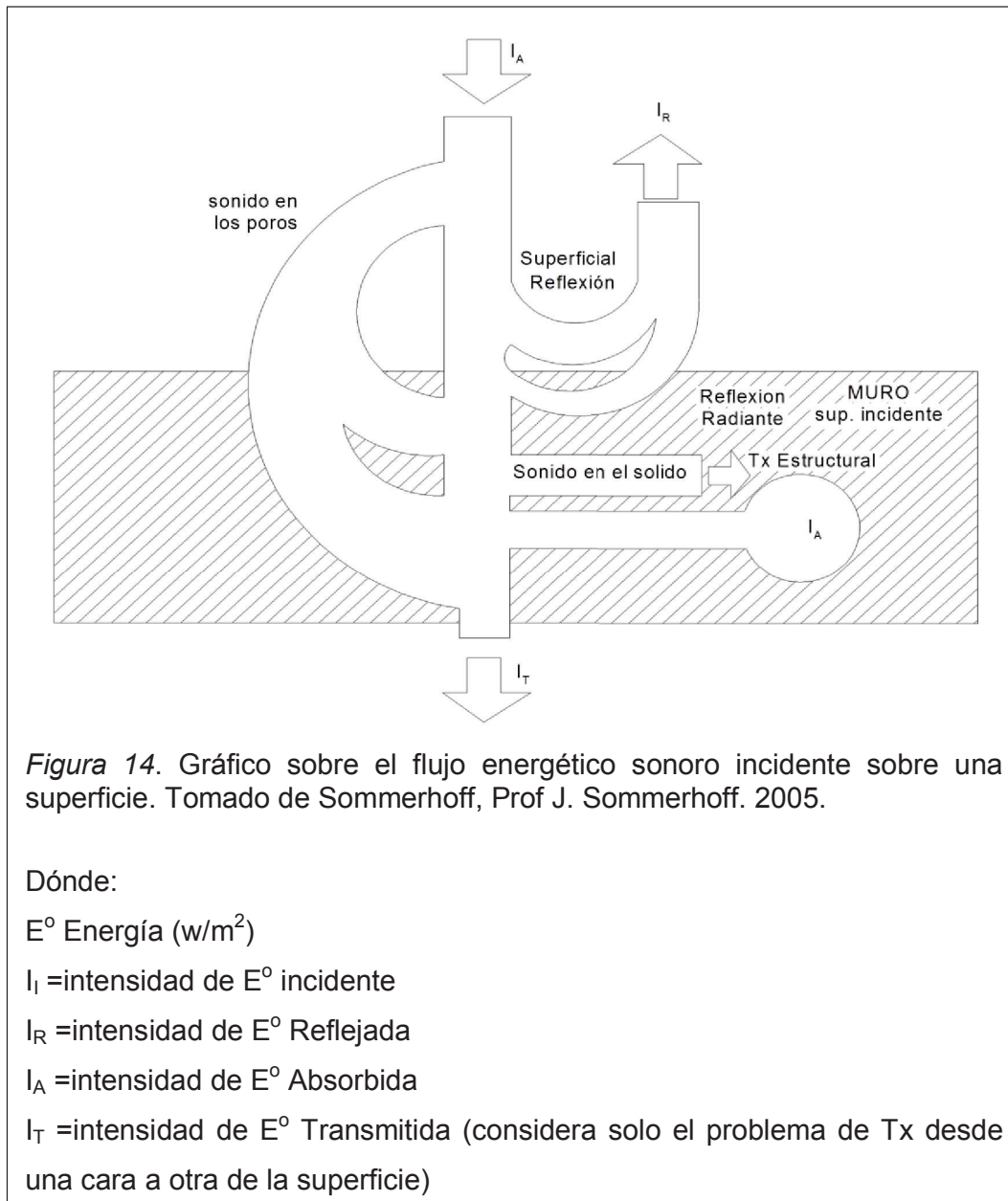
W_{ref}= Potencia sonora de referencia 10⁻¹² [W]

1.3 CONCEPTOS DE ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA

La acústica arquitectónica como rama de la acústica se enfoca en el estudio del control acústico en recintos con la finalidad de lograr un nivel de aislamiento acústico adecuado o para mejorar el comportamiento de estos espacios para causar una sensación de escucha confortable.

Por estos motivos se hace necesario recurrir a la acústica arquitectónica para alcanzar el objetivo principal de la realización del presente trabajo de tesis.

Para la explicación de algunos conceptos relacionados con la acústica arquitectónica que se abordan a continuación, se considera el siguiente gráfico que sintetiza esquemáticamente el flujo energético incidente sobre una superficie.



1.3.1 Absorción Acústica

Cuando el sonido incide sobre una superficie cualquiera, ésta se somete a una vibración forzada como resultado de la presión que incide sobre dicha superficie.

A consecuencia de esto, se produce una transformación de energía tal como describe el primer principio de la termodinámica sobre la conservación de la energía; la energía acústica que incide sobre la superficie es transformada en energía calórica como producto de la fricción de las moléculas de aire con el sólido. A esta capacidad de transformación de energía acústica en energía calórica se conoce como absorción acústica.

1.3.2 Reflexión Acústica

Parte de la energía que no logra transformarse en calor por la absorción acústica de la superficie sobre la que incide el sonido es regresada al medio tras reflejarse en dicha superficie, tal como ocurre con la imagen en un espejo. Una onda se refleja cuando se encuentra con un obstáculo que no puede traspasar ni rodear, es decir cuando la longitud de onda es menor o igual a la superficie incidente. El ángulo con que la onda impacta sobre dicha superficie será el mismo con el que la onda es reflejada.

1.3.3 Transmisión Acústica

La energía acústica para llegar a nuestros oídos necesita de un medio de propagación, este puede ser sólido, líquido o gaseoso. Una onda al tocar una superficie se comporta de diferente manera dependiendo del material del que esta compuesta la superficie. La energía que no es reflejada y no es transformada en calor por la acción de rozamiento entre la onda y la superficie, se transmite a través de ella. Tenemos dos tipos de transmisión. En un primer caso la energía es transmitida a la cara posterior de la superficie, ocurriendo entonces una transmisión longitudinal, en el segundo caso la energía acústica se transmite a lo largo de la superficie, entonces se produce una transmisión estructural.

1.3.4 Aislamiento Acústico

Al hablar de aislamiento, nos referimos a la capacidad de impedir que una onda sonora pase de una zona a otra. El aislamiento acústico consiste en reducir, en un mayor grado posible, la transmisión de ondas sonoras entre un recinto determinado con sus alrededores y viceversa. Para lograr aislar un recinto, se usan tanto materiales absorbentes, como materiales aislantes.

El aislamiento acústico se logra principalmente cuando los elementos usados para construir suponen una cantidad grande de masa, porque al tener mayor masa logramos mayor resistencia al choque de la onda sonora y la atenuación conseguida es mayor.

Otra forma eficiente de lograr un adecuado aislamiento acústico es mediante la combinación de materiales formando varias capas; una disposición adecuada de ellas puede mejorar el aislamiento acústico hasta niveles superiores a los que la suma del aislamiento individual de cada capa pudiera alcanzar.

1.3.5 Ley de masa y Pérdida por transmisión (TL)

La ley de masa acústica fue desarrollada de forma semi-empírica; su utilización es de utilidad cuando se tienen particiones simples ya que permite calcular la pérdida por transmisión que genera dicha partición. La fórmula para calcular el nivel de pérdida por transmisión (TL) en particiones simples es:

$$TL = 20 * \log(m * f) - 48 \text{ [dB]}$$

Figura 15. Fórmula para el cálculo de la pérdida por transmisión.

Dónde:

m= masa de la superficie. [Kg/m²]

f= frecuencia [Hz]

La ley de masas explica que al aumentar el valor de la masa aumentará también el valor de la pérdida por transmisión en la partición. Esto sobre la base que si la partición adquiere mayor peso tiene menos capacidad de

vibración ante la influencia de las ondas sonoras, entonces irradiará menor cantidad energética hacia la cara posterior de la superficie. La ley de masa hace una predicción sobre el aumento de 6 [db] cada vez que se duplique la frecuencia o la masa de la superficie. (Marshall Long, 2006, p. 320,321)

1.3.6 Clase de transmisión sonora (STC)

El descriptor Sound Transmission Class (STC) es un número que cuantifica la capacidad de un material o de una partición de evitar la transmisión sonora en frecuencias que van desde los 125 a los 4000 Hz. En general, una STC alta representa una mayor capacidad de aislamiento al ruido.

Una STC es alta dependiendo de como la partición es construida, el valor de STC puede ser incrementado por diferentes métodos como son:

Aumentando la masa

Aumentar el peso o el grosor de una partición ayuda a la capacidad de evitar la transmisión sonora

Aumentando o incluyendo una cámara de aire

Una cámara de aire entre particiones puede también ayudar a incrementar el aislamiento, este proceso crea dos zonas independientes.

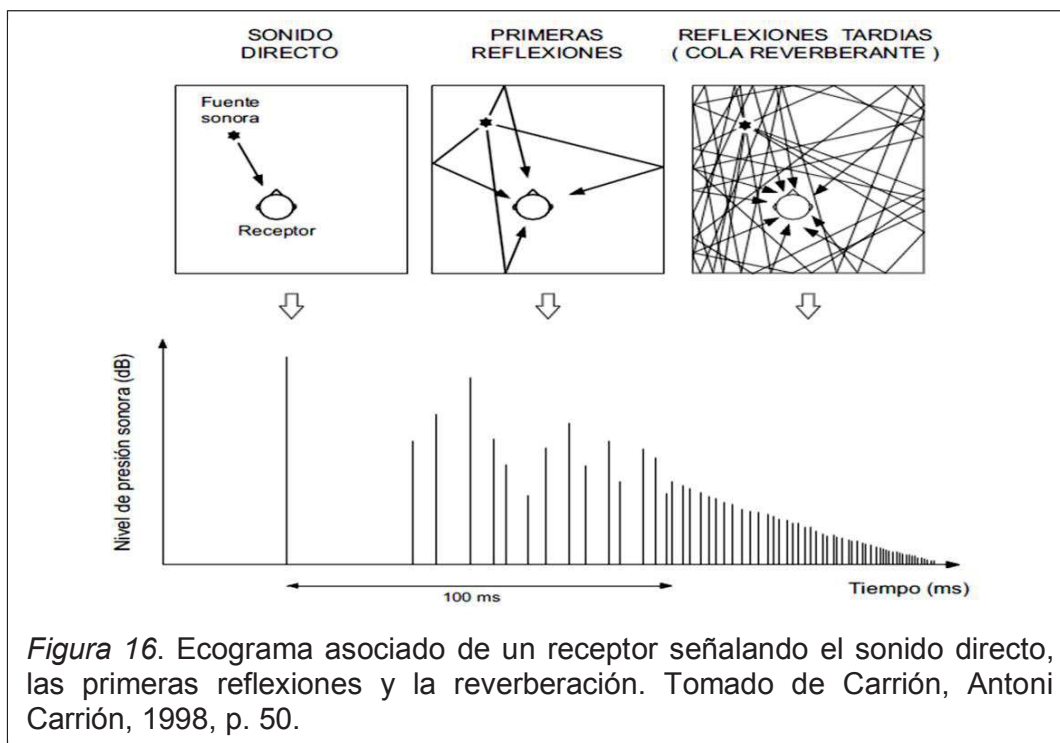
Aumentando material absorbente entre la partición.

Colocar material absorbente entre una partición ayuda a incrementar el STC de una partición con cámara de aire.

La STC de una partición es dada por el promedio de medir la pérdida por transmisión sobre un rango de 16 frecuencias diferentes entre 125 y 4000 HZ que es el rango de la voz humana.

1.3.7 Reverberación.

La reverberación es la persistencia de un sonido después que la fuente que lo generó se ha apagado. Se puede describir como una serie de ecos espaciados de manera mínima de tal manera que no se pueda distinguir una reflexión de otra. La reverberación genera psicoacústicamente la sensación de ambiente de una sala. El fenómeno de reverberación se produce debido a que las superficies que limitan el recinto generan reflexiones del sonido que incide sobre ellas, la cantidad de reflexiones que generen dependerá de los materiales que componen estas superficies.



1.3.8 Tiempo de Reverberación (T_{60})

Es la forma de cuantificar el nivel de reverberación en un recinto. El T_{60} está definido como el tiempo que se demora el sonido en “extinguirse” después que la fuente que lo generó ha sido apagada. Técnicamente consideramos que el sonido se ha “extinguido” del recinto cuando éste ha caído 60 [dB] por debajo de su nivel inicial.

Se puede clasificar como salas “vivas” cuando el valor de T60 del recinto es alto y salas “apagadas” cuando se obtienen valores de T60 bajos.

De manera general, el valor de T60 es inversamente proporcional a la frecuencia; es decir, que a medida que la frecuencia aumenta, el T60 disminuye; este fenómeno se produce en gran parte debido a las características de absorción de los materiales usados frecuentemente para revestir las paredes de los recintos, cuya efectividad de absorción es mayor para frecuencias altas. Además, es necesario considerar la absorción producida por el aire para recintos grandes cuyo volumen sea mayor o igual a 1000 m³.

Para el cálculo del T60 tenemos la posibilidad de utilizar diversas fórmulas como las desarrolladas por Norris Eiring en 1930, Millington en 1932 o Kuttruff 1983. Sin embargo, la fórmula comúnmente usada que es aceptada internacionalmente como referencia, debido a la sencillez para realizar el cálculo, es la que desarrolló en 1985 Wallace Sabine. Dicha fórmula se detalla a continuación: (Antoni Carrión, 1998, p. 63-65, 401-403)

$$T_{60} = 0.161 \frac{V}{a} \text{ [s]}$$

Figura 17. Fórmula para el cálculo del T60.

Dónde:

V= volumen del recinto [m³]

a= absorción total del cuarto [Sabines]

1.3.9 Difracción sonora

Es un fenómeno que influencia sobre la propagación del sonido. La difracción ocurre cuando una onda se desvía de su trayectoria inicial para rodear un obstáculo, las frecuencias bajas tienen más capacidad de lograr este fenómeno debido a que su longitud de onda es mayor que el de las frecuencias altas, otra forma de difracción sonora es atravesar una superficie a través de una abertura que está presente.

1.3.10 Modos normales de vibración

Son resonancias producidas por la acumulación de energía que genera la reflexión sucesiva de las ondas sonoras sobre las superficies del recinto. Estas resonancias de la sala se pondrán de manifiesto cuando la fuente radie frecuencias muy cercanas a las frecuencias naturales asociadas a las superficies; así, el recinto aportará energía acústica al medio aumentando el NPS en dicha frecuencia, generando una sensación molesta en la audiencia.

Los modos normales de vibración están presentes en todos los recintos pero especialmente son más evidentes en recintos rectangulares donde tenemos características que facilitan su apareamiento como paralelismo entre superficies delimitantes.

Al analizar un espectro de frecuencia podemos notar frecuencias que sobresalen por la cantidad de energía que acumulan en la sala, podemos notar la presencia de modos normales dentro de todo el espectro de frecuencias; sin embargo, se los consideran problemáticos solo a los que se encuentran bajo los 300 [Hz] debido a la gran cantidad de energía que tienen estas frecuencias.

En una sala rectangular podemos clasificar los modos normales de vibración en tres grupos según la trayectoria que siguen los frentes de onda. Así tenemos:

- a. **Modos axiales:** los frentes de ondas se mueven paralelos a un eje coordinado. Incluye los modos normales $(n_x, 0, 0)$ $(0, n_y, 0)$ y $(0, 0, n_z)$.
- b. **Modos tangenciales:** los frentes de ondas se mueven en forma tangencial a un par de superficies. Incluyen los modos $(n_x, n_y, 0)$ $(n_x, 0, n_z)$ y $(0, n_y, n_z)$.
- c. **Modos oblicuos:** el frente de onda se mueve en forma oblicua a los tres pares de paredes. Incluye los modos normales (n_x, n_y, n_z) . (Carrión, 1998, p. 56-58)

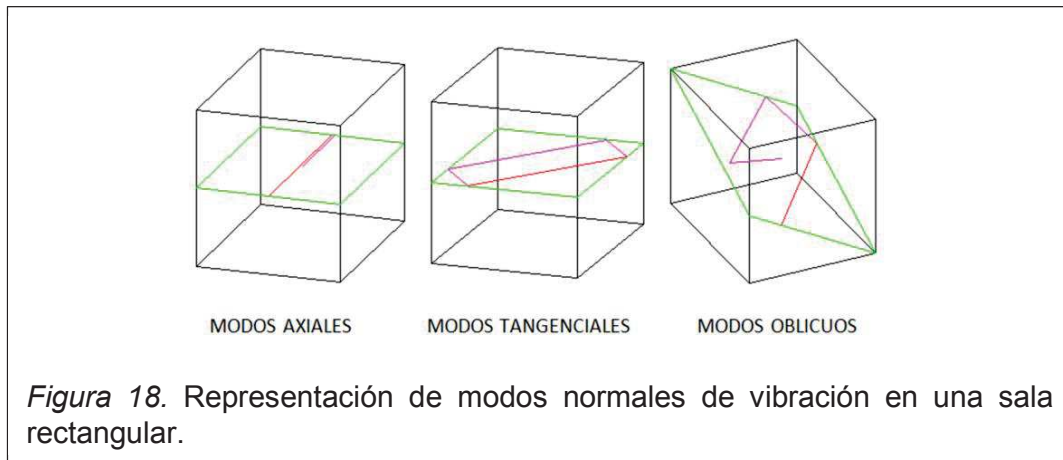


Figura 18. Representación de modos normales de vibración en una sala rectangular.

1.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE RUIDO DE FONDO EN UN RECINTO

La necesidad de evaluar un recinto en función del grado de molestia que puede generar el nivel de ruido ambiental presente en el mismo, se ha determinado por el tipo de actividad que se prevé desarrollar al interior de éste. Se toma en cuenta el grado de molestia que causa este ruido ambiente en los oyentes dentro de dicho recinto.

Para realizar una evaluación objetiva de este aspecto se han desarrollado diferentes curvas de valoración que toman en cuenta niveles tolerables de ruido ambiente en función de las actividades que se pretendan desarrollar en este espacio; así tenemos Curvas NR (Noise Rating), NC (Noise Criteria) y PNC (Preferred Noise Criteria).

1.4.1 Curva de Valoración NR

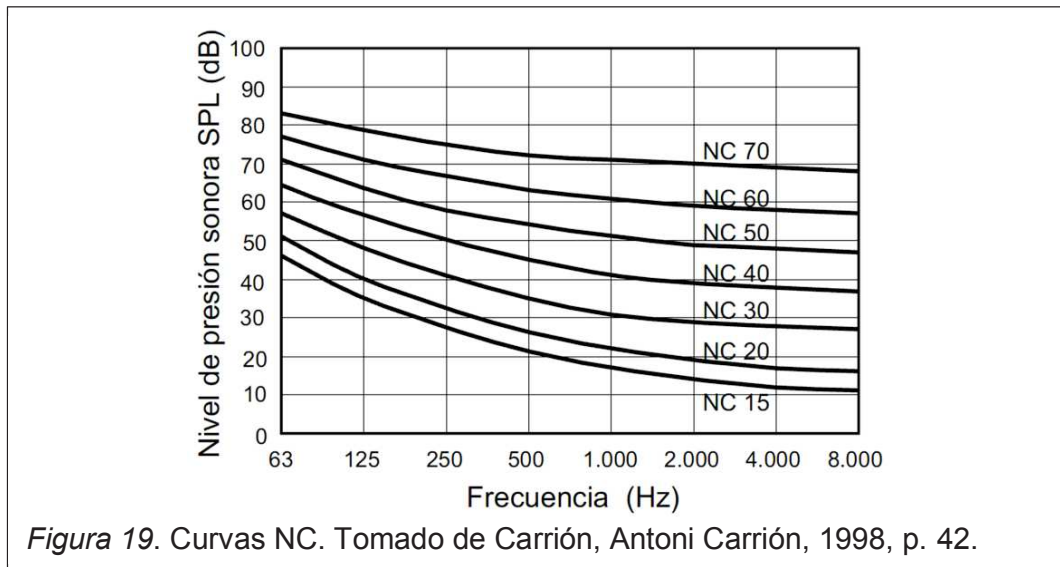
Estas curvas fueron desarrolladas por el Sistema Internacional de Estandarización (ISO) y fueron incluidas dentro de su normativa ISO R-1996.

A un espectro de frecuencias de un ruido medido en bandas de octava, se le asigna un número que corresponde a la curva que queda por encima de los puntos que representan los niveles medidos del ruido que estamos evaluando por cada banda.

La forma de estas curvas refleja el incremento que presenta en la sensibilidad el oído a medida que la frecuencia aumenta.

1.4.2 Curva de Valoración NC

Éste índice fue desarrollado por Leo Beranek en 1957. La forma de valoración es muy similar a la que se realiza en las curvas NR, difiere en los valores que considera; las curvas tienen un criterio similar teniendo en cuenta el nivel de sensibilidad del oído humano. (Carrión, 1998, p. 42-43)



1.4.3 Curva de Valoración PNC

Estas curvas surgen como resultado de una revisión de las curvas NC, las curvas PNC presentan una corrección de aproximadamente menos 1 hasta 5 [dB] respecto de los valores presentados en las curvas planteadas por Beranek 14 años antes. Estas curvas no han sido aceptadas internacionalmente por lo que se las toma siempre como una recomendación.

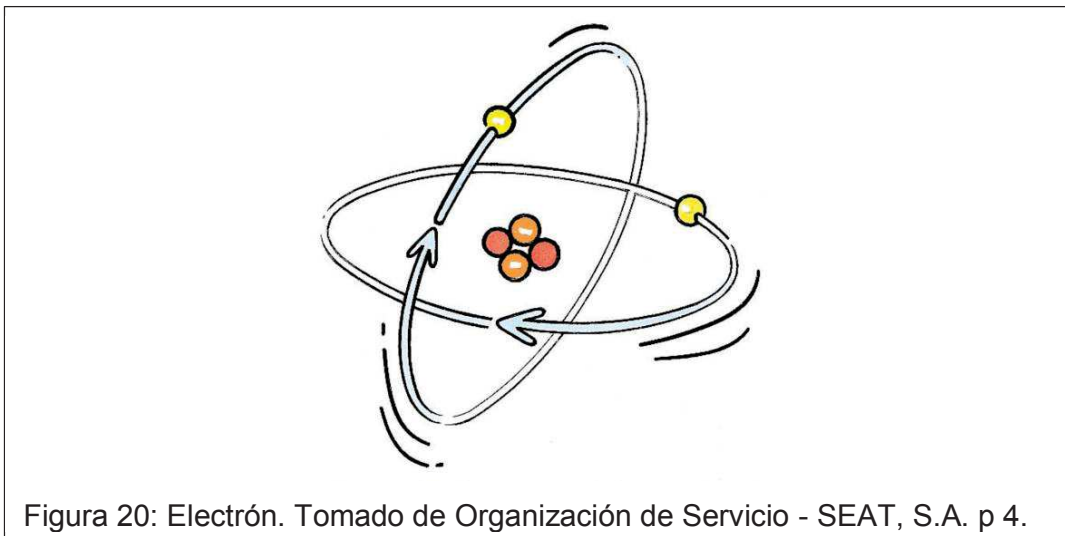
1.5 ELECTRICIDAD

La electricidad es un fenómeno físico, su origen son las cargas eléctricas cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros.

La electricidad tiene su origen cuando una pequeña partícula llamada electrón, que forma parte de un átomo, experimenta movimiento o interactúa con otras partículas.

1.5.1 Electrón

Un átomo puede tener muchos electrones, estos se encuentran girando en órbitas externas. Este fenómeno causa una deficiencia de cargas negativas en el átomo por lo cual se “convierte” en un ion positivo. Cuando ocurre el abandono de un electrón de su órbita, se produce un “hueco”, este “hueco” atrae al electrón de un átomo vecino generando así una interacción de electrones entre los diferentes átomos.



1.5.2 Materiales conductores y aislantes

Existe una diferencia entre átomos, no todos son capaces de liberar electrones con la misma facilidad y generar corriente eléctrica. Los materiales metálicos permiten la fluidez de electrones con mayor facilidad, mientras que materiales diferentes como madera, plástico o caucho, presentan mayor dificultad para permitir el paso de electrones.

Así podemos definir a los primeros materiales como conductores, mientras al segundo grupo de materiales se los conoce como aislantes. Existe sin embargo un tercer grupo de materiales cuyas características los colocan en el medio de los materiales conductores y los materiales aislantes, a estos se los conoce

como semiconductores ya que sus capacidades de conductibilidad depende de las condiciones presentes en el circuito y de la composición química de los mismos.

1.5.3 Tensión eléctrica

Se conoce como tensión eléctrica, voltaje o diferencia de potencial, al trabajo que se realiza para mover los electrones de un punto a otro, en contra o a favor de las fuerzas del campo eléctrico.

La forma de determinar el valor de la tensión es relacionando el trabajo realizado sobre la carga eléctrica. Así:

$$V = \frac{W}{Q} [V]$$

Figura 21. Fórmula para calcular el Voltaje.

Donde:

W= trabajo o energía (Joules) [J]

Q= Carga eléctrica (Coulombios) [C]

1.5.4 Corriente eléctrica

Es una carga en movimiento, la misma que la pasar por un camino discreto (conductor) posee un valor y una dirección asociados a ella, lo que constituye una medida de la velocidad con que la carga se mueve a partir de un punto de referencia dado y en una dirección específica.

La manera de calcular la corriente eléctrica es por medio de la siguiente fórmula, donde se relacionan la cantidad de cargas que se mueven en una unidad de tiempo específica. La corriente se la expresa en Amperios.

$$I = \frac{Q}{t} [A]$$

Figura 22. Fórmula para calcular la corriente,

Donde:

Q= carga eléctrica (Coulombios) [C]

t= tiempo [s]

1.5.5 Resistencia eléctrica

Es la oposición que presenta un elemento eléctrico al flujo de la corriente eléctrica.

La resistencia es la constante de proporcionalidad entre el voltaje y la corriente a través del elemento. Esta relación de proporcionalidad se la conoce como la “Ley de Ohm”.

$$R = \frac{V}{I} [\Omega]$$

Figura 23. Fórmula para calcular la resistencia eléctrica.

Donde:

V= Voltaje eléctrico. [V]

I= Corriente eléctrica [A]

1.5.6 Corriente Alterna

La corriente alterna (AC) cambia de polaridad cíclicamente siendo alternativamente positiva y negativa respectivamente.

La forma de onda depende del generador que la produce, pero siempre hay una línea de cero voltios que divide a la onda en dos picos simétricos. Las características de la corriente alterna son: la frecuencia (Hz) y la tensión de pico a pico; aunque suele utilizarse el valor de tensión eficaz (tensión RMS).

1.5.7 Corriente continua

La corriente continua (CC) no varía su valor en función del tiempo: en la pantalla de un osciloscopio aparece como una línea horizontal referenciada a un nivel de cero voltios (línea de masa). La distancia de la línea de tensión a la línea de masa indica la magnitud (amplitud) de la tensión.

1.5.8 Corriente trifásica

Un sistema trifásico se compone de tres corrientes alternas de igual frecuencia, amplitud y valor eficaz que presentan una diferencia de fase entre ellas de

120°, estas corrientes guardan un orden predeterminado. Cada una de las corrientes que forman el sistema se designa con el nombre de fase.

Se dice que un sistema trifásico está equilibrado cuando sus corrientes son iguales y están desfasados simétricamente.

1.6 ELECTROACÚSTICA

Es la parte de la acústica que trata el funcionamiento y diseño de dispositivos que transforman la energía eléctrica en energía acústica y viceversa por medio de principios físicos como el electromagnetismo y la mecánica. Entre los principales transductores, que es como son llamados estos dispositivos, tenemos a los micrófonos y los altavoces, que son a los que nos referiremos principalmente dentro del presente proyecto.

1.6.1 Audio

Es la representación de las ondas acústicas de forma eléctrica, es decir las variaciones de presión en variaciones de voltajes eléctricos o pulsos con el fin de ser procesadas, amplificadas o almacenadas.

1.6.2 Niveles de Potencia

Dentro del Audio se encuentran dos formas de representación de los mismos que van acorde con la potencia referencial usada para describirla. Tenemos:

1.6.3 dBm

Que usa como potencia referencial 1mili Watt:

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

Figura 24. Fórmula para el cálculo de dBm.

Dónde:

W₀= Potencia de referencia = 1Mw

1.6.4 dBW

Que usa como potencia referencial 1 Watt:

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

Figura 25. Fórmula para cálculo de dBW.

Dónde:

Wo= Potencia de referencia = 1W

1.6.5 Niveles de Voltaje

Al igual que los niveles de potencia se determinan por el valor referencial usado. Así tenemos:

1.6.6 dBu

Su voltaje referencial es 0.775 Voltios. Usado como nivel de línea nominal en equipos de audio profesionales. El más divulgado es el nivel nominal americano: +4dBu

$$dBu = 10 \log \frac{V}{V_0}$$

Figura 26. Fórmula para calcular dBu.

Dónde:

Vo=Voltaje Referencial = 0.775 Voltios

1.6.7 dBV

Nivel de voltaje cuya referencia es 1 Voltio, usado comúnmente en equipos de audio caseros.

$$dBV = 10 \log \frac{V}{V_0}$$

Figura 27. Fórmula para calcular dBV.

Dónde:

Vo=Voltaje Referencial = 1 Voltio

1.6.8 Rango Dinámico

Se refiere al parámetro asociado a una señal que representa la relación entre el máximo y el mínimo nivel de señal. Al ser una relación se la expresa de forma logarítmica en decibeles:

$$RD = 20 \log \frac{S_{maxima}}{S_{minima}}$$

Figura 28. Fórmula logarítmica para el cálculo del Rango Dinámico.

Dónde:

RD Rango Dinámico

Smaxima Nivel máximo de señal

Sminima Nivel mínimo de señal

En algunos casos en que los niveles máximos y mínimos vienen expresados en dB se puede determinar el rango dinámico como la diferencia entre el nivel máximo y el mínimo, así:

$$RD = SdBmaximo - SdBminimo$$

Figura 29. Fórmula para el cálculo del Rango Dinámico.

Dónde:

RD Rango Dinámico

SdBmáximo Nivel de Señal máximo representado en dB

SdBminimo Nivel de Señal mínimo representado en Db

1.6.9 Nivel Nominal

Es el nivel de voltaje óptimo de operación de un equipo. Para equipos de uso doméstico se determinó este nivel en -10 dBV de manera internacional; mientras que para equipos profesionales se tienen dos variantes, el estándar de fabricantes alemanes que se determina en +6dBu y un estándar más internacional que se establece en +4dBu.

1.6.10 Respuesta de Frecuencia

Es la representación por medio de una curva que está formada por valores del nivel de presión sonora (NPS) expresado en decibeles (dB), asociando cada valor a una frecuencia comprendida dentro del rango audible, es decir de 20 a 20k [Hz]. Esta representación muestra la respuesta que se ha obtenido a la salida del dispositivo después de haber recibido una señal conocida de prueba a la entrada, esta señal conocida es el ruido blanco.

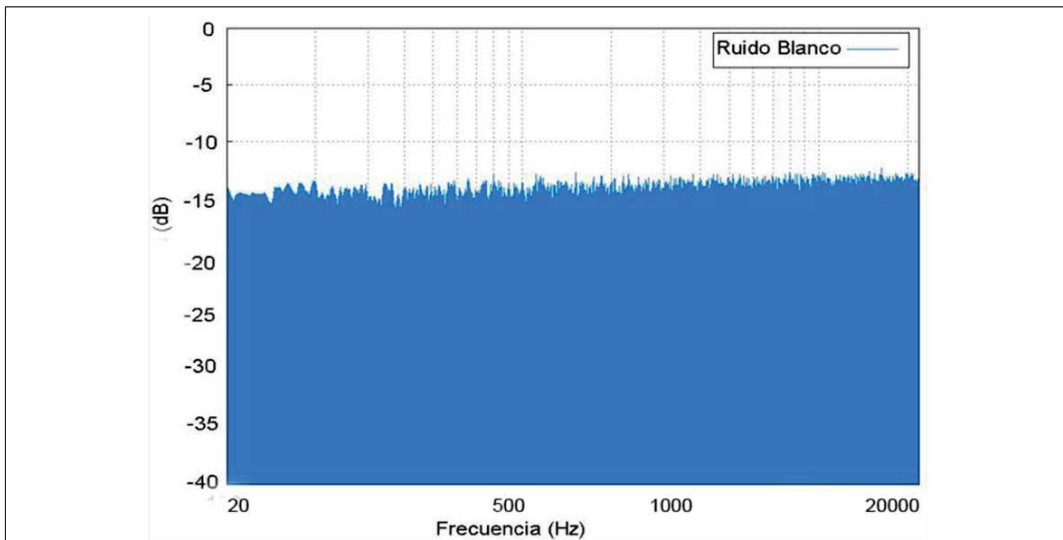


Figura 30. Señal de Prueba. Ruido Blanco. Tomado de: <http://img83.imageshack.us /img83/ 9741/ ruidoblanconr9.jpg>

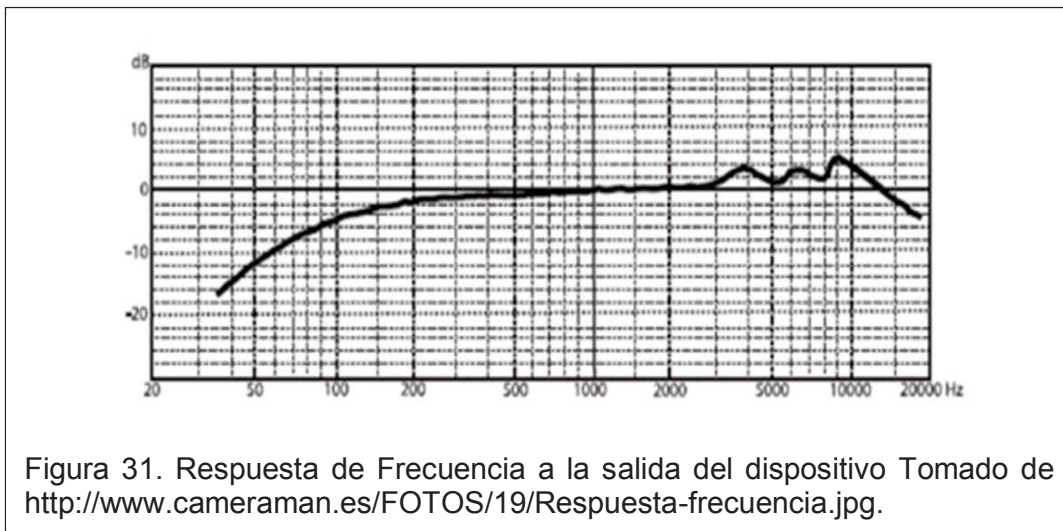


Figura 31. Respuesta de Frecuencia a la salida del dispositivo Tomado de <http://www.cameraman.es/FOTOS/19/Respuesta-frecuencia.jpg>.

1.7 MEDICIONES.

El oído humano es demasiado complejo, es por este motivo que no ha sido posible diseñar un instrumento que pueda expresar fielmente resultados equivalentes a la percepción sonora de este órgano. Por ello, ha sido necesario definir parámetros que permitan semejar la percepción humana del sonido.

1.7.1 Sonómetro

Es un instrumento electrónico que permite medir NPS, con la capacidad de parcializar los datos que nos entrega; así por ejemplo: puede entregar un solo valor promedio de toda la medición o puede entregar datos separados por bandas de frecuencia en diferentes tipos respuestas temporal (Fast, Slow, Impulse o Peak). Además, se pueden aplicar factores de corrección a través de ponderaciones (A, B, C, D) para asemejar la medición de los micrófonos de los sonómetros a la respuesta que tiene el sistema de audición humana.

1.7.2 SpectraPLUS®

Es un software que permite realizar mediciones de NPS y T60 a través de la utilización de un micrófono y una interface de audio. Además, permite grabar la señal para después reproducirla y realizar un análisis de espectro, espectrogramas, Transformada Rápida de Fourier (FFT), Respuesta de Frecuencia en bandas de octava (1/1) o hasta un noventa y seisavo de octava (1/96), entre otras funciones.

Este programa incluye factores de corrección para la respuesta de frecuencia de distintos modelos de micrófonos, de esta forma asegura mayor veracidad en los datos que entrega.

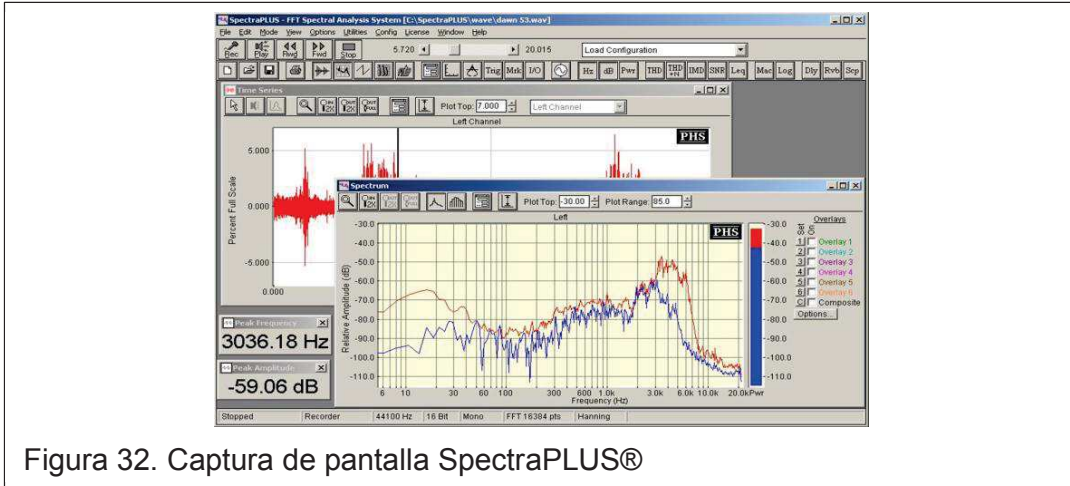


Figura 32. Captura de pantalla SpectraPLUS®

1.7.3 Micrófono de Medición dbx® RTA-M

Es un micrófono de la empresa dbx diseñado para realizar mediciones de análisis en tiempo real (RTA). Su patrón polar es omnidireccional, su respuesta de frecuencia es bastante plana y abarca todo el rango de frecuencias audibles 20-20k [Hz]. Para su funcionamiento es necesaria una fuente de alimentación fantasma (Phantom Power) de 48V.



Figura 33. Micrófono de Medición dbx® RTA-M Tomado de <http://www.dbxpro.com/RTA%20Mic/index.php>

1.7.4 Interface M-Audio® Fast Track® Ultra

La interfaz de audio Fast Track® Ultra permite una conectividad USB 2.0 permitiendo la grabación simultánea de hasta 8 canales. Cuenta con entradas y salidas analógicas y digitales. De las entradas analógicas cabe destacar los 4 preamplificadores de micrófono que posee.

Esta interfaz es compatible con la mayor parte de aplicaciones de audio importantes, incluyendo SpectraPLUS®, que en este caso es el software que se utilizará para las mediciones que se requieran. Debido al tamaño y peso de esta interfaz de audio presenta facilidades de movilidad al momento de realizar mediciones en campo.

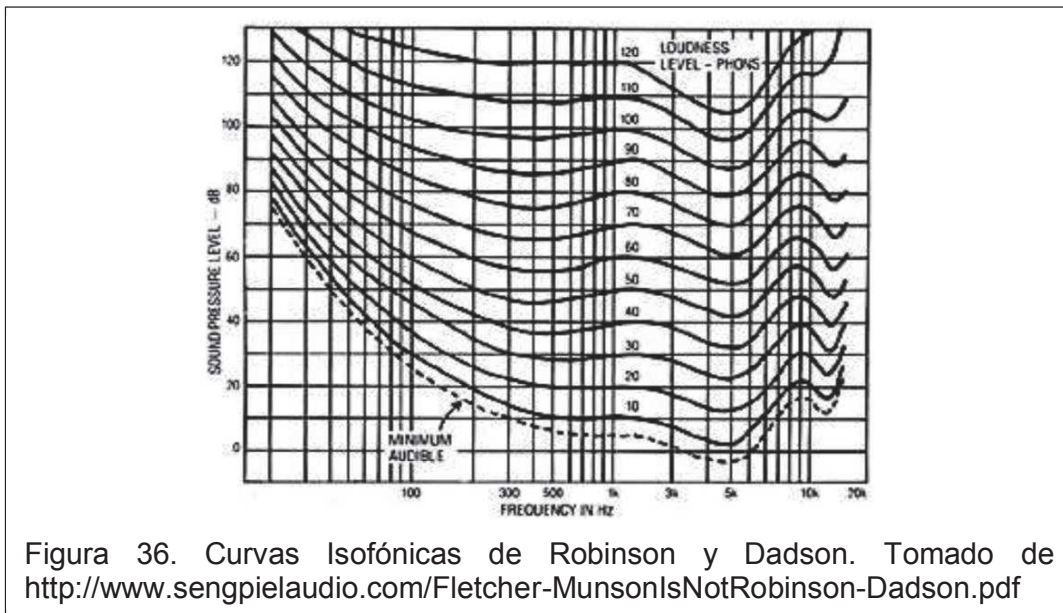
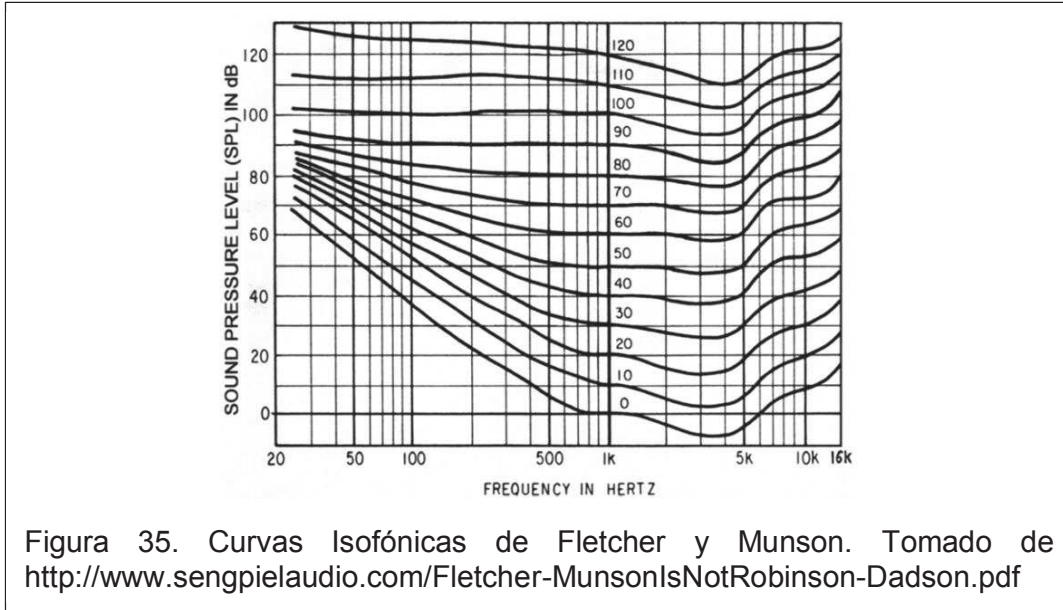


Figura 34. M-Audio® Fast Track® Ultra Tomado de [http://la.m-audio.com/images/FastTrackUltraAdshot\[SL\].jpg](http://la.m-audio.com/images/FastTrackUltraAdshot[SL].jpg)

1.7.5 Curvas Isofónicas

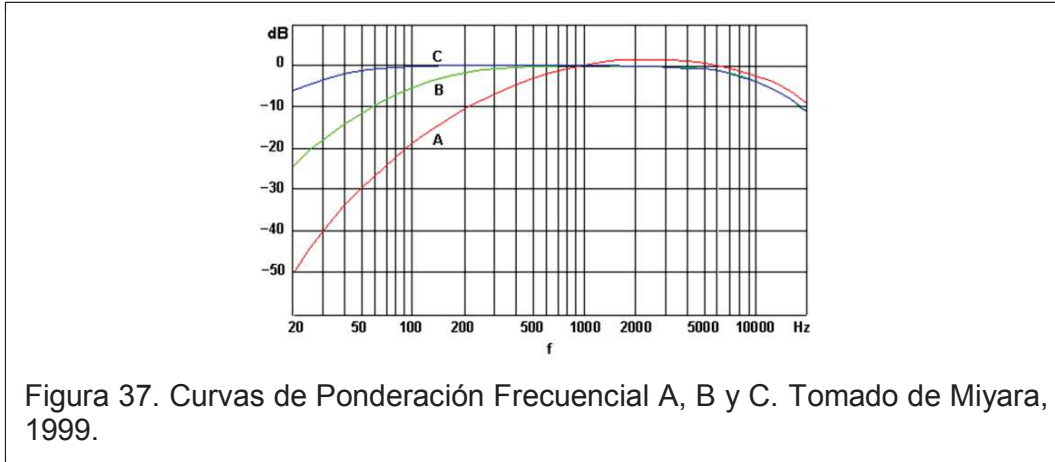
El proceso de audición en los seres humanos es muy complejo, depende de la frecuencia y del nivel de presión sonora, pero no existe linealidad entre estas variables. Esta característica auditiva llevó a Fletcher y Munson a desarrollar en 1930 las primeras curvas isofónicas que describen la relación entre frecuencia y NPS necesaria para que los sonidos sean percibidos igual de “fuertes”; para esto realizaron un barrido de tonos puros a través de audífonos a todas las personas que formaron parte del estudio. Estas curvas están incluidas en la norma ISO 226:2003.

Más tarde, en 1956, los científicos Robinson y Dadson realizaron otra tabla de curvas isofónicas utilizando un barrido de tonos puros amplificados por un solo altavoz ubicado de manera frontal en una cámara anecoica.



1.7.6 Curvas de Ponderación Frecuencial

Se desarrollaron cuatro curvas (A, B, C, D) que guardan relación con las curvas de igual sonoridad (isofónicas). Las curvas de ponderación Frecuencial aplican factores de compensación a la amplitud en función de las frecuencias para adaptar las mediciones que realizan los diferentes dispositivos a la forma en que responde el oído.

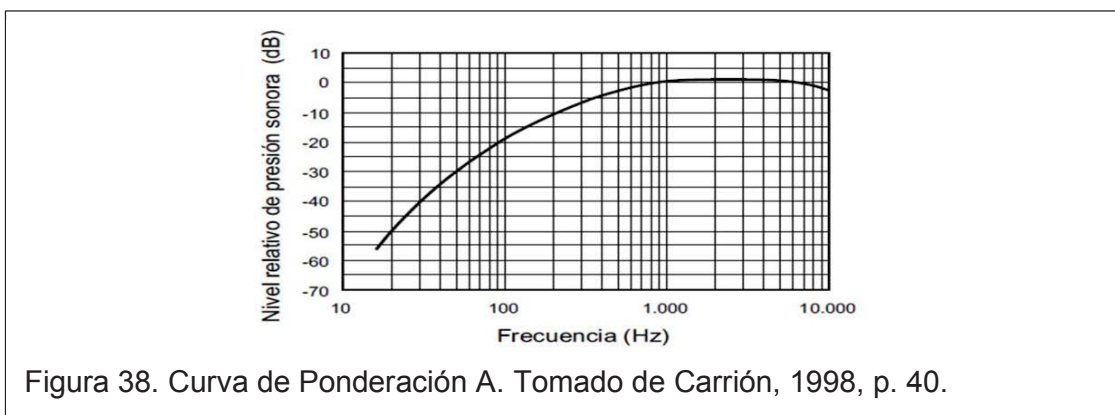


1.7.7 Ponderación Z (lineal)

Cuando se utiliza la escala lineal no se aplica ningún tipo de corrección sobre los valores de SLP o L_p medidos por el sonómetro.

1.7.8 Ponderación A

La ponderación “A” es un ajuste de los niveles medidos con la finalidad de que coincidan con el umbral de sensibilidad del oído humano en diferentes frecuencias. Esta curva de ponderación tiene una similitud con la inversa de la curva de ponderación de igual sensación sonora de 40 fonios. Esta curva de ponderación es la más utilizada para mediciones de ruido ambiental.



1.7.9 Ponderación B, C y D.

Las curvas de ponderación B, C y D se utilizan para ponderar sonidos de niveles más altos.

La ponderación B hace referencia a sonidos de nivel medio, su forma se asemeja a la inversa de la curva isofónica de 55 fonios.

La curva de ponderación C realiza una corrección para que las mediciones coincidan con el límite de sensibilidad del oído humano, es la curva inversa de la curva isofónica de 85 fonios; es la más plana de las curvas pues a ese nivel la membrana auditiva está tan tensa que su comportamiento es casi lineal. Su aplicación principal es en la acústica arquitectónica.

La curva de ponderación D es específica para medir ruido en aviones.

2. CAPÍTULO II

2. CONSIDERACIONES PREVIAS

Antes de comenzar con el diseño es importante evaluar el comportamiento del medio donde se va a utilizar la cabina. De esta forma tenemos una idea clara sobre los niveles de ruido a los que va a estar expuesta y así se conocerá de manera precisa el nivel de reducción de ruido que se debe alcanzar al interior de la cabina.

Se tomarán como referencia las características acústicas de una sala destinada al uso en multimedia, analizando las curvas NR, NC para dichas salas.

2.1 CONDICIONES DEL SITIO DE OPERACIÓN

Por ser una cabina destinada al entretenimiento multimedia personal será utilizada al interior de una residencia, sea una casa o departamento; se asume que esta residencia será pequeña debido a que la cabina busca sustituir la construcción de una sala para el entretenimiento multimedia, o la adecuación de un espacio existente para este objetivo.

Fue seleccionado un departamento de 70 [m²], ubicado en el cuarto piso de la torre de departamentos “Magallanes” en la calle Andalucía, sector de la Escuela Politécnica Nacional.

En este departamento se efectuarán mediciones para tener una referencia del nivel de ruido existente en una casa, mientras se realiza el desarrollo de las actividades cotidianas en este lugar.

Las mediciones se realizarán de acuerdo con la siguiente metodología basada en la NORMA CHILENA OFICIAL (NCh 1619-1979) “ACÚSTICA - EVALUACIÓN DEL RUIDO EN RELACIÓN CON LA REACCIÓN DE LA COMUNIDAD”. Se ha seleccionado esta norma debido a que contempla la

medición de niveles de ruido para el interior de edificaciones y no la medición de ruido ambiental en exteriores.



2.1.1 Equipo de medición

Las mediciones se realizarán con un sonómetro integrador que cumpla con la norma IEC 123 o IEC 179, utilizando filtro de ponderación A, respuesta rápida.

2.1.2 Condiciones de medición

- El nivel sonoro se medirá en el espacio en el que estará ubicada la cabina, a la hora en la que exista mayor número de ocupantes realizando sus actividades cotidianas.
- La calibración del sonómetro deberá ser realizada antes de empezar la medición.
- La medición se realizará ubicando el sonómetro sobre un trípode, guardando distancias de al menos 1 [m] de las paredes, entre 1,2 a 1,5

[m] de las ventanas. Para reducir las alternaciones provenientes de ondas estacionarias en las mediciones interiores.

- Las mediciones deben ser realizadas con las ventanas cerradas. Si la sala se usa regularmente con las ventanas abiertas, las mediciones también se deben hacer bajo estas condiciones.
- La medición se realizará durante un lapso de 5 minutos.

2.1.3 Resultados

- No se aplicarán factores de corrección sobre los valores resultantes de la medición.
- Los resultados de la medición serán expresados en bandas de octava.

2.1.4 Condiciones eléctricas en el sitio de operación

Todos los equipos de audio y video que se instalarán dentro de la cabina funcionan con energía eléctrica. No se ha previsto dotar a la cabina de una fuente propia de corriente alterna, motivo por el cual es necesario conectar el distribuidor multi par, que vendrá incorporado en la cabina, a la red eléctrica de la casa.

Por las características de funcionamiento de los equipos que se instalarán en la cabina se necesita una red estable de 120 V. Preferentemente en una fase diferente a la que se utiliza para la ducha, la licuadora y artefactos electrodomésticos que por sus características de funcionamiento puedan causar interferencia con el funcionamiento del sistema de entretenimiento.

2.2 CONDICIONES DE UNA SALA AUDIOVISUAL

Las siguientes tablas definen los valores de las Curvas NR y NC apropiados para salas destinadas al uso de sistemas de entretenimiento audiovisual. El nivel de aislamiento de la cabina deberá por tanto estar dentro de los valores definidos por estas curvas.

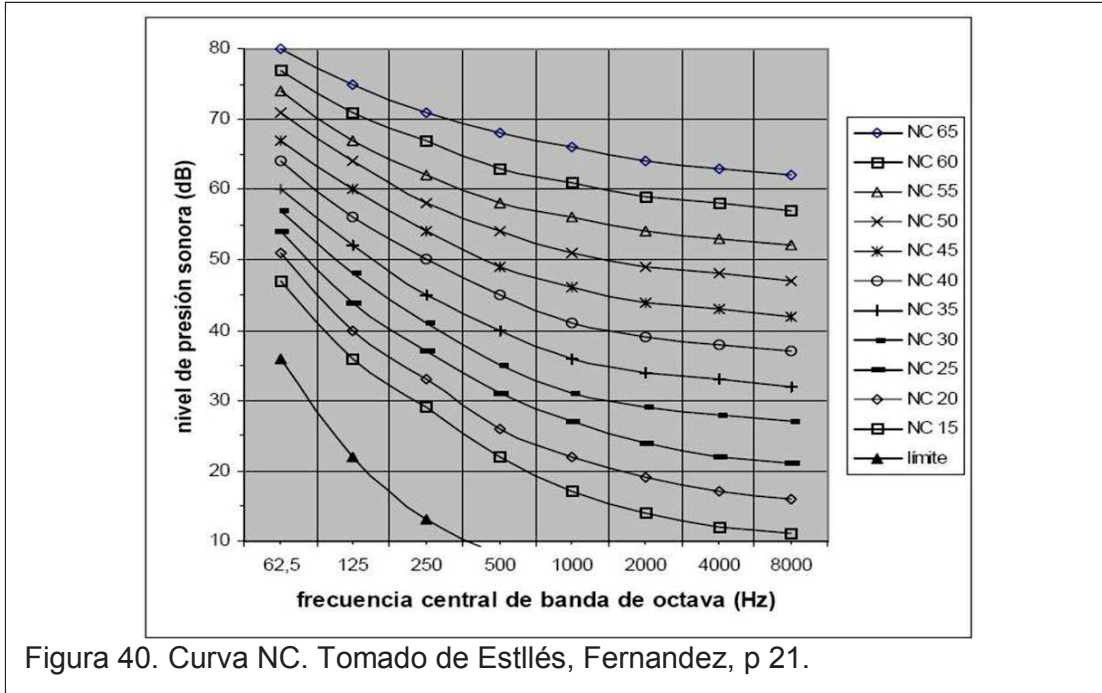


Tabla 1
Valores NC según uso del recinto.

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

Tomado de Estllés, Fernandez.

Tabla 2
Valores NR según uso del recinto.

Tipos de Recintos	Rango NR
Oficinas mecanizadas.	60-70
Gimnasios, salas de deporte piscinas.	50-55
Restaurantes, bares, cafeterías.	40-50
Despachos, bibliotecas, salas de Justicia.	35-45
Talleres.	30-40
Cines, hospitales, iglesias, pequeñas, salas de conferencias.	25-35
Aulas, estudios de televisión, grandes salas de conferencias.	20-30
Salas de conciertos, teatros.	20-25
Clínicas, recintos para audiometrías.	10-20

Tomado de Estllés, Fernandez.

La siguiente curva sugiere el T60 óptimo para salas dependiendo del volumen y del uso al que vayan a estar destinadas. Se puede notar que el volumen más pequeño que se considera es de 125 [m³]; pero la cabina que se diseña no superará los 3.5 [m³] por lo cual esta tabla solo servirá como un aporte informativo sin repercusiones en el diseño; además, las condiciones de reverberación serán propias de cada ambiente recreado en la cabina y estarán a cargo del sistema de altavoces. El aporte de reverberación natural de la cabina podría entonces llegar a “ensuciar” lo que el ocupante escucha, añadiendo reflexiones innecesarias al sonido generado por los altavoces.

Lo beneficioso del tamaño reducido, que se espera ocupe la cabina, es que debido al volumen difícilmente generará reflexiones tardías que pueda complicar la inteligibilidad de la palabra o generar una galería de susurros.

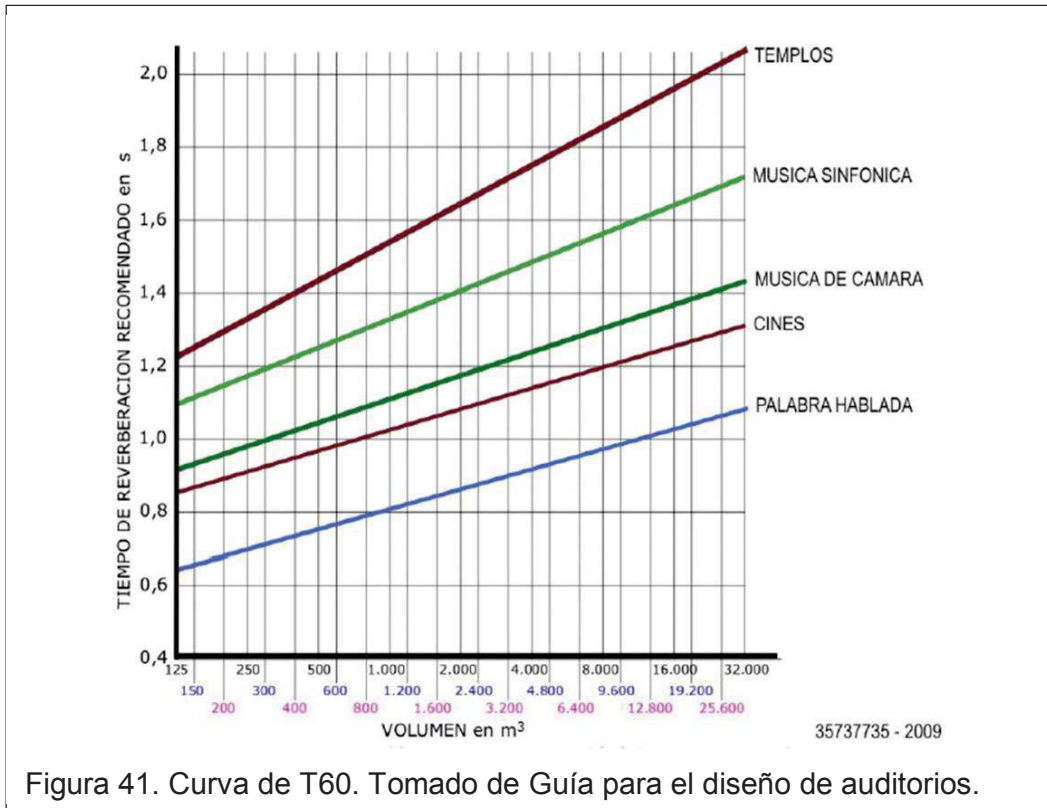


Figura 41. Curva de T60. Tomado de Guía para el diseño de auditorios.

3. CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE LA CABINA

3.1 TAMAÑO

Para decidir el tamaño de la cabina se debe considerar algunos aspectos:

- El espacio interior debe ser suficiente para que alcancen: una persona sentada cómodamente, una pantalla, un sistema de altavoces 5.1, un asiento que brinde comodidad al ocupante y el sistema de entretenimiento (blu ray, dvd, x-box, laptop, etc)
- La cabina debe tener la capacidad de caber por la puerta de una casa.
- Debe ser de dimensiones menores a las de un cuarto.

Para determinar el espacio que ocuparía una persona en la cabina se realizó una medición contando con la ayuda de un flexómetro y un sujeto colocado en una posición de sentado sobre una silla estándar; posteriormente se repitió el proceso colocando al sujeto en una posición que se asemeja a la de un piloto de fórmula uno.

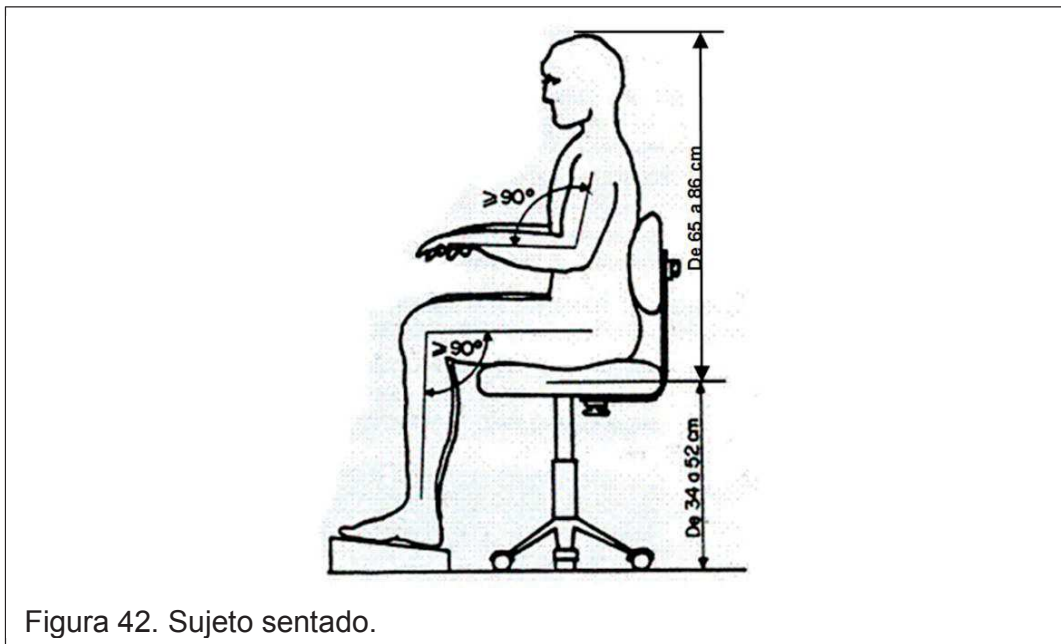
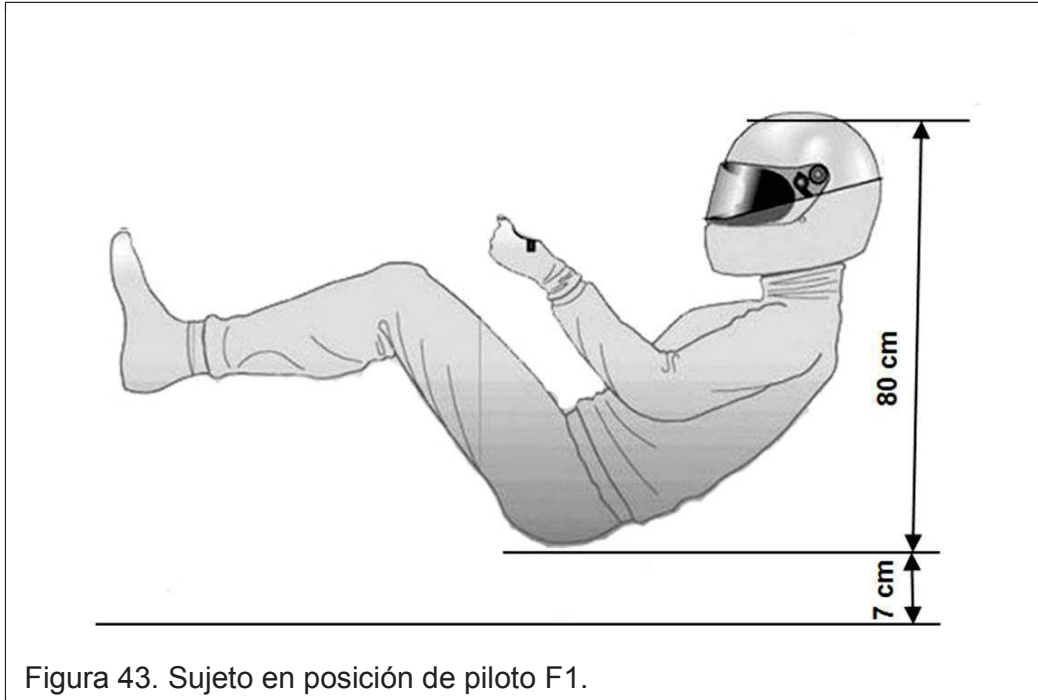


Figura 42. Sujeto sentado.



Después de analizar los gráficos anteriores se puede notar que el espacio vertical que ocupa una persona en la posición de un piloto de fórmula uno es menor que el que ocuparía una persona en posición sentada normal, por tal motivo se ha escogido esta posición para el ocupante de la cabina debido a que de esta forma el ocupante está más cerca del suelo ocupando menos altura, dando como resultado una cabina más compacta, permitiendo optimizar el espacio.

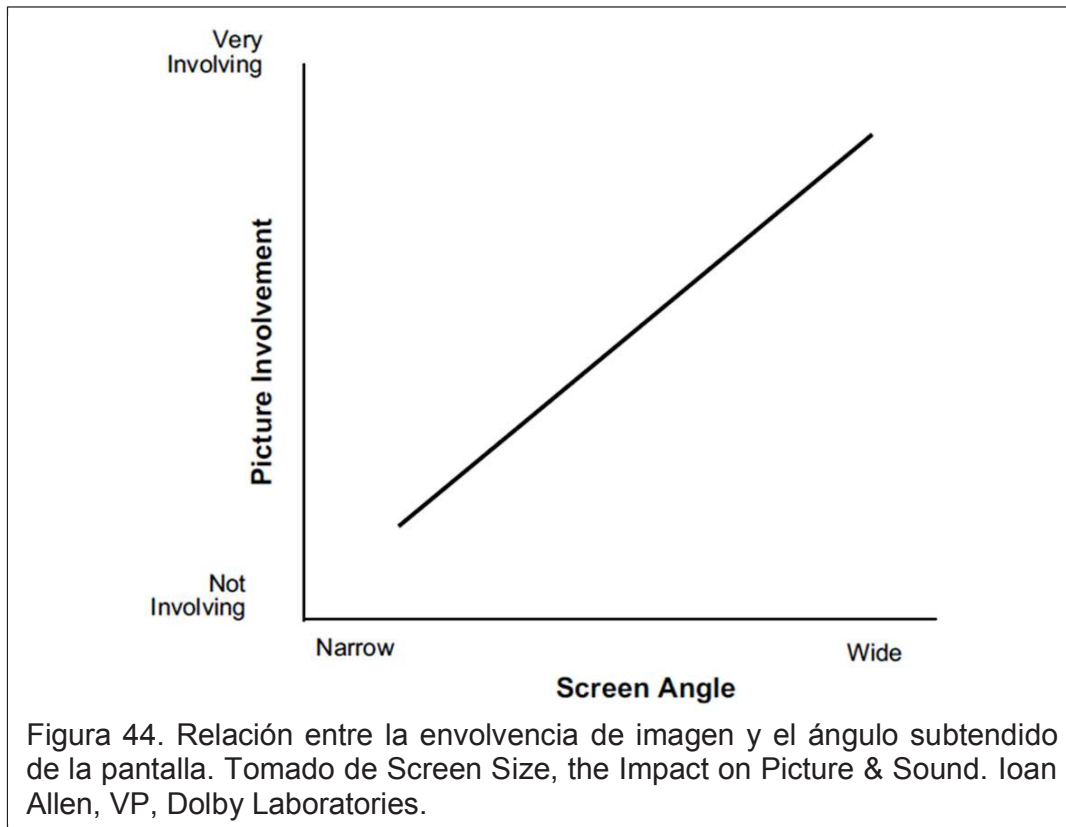
3.2 DISTANCIA DE VISUALIZACIÓN

Dentro de las condiciones técnicas para asegurar un disfrute apropiado de un sistema de entretenimiento, se encuentra la distancia de visualización.

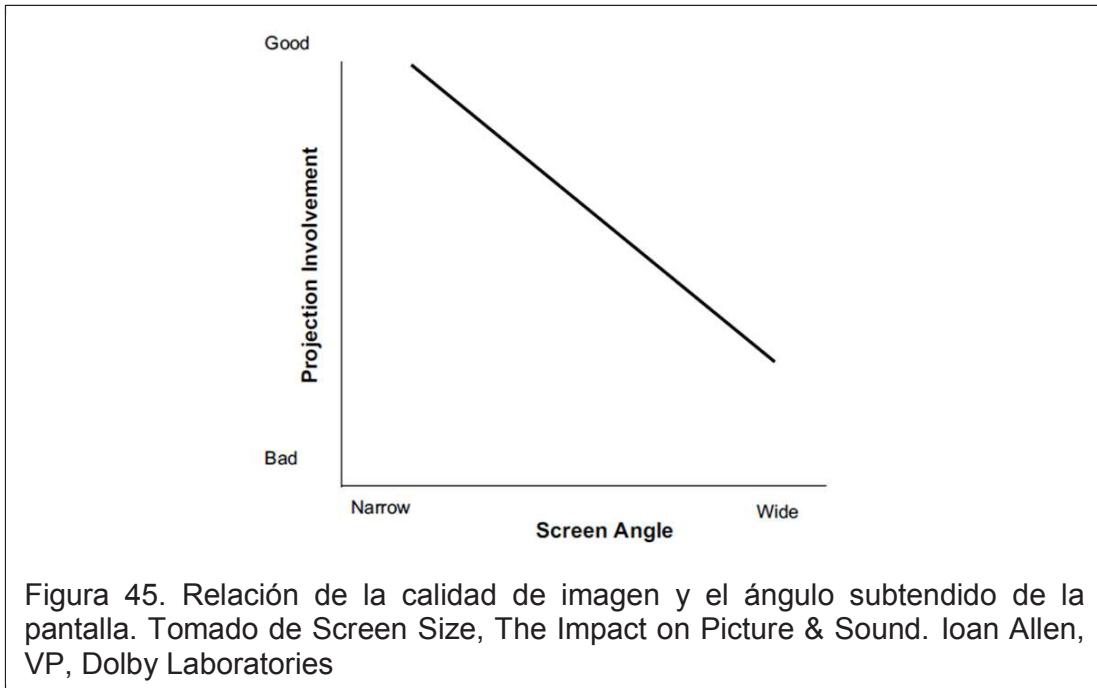
La distancia de visualización es la distancia apropiada desde el espectador hacia la pantalla, en función del tamaño de la misma para asegurar una sensación de inmersión cinematográfica.

Existen relaciones entre la angulación de la pantalla y la experiencia que vive el espectador, mientras más grande se hace el ángulo de la pantalla el espectador deja de sentirse como un espectador de televisión y pasa a

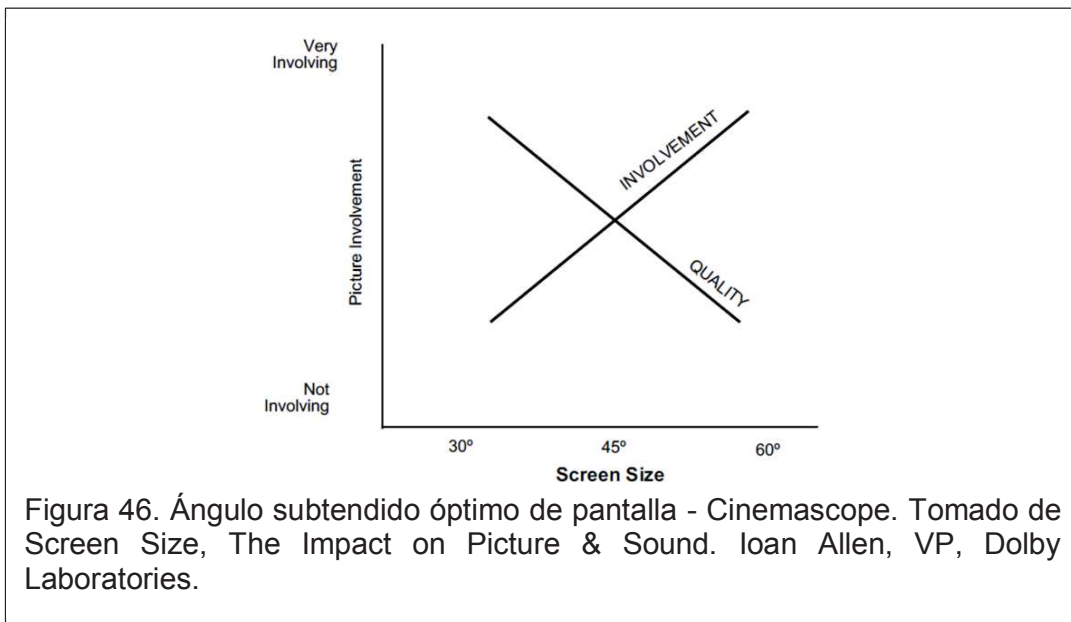
experimentar sensaciones como si formara parte de la escena que se desarrolla en la pantalla. Teóricamente el ángulo de visión del ojo humano es de 110° . Lograr que las imágenes de la pantalla sean el único medio que produce conexiones entre el ojo y el cerebro permite involucrar completamente al espectador en la situación. La siguiente curva demuestra la relación existente entre estos dos factores.

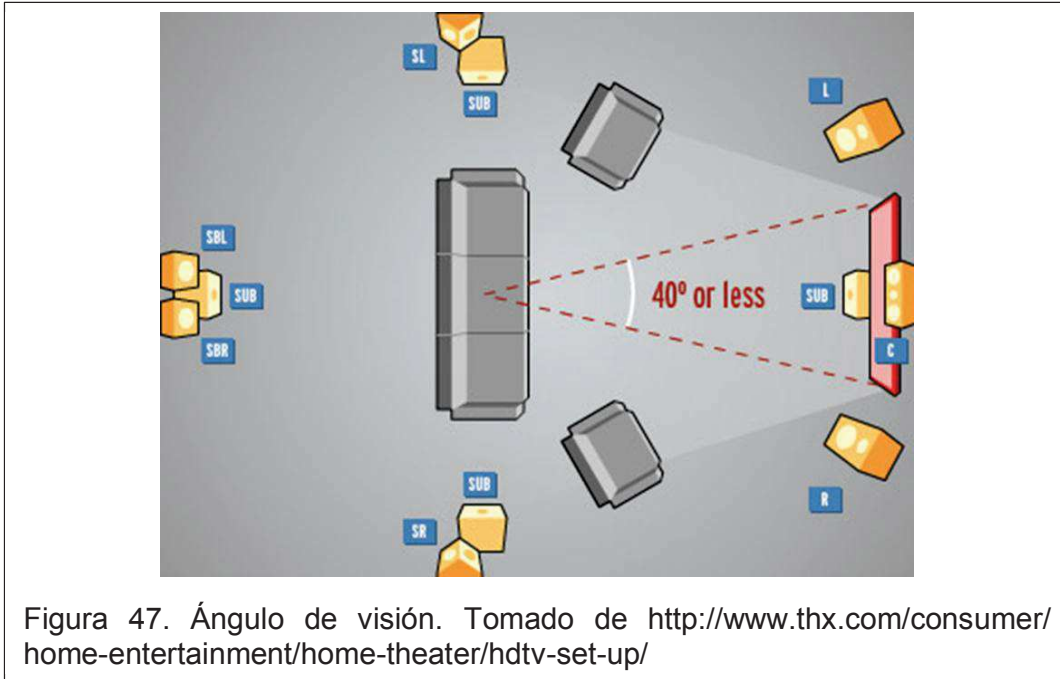


Sin embargo, a medida que el tamaño de la imagen aumenta también se vuelven notorios los defectos de ésta. Quedando al descubierto las líneas de estructura, falta de definición, falta de convergencia, etc. Por eso, la calidad de la imagen es inversamente proporcional con la angulación de la pantalla como se muestra en la siguiente curva.



Para alcanzar el equilibrio ideal entre calidad de imagen e inmersión visual en función del ángulo subtendido, la Twentieth Century Fox evaluó las curvas encontrando que el punto de cruce de ambas curvas determinaban 40° como el ángulo subtendido de pantalla.





Según la norma THX para entretenimiento casero, la manera correcta para calcular la distancia óptima asiento-pantalla, es necesario dividir el tamaño de la pantalla para 0.84.

$$d = \frac{D_{tv}}{0.84} [pul]$$

Figura 48. Fórmula para el cálculo de la distancia óptima de visualización.

Donde:

D_{tv} = diagonal de la TV [pul]

0.84 = constante

El tamaño de la pantalla viene dado en pulgadas y es medido de manera diagonal.

En el caso de la cabina es necesario tener en cuenta que debido al espacio reducido al interior ubicar una pantalla a un metro de frente al ocupante es una distancia prudente. Usando la fórmula THX de distancia óptima de visualización en función de la distancia tenemos:

$$D_{tv} = d * 0.84 [pul] \quad (4.2)$$

Así:

Para $d = 1[m] = 39.3700''$

$$D_{tv} = 39.3700 * 0.84 [pul]$$

$$D_{tv} = 32.76 [pul]$$

El tamaño de televisor apropiado es de 32.76". Dentro del mercado es imposible encontrar un televisor de 32.76", el tamaño comercial es de 32" por lo cual volvemos a usar la fórmula anterior con 32" que es el tamaño de nuestro televisor.

$$d = \frac{32}{0.84} [pul]$$

$$d = 38.09 [pul]$$

$$d = 38.09 [pul] * 2.54 [cm]$$

$$d = 96.76 [cm]$$

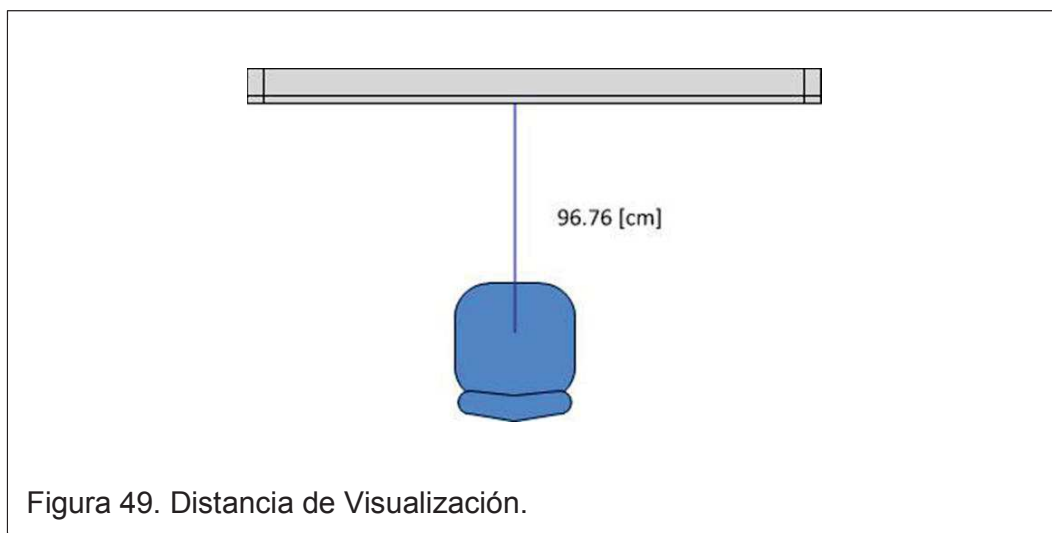


Figura 49. Distancia de Visualización.

Para calcular las dimensiones de la pantalla a partir de la Diagonal usaremos el teorema de Pitágoras:

La diagonal del triángulo (c) mide $32 \text{ [pul]} \times 2,54 \text{ [cm]} = 81,28 \text{ [cm]}$

$$a^2 + b^2 = (81,28)^2$$

La relación de aspecto de la pantalla es 16:9 (widescreen)

$$\frac{b}{a} = \frac{16}{9}$$

$$a^2 + \left(16 * \frac{a}{9}\right)^2 = 6606,43$$

$$a^2(1 + 16^2/9^2) = 6606,43$$

$$a^2(1 + 3,1604) = 6606,43$$

$$a = \sqrt[2]{1587,93} = 39,85 \text{ [cm]}$$

$$b = \frac{16}{9} * a = 70,84 \text{ [cm]}$$

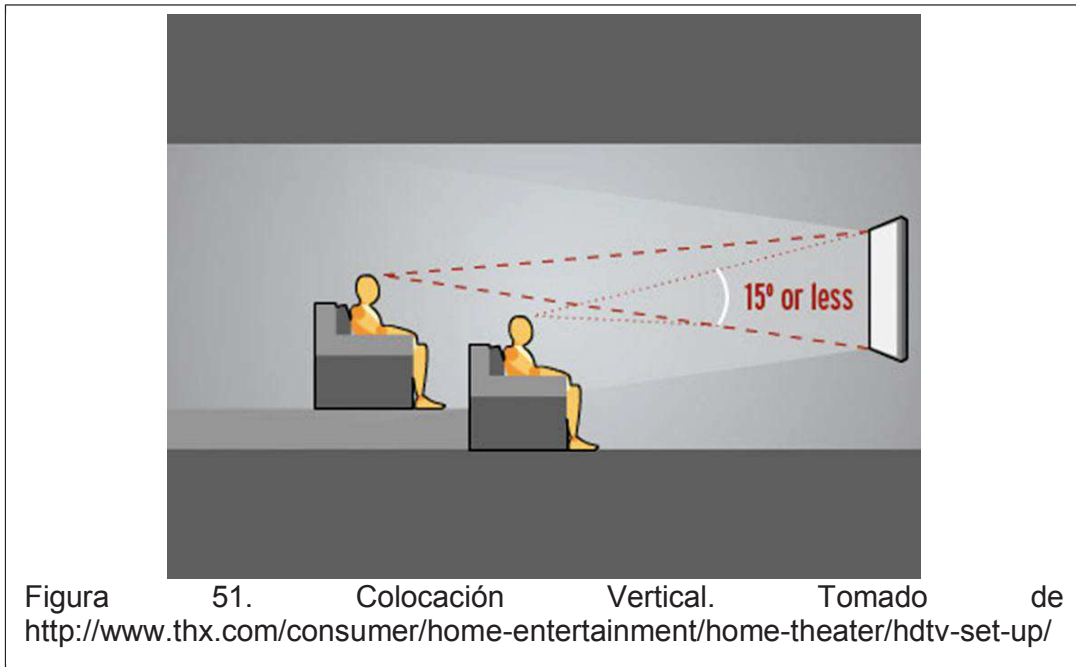


Figura 50. Dimensiones de la Pantalla.

Las medidas de la pantalla sin tener en cuenta el marco son 39,85 X 70,84 [cm]

COLOCACIÓN VERTICAL

La norma THX especifica que además de tener una pantalla a una distancia adecuada para que ésta se encuentre dentro del ángulo de visión del observador, es necesario que la altura de la pantalla sea la adecuada para que el espectador no tenga que mirar hacia arriba más de 15°.



3.3 CONSIDERACIONES MÉDICAS SOBRE VISUALIZACIÓN

La exposición prolongada frente a pantallas de visualización de resultados (datos, imágenes, etc.) tienen consecuencias perjudiciales para la salud de los individuos tanto para la vista como para el sistema musculoesquelético.

Uno de los problemas principales que se tenía con los sistemas antiguos de video es que éstos funcionaban con una tecnología que permite visualizar imágenes mediante un haz de rayos catódicos constante dirigido contra una pantalla de vidrio recubierta de fósforo y plomo. El fósforo permite reproducir la imagen proveniente del haz de rayos catódicos, mientras que el plomo bloquea los rayos X para proteger al usuario de sus radiaciones.

Sin embargo, no fue posible eliminar por completo las radiaciones producidas por estos equipos ya que generaban campos electromagnéticos que afectaban al sistema visual de los usuarios, motivo por el cual se recomendaba permanecer a una distancia prudente de dichas pantallas para evitar afectaciones a la salud a causa de esta exposición.

A pesar que en la actualidad esta tecnología es obsoleta y ha sido remplazada por LCD (pantalla de cristal líquido), LED (diodos emisores de luz) o DLP (procesamiento digital de luz) las afectaciones en la salud visual de los individuos no ha podido eliminarse por completo.

Las molestias más comunes causadas por la exposición prolongada a pantallas de visualización de datos son: fatiga visual (picor en los ojos, lagrimeo, sensación de fatiga, visión borrosa, dolor de globos oculares, fotofobia, dolor de cabeza, mareos, ansiedad o somnolencia), trastornos musculo-esqueléticos (dolores en cuello y espalda) y alteraciones psicológicas (irritabilidad, insomnio, mayor tendencia a depresiones). (Maceiras, Quintas, García, Rodríguez, Míguez, Gestal, 1998, p15-17)

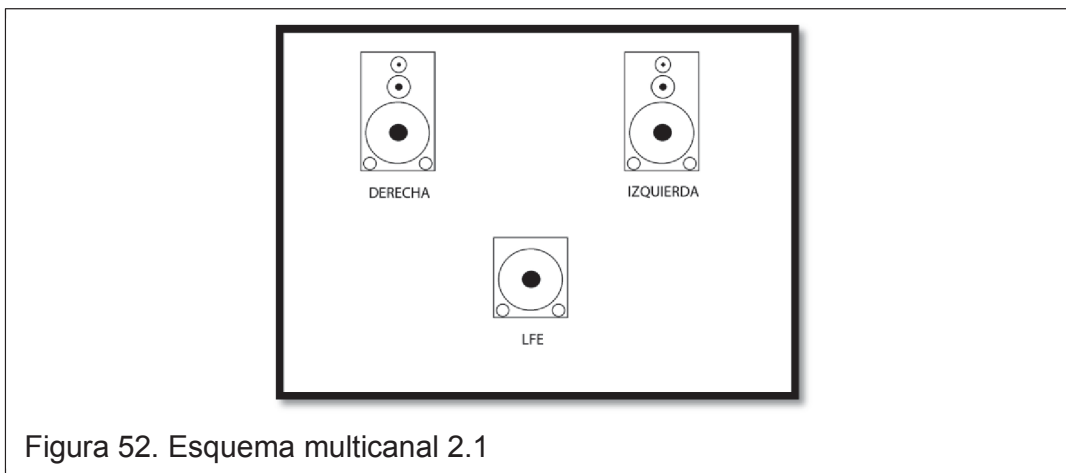
3.4 ALTAVOCES

Parte primordial del correcto diseño de un centro de entretenimiento audiovisual, corresponde a elegir correctamente el sistema de sonido que se va a utilizar; pero sobre todo, es importante ubicarlo de manera correcta para que pueda de esta forma recrear eficientemente los escenarios sonoros que fueron diseñados por los ingenieros a cargo en las etapas de producción y post producción de una película o videojuego.

El diseño sonoro ocupa un papel muy importante dentro del entretenimiento audiovisual por el apoyo psicológico que genera asociar lo que se observa con lo que se escucha. Esta conjunción correcta entre sonido e imagen se vuelve indispensable si el objetivo es sumergir al individuo en la historia que se está

presentando, hasta que éste pueda dejar de sentirse como un simple observador y experimente la realidad que se presenta en pantalla.

Para recrear ambientes sonoros con alto grado de realismo se han desarrollado sistemas de sonido multicanal. Estos sistemas destinan canales específicos para transmitir información de audio “exclusiva”. El sistema multicanal más básico es el sistema 2.1 conformado por tres altavoces: 2 destinados a los canales izquierdo y derecho y otro canal destinado a las frecuencias bajas LFE (efectos de baja frecuencia).



Sin embargo, este sistema resultó insuficiente al momento de lograr sumergir a un individuo dentro del ambiente que sea recrea ya que al utilizar solo dos altavoces ubicados frontalmente fue difícil recrear situaciones en las que el individuo pudiera percibir un ambiente que lo rodee también de forma lateral o por detrás. La solución fue aumentar el número de altavoces con canales dedicados para enviar información diferente por cada uno de ellos. Así, se creó el sistema 4.1 ubicando dos nuevos altavoces en la parte posterior del individuo, ampliando el ambiente sonoro que lo rodea.

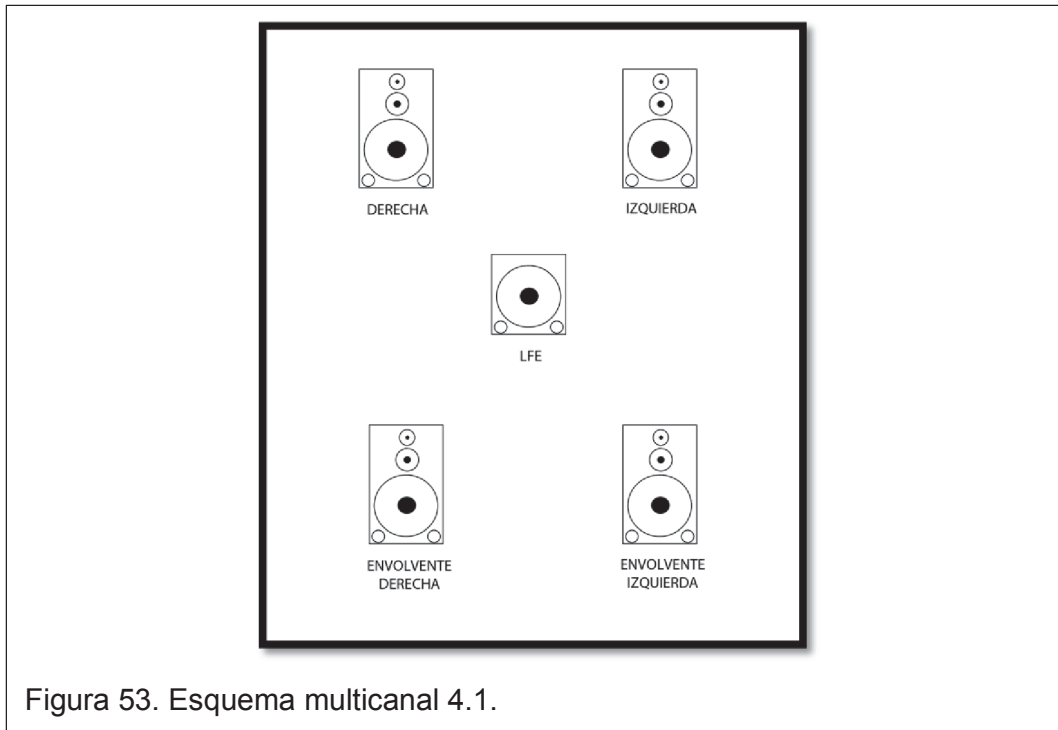
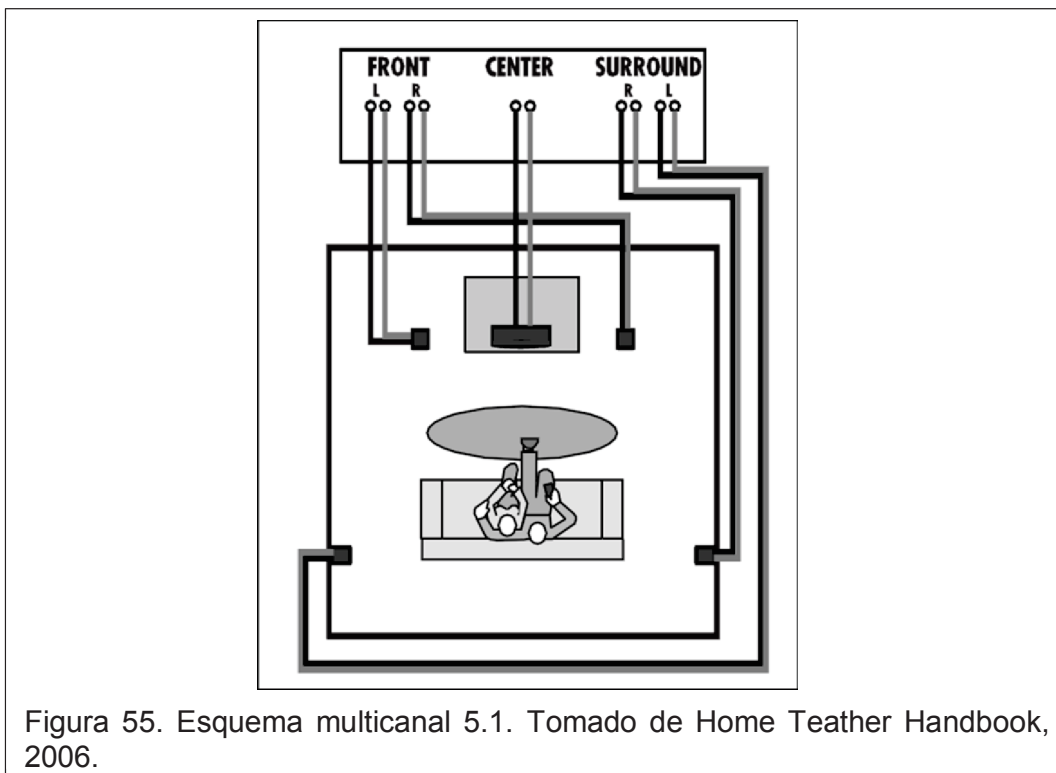
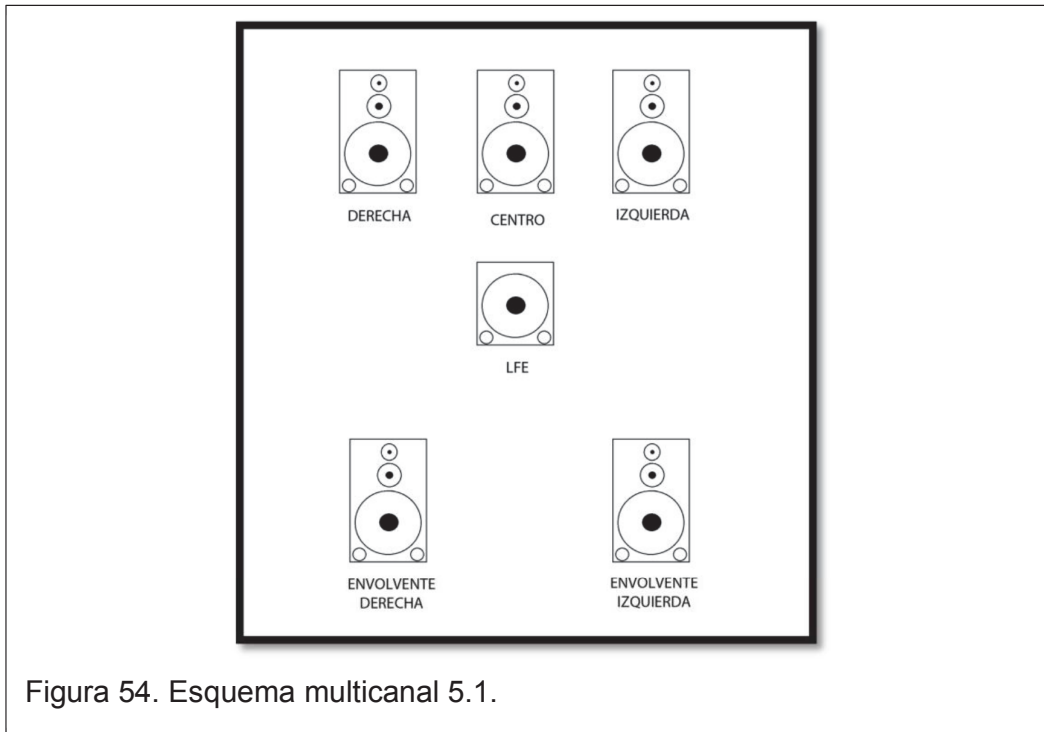


Figura 53. Esquema multicanal 4.1.

Aun cuando los dos canales adicionales ayudaron a generar ambientes sonoros envolventes, se pudo notar que fácilmente se perdía la capacidad de situar sonidos procedentes del centro, generalmente diálogos del personaje en cuadro, por lo que se decidió reforzar el sistema con un altavoz central cuyo canal esté destinado para los sonidos que se ubican justo frente al individuo. Así, se da paso al sistema multicanal 5.1: compuesto por un canal izquierdo, un canal derecho, un canal central, un canal derecho posterior, un canal izquierdo posterior y un canal para efectos de baja frecuencia (LFE).



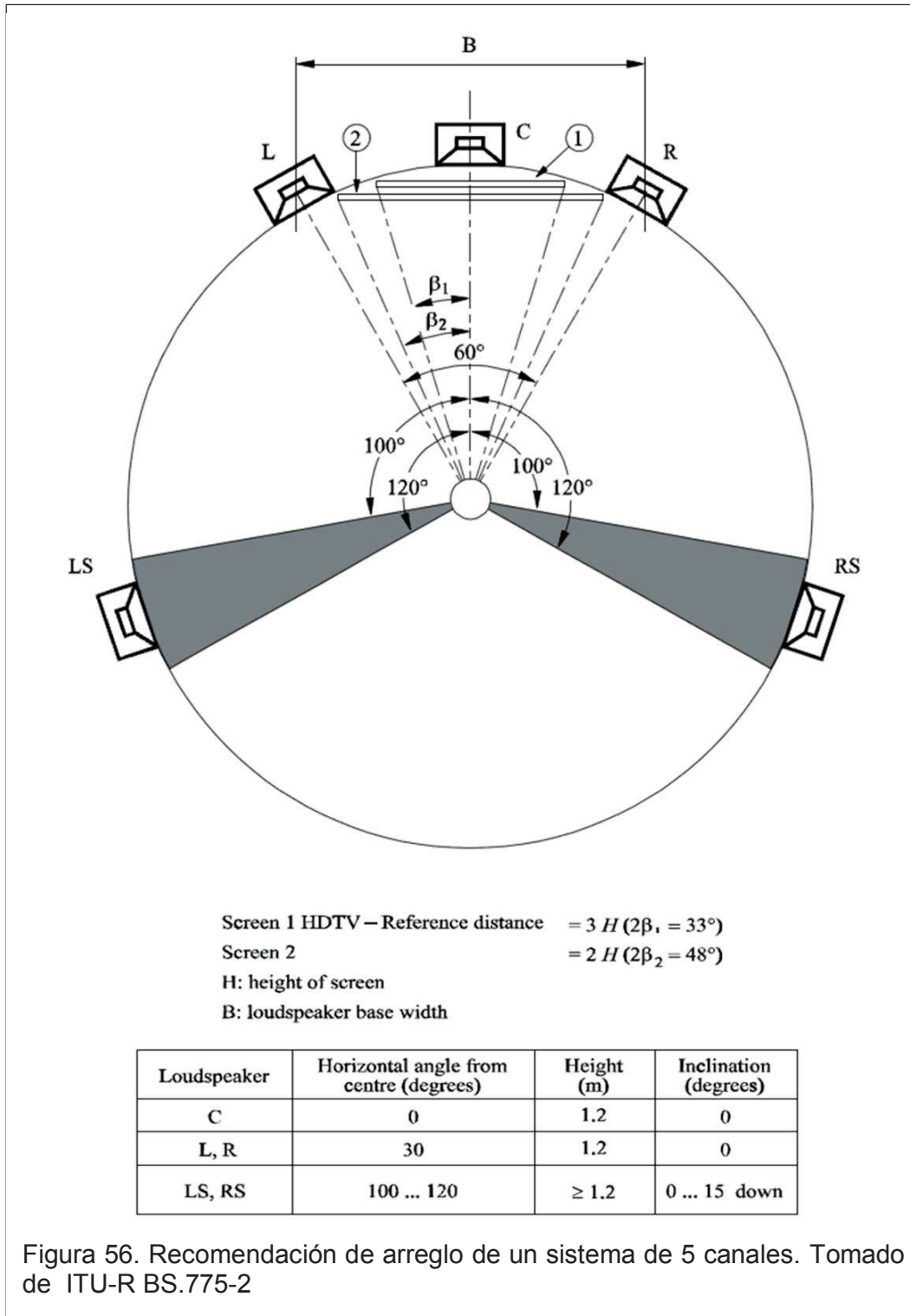
Se han desarrollado sistemas con más canales y altavoces como el 6.1, 7.1, 7.2 para poder agrandar el “sweet spot”, es decir el área en el cual se puede percibir claramente el ambiente generado. Sin embargo, el sistema 5.1 ha sido masificado y es más común encontrarlo en la mayoría de sistemas de entretenimiento como dvd, televisión digital, blu-ray, consolas de videojuegos.

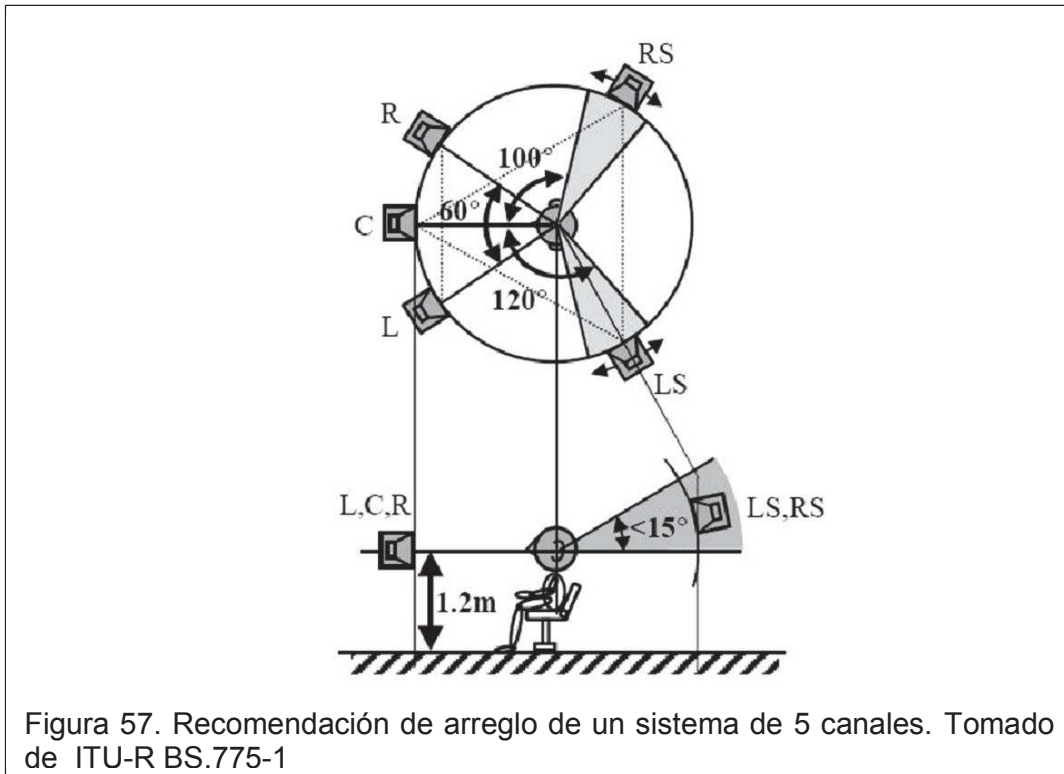
3.4.1 Arreglo de altavoces 5.1

La ITU (International Telecommunication Union) ha desarrollado una guía donde se describen sugerencias para la configuración correcta de un sistema de audio multicanal para entretenimiento audiovisual. Esta guía es la Recomendación ITU-R BS.775-2; en esta recomendación se detallan distancias, angulaciones y componentes para lograr un arreglo eficiente de altavoces.

El arreglo (ver gráfico 4.14) se asienta sobre un círculo referencial y está compuesto por:

- Tres altavoces frontales combinados con dos altavoces laterales/posteriores.
- Los altavoces izquierdo y derecho frontales están ubicados en los extremos de un arco subtendido de 60° respecto del punto de escucha.
- Los dos altavoces laterales/posteriores pueden ser ubicados a dos diferentes angulaciones, 100° o 120° respecto del eje frontal de referencia. Estos altavoces deben estar más cercanos al oyente a menos que se introduzca una compensación de tiempo utilizando un procesador de delay.
- El altavoz central debe estar ubicado exactamente en el centro del eje de referencia respecto al punto de escucha. Si no es posible ubicarlo a la misma altura que se encuentra la cabeza del oyente se lo puede colocar sobre la pantalla o debajo de la misma.
- Sobre el canal destinado a LFE no se describe una ubicación específica.





3.5 RECEPTOR DE AUDIO Y VIDEO

El receptor de Audio y Video es un equipo electrónico que forma parte de los componentes de un sistema de teatro en casa. El propósito principal del receptor AV es concentrar señales de audio y video provenientes de diferentes fuentes de reproducción (consolas de videojuegos, reproductores de películas), para amplificar el sonido en el sistema de altavoces y conmutar la señal de video hacia la pantalla. El usuario tiene la capacidad de mantener conectados de forma simultánea distintos sistemas de reproducción multimedia, permitiendo configurar y programar las señales que van a ser utilizadas, simplificando el proceso.

Las dimensiones de un receptor AV son 43 x 17 x 33 [cm]



Figura 58. Dimensiones Receptor AV. Adaptado de Amazon.com

3.6 EQUIPO DE REPRODUCCIÓN MULTIMEDIA

Referente al equipo de reproducción de contenidos, la cabina dará la posibilidad de que el usuario pueda acoplar cualquier dispositivo electrónico disponible en el mercado para su uso a través de las múltiples posibilidades de conexión que acepta el receptor. Así, el usuario puede elegir entre sistemas de reproducción de video como dvd o blu-ray, o consolas de videojuegos como x-box o play station. El espacio destinado para la ubicación de estos sistemas será en la parte inferior de la pantalla, debajo del receptor; ya que en la zona de las piernas del ocupante se dispone de espacio que puede utilizado con este propósito.



Figura 59. Dimensiones de X-Box 360 y Play Station 3.

3.7 EQUIPOS

Los equipos han sido elegidos en función de las altas prestaciones técnicas, el tamaño reducido y el costo.

3.7.1 Pantalla

Al momento de decidir qué pantalla utilizar es necesario tomar en cuenta las opciones que se ofrecen en el mercado. Así se puede encontrar televisores con tecnología de Plasma y LCD, los televisores LED son televisores LCD que utilizan luces led para la retroiluminación en lugar de CCFL que es lo utilizado en los televisores LCD “tradicionales”.

Para elegir adecuadamente entre un Plasma, un LCD o un LDC – LED se analizarán algunas especificaciones técnicas importantes.

La primera a tener en cuenta es la definición. En la actualidad la mayoría de televisores poseen dos tecnologías básicas; HD Ready y Full HD. Ambas tecnologías se refieren a video de alta definición, se denomina video de alta definición a aquellas con una resolución mínima de 1280X720 pixeles y número de líneas a partir de las 720p. La tecnología Full HD reproduce video de alta definición hasta 1080 p, mientras que la tecnología HD Ready reproduce solo video de alta definición hasta 720 p, sin embargo soporta un lineado superior hasta 1080 p pero para reproducirlo realiza una conversión, re escalando el número de líneas para dejarlo en 720 p. Sin embargo la diferencia entre el HD Ready y el Full HD puede llegar a ser imperceptible dependiendo el tamaño del televisor y la distancia de visualización hacia el mismo.

El segundo factor a tener en cuenta es la velocidad de actualización de la imagen que efectúan los televisores. En los antiguos televisores que usaban tubos la imagen se refrescaba mediante barridos lo cual generaba una especie de parpadeo de la imagen. En los televisores actuales la actualización no genera ese parpadeo porque no disuelve la imagen anterior para mostrar la siguiente si no que la retiene superponiendo la nueva imagen interpolando un plano negro en medio. La velocidad de interpolación va a influir en la

disminución del efecto de “haz de luz” provocado en la retina a causa de la permanencia de la imagen en pantalla superpuesta. Normalmente se encuentran televisores cuya velocidad de actualización es de 60 [Hz]. Sin embargo en el mercado se puede acceder a televisores con una velocidad de actualización de pantalla de hasta 100 [Hz]. Mientras más alta es la velocidad de actualización de pantalla, mejor serán los resultados obtenidos en la fluidez de imagen pero igualmente el costo del equipo aumentará.

Estos dos parámetros definen claramente las características que se deben tomar en cuenta al momento de seleccionar una pantalla. Además se pueden considerar otros aspectos como peso, delgadez y durabilidad. En estos tres aspectos los televisores con tecnología LCD superan a los televisores con tecnología de plasma.

Además la tecnología LED permite disfrutar de una sensación de mayor brillo y realce de los colores.

Sobre el tamaño de la pantalla, se lo ha condicionado en el cálculo de distancia de visualización a 32”.

El televisor marca LG (Life’s Good) modelo LG 32LM6200 ha sido seleccionado ya que posee características técnicas que se adaptan a las necesidades del proyecto. A continuación se detalla un extracto de las características técnicas básicas de este televisor.

Tabla 3
Especificaciones técnicas Televisor LG32LV2400.

PANEL SPECIFICATIONS	
Screen Size	32" Class (31.5" diagonal)
Resolution	1920 x 1080p
Dynamic Contrast Ratio	6,000,000:1
Response Time (GTG)	TruMotion 120Hz
BROADCASTING SYSTEM	
Digital	ATSC/NTSC/Clear QAM (1 Tuner)

VIDEO

Aspect Ratio Correction	6 Modes (16:9/Just Scan/Original/4:3/Zoom/Cinema Zoom)
Color Temperature Control	3 Modes (Warm/Medium/Cool)
Picture Mode	5 Modes (Vivid/Standard/Cinema/Sports/Game)
Just Scan 0% OverScan	HDMI 1080p/1080i/720p Component 1080p/1080i/720p RF 1080p/1080i/720p
Enhanced Noise Reduction	•

AV INPUTS/OUTPUTS

RF In (Antenna/Cable)	1 (Rear)
AV In	1 (Rear)
Component In (Y, Pb, Pr) + Audio	1 (Rear)
HDMI In	4 (Side)
USB 2.0	3 (Side)
Digital Audio Out (Optical)	1 (Rear)
Analog Audio Out	1 (Rear)
RGB In (D-Sub 15 Pin) - PC	1 (Rear)
PC Audio Input	1 (Rear)
LAN	1 (Rear)

Tomado de LG32LV2400, User Manual, 2011.



Figura 60. Televisor LG32LM6200. Tomado de LG32LM6200, User Manual, 2011.

3.7.2 Receptor de audio y video

La selección del receptor de audio y video se realizó buscando cubrir la más amplia gama de posibilidades de conexión y configuración. Además de altas prestaciones en calidad de sonido, amplio rango dinámico y respuesta de frecuencia además de bajo nivel de distorsión armónica total (THD).

Además se consideró un equipo con la capacidad de reproducir sonido de alta definición. Se considera sonido de alta definición a aquel que cuya frecuencia de muestreo es de 192 [kHz] y profundidad de al menos 24 bits.

Dentro del mercado audiovisual se tienen dos tecnologías de audio en alta definición que han ganado espacio sobre todo con la aparición del formato Blu-Ray, el cual, por su capacidad amplia de almacenamiento permite guardar gran cantidad de información de audio y video sin necesidad de comprimir datos.

La primera tecnología ha sido desarrollada por la empresa DOLBY®, esta empresa se ha dedicado al desarrollo de mejoras para sistemas de sonido desde el tiempo del audio analógico a través de tecnologías que permiten la reducción del ruido causado por las condiciones de funcionamiento propias del mismo. Más recientemente ganó mucho terreno en lo referente a codes de sonido multicanal para sistemas multimedia, siendo el formato preferido en la industria cinematográfica. Actualmente tiene dentro de sus tecnologías al formato DOLBY TRUE HD, esta tecnología presenta audio sin pérdida, es decir que la cantidad de datos de audio no han sido eliminados de forma alguna por ningún algoritmo, la compresión de datos que realiza esta tecnología permite reconstruir de forma íntegra toda la información original. Además puede transmitir información de 5.1 y 7.1 canales de audio con una frecuencia de muestreo de 96 [kHz] a 24 bits. Para la transmisión de esta información se realiza a través de un conector HDMI en su versión 1.3 o superior.

La segunda tecnología ha sido desarrollada por la empresa DTS, competencia directa de DOLBY que en los últimos años ha ganado mucho terreno sobre

todo en Blu-Ray. La tecnología DOLBY HD MASTER AUDIO presenta un bit rate variable, la capacidad de alcanzar una frecuencia de muestreo de 192 [kHz] en el caso de sistemas 5.1 y 96 [kHz] para sistemas 7.1, con una profundidad de 24 bits. Es un códec sin pérdida. Motivos por los cuales asegura recrear la misma calidad de audio del Audio Original obtenido en el estudio. La transmisión de datos necesita un conector HDMI versión 1.3 o superior.

El receptor marca ONKYO modelo TX-NR609 fue seleccionado ya que dentro de sus características más relevantes se encuentra su certificación THX; esta certificación representa una garantía de calidad en los servicios entregados por este dispositivo. Además, fue un modelo muy atractivo por ser un equipo denominado de “alta gama” (uso profesional), un precio muy atractivo, la cantidad y variedad de conectores de audio y video de alta definición, flexibilidad para la configuración de altavoces y sistemas de reproducción que se asocien a este dispositivo.

A continuación se detalla un extracto del cuadro de especificaciones técnicas de este equipo.

Tabla 4

Especificaciones técnicas del receptor A/V ONKYO TX-NR609.

<p>Potencia de salida nominal Todos los canales: (Modelos norteamericanos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia continua mínima de 100 vatios por canal, cargas de 8 ohms, 2 canales activos de 20 Hz a 20 kHz, con una distorsión armónica total máxima del 0,08% (FTC). • Potencia continua mínima de 125 vatios por canal, cargas de 6 ohms, 2 canales activos a 1 kHz, con una distorsión armónica total máxima del 0,1% (FTC). <p>Potencia dinámica* *IEC60268-Potencia de salida máxima a corto plazo</p> <ul style="list-style-type: none"> • 240 W (3 Ω, frontal) • 210 W (4 Ω, frontal) • 120 W (8 Ω, frontal) <p>THD+N (Distorsión armónica total+ruido)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0,08% (20 Hz - 20 kHz, media potencia) <p>Factor de atenuación</p> <ul style="list-style-type: none"> • 60 (frontal, 1 kHz, 8 Ω) <p>Sensibilidad de entrada e impedancia (desbalanceo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 200 mV/47 kΩ (LINE) <p>Nivel de salida RCA nominal e impedancia</p> <ul style="list-style-type: none"> • 200 mV/2,2 kΩ (REC OUT) <p>Nivel de salida RCA máximo e impedancia</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 V/2,2 kΩ(REC OUT) <p>Respuesta de frecuencia</p>
--

- 20 Hz - 50 kHz/+1 dB, -3 dB
- (circunvalación DSP)

Características de control de tono

- ± 10 dB, 50 Hz (BASS)
- ± 10 dB, 20 kHz (TREBLE)

Relación señal/ruido

- 106 dB (LINE, IHF-A)

Impedancia de altavoces

- 6 Ω - 16 Ω

Alimentación

- 120 V CA, 60 Hz

Dimensiones (An x Al x Pr)

- 435 mm x 173,5 mm x 328 mm
- 17-1/8" x 6-13/16" x 12-15/16"

Peso

- 11,2 kg (24,7 lbs.)

HDMI

- **Entrada:** IN 1, IN 2, IN 3, IN 4, IN 5, AUX INPUT
- **Salida:** OUT
- **Resolución de Vídeo** 1080p
- **Formato de Audio:** Dolby TrueHD, DTS-HD Master Audio, DVD-Audio, DSD
- **Compatible** 3D, Audio Return Channel, DeepColor, x.v.Color, LipSync, CEC (RIHD)

ENTRADAS DE VIDEO

- **Componentes:** IN 1, IN 2
- **Compuesto:** BD/DVD, VCR/DVR, CBL/SAT, GAME, USB
- **Entrada RGB analógica:** PC IN

SALIDAS DE VIDEO

- **Componentes:** OUT
- **Compuesto:** MONITOR OUT, VCR/DVR OUT

ENTRADAS DE AUDIO

- **Digital Ópticas:** 2 Coaxiales: 2
- **Analógica** BD/DVD, VCR/DVR, CBL/SAT, GAME, PC, TV/CD

SALIDAS DE AUDIO

- **Analógica:** VCR/DVR, ZONE2 LINE OUT
- **Presalidas de subwoofer:** 2
- **Salidas de altavoces:** Principales (L, R, C, SL, SR, SBL/FHL, SBR/FHR) + ZONE2 (L, R)
- **Auriculares:** 1 (6,3 \emptyset)

OTROS

- **Mic. conf.:** 1
- **Puerto universal:** 1
- **RI:** 1
- **USB:** 1 (frontal)
- **Ethernet:** 1

Tomado de ONKYO TX-NR609, Manual de Usuario, 2011.



3.7.3 Altavoces rango completo

La configuración de sonido envolvente seleccionado es un sistema constituido por 5 altavoces de “rango completo” y un subwoofer. Los altavoces de “rango completo” son altavoces capaces de reproducir el rango audible (20-2K [Hz]) casi íntegramente, dejando el subwoofer para reproducir los efectos de baja frecuencia (LFE). La selección de los 5 altavoces de rango completo se realizó considerando el espacio reducido dentro de la cabina, la proximidad con el sistema auditivo del ocupante.

Existen altavoces que pueden ser colocados dentro de las paredes o el techo para que no ocupen mucho espacio, sin que su reducido tamaño implique un bajo desempeño en la reproducción de sonido, además son sistemas visualmente muy agradables ya que son casi “invisibles”.

Dentro de esta gama conocida como “in ceiling” se encuentra la marca KEF con su modelo Ci50R, dotado de un componente de 2” capaz de reproducir frecuencias desde 125 a 2K [Hz].

Tabla 5
Especificaciones técnicas de los altavoces KEF Ci50R.

Model	Ci50R
Nominal Impedance	6Ω
Sensitivity (2.83V @ 1m)	82dB
Frequency Response +/-6dB 2pi/open-backed	125 - 20kHz
Frequency Response	170 - 20KHz

+/-6dB With back can/rear enclosure	
Crossover Frequency	-
Drive Units (LF / MF / HF)	- / 50mm / -
Features	White, Brass, Stainless Steel or Chrome Trim / Optional Metal Back Can
Product External Dimensions (Height / Width / Depth)	80mm (3.15in.) / - / 55mm (2.17in.) / 90mm (3.54in.) with back can
Cut-out Dimension (Height / Width)	65mm (2.56in.) / 70mm (2.76in.) with back can
Mounting Depth from Surface (Product only / With back can)	50mm (1.97in.) / 90mm (3.54in.)

Tomado de KEF Ci50R, User Manual, 2011.



Figura 62. Altavoz KEF Ci50R.

3.7.4 Subwoofer

El altavoz dedicado a la reproducción de efectos de baja frecuencia (LFE) fue seleccionado debido a su reducido tamaño, amplio rango dinámico y respuesta de frecuencia. El altavoz subwoofer elegido es de la marca YAMAHA, el modelo NS-SW210, cuyas características principales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 6
Especificaciones técnicas del subwoofer YAMAHA NS-SW210.

Specifications	
Advanced YST Technology	YST - II
High Efficiency Power Amplifier	Yes
Multi-Range Driver	6-1/2" Cone
Magnetic Shielding	Yes
High Cut Filter	40 - 140 Hz
Phase Control (Normal or Reverse)	Yes
BASS (Bass Action Selector System)	Yes
Dynamic Power	100 W
Frequency Response	30-160 Hz
Slim Design to Match Plasma Displays and Flat TVs	Yes
Dimensions (W x H x D)	6-1/2" x 17-3/4" x 14-7/16"
Weight	22.1 lbs.

Tomado de YAMAHA NS-SW210, User Manual, 2011.



Figura 63. Subwoofer YAMAHA NS-SW210. Tomado de YAMAHA NS-SW210, User Manual, 2011.

3.7.5 Estabilizador de corriente

Se ha visto la necesidad de provisionar a la cabina de un estabilizador de corriente para evitar fluctuaciones que puedan ocasionar daños en los equipos de audio y video instalados en la cabina.

El estabilizador elegido además posee tecnología para reducir el nivel de ruido producido por interferencia eléctrica y por mala tierra, tanto en audio como en video, asegurando así mayor calidad en lo que se ve y se escucha. La corriente a la salida del estabilizador es balanceada.

Dentro del mercado se ha seleccionado a la marca líder en la fabricación de este tipo de dispositivos, eligiendo así a FURMAN, que posee una línea dedicada a sistemas de Teatro en Casa. El modelo elegido es el FURMAN ELITE-15i LINEAR FILTERING AC POWER SOURCE. Este modelo ofrece 6 conectores posteriores y un conector frontal para equipos de audio y video. Funciona con 120 V. además posee 3 entradas de estabilización de señal de video para televisión satelital por cable.



Figura 64. FURMAN ELITE-15i LINEAR FILTERING AC POWER SOURCE. Tomado de <http://www.furmansound.com/new/images/highres/ELITE-15i.jpg>

3.8 CONEXIONES

En el siguiente diagrama de conexiones se explica de forma gráfica la distribución de señales de audio y video que se realiza hacia el receptor A/V desde los distintos componentes que pueden ser acoplados: blu-ray, dvd,

decodificador de tv satelital, pc, consolas de videojuegos, estos componentes pueden simplificar su conexión por medio de un conector HDMI.

El conector HDMI permite la transmisión de señales de audio y video manteniendo la calidad de la información, sin producir pérdida de datos, sin necesidad de un cableado complicado.

El formato HDMI tiene distintas versiones, la diferencia entre estas versiones consiste en la cantidad de información que son capaces de transmitir y la velocidad con que lo hacen.

Así por ejemplo el HDMI 1.0 posee una tasa de transferencia máxima de 4,9 Gbit/s. Soporta hasta 165 Mpx/s en modo vídeo (1080p 60Hz o UXGA) y 8-canales/192 kHz/24-bit audio.

El HDMI 1.2 añadió principalmente soporte para One Bit Audio, usado en Super Audio CD, hasta 8 canales. Disponibilidad HDMI Tipo A para conectores de PC.

Para el HDMI 1.3 se incrementó el ancho de banda a 340 MHz, equivalentes a una tasa de datos de 10,2 Gbit/s. Fue añadido soporte para Dolby TrueHD y DTS-HD, que son formatos de audio de bajas pérdidas usados en HD-DVD y Blu-ray Disc.

La versión más actual es el HDMI 1.4. Su interfaz física es un cable por el que es posible enviar vídeo y audio de alta definición, además de datos y vídeo en 3D. A partir de esta norma, se pasa de la resolución denominada FullHD a XHD (eXtended High Definition) ya que esta soporta video de hasta 4096 × 2160 píxeles (24 cuadros por segundo) o de 3840 × 2160 a (30 cuadros por segundo). Existen también mejoras en el soporte extendido de colores, con imágenes en colores más reales sobre todo, al conectar cámaras de vídeo. Soporta también vídeo de alta definición en movimiento y permite mantener la calidad de la imagen a pesar de las vibraciones en el monitor o el ruido

eléctrico, lo cual haría posible implementarla en automóviles y transportes públicos.

En cuanto a la salida de audio, HDMI 1.4 ofrece un canal de retorno de audio que hará necesarios menos cables para tener un sistema de sonido envolvente conectado al televisor.

Además permite la posibilidad de enviar y recibir datos a través de una conexión Ethernet incorporada en el propio cable con velocidades de hasta 100 Mbps, dado que actualmente, existe una tendencia entre los fabricantes de televisores y equipos reproductores de sonido a incorporar la conectividad a Internet como algo lógico y así son añadidos puertos Ethernet o incluso para WiFi.

También, se pueden acoplar componentes por medio de otros conectores menos eficientes y de menor calidad como es el caso del conector SVGA, típico de los PC, en este caso será necesario transmitir la información de audio por separado usando un cable tipo "Y" que divida la señal de un conector Jack Estéreo de 1/8" hacia dos conectores RCA.



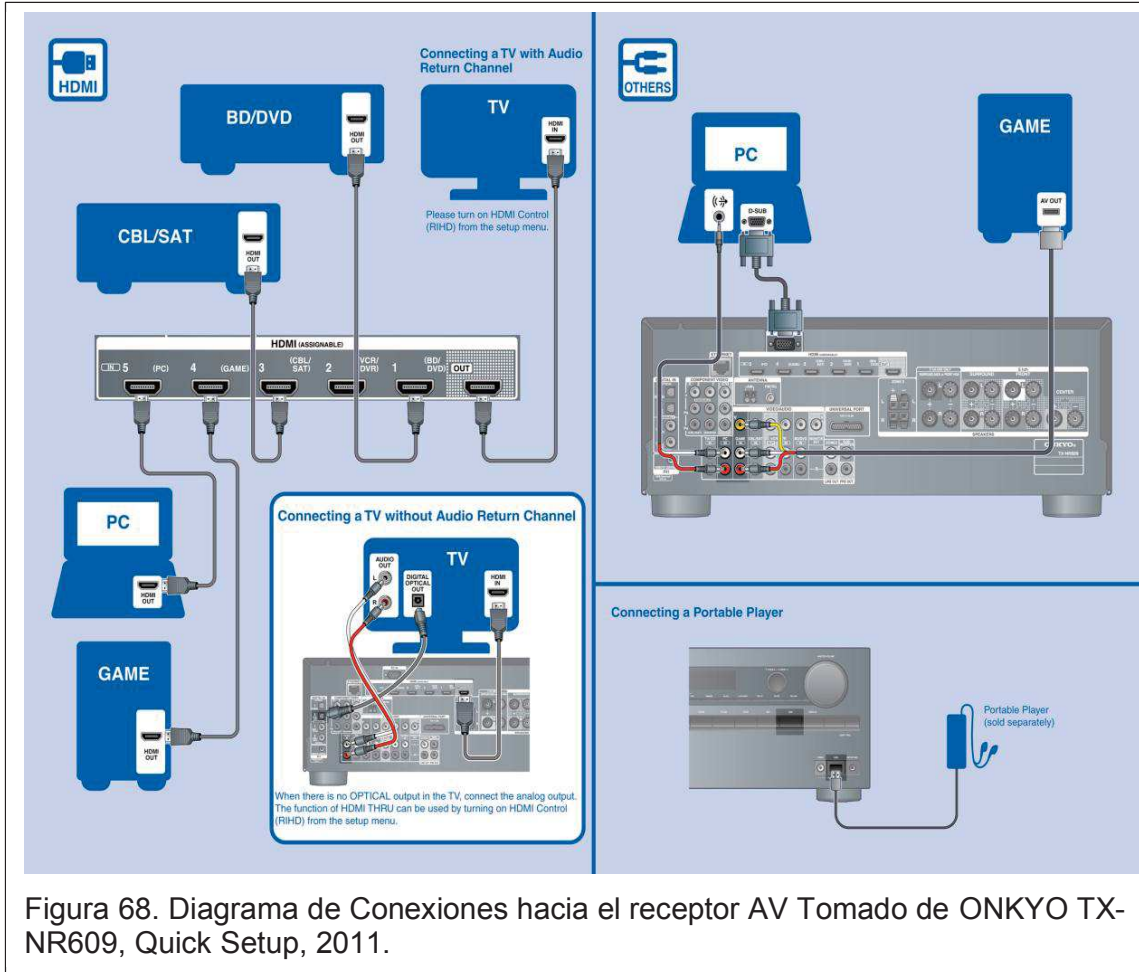
Figura 65. Conector HDMI. Tomado de <http://www.arqhys.com/construccion/conector%20hdmi.jpg>



Figura 66. Conector SVGA



Figura 67. Cable "Y" de 1/8 S a 2 RCA. Tomado de http://cachepe.zzounds.com/media/quality,85/CMR-203_0017-bb1cab63ee167a0f57a1a13d09fa0ba6.jpg



Las conexiones desde el receptor A/V, hacia los 5 altavoces de rango completo se realiza utilizando cable para altavoces #14, se inserta en los conectores correspondientes de los altavoces y del receptor como se muestra en el gráfico y el subwoofer dedicado a los efectos de baja frecuencia (LFE) es conectado a través de un cable RCA.



Figura 69. Cable de parlante. Tomado de <http://www.prosound.cl/catalogo/images/CABLE%20TRASPARENTE.jpg>



Figura 70. Cable RCA. Tomado de http://www.charmex.net/es/img2/2011/07/cable_rca_rca_300x200.jpg

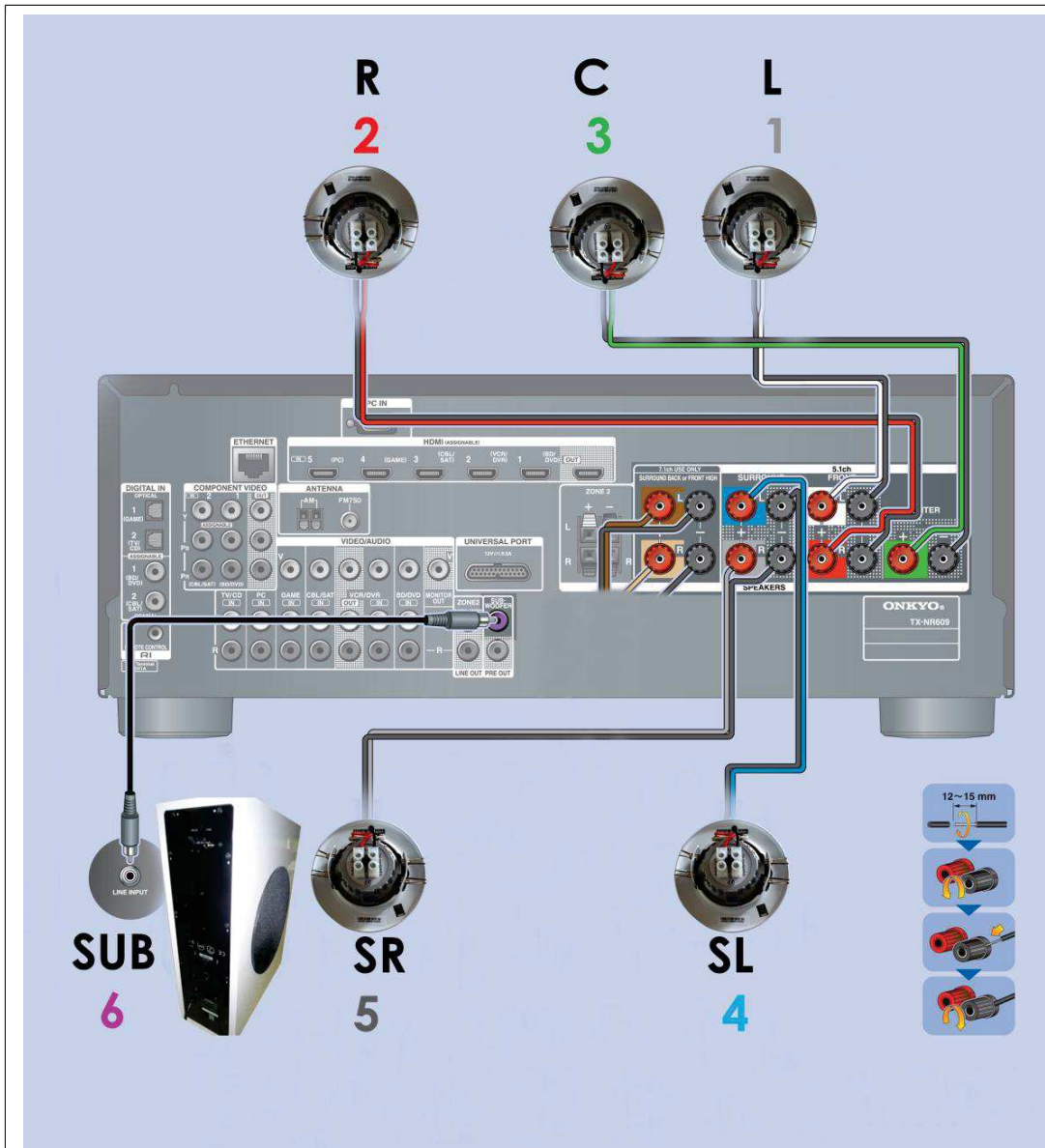


Figura 71. Diagrama de Conexión Receptor A/V-Altavoces. Adaptado de ONKYO TX-NR609, Quick Setup, 2011.

4. CAPÍTULO IV

4. DIMENSIONES Y MATERIALES

4.1 DIMENSIONES

Para comenzar el diseño de la cabina se dimensionó sus componentes internos, la pantalla, el asiento del ocupante, la distancia y altura definida entre estos elementos en el cálculo de Distancia Óptima de Visualización.



Figura 72. Diseño de la Pantalla.



Figura 73. Diseño del Asiento.



Figura 74. Distancia Óptima de Visualización.



Figura 75. Distancia Óptima de Visualización considerando una cabeza de 20cm de diámetro.

Para la distribución del sistema de altavoces, guardando distancias y ubicación respecto al oyente fue necesario generar un plano a la altura de las orejas de la

cabeza del ocupante que en este caso es representada por la circunferencia color verde en el espaldar del asiento.

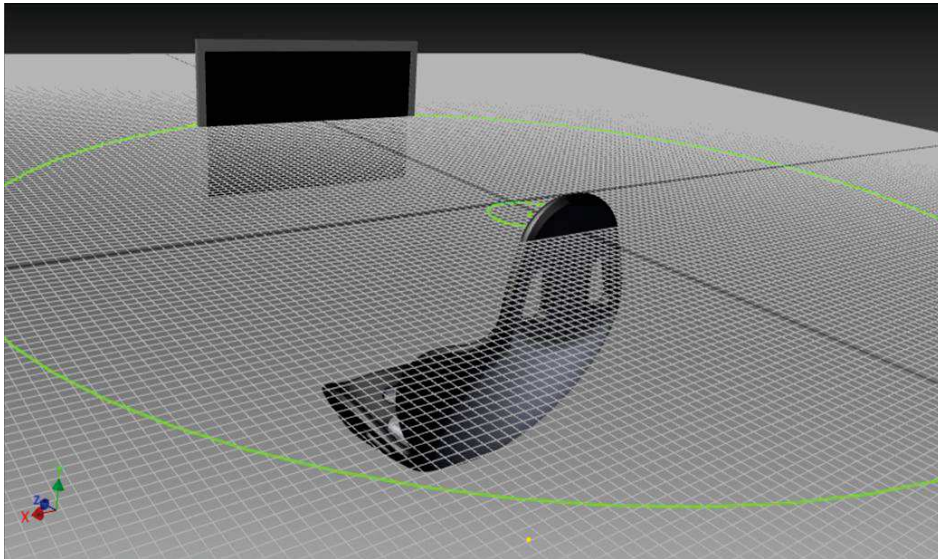


Figura 76. Generación del plano de referencia para la ubicación de altavoces considerando una cabeza de 20cm de diámetro.

Sobre el plano generado se trazaron los ángulos entre altavoces, posicionándolos sobre la circunferencia de referencia.

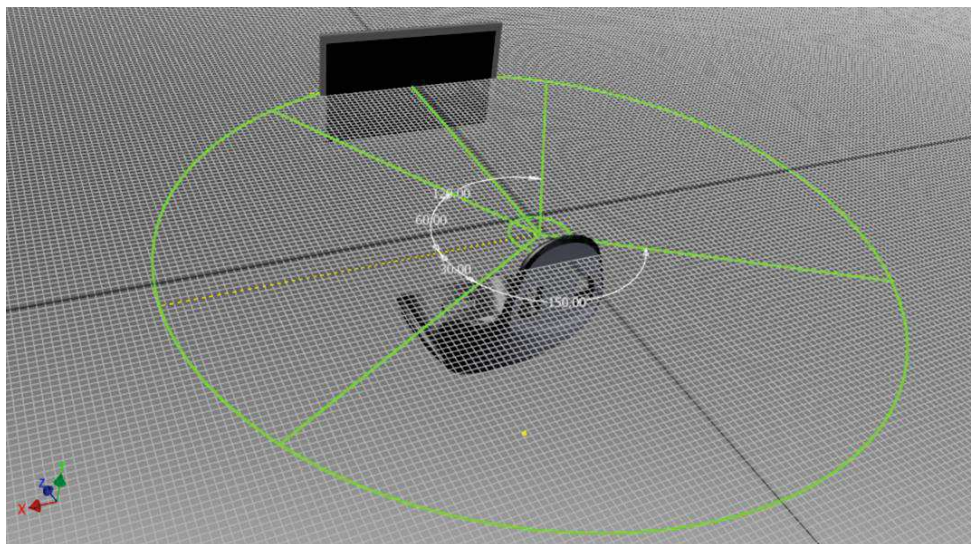


Figura 77. Ubicación de altavoces sobre el plano y círculo de referencia.

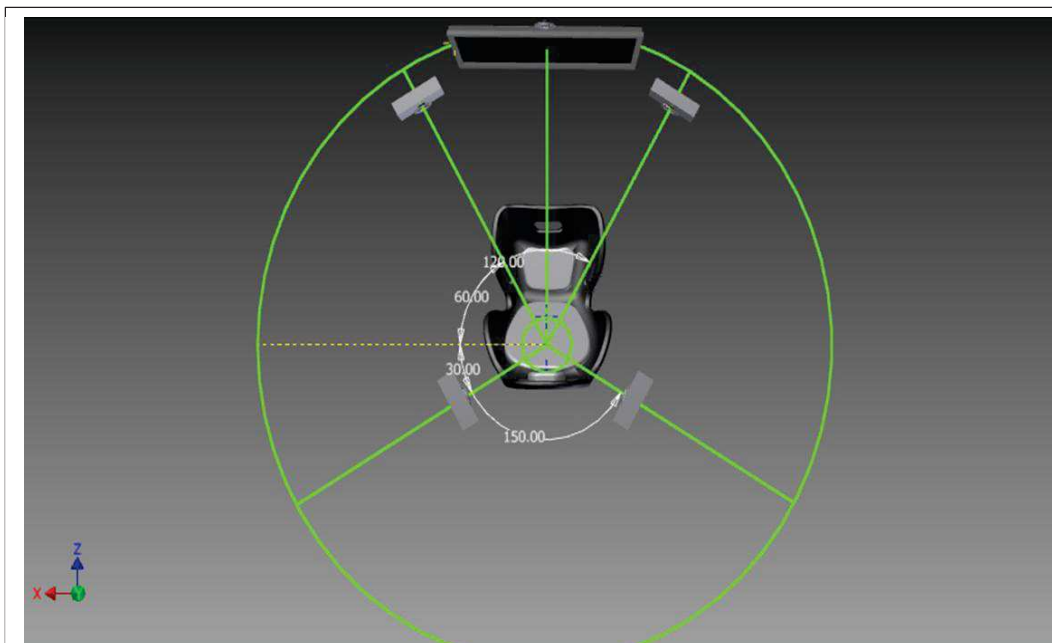


Figura 78. Ángulos y distancias de altavoces sobre el plano de referencia.

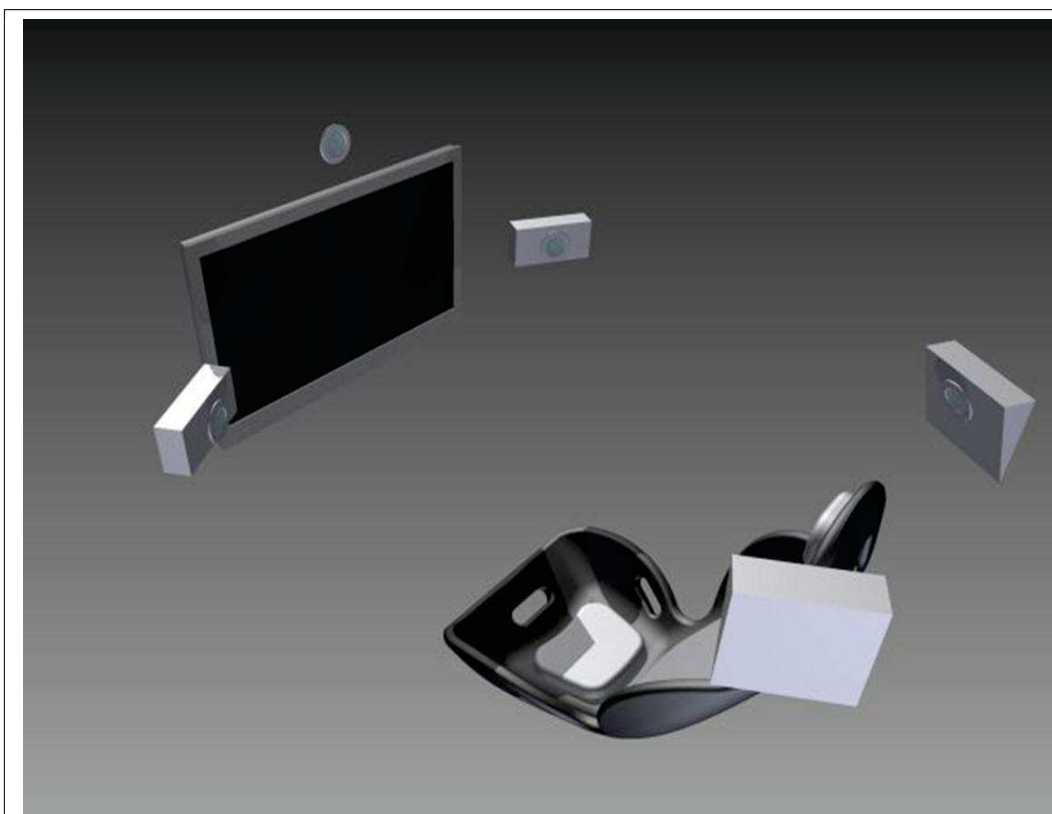


Figura 79. Posicionamiento de Altavoces.

El trazado de la cabina fue definido en función de las dimensiones que ocupan el sistema de altavoces, la pantalla y el asiento que ya tienen definida su ubicación y distancias. Se decidió entonces darle la forma de una cápsula cuyo cuerpo es un cilindro en la parte central y en las puntas está cerrado por dos casquetes esféricos.

El diámetro del cilindro es de 1.17478 [m] y el largo total desde los extremos de la cabina es de 2.08936 [m].

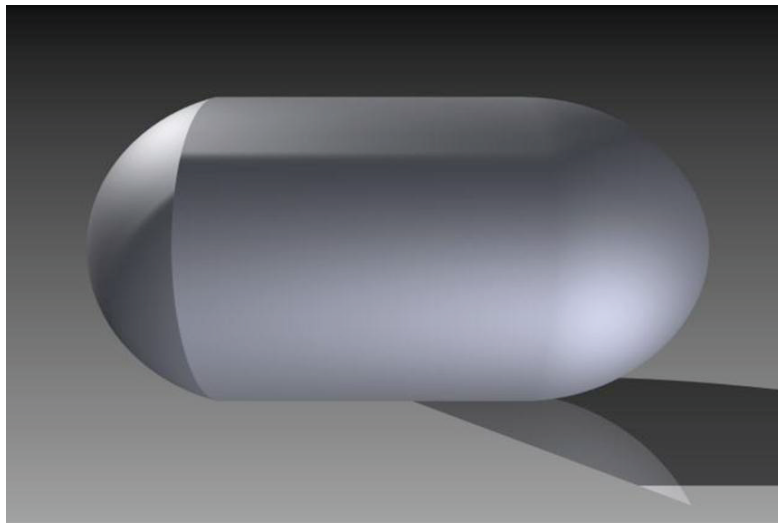


Figura 80. Forma Capsular de la cabina. Vista Lateral.

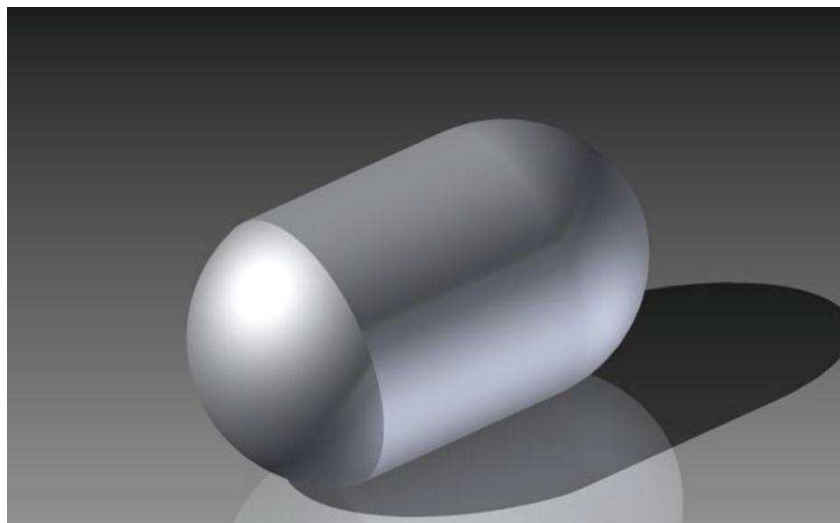


Figura 81. Forma Capsular de la cabina. Vista Posterior Superior.

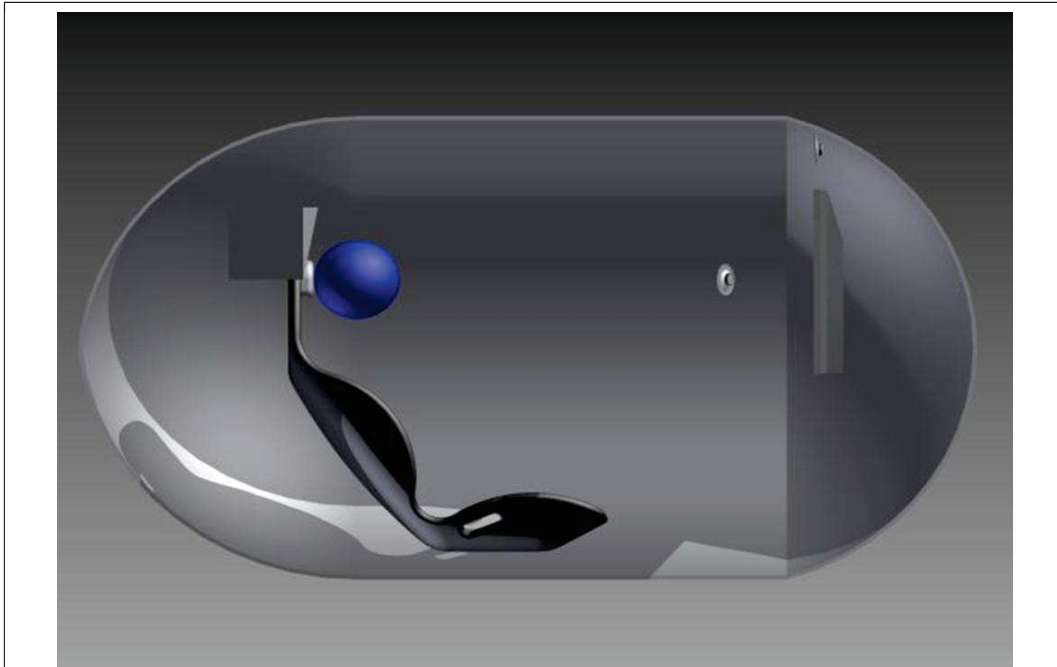


Figura 82. Cabina. Vista Lateral Corte Longitudinal.

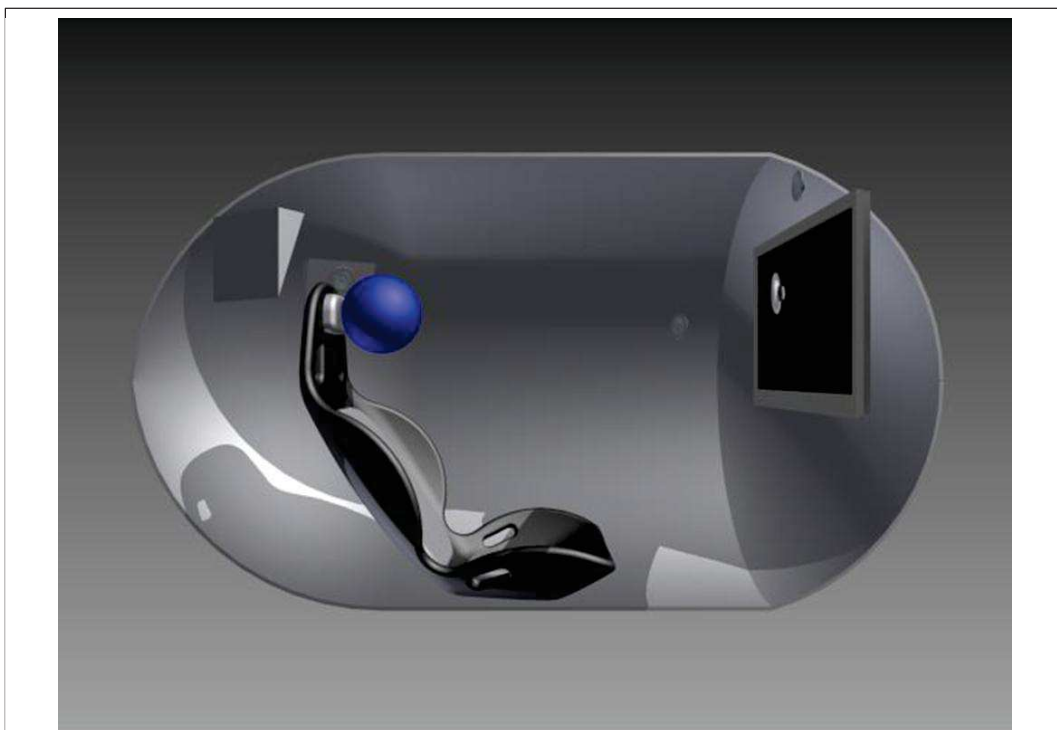


Figura 83. Cabina. Vista Lateral Extendida Corte Longitudinal.

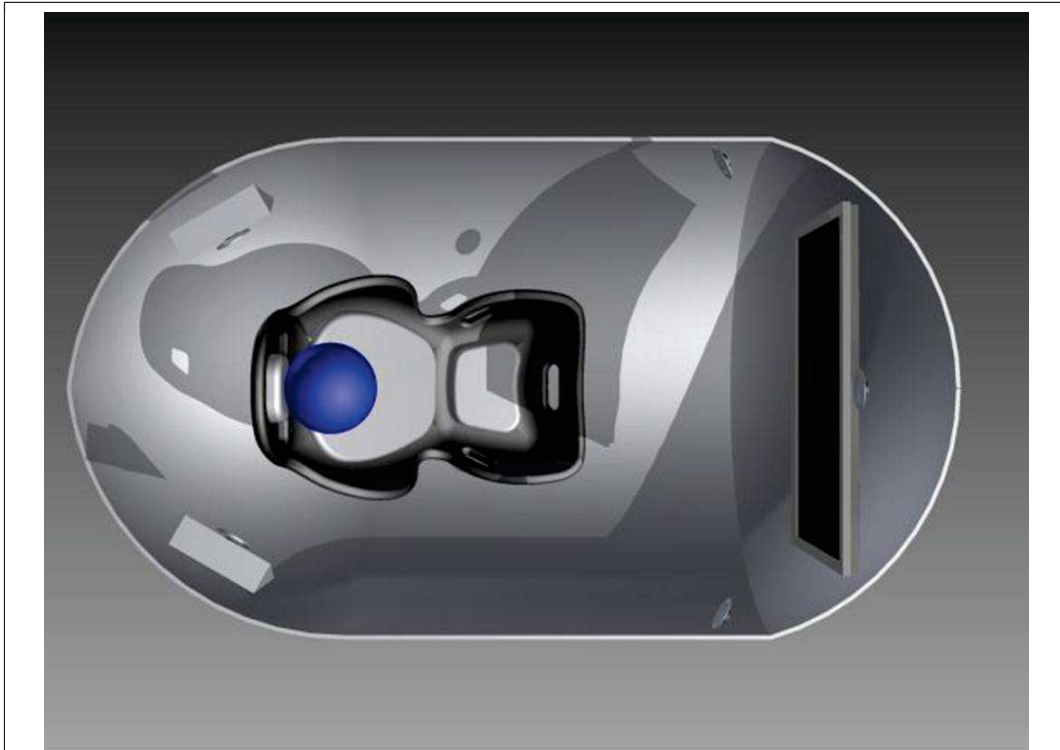


Figura 84. Cabina. Vista Superior Corte Longitudinal.

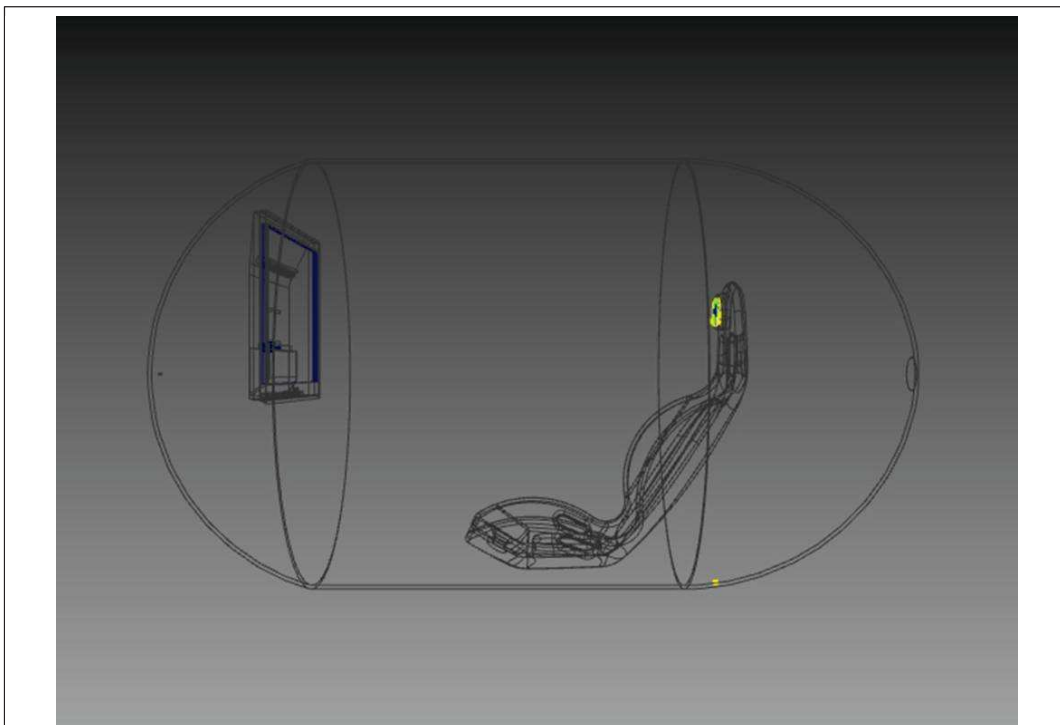
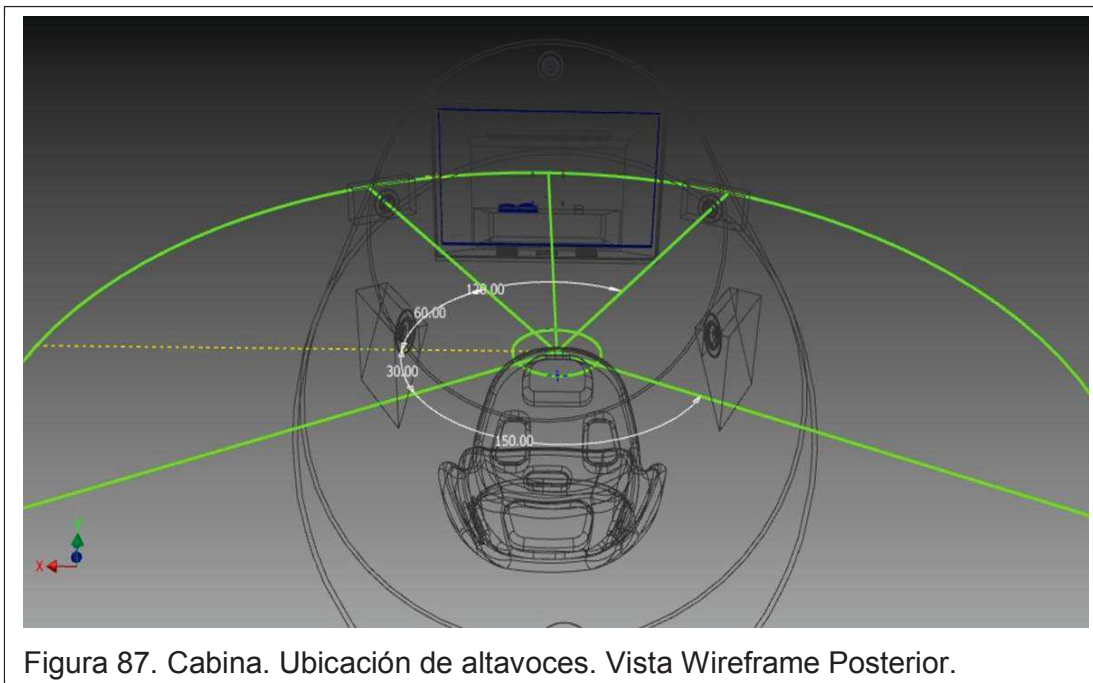
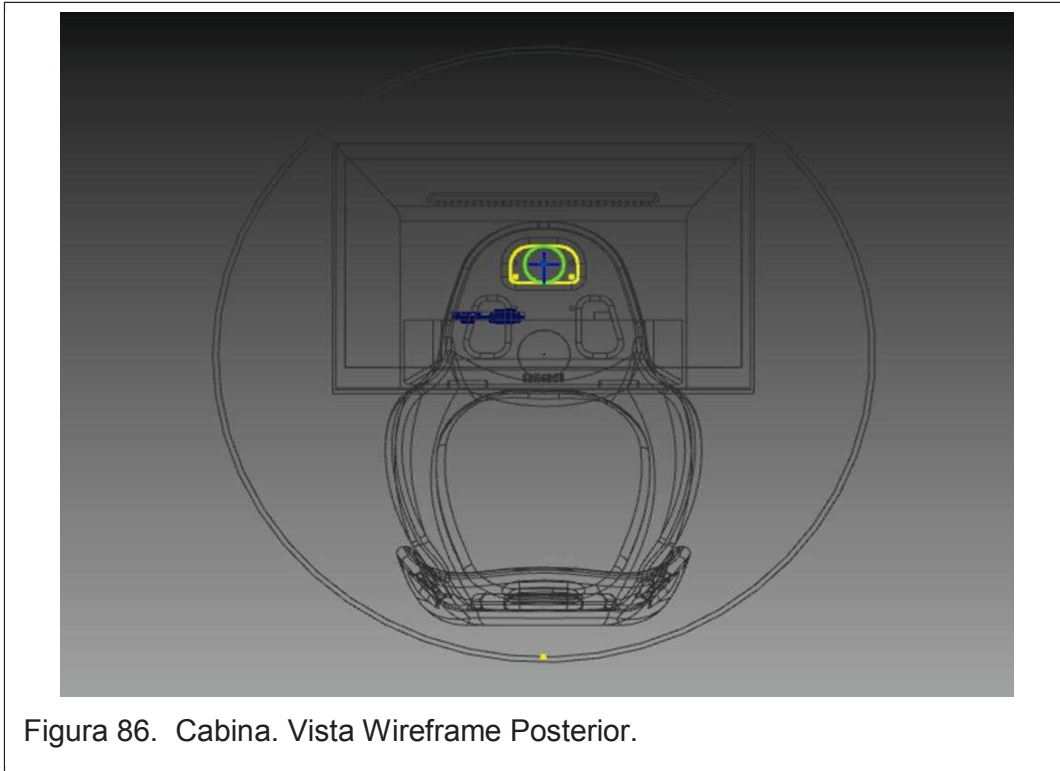


Figura 85. Cabina. Vista Wireframe Lateral.



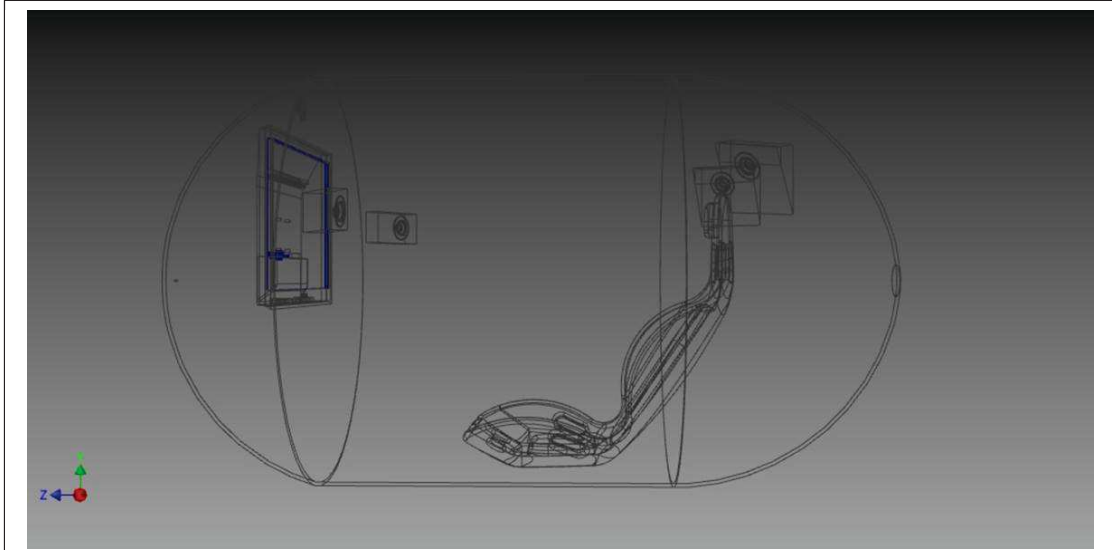


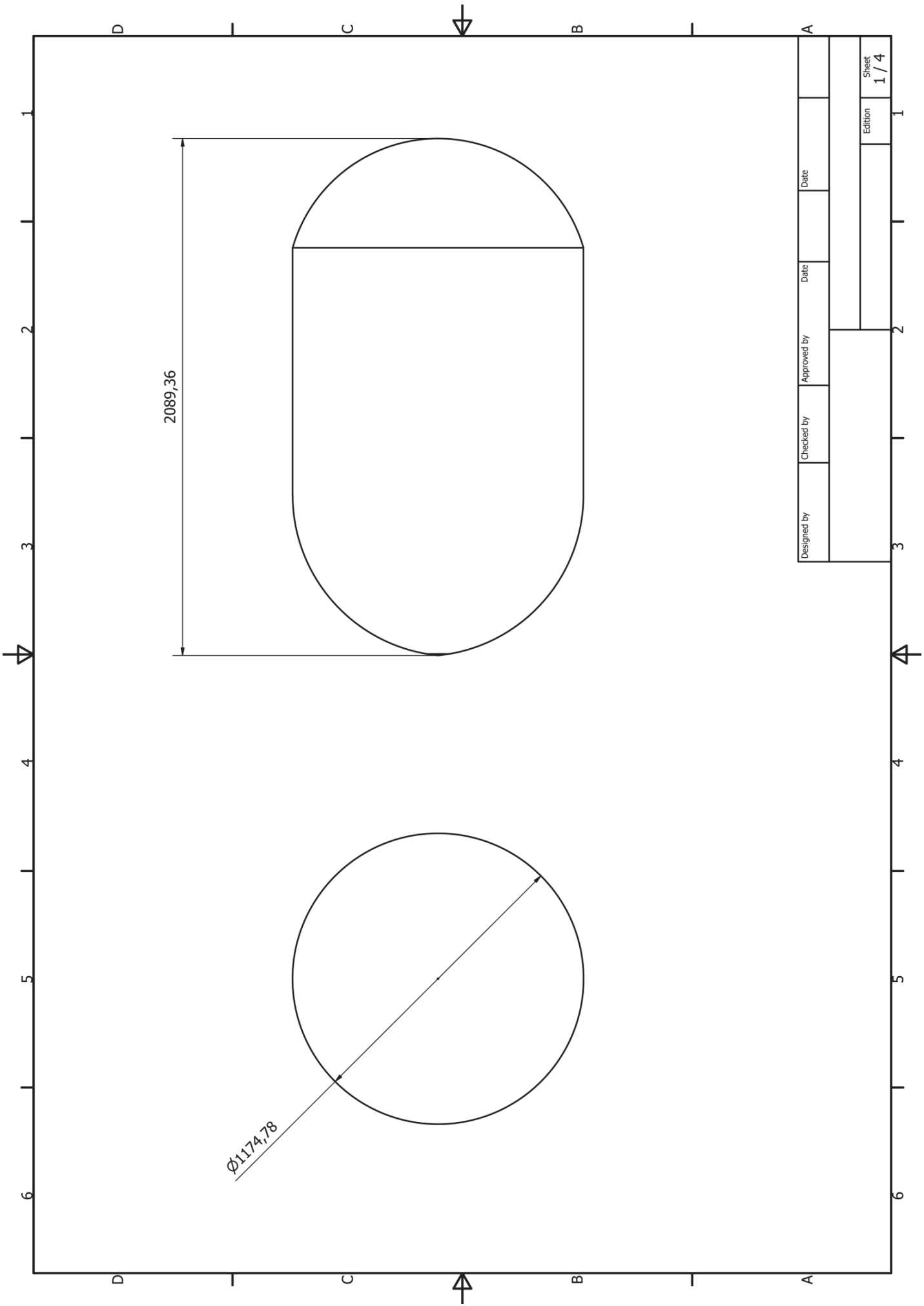
Figura 88. Cabina. Ubicación de altavoces. Vista Wireframe.

Los planos describen de mejor forma las dimensiones consideradas para el diseño de la cabina en diferentes vistas. Se han acotado las dimensiones generales de la cabina y distancias entre los diferentes componentes del sistema.

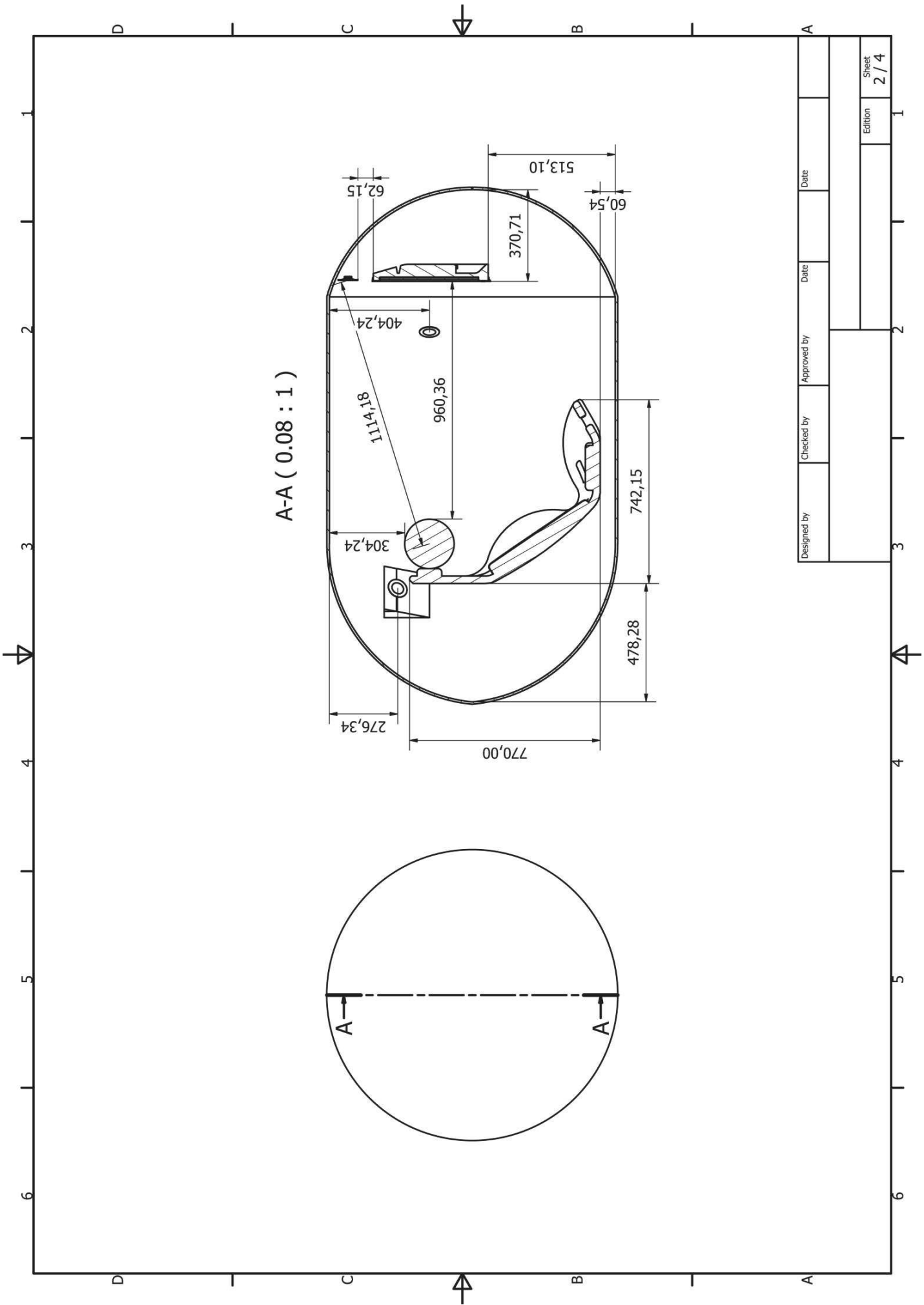
La superficie del cilindro central es $3.692 \text{ [m}^2\text{]}$, del casquete esférico frontal es de $1.698 \text{ [m}^2\text{]}$ y del casquete esférico posterior es $2.259 \text{ [m}^2\text{]}$.

La superficie total de la cabina es de $15.107934981 \text{ [m}^2\text{]}$, el volumen calculado al interior de la cabina es de $0.075535678 \text{ 612 [m}^3\text{]}$.

4.1.1 PLANOS



Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	
				Edition	I
				Sheet	1 / 4

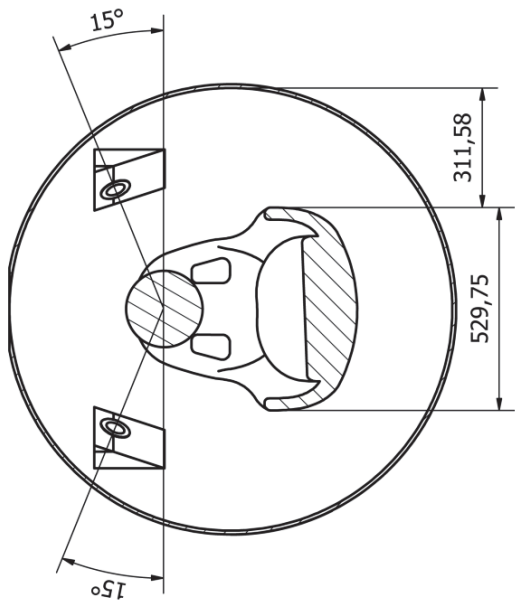


Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	Date
Edition			Sheet		
2 / 4			2 / 4		

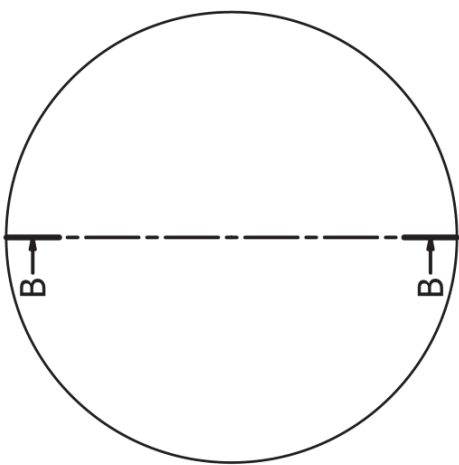
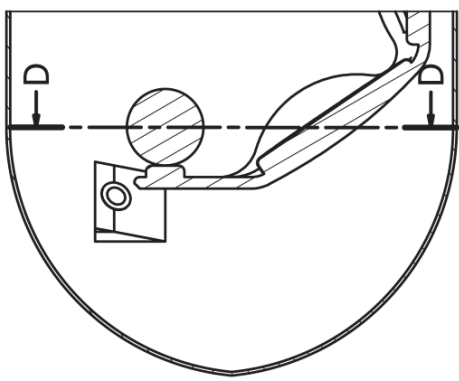
1 2 3 4 5 6

D C B A

D-D (0.08 : 1)



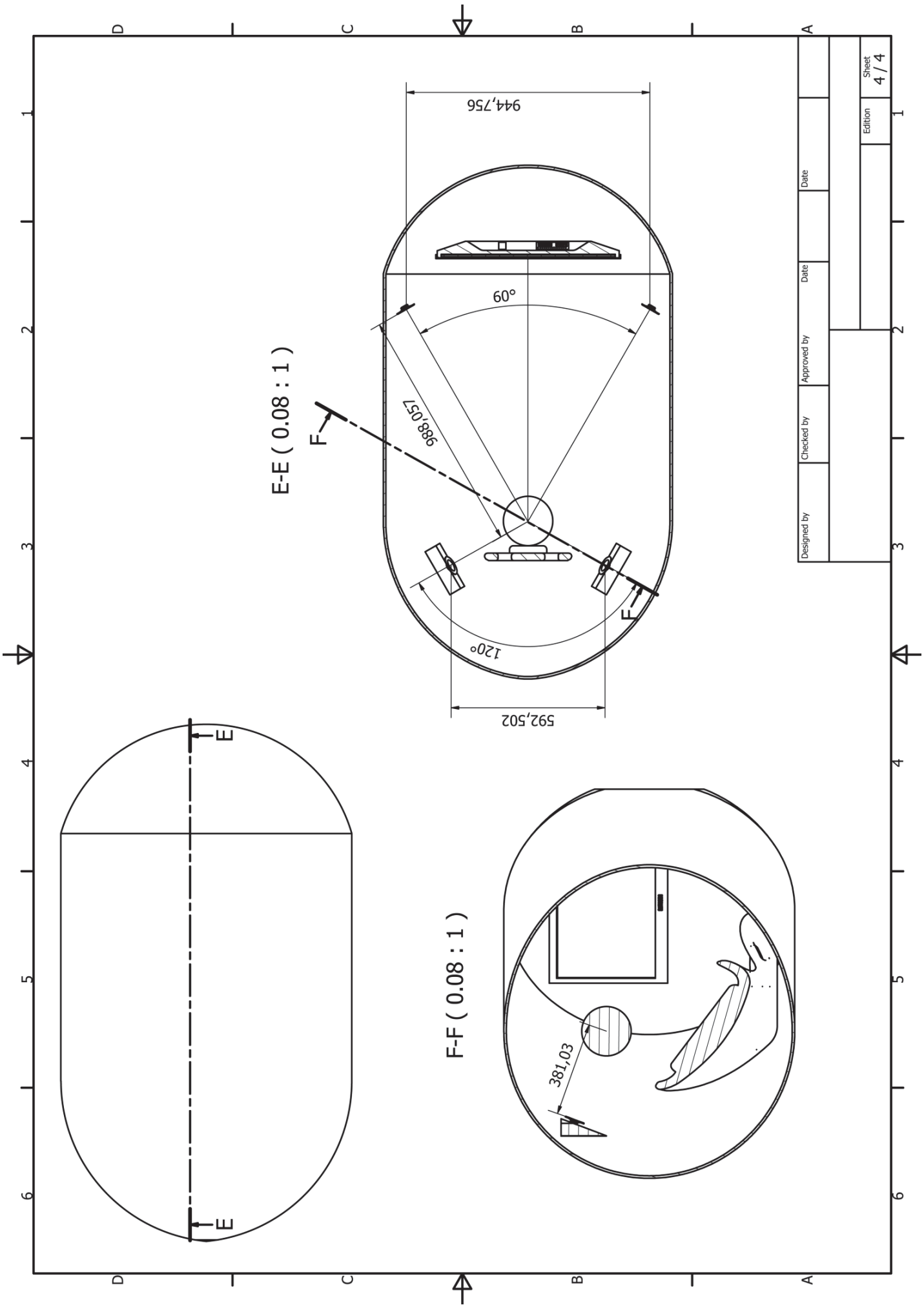
B-B (0.08 : 1)



Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	Date
			Edition		
			Sheet		
			3 / 4		

1 2 3 4 5 6

D C B A



E-E (0.08 : 1)

F-F (0.08 : 1)

Designed by	Checked by	Approved by	Date	Date	Date
			Edition		
			Sheet		
			4 / 4		

4.2 MATERIALES

Para la construcción de la cabina, la selección correcta de materiales fue sumamente importante, pues debe cumplir con ciertos requisitos, como resistencia, un alto aislamiento acústico y peso reducido. Se busca diseñar además una partición compuesta tipo sánduche para optimizar de esta forma el STC y que la cabina cumpla con los requisitos de aislamiento requeridos para su uso.

Además del esqueleto de la cabina la parte interior será cubierta por material absorbente para así eliminar cualquier posibilidad de ecos producidos por la interacción de los altavoces con las superficies delimitantes de la cabina.

Para el diseño del esqueleto de la cabina se decidió el uso de Aluminio como material principal, debido a que es un material moldeable y que junto con la aleación correcta de materiales se puede conseguir una suficiente dureza y resistencia.

La empresa alemana FUCHS ofrece diferentes tipos de aleaciones para diferentes usos, la serie AZ40, permite alta resistencia en productos extruidos para aplicaciones de ingeniería mecánica, motivo por el cual se ha decidido usar este producto en la conformación de la estructura.

El AZ40 está constituido por una aleación de aluminio (Al), Zinc (Zn5), magnesio (Mg3) y Cobre (Cu).



Figura 89. Aleación AlZn5Mg3Cu. Tomado de FUCHS, 2011. p. 2.

Para la partición compuesta de la cabina usaremos dos capas de fibra de vidrio de alta densidad (tipo R) de la marca VETROTEX, de 5mm de espesor para las partes externas cada una pegada por una capa de FONAC BARRIER que es un aislante multipropósito distribuido por la empresa AKUSTICO para Ecuador. En medio quedara el esqueleto de aluminio y un relleno de FRESCASA® de la empresa FIBERGLASS; así formando un partición de 7 cm de espesor. En la parte interna de la cabina.



Figura 90. Fonac® Barrier. Tomado de Catálogo FONAC® 2011

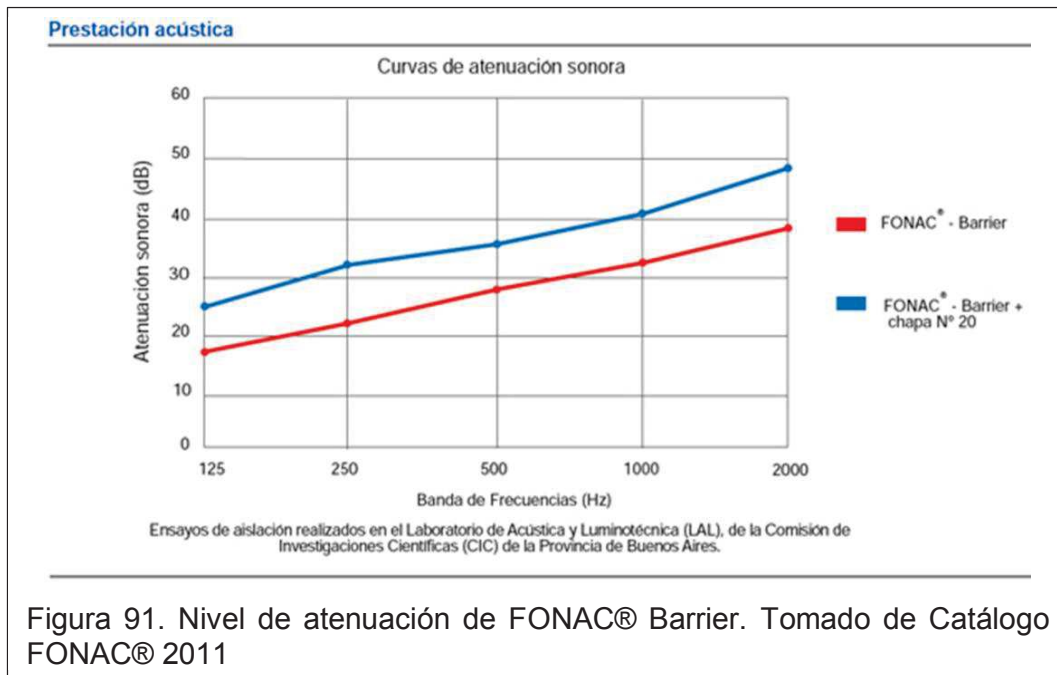


Figura 91. Nivel de atenuación de FONAC® Barrier. Tomado de Catálogo FONAC® 2011

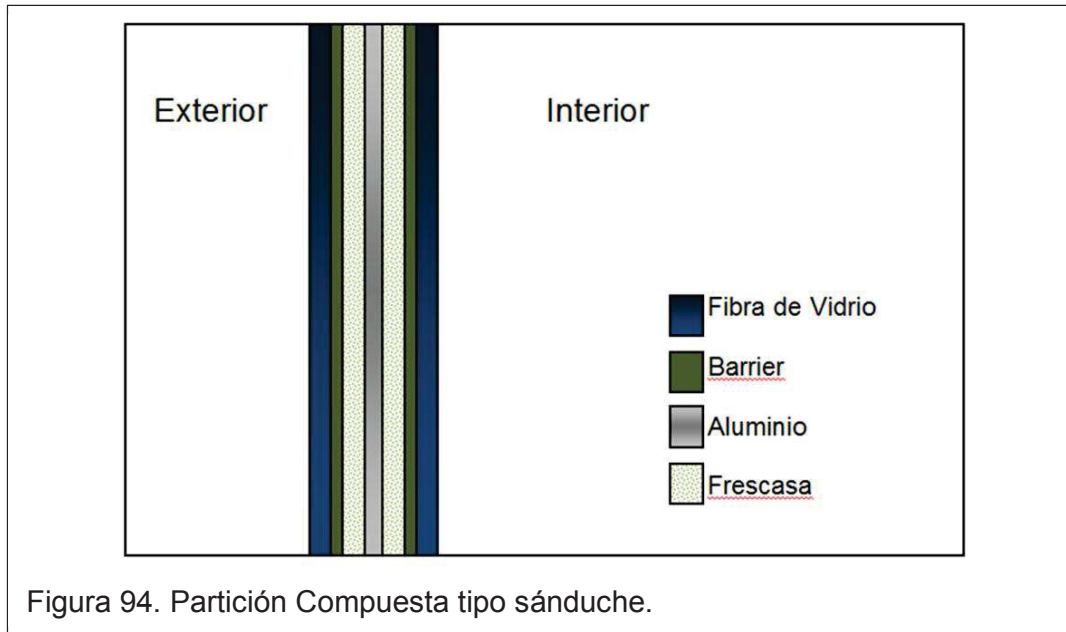


Figura 92. Fiberglass® Frescasa. Tomado de Fiberglass® Frescasa ARQ01-SEP2011

ESPECIFICACIONES:

	SIN PAPEL	CON PAPEL	CON FOIL
DIMENSIONES	15,24m (600") largo x 1.22m (48") ancho x 3.5" y 2.5" espesor	15,24m (600") largo x 1.22m (48") ancho x 3.5" espesor	15,24m (600") largo x 1.22m (48") ancho x 3.5" espesor
RESISTENCIA TÉRMICA (°F.ft ² .h/BTU)	R= 11(3.5") R= 8 (2.5")	R= 11	R= 11
COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRC)*	0.85(2.5") 1.05(3.5") Montaje A	0.80 Montaje A	0.80 Montaje A
CARACTERÍSTICAS DE QUEMADO SUPERFICIAL	Norma ASTM E 84 FS/SD 25/50		
EMPAQUE	Rollo en bolsa de polietileno		
PRODUCTOS CON SELLO UL			

Figura 93. Especificaciones técnicas Fiberglass® Frescasa. Tomado de Fiberglass® Frescasa ARQ02- SEP 2011



5. CAPÍTULO V

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1 MEDICIÓN DE RUIDO DE UN DEPARTAMENTO

Tras medir el ruido en el departamento de prueba siguiendo el método descrito en el subcapítulo **3.1 Condiciones del Sitio de Operación**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7.
Medición de Ruido Sitio de Operación referencial.

Frequency Weighting:	A
Time Weighting:	Slow
Filter Bandwidth:	Octave
dB Reference:	20.000 μ Pa
Elapsed Time:	0h 5m 0s
Overall Equivalent Level:	54.6 dB
Overall Peak Level:	70.6 dB

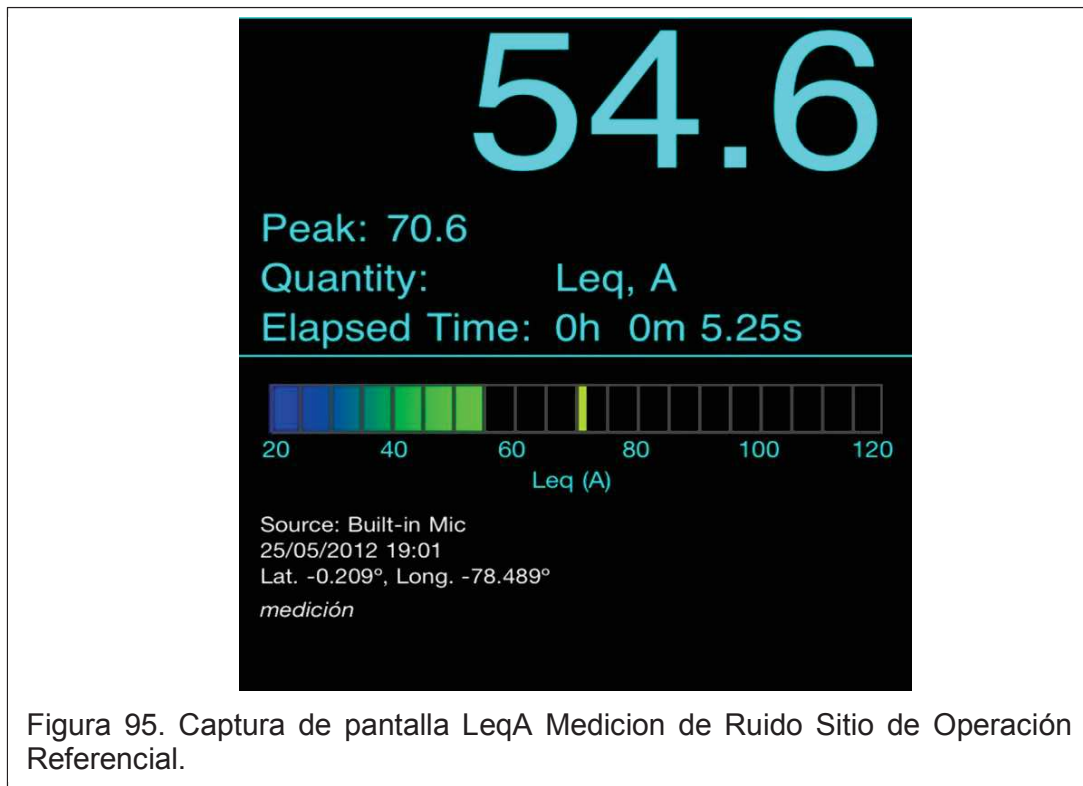
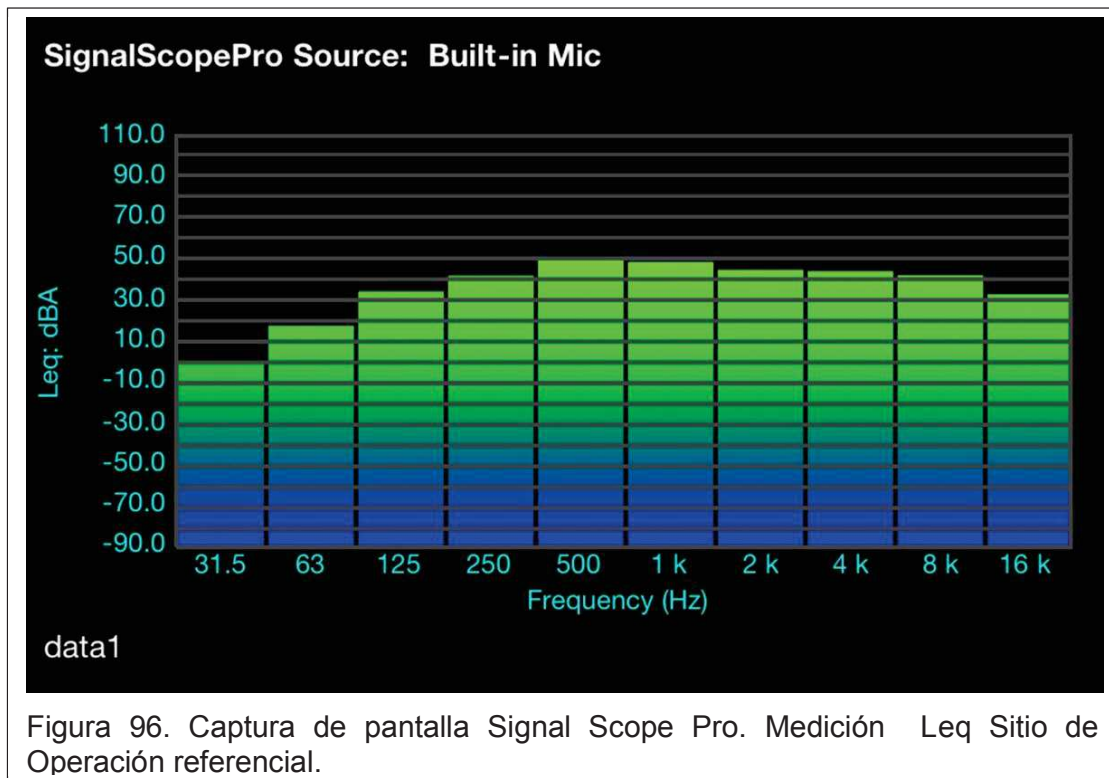


Figura 95. Captura de pantalla LeqA Medicion de Ruido Sitio de Operación Referencial.

Tabla 8
Medición en bandas de octava del Ruido Sitio de Operación referencial.

FREQ	LEQ	PEAK
31,5	-1,282	22,901
63	17,064	29,219
125	33,526	45,515
250	41,161	55,109
500	48,492	60,764
1000	47,663	59,78
2000	43,913	60,581
4000	43,264	59,013
8000	41,404	60,955
16000	32,346	52,096



5.2 SIMULACION DE ALTAVOCES

Para conocer el comportamiento de los altavoces elegidos, fue necesaria una simulación utilizando el software EASE® Speaker Base en función de las especificaciones descritas por el fabricante. Los parámetros evaluados fueron:

respuesta de frecuencia, directividad, cobertura, potencia máxima (RMS) y NPS máx (RMS).

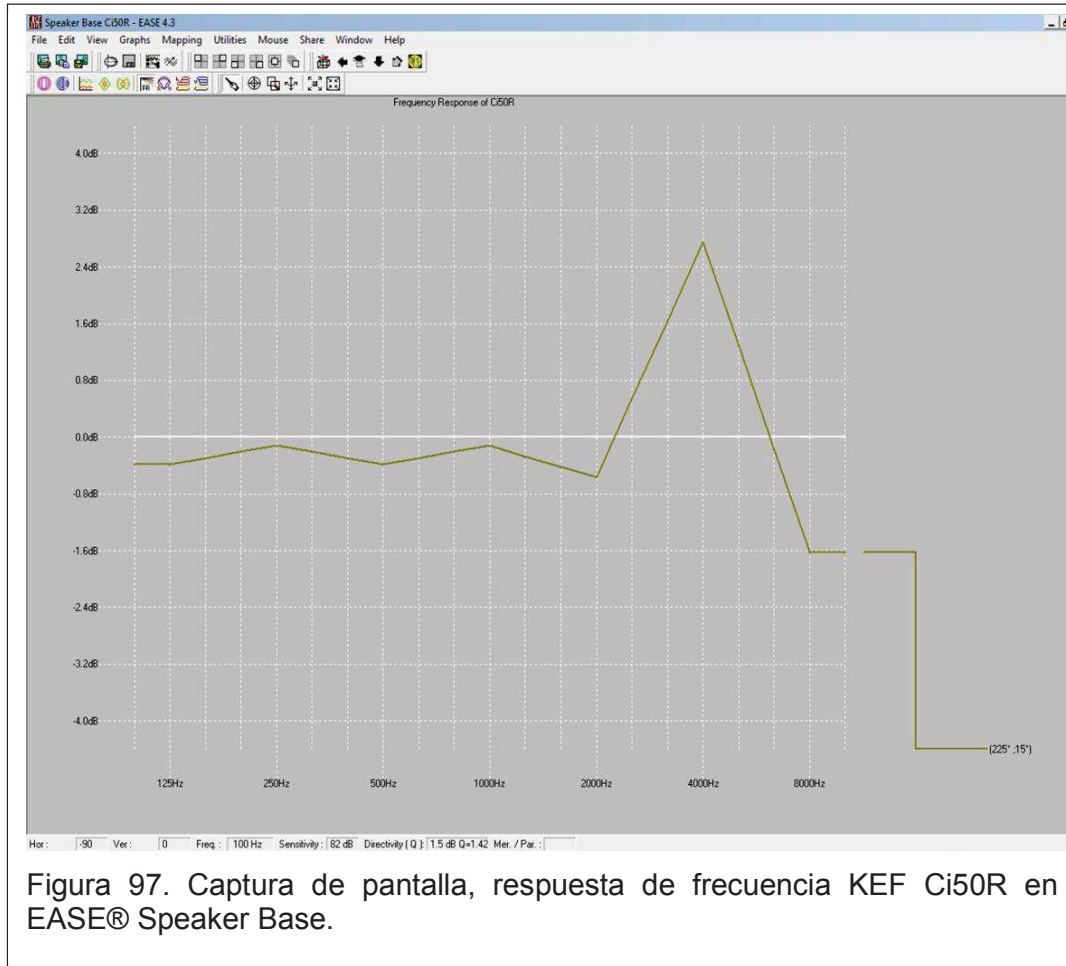
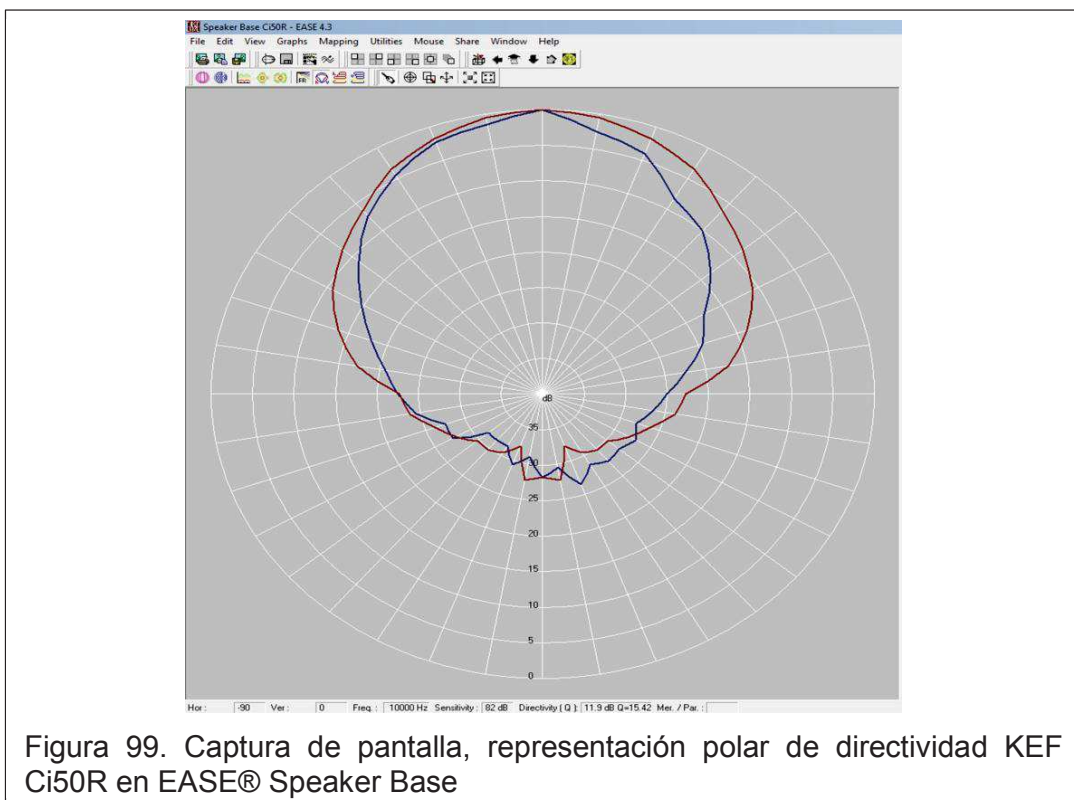
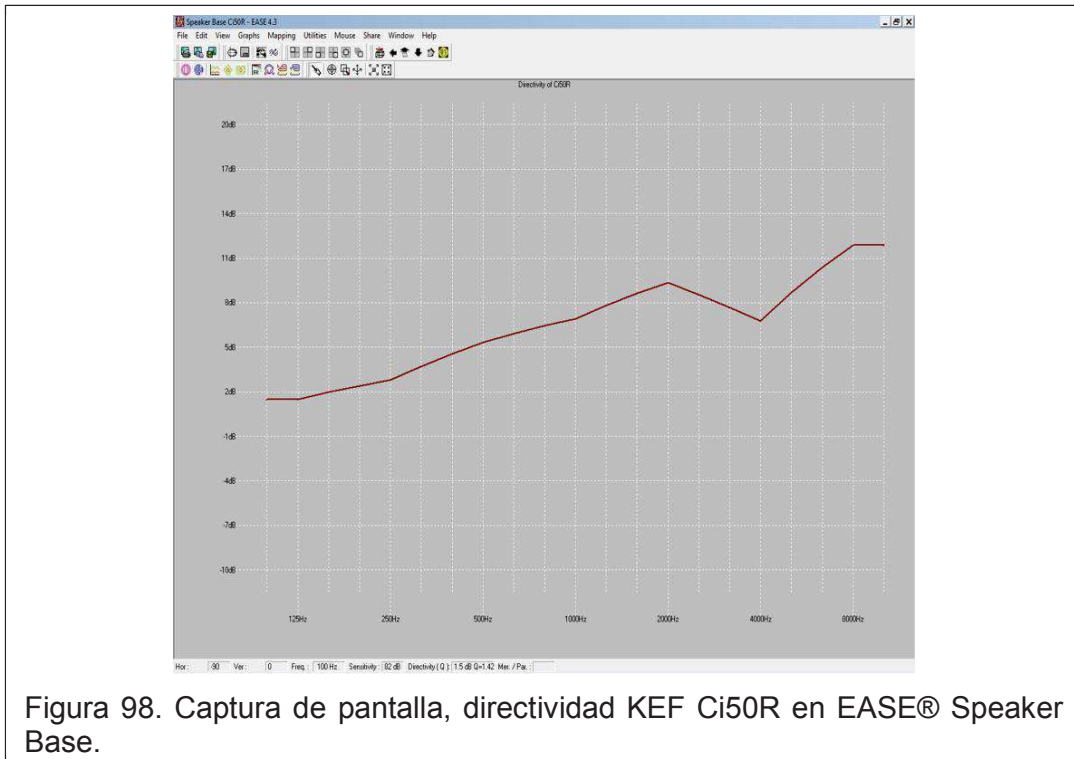
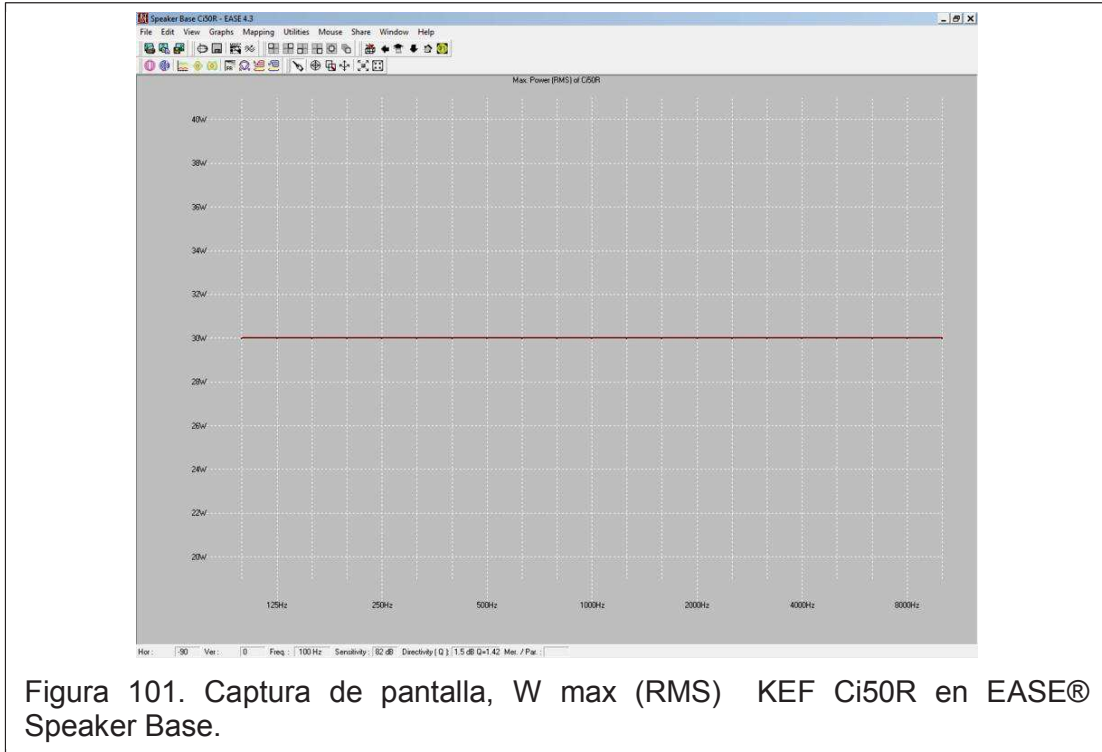
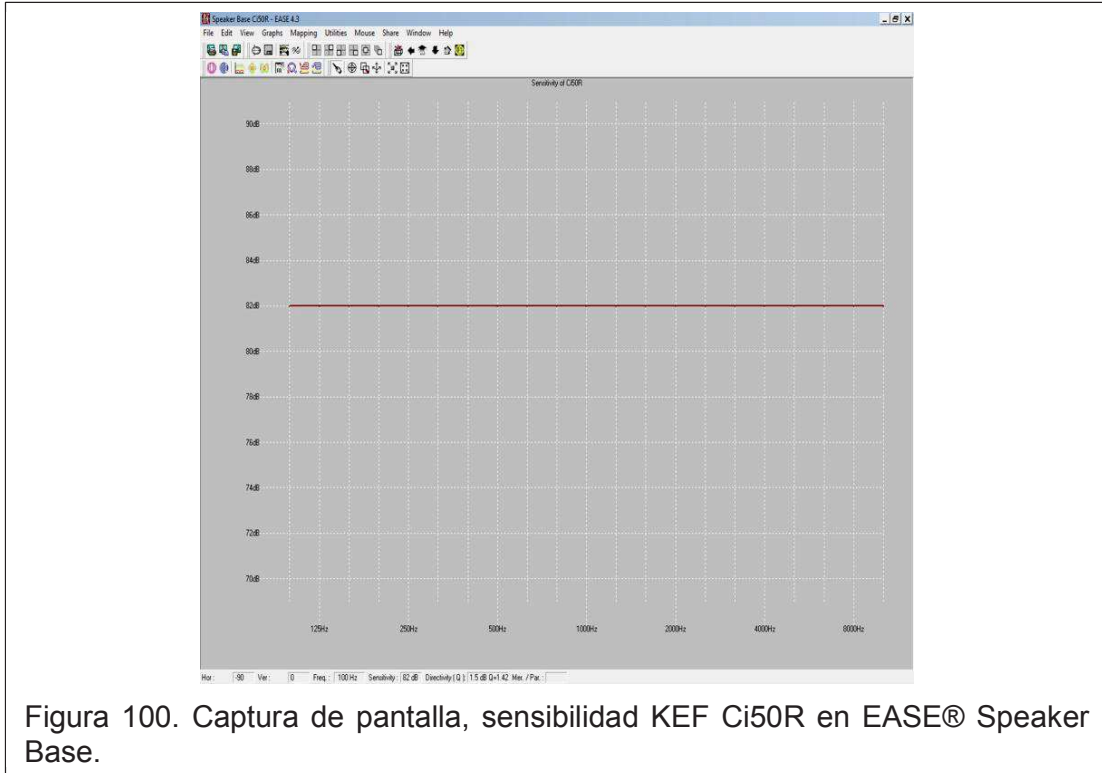


Figura 97. Captura de pantalla, respuesta de frecuencia KEF Ci50R en EASE® Speaker Base.





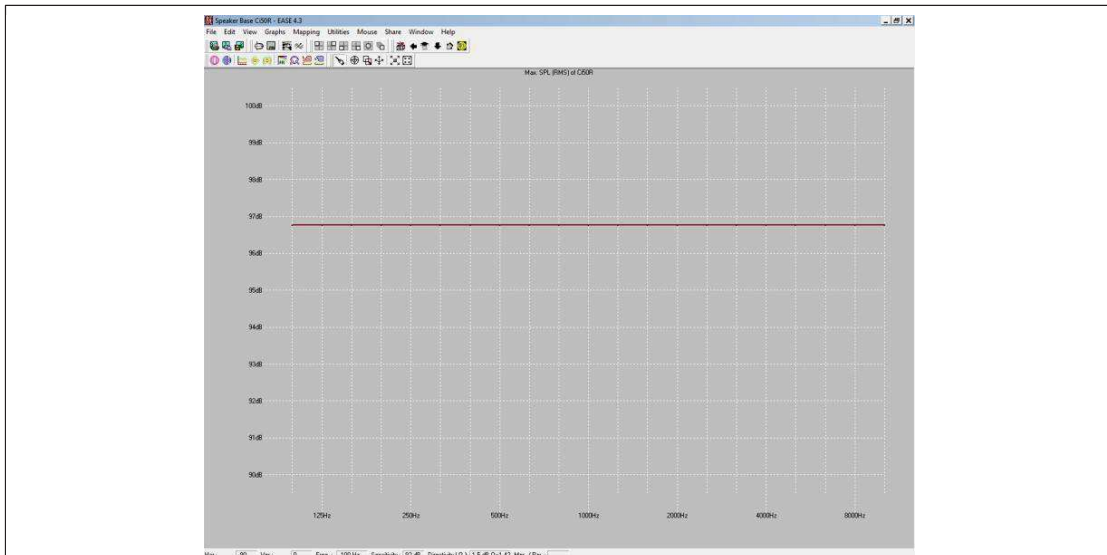


Figura 102. Captura de pantalla, NPS max (RMS) KEF Ci50R en EASE® Speaker Base.

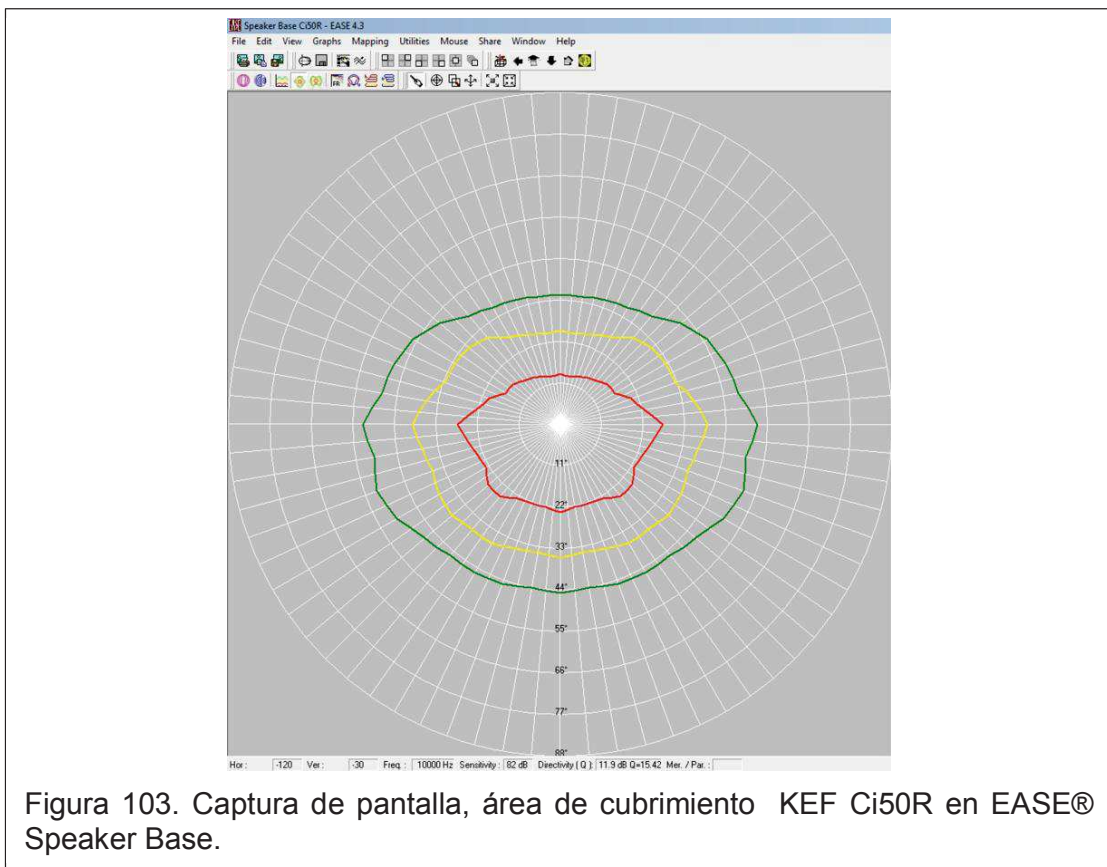
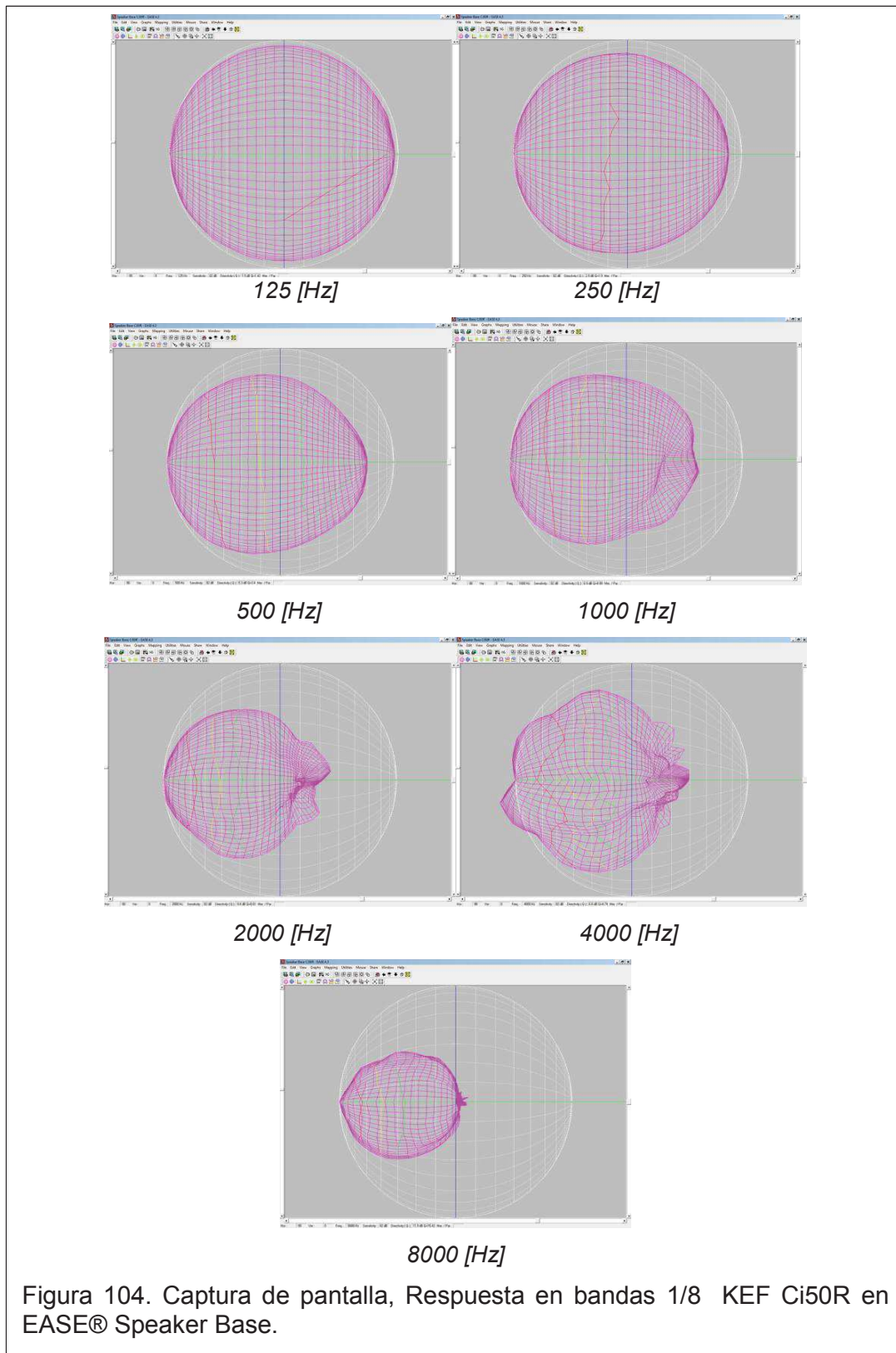


Figura 103. Captura de pantalla, área de cubrimiento KEF Ci50R en EASE® Speaker Base.



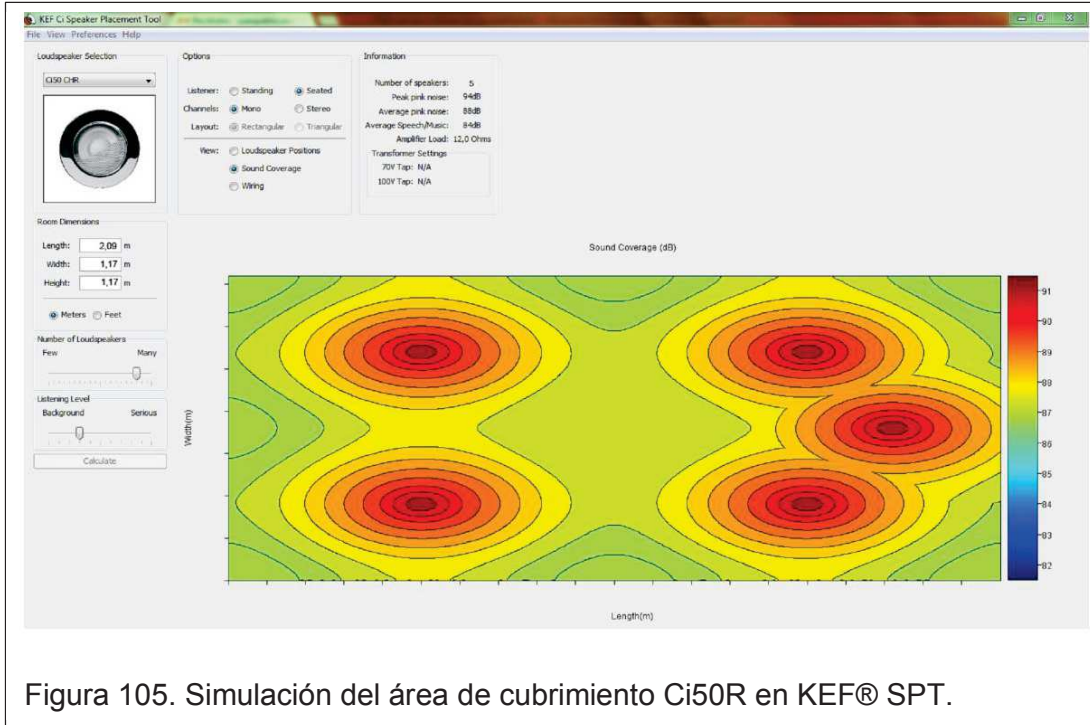


Figura 105. Simulación del área de cubrimiento Ci50R en KEF® SPT.

5.3 SIMULACIÓN STC DE LA PARTICIÓN COMPUESTA

Una manera de cuantificar si la partición propuesta alcanza los niveles de aislamiento frente al ruido necesarios para brindar confort al interior de la cabina es a través de una simulación. La simulación permite ahorrar tiempo y dinero, ya que no es necesario construir la partición para evaluar su desempeño, introduciendo las especificaciones de los materiales a utilizarse se puede obtener resultados con un nivel de incertidumbre por debajo del 2%.

Para la simulación se ha elegido el software INSUL® que permite cuantificar el nivel de aislamiento que alcanza una partición por medio de la simulación.

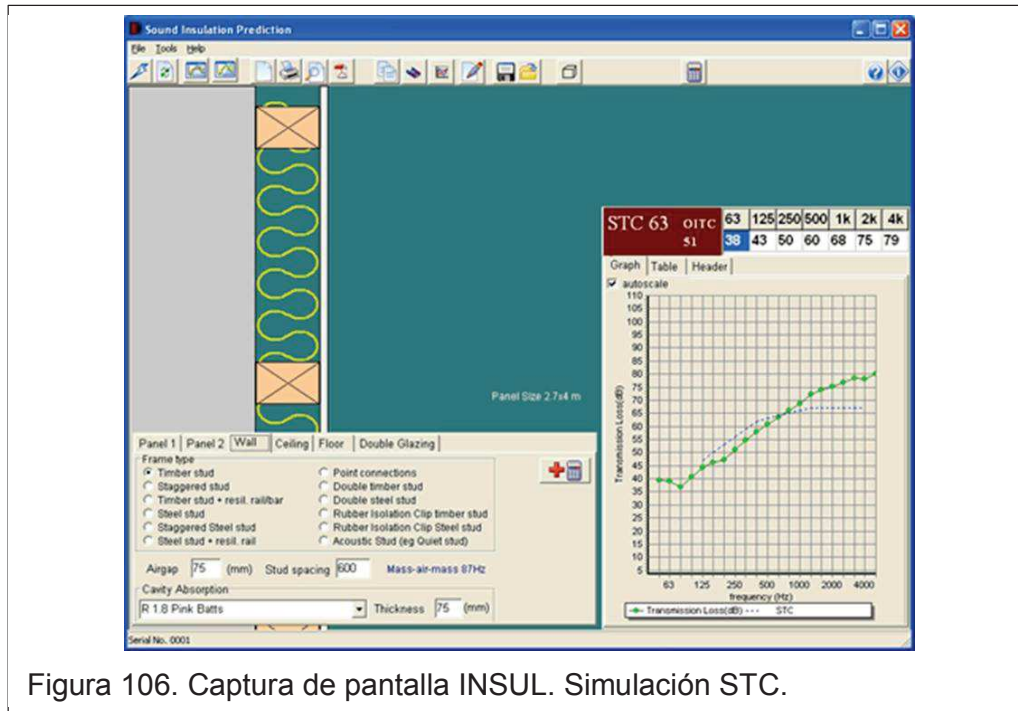


Figura 106. Captura de pantalla INSUL. Simulación STC.

5.4 CÁLCULO DEL TIEMPO DE DELAY PARA ALTAVOCES SURROUND

Debido a que los altavoces frontales Izquierdo (L) y Derecho (R) no se encuentran a la misma distancia hacia la cabeza que los altavoces envolventes (SL y SR) ubicados en la parte posterior de la posición del ocupante; es necesario asignar mediante configuración en el receptor A/V un tiempo de retardo (delay) de la señal de audio que es emitida por dichos altavoces.

El cálculo del tiempo de delay se realiza de la siguiente forma:

Velocidad de sonido $C=344$ [m/s]

Distancia L-R hacia el oyente = 0.9880 [m]

Distancia SL-SR hacia el oyente = 0.38103 [m]

Distancia de compensación:

$$D_1 - D_2 = 0.9880 - 0.38103$$

$$D_1 - D_2 = 0.60697 \text{ [m]}$$

Usando la fórmula de cálculo de tiempo en función de velocidad y distancia tenemos:

$$t = \frac{d}{c} \text{ [s]}$$

Figura 107. Fórmula para el cálculo de tiempo en función de distancia y velocidad.

Donde:

d= distancia de compensación [m].

c= velocidad del sonido a 20°C [m/s].

$$t = \frac{0.60697}{344} \text{ [s]}$$

$$t = 0.00176444476 \text{ [s]}$$

$$1[\text{ms}] = 0.001[\text{s}]$$

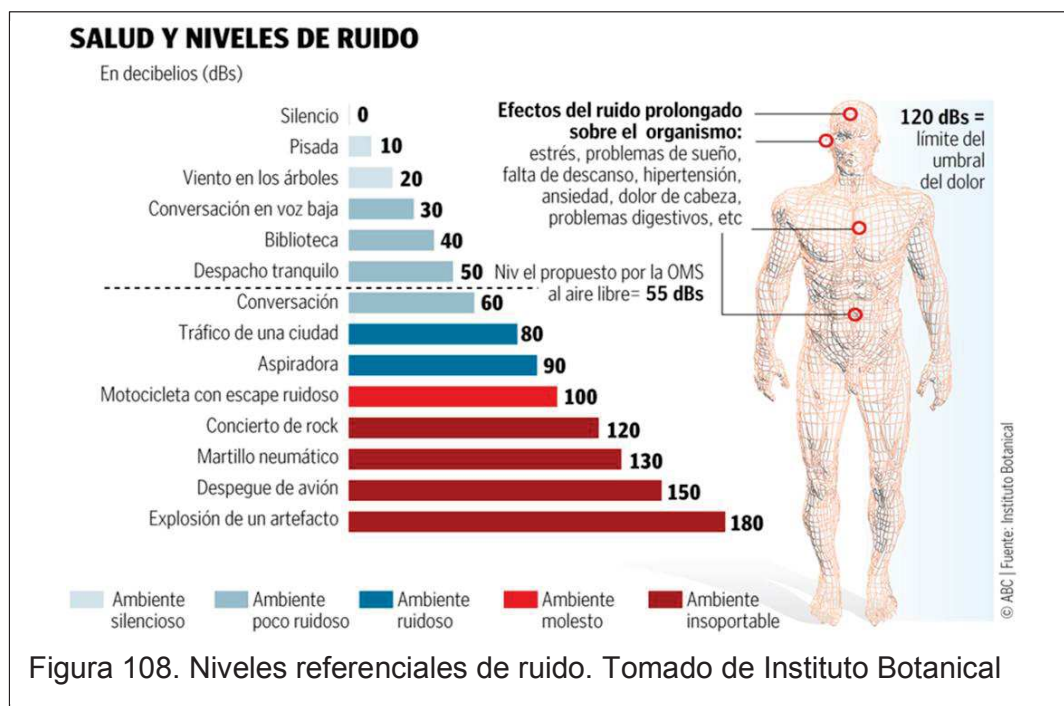
$$\mathbf{t = 1,7644 \text{ [ms]}}$$

6. CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 DEL RUIDO EN EL SITIO DE OPERACIÓN

El nivel de ruido existente en el sitio de operación de la cabina es de 54.6 [dBA], este valor es relativamente bajo si se tiene en cuenta que una conversación entre dos personas se encuentra por los 60 [dB], como se puede notar en el siguiente gráfico:



Por este motivo, para reducir el nivel de ruido al interior de la cabina y alcanzar la curva NR 25-35, es necesario que la partición compuesta logre una atenuación de 19 a 29 [dB].

6.2 DE LA SIMULACIÓN DE ALTAVOCES

Tras analizar los resultados de las diferentes simulaciones realizadas sobre el comportamiento de los altavoces, en relación a la respuesta de frecuencia, los altavoces de rango completo KEF Ci50R presentan un pico en los 4k [Hz] que

es claramente notorio en el Gráfico 6.3, lo cual representaría una sonoridad algo “brillante” de estos altavoces.

Respecto de la directividad se puede notar en el Gráfico 6.4 que a medida que la frecuencia aumenta la directividad de los altavoces KEF también lo hace. Esta afirmación se clarifica con lo mostrado por los gráficos 6.5 y 6.10.

Los Gráficos 6.6, 6.7 y 6.8 reafirman los datos que provee el fabricante en la ficha técnica de los altavoces respecto la Sensibilidad: 80 [dB], Potencia máxima: 30 [W], NPS máxima: 96.9 [dB] @1[m].

Finalmente, el Gráfico 6.9 brinda una representación clara sobre el área de cubrimiento de cada altavoz KEF Ci50R. Mientras el Gráfico 6.11 permite visualizar el comportamiento de los cinco altavoces KEF interactuando entre sí dentro del área de la cabina. Se puede apreciar que con estos altavoces ubicados en la posición de envolvente se puede cubrir fácilmente toda la cabina, manteniendo uniformidad de nivel en la parte central de la cabina con 87 [dB], en este lugar estará ubicado el usuario. Existe una acumulación de energía en las proximidades de los altavoces, llegando a los 90 [dB] cuanto más cerca se está de estos. Sin embargo, cabe recalcar que estos valores son altos ya que para efectos de simulación se exageró respecto del nivel en los altavoces, para de esta forma probar el sistema en condiciones extremas y evidenciar posibles problemas de diseño.

Se espera que el nivel nominal de trabajo de estos altavoces sea de 60 [dB] en la parte central. Este nivel permite claridad en lo que se percibe sin ser nocivo para la salud auditiva del espectador.

6.3 DE LA SIMULACIÓN DE LA PARTICIÓN

Tras analizar la simulación de la partición tipo sánduche compuesta por dos capas de fibra de vidrio, dos de Barrier, dos de frescasa y una de aluminio, se determinó que la partición puede alcanzar un STC de 63, siendo más eficiente

para aislar ruido en frecuencias altas sobre los 1000 [Hz]. Esto debido al espesor total de la partición, 7 [cm].

Sin embargo, este resultado garantiza que se logra el objetivo planteado, ya se necesitaba que la partición atenúe entre 19 y 24 [dB] para que el nivel de ruido al interior de la cabina se encuentre dentro de la curva NC 30-35. Además, la respuesta de frecuencia del nivel de ruido al interior del departamento posee mayor nivel de presión sonora en frecuencias medias altas y altas, a partir de los 500 [Hz] como se puede observar en el Gráfico 6.2, y es justamente a partir de esta frecuencia que la partición alcanza un nivel de eficiencia mayor.

6.4 DEL TIEMPO DE DELAY

Al realizar el cálculo del tiempo de retardo que debe ser aplicado a los altavoces posteriores izquierdo y derecho por la diferencia de distancia que existe con los altavoces frontales derecho e izquierdo, respecto a la ubicación de la cabeza del espectador, se obtuvo el valor de 1,76 [ms], dicho valor puede ser despreciado si se tiene en cuenta que el tiempo necesario para que el oído humano pueda discretizar entre una señal y otra para percibir las como dos señales diferentes es de 30 [ms]. Así, entonces no es necesario aplicar este tiempo de retardo ya que el espectador no sentirá ninguna diferencia entre la señal que llega hacia sus oídos desde los altavoces frontales y los altavoces posteriores. Este tiempo de retardo tan pequeño se debe al tamaño reducido de la cabina y la proximidad que existe desde los altavoces hacia el espectador.

7. CAPÍTULO VII

7. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para la adquisición del equipamiento necesario para la cabina se realizará la compra en Estados Unidos a través del portal Amazon que brinda los mejores precios del mercado. Así se aprecia en la siguiente proforma.

The screenshot shows the Amazon.com Shopping Cart page. The cart contains 14 items with a subtotal of \$1,605.68. The items listed are:

Item Name	Price	Quantity
Monster Cable XPMS-50 Monster XP Clear Jacket (Compact Speaker Cable 50-Foot Piece) - Monster Cable	\$15.99 (You save: \$14.00 (47%))	1
Monster THX1100-SW16NF THX Certified Subwoofer Cable (16 feet) - Monster	\$24.99 (You save: \$43.00 (63%))	1
Onkyo TX - NR809 7.2 Channel Network THX Certified A/V Receiver - Onkyo	\$699.99	1
Monster Cable THX-GP 20-Pack Standard THX-Certified Gold-Plated Speaker Connectors - Monster	\$14.95	1
KEF C150 2" Full Range Soundlight Speaker (Single, Brass) - KEF	\$49.00 (You save: \$0.99 (2%))	5
Monster Cable Ultimate High Speed Hdmi 1000 HDX 4ft - THX Certified - Monster	\$24.94	3
Yamaha NS-SW210BL Advanced YST II Subwoofer - Each (Black) - YAMAHA	\$199.95 (You save: \$50.00 (20%))	1
LG 32LM6200 32-Inch Cinema 3D 1080p 120Hz LED-LCD HDTV with Smart TV and Six Pairs of 3D Glasses - LG	\$649.99	1
Furman Elite-15 DM 13-Outlet Linear Filtering AC Power Source - Panamax	\$529.00	1

Additional information from the screenshot:

- Subtotal (14 items): \$1,605.68**
- Proceed to Checkout** button
- Customers Who Bought Monster Cable XPMS-50 Monster XP... Also Bought** section with recommendations like "24k Gold Connector Banana Plugs" and "QuickLock MKII Gold Banana Plugs".
- Shipping and Gift Options:** Many items are eligible for FREE Super Saver Shipping. Some items have gift options available.

Figura 109. Captura de pantalla Shopping Cart Amazon.com.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el precio \$2 454.68 reflejado al final de la proforma, es el precio que se obtiene por la compra en Estados Unidos, a este valor hay que añadirle los valores referentes a impuestos del Gobierno Ecuatoriano para poder realizar la importación de dicho equipamiento. Estos impuestos están detallados en la siguiente tabla.

Tabla 9
Cuadro de Impuestos sobre la compra de equipos en USA.

IMPORTACION DE EQUIPOS	
Concepto	Valor
Compra de equipos en USA	\$ 2.454,68
Flete	\$ 100,00
Seguro	\$ 50,11
Impuesto al Valor Agregado IVA (12%)	\$ 294,56
Impuesto a la salida de divisas ISD (5%)	\$ 122,74
Fondo para inversión en la infancia FODINFA (0,5%)	\$ 12,27
Nacionalización CIF (17%)	\$ 417,30
TOTAL	\$ 3.301,54

Entonces el costo de todos los equipos de audio para la cabina termina siendo de \$ 3.301,54 (Tres mil trescientos un dólares con cincuenta y cuatro centavos).

Además, es necesario calcular el valor de los materiales constructivos. Estos valores se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 10
Cuadro de costos elementos constructivos.

Costos Constructivos	
Concepto	Valor
Fiberglass Frescasa. Rollo x 2	49,00
FONAC Barrier	80,00
Estructura de Aluminio.	3600,00
Recubrimiento en fibra de vidrio.	1200,00
Silla.	200,00
TOTAL	\$ 5.129,00

Entonces el costo total de la cabina sería:

Tabla 11
Cuadro Costo Total de la Cabina.

Costo total de la cabina	
Concepto	Valor
Equipos	\$ 3.301,54
Estructura	\$ 5.129,00
TOTAL	\$ 8.430,54

8. CAPÍTULO VIII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- El nivel de ruido que producen las actividades cotidianas dentro de un departamento se encuentra por debajo de los 60 [dB], que es el nivel promedio que alcanza una conversación; debido a la ausencia de fuentes significativas como son electrodomésticos de línea café. La utilización de la cabina para fines de entretenimiento audiovisual dentro del hogar permite mantener un nivel de confort acústico, aún cuando se estén utilizando los sistemas de audio y video ya que estos se encuentran aislados en el interior de la misma.
- El inconveniente que existe al utilizar la cabina es que debido a su tamaño reducido no permite en su interior más de un ocupante afectando a las relaciones interpersonales entre los miembros de familia.
- Las especificaciones técnicas necesarias para el diseño de cuartos multimedia a nivel domestico, redactadas en la norma THX e ITU son suficientemente claras para su implementación; y a pesar de ser concebidas para cuartos de grandes dimensiones, son aplicables a espacios reducidos como lo es la cabina.
- Por medio de la revisión de libros de texto se pudo determinar que la curva NC 30 determinaba el nivel de ruido que se debía alcanzar al interior de la cabina, ya que es este valor el que existe en una sala multimedia. Considerando que el nivel de ruido promedio dentro de un departamento es de 55 [dB] el TL que se debía lograr es de 25 [dB]. Esta perdida por transmisión se puede lograr con una partición compuesta de apenas 7 [cm] de espesor debido a las características

de aislamiento que poseen los materiales elegidos y a que el nivel de ruido que se desea atenuar no es alta por las condiciones iniciales.

- Una característica principal de las salas de reproducción multimedia, es el bajo nivel de T60 existente; en la cabina debido al reducido tamaño y a la proximidad entre el sistema de altavoces y los oídos del ocupante se logra evitar la creación de reflexiones tardías que puedan “ensuciar” los sonidos reproducidos por el sistema electroacústico.
- A través de la simulación realizada en el software KEF SPT se puede observar que los altavoces escogidos para su uso en la cabina a pesar de su tamaño bastante compacto, alcanzan un NPS alto en las proximidades de su ubicación; la distribución envolvente de estos altavoces, siguiendo la norma ITU-R BS.775-2 permiten alcanzar un cubrimiento total del área de la cabina con nivel de presión sonora de 87 [dB] en el área donde su ubica el oyente. Se espera que el usuario utilice el sistema a un nivel promedio no mayor de 80 [dB] por precautelar su salud auditiva.
- A través de la misma simulación en KEF SPT, al observar los resultados sobre el área de cubrimiento de la cabina se puede asegurar una sensación de involucencia para el usuario lo cual aumenta la sensación de realismo en la recreación de ambientes sonoros. El confort acústico es difícil cuantificarlo en una simulación, la única forma de medir cuán comfortable es un ambiente es a través de ensayos en los cuales se someta a una muestra representativa de usuarios a experimentar un sistema de sonido envolvente normal y el sistema de sonido instalado en la cabina para que mediante su calificación subjetiva se puede determinar el grado de eficiencia del sistema en cuanto al confort acústico generado se refiere.

- Con la combinación correcta de materiales, se puede alcanzar niveles de aislamiento óptimos para sistemas de entretenimiento audiovisual, sin necesidad de emplear estructuras de peso y densidad significativa. En el caso del presente diseño se ha alcanzado el objetivo de aislamiento con una partición compuesta que no supera los 7 [cm] de espesor siendo menor que el grosor de la pared de una vivienda promedio y comparable en peso con el de un refrigerador.
- El costo de construcción de la cabina alcanza un valor inferior al que se necesitaría para adquirir un sistema de teatro en casa como los que se comercializan en el país. Un sistema BOSE LIFESTYLE 48 SERIE IV alcanza en el mercado ecuatoriano un precio de 4399,00 USD sin incluir el costo de instalación, además brindar un tratamiento acústico comparable al que se realizó en la cabina en una habitación cualquiera cuyo uso sea destinado al entretenimiento audiovisual puede alcanzar fácilmente los 5000,00 USD tratando las paredes del recinto, techo, piso y utilizando una puerta acústica. Es necesario tener en cuenta que este tratamiento se lo realizaría en una estructura existente, ya que si se lo tiene que realizar de cero este cuarto el valor fácilmente puede duplicarse. Por tal motivo la cabina puede considerarse como una alternativa viable si se desea un centro de entretenimiento en casa, sobre todo si no se posee el espacio a acondicionarse para este fin.

8.2 RECOMENDACIONES

- Para facilitar el trabajo de diseño es recomendable poseer conocimientos de un programa que permita realizar modelamiento en 3D como es el caso de Inventor de Autodesk de esta forma se puede

tener una percepción mas realista de la situación a la hora de diseñar.

- Es importante haber adquirido previamente destrezas en el manejo de software de simulación electroacústica y diseño acústico de espacios y materiales para poder evaluar de forma eficiente si las propuestas planteadas son correctas.
- Considerar previamente el software a ser utilizado y asegurar el acceso a dichos programas para evitar contratiempos y poder avanzar y cumplir con los plazos establecidos para el desarrollo del trabajo.
- Se recomienda que para la elección de consolas de videojuegos se tome en cuenta el formato de sonido multicanal envolvente que ha dispuesto el fabricante. Por ejemplo la consola Microsoft X-Box 360 utiliza formatos de audio DTS y Dolby Digital 5.1 con una frecuencia de muestreo máxima de 48 [kHz], es decir no es un sistema de sonido de alta definición. La consola de Sony Play Station 3 posee la capacidad de transmitir audio en formato DTS 5.1 y Dolby Digital 5.1, en ninguno de los dos casos se trata de audio en alta definición.
- En lo que se refiere a televisión satelital y video streaming se tienen en el mercado a NETFLIX y Apple TV como los sistemas de mayor demanda en la actualidad, el sistema NETFLIX transmite vía internet a través de casi cualquier dispositivo, ya sea una computadora, un Play Station 3, X-Box 360, etc. el formato de audio que se utiliza es Dolby Digital, el cual no es audio en alta definición. Apple Tv en cambio utiliza un hardware propio. Utiliza formatos de audio propios de Apple como AAC, AIFF, Apple Lossless, además utiliza también MP3 y para transmisión multicanal el formato Dolby Digital 5.1. Por este motivo se recomienda ser conscientes de las configuraciones

necesarias en los dispositivos dependiendo los formatos de audio que soportan los dispositivos que esperan utilizar.

- Se recomienda considerar como futuros temas de tesis a una edición complementaria al presente trabajo de titulación a la elaboración de una guía metodológica para el ensamblaje de la cabina aquí diseñada.
- Posterior a la fabricación de la cabina se recomienda realizar un estudio comparativo de la sensación de envoltencia y realismo experimentado en una sala teatro en casa diseñada con sistemas de alta gama y acondicionada para el efecto y la cabina que aquí se propone para poder medir de forma real la eficiencia del diseño propuesto.

REFERENCIAS

1. Anthony Chiarella and Matthew Polk. (2006). *Home Theater Handbook*. Baltimore, Maryland, USA: Polk Audio.
2. Antoni Carrión Isbert. (1998). *Diseño de espacios arquitectónicos*. Catalunya, España: Universidad Politécnica de Catalunya.
3. Cohen, Seat G. y Fougeyrollas, P. (1980). *La influencia del cine y la televisión*. México: FCE.
4. Congreso Nacional de Chile. (1979). *NORMA CHILENA OFICIAL NCh 1619-1979. ACÚSTICA - EVALUACIÓN DEL RUIDO EN RELACIÓN CON LA REACCIÓN DE LA COMUNIDAD*. Chile.
5. Federico Miyara. (2003). *Acústica y sistemas de sonido 3º edición*. Rosario, Argentina: UNR Editora.
6. Jean Piere Carrier. (2001). *Escuela y Multimedia*. México: Siglo XXI Editores.
7. Jorge Sommerhoff. (2005). *Guía de Clase para la materia Acústica de Locales*. Chile: Universidad Austral.
8. José Luis Brea. (2002). *La era pos media. Acción comunicativa, prácticas (post)artísticas y dispositivos neo mediales*. Salamanca, España: Editorial Centro de Arte de Salamanca.
9. M. David Egan. (2007). *Architectural Acoustics*. USA: J. Ross Publishing.
10. M.Möser y J.L.Barros. (2009). *Ingeniería acústica. Teoría y aplicaciones*. Berlín, Alemania: Springer – Verlag Berlin Heidelberg.
11. Samir N. Y. Gerges. (1998). *Ruido: fundamentos y control*. Florianópolis, Brasil: Universidad Federal de Santa Catarina.

DOCUMENTOS DE INTERNET

1. Auralex Acoustics. *Acoustics 101*. Barcelona, España: MASAcoustics Auralex Acoustics Inc.
2. Dolby Laboratories. (2010). *Home Theater Speakers Guide*. San Francisco, California, USA: Dolby Laboratories Inc.
3. Enrico Armelloni, Paolo Martignon, Angelo Farina. (2005). *Convention Paper 6444: Comparison between different surround reproduction systems: ITU 5.1 vs PanAmbio 4*. Barcelona, España: Audio Engineering Society.
4. Iñigo López Cebrián. *Acústica para la arquitectura*. Navarra, España: Acústica Arquitectónica®.
5. L. Maceiras, C. Quintas, D. García, L. Rodríguez-Míguez, JJ. Gestal. (1998). *Apuntes de Salud Pública: Radiaciones Electromagnéticas y ordenadores*. España: Universidad de Vigo – Universidad de Santiago de Compostela.
6. Mario Jaureguiberry. (2006). *Vibraciones: Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires UNICEN.
7. OTTO FUCHS KG. (2011). *Aluminiumlegierungen*. Alemania: OTTO FUCHS KG.
8. Ricardo Estellés Díaz, A. Fernández Rodeiro. (2006). *Guía para el diseño de Auditorios*. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República.
9. Ricardo Estellés Díaz. (2005). *Aislación Acústica*. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República.
10. Santos Pecorelli. *Ruido, Manual de Higiene Industrial I*. Santa Fe, Argentina.

GLOSARIO

A

Absorción sonora

Ver coeficiente de absorción sonora.

Acústica

Parte de la física, que trata de la producción, control, transmisión, recepción y audición de los sonidos, y también, por extensión, de los ultrasonidos.

C

Campo libre

Es un campo sonoro isotrópico, homogéneo y sin superficies límites.

Campo sonoro difuso o reverberante

Campo sonoro en el cual el sonido viaja en todas direcciones y con la misma magnitud, sin privilegiar a ninguna. Aquí el vector Intensidad es nulo, y la influencia del sonido recibido directamente de la fuente es despreciable.

Coeficiente de absorción sonora

La parte de la energía acústica incidente que queda absorbida por una superficie o un medio a una frecuencia determinada. El valor del coeficiente de absorción es función del ángulo con que incide la onda sonora

Coeficiente de transmisión sonora

Es la relación entre el sonido transmitido y el incidente.

Curvas Isofónicas

Son unas curvas que delimitan zonas que tienen igual nivel de presión sonora.

D

Decibel (dB)

Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

Decibel A (dB(A))

Es el nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A.

Difracción

Es la distorsión de una onda frontal causada por la presencia de un obstáculo en un campo sonoro.

Difusión sonora

Existente cuando la densidad de energía es uniforme en la región considerada, y cuando todas las direcciones del flujo de energía y todas las partes de la región son igualmente probables.

Distorsión

En un sistema transmisor o reproductor de sonido es cuando se realiza la transmisión o reproducción con variación en la forma de la onda. Existen varios tipos de distorsión, por ejemplo la distorsión de amplitud del sonido o aquella que afecta a su frecuencia.

E

Energía Acústica

Toda onda sonora va acompañada de un flujo de energía mecánica. El valor promedio de dicha energía acústica por unidad de tiempo se conoce como Potencia Acústica, W , y se mide en watts. Ahora, si esta energía por unidad de tiempo atraviesa una unidad de superficie normal a la dirección de propagación nos referimos a la Intensidad Acústica, I .

Enmascaramiento

Se define como el número de decibelios por el cual el umbral de audibilidad de un oyente, para un tono dado, se eleva por la presencia de algún otro sonido.

Espectro de frecuencias.

Es una representación de la distribución de la energía de un ruido en función de sus frecuencias componentes.

F

Factor de directividad

Es la relación entre el cuadrado de la presión acústica, medida en campo libre en un punto alejado, y en el eje principal, y la media de los cuadrados de las presiones en la superficie de una esfera que pasa por ese punto y es concéntrica con un transductor que se estudie (como un parlante). Es dependiente de la frecuencia.

Frecuencia

Es el número de oscilaciones de una onda acústica senoidal ocurrida en el tiempo de un segundo. Es el equivalente a la inversa del período. Comúnmente se expresa en Hz (Hertz).

I

Impedancia acústica

De un medio acústico en una superficie dada, y para un frente de onda, es el cociente complejo de la presión acústica (fuerza por unidad de superficie) sobre dicha superficie, por el flujo (velocidad volumétrica o lineal, multiplicada por la superficie) que pasa por ella. Si se consideran las impedancias en un punto de transmisión y no las generales, la impedancia de ese punto se define por el cociente complejo de la diferencia de presión eficaz sobre dicho punto por el flujo (velocidad volumétrica), entonces se habla de impedancia acústica específica intrínseca. La impedancia acústica puede expresarse como una impedancia mecánica, que sea igual a la impedancia dividida por el cuadrado de la superficie considerada.

Índice de reducción sonora

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia sonora incidente (W_1) en una superficie en ensayo, y la potencia sonora (W_2) transmitida a través de la muestra: $R=10 \log (W_1/W_2)$ dB

Infrasonido

Sonido cuya frecuencia es más baja que el límite inferior de audición.

Intensidad sonora

Ver energía acústica.

L

Longitud de onda

Distancia entre dos puntos correspondientes a una misma fase en dos ondas consecutivas, o bien, la distancia que recorre una onda sonora en un ciclo completo. La velocidad de una onda, c , es constante para unas condiciones de presión atmosférica y temperatura dadas, dependiendo únicamente del medio en que se propaga.

M

Micrófono

Es un transductor electroacústico que recibe una señal acústica (a su entrada) y proporciona a la salida oscilaciones eléctricas equivalentes.

Micrófono de presión

Es un micrófono dependiente para su operación de la acción de la presión sonora en una sola cara del diafragma. No es direccional si sus dimensiones son pequeñas con relación a la longitud de onda.

Micrófono de gradiente de presión

Micrófono cuya energía eléctrica de salida corresponde al gradiente de la presión acústica, aplicándose ésta a las dos caras de la membrana (micrófono bidireccional) que es lo suficientemente pequeña para ofrecer una pequeña oposición al paso de la onda sonora.

Modo normal de vibración

Es uno de los posibles caminos en los cuales el sistema puede vibrar si es espontáneamente perturbado como resultado de una perturbación de un sistema. Puede tener una frecuencia solamente dependiente de las propiedades del sistema.

N

Nivel de intensidad (LI)

El nivel de intensidad de un sonido, en decibelios, es igual a 10 veces el logaritmo decimal de la razón entre la intensidad de dicho sonido y la intensidad de referencia.

Nivel de potencia acústica (LW).

Su unidad es el dB, y corresponde a la energía total por unidad de tiempo que produce un foco de ruido, siendo, por tanto, independiente de las características del ambiente de propagación y de la distancia al foco del ruido. Se expresa como diez veces el logaritmo en base 10 de la relación de una potencia acústica determinada con la potencia acústica de referencia

Nivel de Presión Sonora (NPS ó SPL)

Se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática: $NPS = 20 \text{ Log } (P1/P)$, en que P1 es el valor efectivo de la presión sonora medida, y P es el valor efectivo de la presión sonora de referencia, fijado en $2 \times 10^{-5} \text{ [N/m}^2]$

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq, ó Leg)

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

Nodos

Son puntos, líneas o superficies (de presión, velocidad, o desplazamiento) de un sistema de ondas estacionarias, en los cuales una magnitud dada tiene una amplitud nula.

O

Octava.

Es el intervalo de frecuencias comprendido entre dos valores, siendo el segundo el doble del primero.

Omnidireccional

Características de elementos electroacústicos que no privilegian ninguna dirección por sobre otra. Por ejemplo, una fuente de sonido omnidireccionales es aquella que radía la misma energía sonora en todas las direcciones y frecuencias.

Ondas estacionarias

Sistema de ondas que resulta de la interferencia de ondas de igual naturaleza y de la misma frecuencia, caracterizado por la existencia de nodos, nodos imperfectos o seminodos (ondas semiestacionarias) y vientres. Para obtener ondas estacionarias las ondas interferidas deben tener componentes viajando en direcciones opuestas.

P

Período

Es el intervalo de tiempo de una repetición individual de una cantidad variable que se autorepite con regularidad.

Presión estática

Es la presión para la cual no existe perturbación del medio.

Presión sonora de pico (o peak)

En cualquier intervalo de tiempo dado, es el máximo valor absoluto de la presión acústica instantánea en un punto, durante dicho intervalo (sin contar el signo).

Presión sonora eficaz (RMS)

En un punto, es la raíz cuadrada del valor medio, durante un ciclo, del cuadrado de las presiones acústicas instantáneas en el punto considerado. La duración de la medida debe ser mayor si se trata de presiones no periódicas.

Presión sonora instantánea

En un punto, es la presión instantánea total en dicho punto, menos la presión estática.

Presión sonora efectiva

En un punto es la raíz cuadrada media de los valores de las presiones instantáneas durante un ciclo completo en un punto.

Presión sonora instantánea

En un punto, es el total de las presiones instantáneas en ese punto menos la presión estática.

Presión sonora máxima

Para un ciclo dado es el máximo valor absoluto de las presiones sonoras instantáneas durante el ciclo.

R

Reactancia acústica

Parte imaginaria de la impedancia acústica.

Receptor

Persona o personas afectadas por el ruido.

Recorrido libre medio

Es la distancia medía recorrida por una onda acústica en un recinto entre dos reflexiones sucesivas.

Resistencia acústica

De un medio sonoro es el componente real de la impedancia, esto es, la componente de la impedancia que es responsable de la disipación de energía.

Respuesta

Expresión cuantitativa del cociente de una magnitud determinada, medida a la salida de un transductor por otra magnitud determinada, medida a su entrada. La respuesta frecuentemente se traduce por, curva de respuesta, dándola en función de alguna variable independiente como

la frecuencia. La relación entre la respuesta en condiciones dadas y una respuesta de referencia se llama respuesta relativa.

Respuesta Lenta

Es la respuesta del instrumento de medición (como un sonómetros) que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento.

Reverberación

Persistencia de una onda acústica debido a reflexiones repetidas.

Rigidez

En un medio acústico, es el coeficiente que dividido por $2\pi f$, da la parte imaginaria de la impedancia acústica resultante de la elasticidad del medio o del desplazamiento volumétrico por unidad de presión.

Ruido

Todo sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable.

Ruido aéreo

Es el ruido emitido por una fuente de ruido directamente hacia el aire, el cual pasa a ser el medio principal de propagación hacia el receptor.

Ruido blanco

Aquel que contiene todas las frecuencias con la misma intensidad. Su espectro en tercios de octava es una recta de pendiente igual a 3 dB/octava.

Ruido de fondo

Es el ruido que se percibe en ausencia de la fuente de ruido específica que se evalúa.

Ruido de impacto

Es el ruido originado por golpes o vibraciones sobre una estructura sólida como medio principal de propagación y luego emitido hacia el aire por ésta.

Ruido ocasional

Es aquel ruido que genera una fuente emisora de ruido distinta de aquella que se va a medir, y que no es habitual en el ruido de fondo.

Ruido rosa

Aquel en que el espectro en tercios de octava es un valor constante.

S

Sala viva

Es una sala que da la impresión subjetiva de tener una considerable reverberación.

Sala muerta

Es una sala que da la impresión subjetiva de que no tiene reverberación.

Sensibilidad

De un micrófono, sobre unos ejes perpendiculares al diafragma, es el campo libre de sensibilidad existente cuando el sonido está incidiendo normalmente sobre el diafragma.

Sonido

Es una alteración en presión, carga, desplazamiento de partículas o velocidad de partículas, que se propaga en un medio elástico, o también superposición de estas alteraciones.

Sonómetro

Instrumento destinado a efectuar medidas acústicas. Debe cumplir con lo indicado en las normas IEC 651, y en el caso de ser sonómetro integrador, con la norma IEC 804.

T

Tiempo de reverberación

Tiempo necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB (es decir a su milésima parte) después de cese de la fuente. Se expresa en segundos y es un valor que depende de la frecuencia del sonido. El tiempo de reverberación se puede expresar, según Sabine, como: $T = 0,16 V/A$, en que V es el Volumen de la sala, en m³, y A es la absorción acústica media de la sala, en m².

Tipos de ruido:

Una clasificación que puede resultar útil a la hora de medir y evaluar un ruido es clasificarlo según el siguiente esquema:

- Ruido Estable es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango inferior o igual a 5 dB(A) Lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto.
- Ruido Fluctuante es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dB(A) Lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto.
- Ruido Imprevisto es aquel ruido fluctuante que presenta una variación de nivel de presión sonora superior a 5 dB(A) Lento en un intervalo no mayor a un segundo.

Tono

Es un sonido que da una sensación definida de frecuencia, está comprendido dentro del margen audible entre 20 y 20.000 Hertz.

Tono puro

Sonido que caracteriza una onda, cuya presión acústica instantánea es una función sinusoidal simple del tiempo y que por tanto tiene una frecuencia única.

Transductor

Es cualquier dispositivo accionado por la energía de uno o varios sistemas de transmisión y que proporciona energía a otros sistemas, en la misma forma o en otra.

Transductor electroacústico

Es el que incluido entre un sistema eléctrico y otro acústico, permite la transmisión de energía de uno a otro o viceversa.

U

Ultrasonido

Sonido cuya frecuencia es más alta que el límite superior de audición.

Umbral de audición

A una frecuencia específica, es el mínimo valor de la presión acústica de una onda sinusoidal de esta frecuencia, que da una sensación musical.

Umbral de dolor

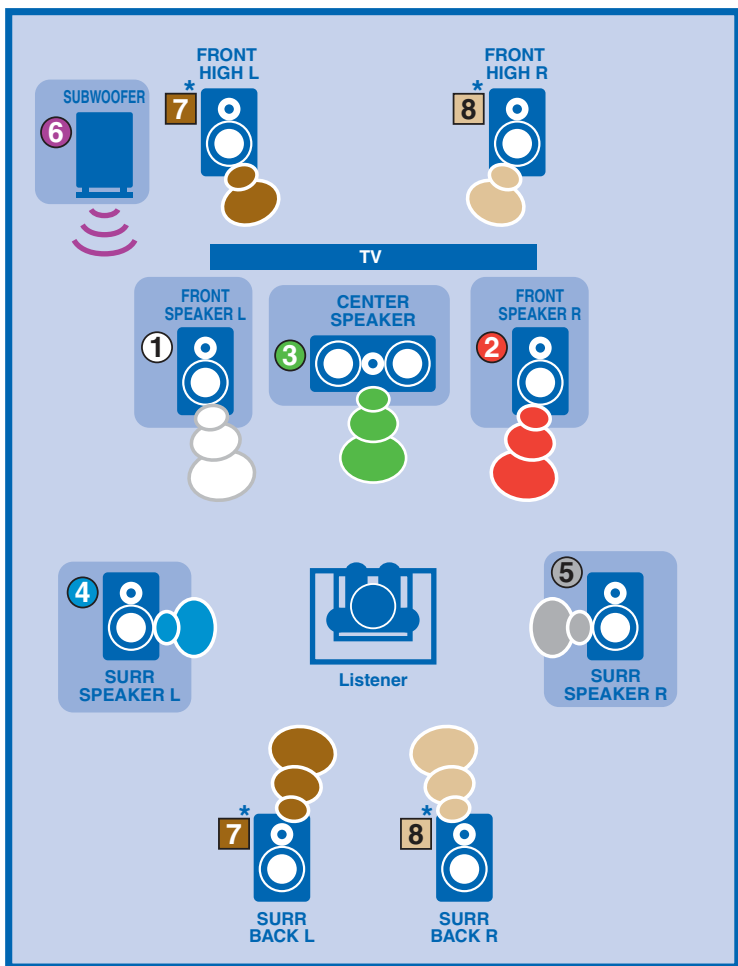
A una frecuencia dada, es el mínimo valor de la presión sonora de una onda sinusoidal a dicha frecuencia, que da una sensación sonora de dolor.

ANEXOS

ANEXO 1

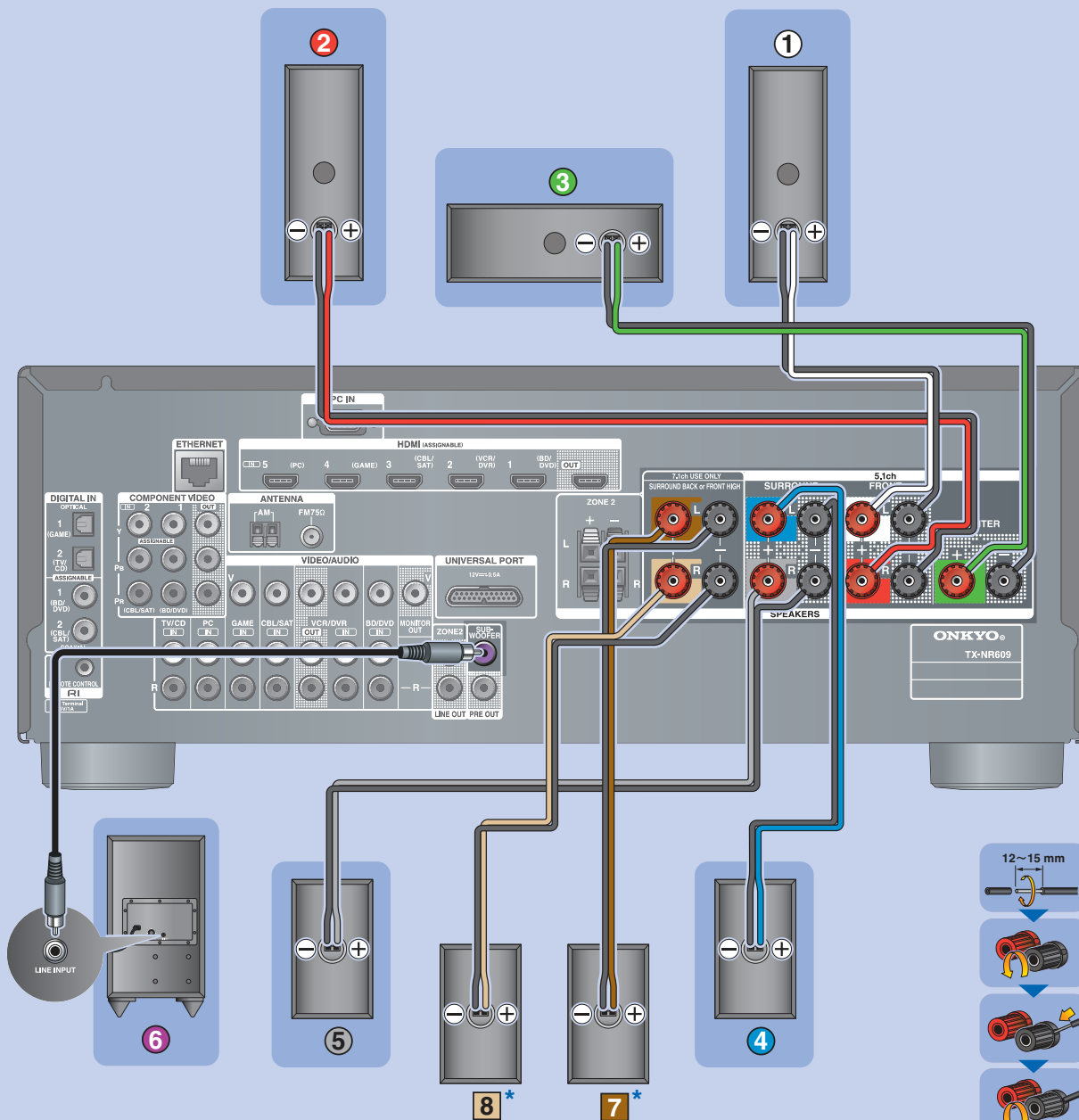
QUICK SETUP

Model: TX-NR609



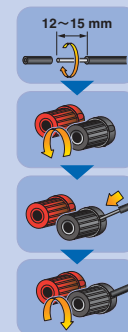
Speaker Configuration

5.1-channel: ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
 7.1-channel: ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ + ⑦ ⑧



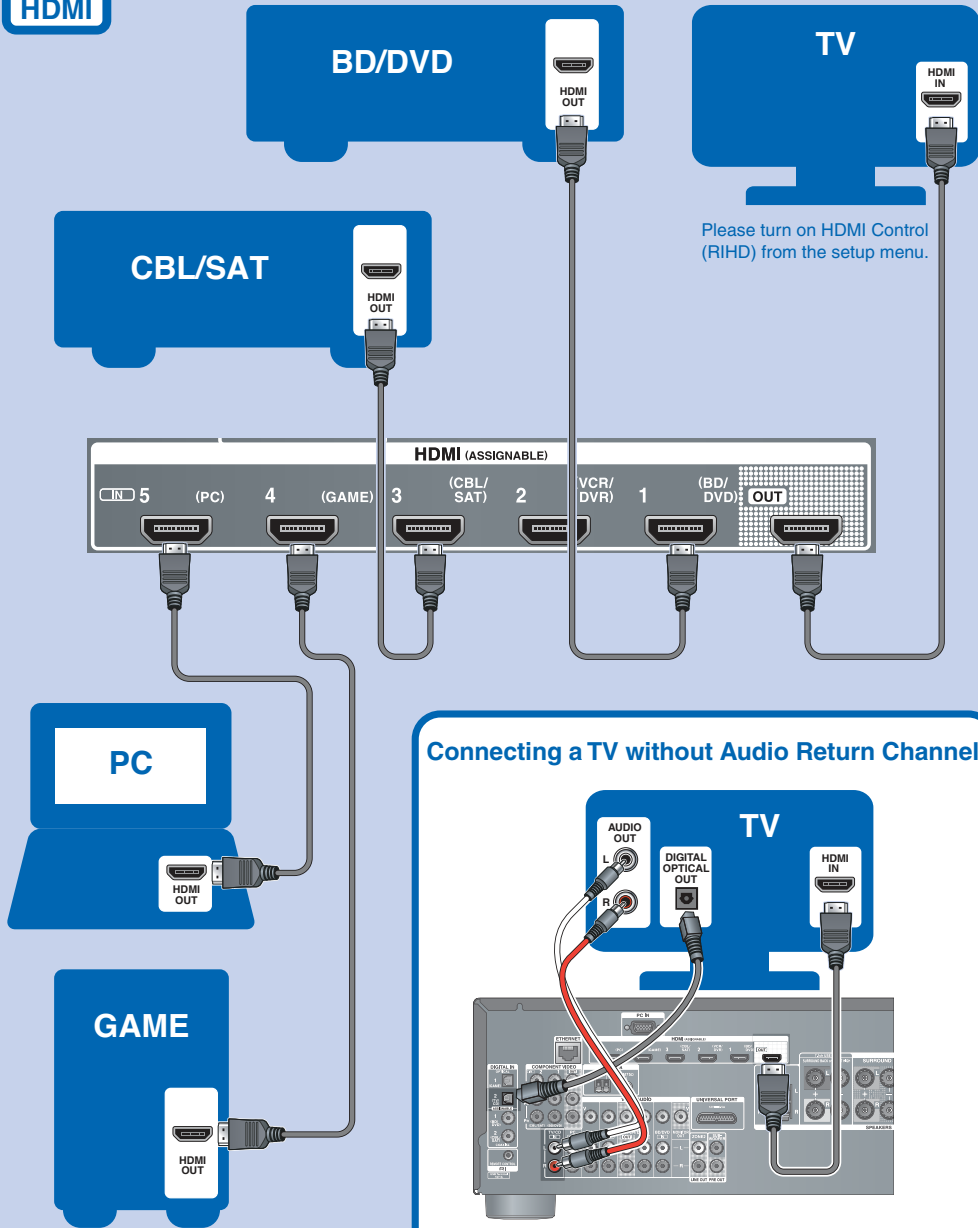
• Please connect ①, ②, ③, ④, ⑤ and ⑥, when connecting 5.1-channel surround.

* Either the SURROUND BACK or FRONT HIGH speakers can be connected to ⑦ and ⑧. Change the settings in accordance with the connected speakers.



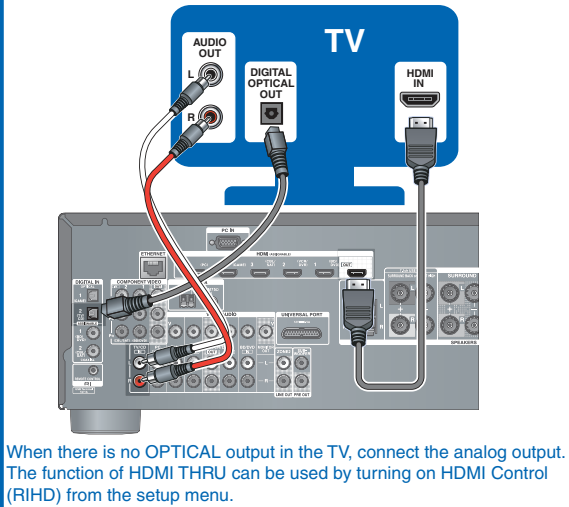


Connecting a TV with Audio Return Channel

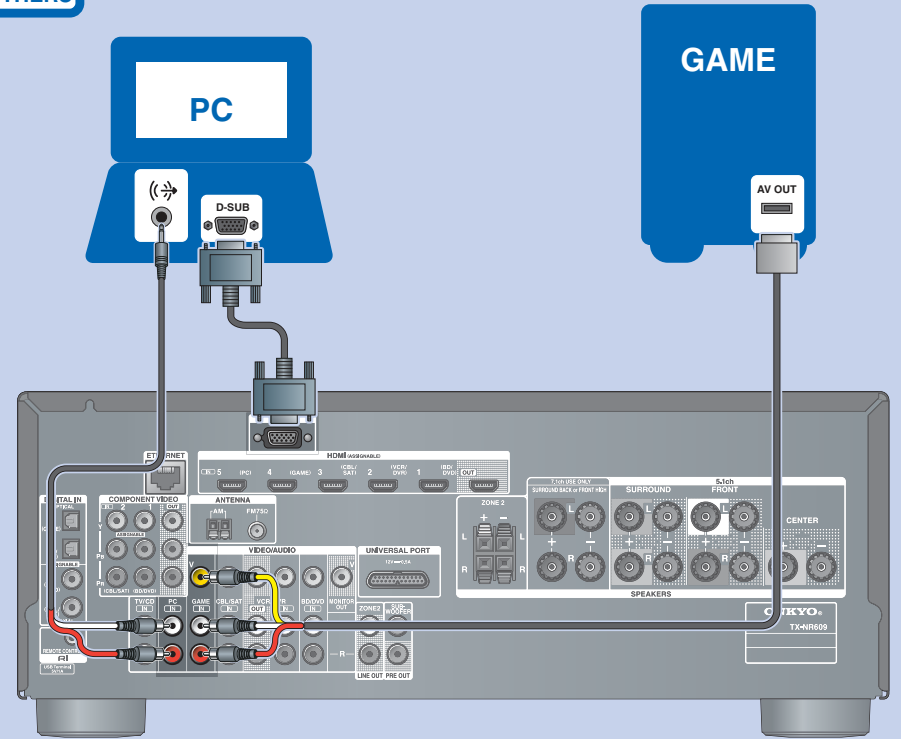


Please turn on HDMI Control (RIHD) from the setup menu.

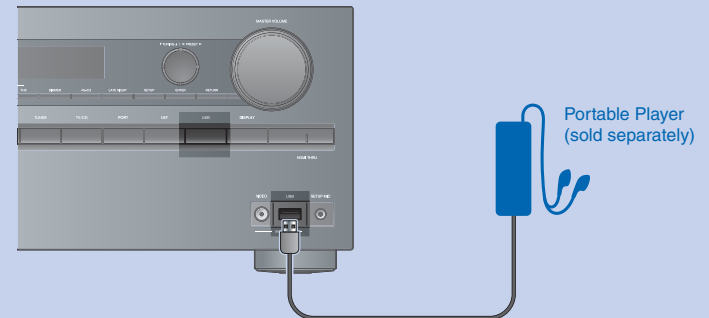
Connecting a TV without Audio Return Channel



When there is no OPTICAL output in the TV, connect the analog output. The function of HDMI THRU can be used by turning on HDMI Control (RIHD) from the setup menu.



Connecting a Portable Player



ANEXO 2

KEF® Ci series



Introduction (GB) Introduction(F) Einleitung(D) Introduzione(I) Introducción(ES) Introdução(P) Inleiding(NL) Introduktion(DK)

Thank you for purchasing KEF Ci50R Custom Installation loudspeakers. These products have been designed for dry-lined, stud partition walls or suspended ceilings. Ensure the loading on the wall or ceiling will support the weight of these assemblies.

Nous vous remercions de votre achat de haut-parleurs KEF Ci50R encastrables. Ces produits ont été conçus en vue d'un montage mural sur des cloisons à ossature, à revêtement sec, ou en suspension au plafond. Veuillez à ce que la fixation au mur ou au plafond supporte la charge de ces enceintes. Wir gratulieren Ihnen zum Kauf Ihrer Lautsprecher der KEF Ci50R für Installation nach Kundenangaben. Diese Produkte sind speziell für Wände mit Trockenfüllung und Zwischenstützen oder für untergehängte Decken konstruiert. Sich überzeugen, daß die Belastbarkeit der Wand oder Decke für das Gewicht dieser Anlagen ausreichend ist. Grazie per aver acquistato gli altoparlanti KEF Ci50R della Installazione Custom. Questi prodotti sono stati progettati per il montaggio su pannelli divisorii rivestiti e soffitti sospesi. Accertarsi che il pannello o il soffitto sia in grado di sopportare il carico dovuto al peso di queste unità. Gracias por haber adquirido los altavoces de instalación personalizada Ci50R de KEF. Estos productos se han diseñado para paredes divisorias

prefabricadas o para falsos techos. Asegúrese de que la pared o el techo pueda soportar el peso de estos componentes.

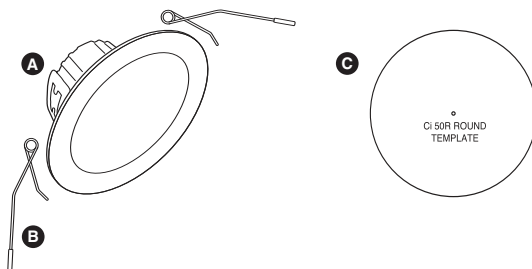
Obrigado por ter adquirido os altifalantes de instalação personalizada KEF Ci50R. Estes produtos foram concebidos para paredes secas, paredes mestras ou para serem suspensos do tecto. Assegure-se de que a parede ou tecto de montagem consegue suportar o peso destes conjuntos.

Van harte gefeliciteerd met uw aanschaf van KEF Ci50R inbouwluidsprekers. Deze luidsprekers zijn ontworpen voor montage in binnenwand /spouwmuur of systeemplafond. Zie erop toe dat bij montage voldoende rekening wordt gehouden met het gewicht van de luidsprekers. Vi vil gerne sige Dem tak for at have valgt vore specialkonstruerede KEF-højttalere Ci50R. Disse produkter er specielt beregnet til montering i skillevægge eller forsænkede lofter. Det skal sikres, at væggen eller loftet kan bære vægten af disse produkter.

Tools you will need (GB) Les outils dont vous avez besoin(F) Werkzeuge, die Sie benötigen(D) Attrezzi necessari(I) Herramientas que se necesitarán(ES) Ferramentas necessárias(P) Benodigd gereedschap(NL) Nødvendigt værktøj(DK)

Keyhole Saw	Scie sauteuse	Stichsäge	Gattuccio	Serrucho de calar	Serra de ponta	decoupeerzaag	Stiksav
Tape Measure	Mètre-ruban	Rollbandmaß	Metro a nastro	Cinta métrica	Fita métrica	Meetlint	Målebånd
Pencil	Crayon	Bleistift	Matita	Lápiz	Lápis	Potlood	Blyant
Paint Brush	Pinceau	Pinself	Pennello	Brocha	Pincel	Verfborstel	Pensel

Parts list (GB) Liste des pièces (F) Teilleiste (D) Distinta dei componenti (I) Lista de piezas (ES) Lista dos elementos (P) Stuklijst (NL) Del-fortegnelse (DK)



Identification of Parts (GB)

- A** 1 x Ci50R
- B** 2 x Spring Clip
- C** 1 x Position Template

* Shortages

If any parts are missing upon unpacking please contact your authorized KEF dealer.

	Description des pièces (F)	Identifikation der Teile (D)	Designazione (I)	Identificación de las piezas (ES)	Identificação dos elementos (P)	Onderdelen (NL)	Delenes navne (DK)
A x1	Haut-parleur	Antriebselement	Altoparlante	Altavoz	Altifalante	Luidspreker	Driver
B x2	Support panneau frontal	Scrimhalter	Fermo per pannello in tessuto	Soporte de la pantalla difusora	Suporte de tecido	Frontdoekhouder	Skærmholder
C x1	Cadre et baffle H.P.	Einbaurahmen/S chالwand	Flangia e supporto	Rejilla y baffle	Encaixe e painel frontal	Kunststof ombouw en frame	Pyntering/Baffle
*	Pièces manquantes Avant toute chose, prenez contact avec votre revendeur.	Fehlbestände Im Verlustfalle wenden Sie sich bitte in erster Linie an Ihren Lieferanten.	Componenti mancanti In caso di componenti mancanti contattare immediatamente il fornitore.	Carencias En caso de pérdida, y en primer lugar, póngase en contacto con su proveedor.	Faltas No caso de faltas, consulte o seu fornecedor em primeiro lugar.	Tekort Verwittig in geval van verlies eerst uw leverancier.	Hvis der mangler noget Hvis sættet ikke er komplet, skal leverandøren kontaktes med det samme.

Part No: 290169ML
Issue: 3

WARNING

No attempt should be made to install these loudspeakers unless you are sure that you will not be cutting through electric cables, water or gas pipes, or supporting joists.

Avertissement (F) Avant de procéder à l'installation de ces H.P., vérifiez bien que vous ne risquez à aucun moment de sectionner des câbles électriques, des canalisations d'eau ou de gaz ou toute autre élément de ce type.

Warnung (D) Diese Lautsprecher sollten wirklich nur dann installiert werden, wenn Sie sicher sind, daß Sie nicht Stromkabel, Wasserleitungen, Gasrohre oder T-Träger durchbohren oder durchschneiden.

Avvertenza (I) Non cercare d'installare gli altoparlanti prima di aver verificato l'assenza di cavi elettrici, tubazioni dell'acqua e del gas e di travetti nella zona d'installazione.

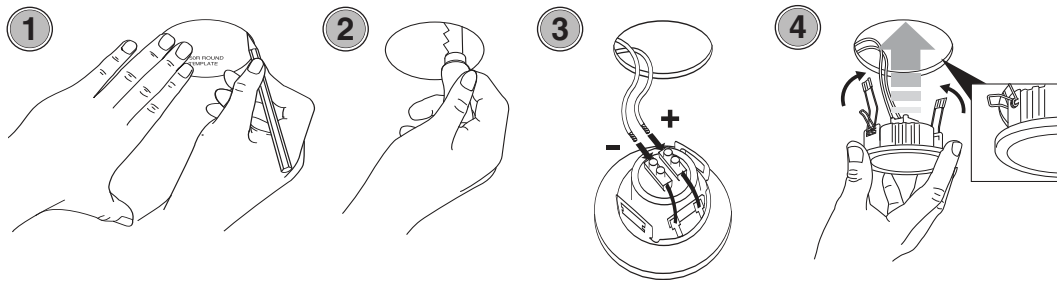
Atención (ES) No se debe intentar instalar los altavoces, a menos que se esté seguro de que no se va a dañar un cable eléctrico, tuberías de gas o agua o viguetas de soporte.

Aviso (P) Aquando da instalação destes altifalantes certifique-se de que não danifica cabos elétricos, canos de água ou de gás ou vigas de suporte.

Waarschuwing (NL) Installeer deze luidsprekers enkel als u zeker weet dat u geen elektrische leidingen, water-of gasleidingen of steunbalken zult raken.

Advarsel (DK) Kontrollér ved installationen, at der ikke er risiko for, at der bores hul i elektriske kabler, vand- eller gasrør eller bærende dele i væggen.

Installation (GB) Installation dans un mur (F) Wandeinbau (D) Installazione a parete (I) Instalación en la pared (ES) Instalação na parede (P) Montage in de muur (NL) Installation i væggen (DK)



Specifications (GB) Caractéristiques techniques (F) Spezifikation (D) Specifiche (I) Especificaciones (ES) Características técnicas (P) Specificaties (NL) Specifikationer (DK)

1. Model	Ci50R	6. Recommended Amplifier Power	10 - 30 Watts
2. Type	Full range	7. Nominal Impedance	6 ohms
3. Drive Unit	50 (2) mm (in)	8. Net Weight	0.14 (0.3) kg (lbs)
4. Effective Frequency Range +/- 3dB	155 - 20 kHz	9. Dimensions, overall	Ø80 x 52 (3.14 x 2.04) mm (in)
5. Characteristic Sensitivity Level (at 1m on axis for an input of 2.83v)	82 dB	10. Dimensions, cut out	Ø65 (2.55) mm (in)

1. Modèle (F)	Modell (D)	Modello (I)	Modelo (ES)	Modelo (P)	Model (NL)	Model (DK)
2. Type	Typ	Tipo	Tipo	Tipo	Type	Type
3. Haut-parleur HF	HF-Einheit	Unità AF	Unidad HF	Unidade de altas frequências (HF)	Hoogweergever	HF-enhed
4. Réponse en fréquences +/-3dB	Effektiver Frequenzbereich ±3dB	Risposta in frequenza +/-3 dB	Gama efectiva de frecuencias ±3dB	Frequência de transição	Kantelfrequentie	Delefrekvens
5. Niveau de sensibilité (à 1 m sur l'axe dans le cas d'un entrée de 2,83 V)	Charakteristisches Empfindlichkeitsniveau (bei 1 m auf der Achse für einen Eingangswert von 2,83 V)	Livello di sensibilità caratteristico (a 1 m sull'asse per un ingresso di 2,83 V)	Nivel de sensibilidad característico (a 1 m en el eje para una entrada de 2,83 V)	Nível característico de sensibilidade (a 1 m no eixo para uma entrada de 2,83v)	Karakteristiek gevoeligheidsniveau (bij 1 m op as bij 2,83V ingangsspanning)	Nominelt følsomhedsniveau (ved 1 m på samme akse, 2,83 V ind-signal)
6. Amplificateur conseillé Puissance (Watts)	Empfohlener Verstärker Leistung (Watt)	Amplificatore raccomandato Potenza (Watt)	Amplificador recomendado Potencia (w)	Potência recomendada de amplificação (watts)	Aanbevolen versterker vermogen (Watt)	Anbefalet Effekt (watt)
7. Impédance nominale (Ohms)	Nennimpedanz (Ohm)	Impedenza nominale (Ohm)	Impedancia nominal (ohm)	Impedância nominal (ohms)	Nominale impedantie (Ohm)	Nominal impedans (Ohm)
8. Poids net	Nettogewicht	Peso netto	Peso neto	Peso líquido	Netto gewicht	Nettovægt
9. Dimensions totales	Gesamtmaße	Dimensioni d'ingombro	Dimensiones, profundidad	Dimensões totais	Buitenafmetingen	Dimensioner, totalt
10. Dimensions de la découpe	Ausschnittabmessungen	Dimensioni utili	Dimensiones exteriores totales	Dimensões, em corte	Inbouwfmetingen	Dimensioner, udskaering

GP Acoustics (UK) Ltd, reserve the right, in line with continuous research and development, to amend or change specifications without prior notice. E. & O.E.

GP Acoustics (UK) Ltd, Ecclestone Road, Tovil, Maidstone, Kent, ME15 6QP U.K.
Telephone: + 44 (0)1622 672261 Fax: + 44 (0)1622 750653

www.kef.com

KEF America, Inc. 10 Timber Lane, Marlboro, New Jersey 07746 U.S.A
Telephone: +(1) 732 683 2356 Fax: +(1) 732 683 2358

www.kef.com

GP Acoustics GmbH, Heinrichstraße 51, D-44536 Lünen, Deutschland.
Telephone: +49 (0) 231 9860-320. Fax: +49 (0) 231 9860-330

www.kefaudio.de

GP Acoustics (France) SAS, 39 Rue des Granges Galand - BP414, 37554 Saint Avertin CEDEX, France
Tel : +33(0)2 47 80 49 01 Fax : +33(0)2 47 27 89 64

www.kef.com/France/

ANEXO 4

Barrier

Aislante acústico multipropósito.



Descripción del producto:

Aislante acústico multipropósito hecho en vinilo de alta densidad. Posee un elevado índice de aislación sonora para un amplio rango de frecuencias, por ser un material compacto y de gran masa. El **FONAC® Barrier** se presenta en placas para cielorrasos armados o suspendidos y en rollos para paredes, tabiques y cerramientos de oficinas.

Campo de aplicación:

La construcción de tabiquería divisoria entre locales, sea construida en placa de yeso, ladrillo hueco, tableros de madera o de metal, en general carece de la aislación acústica necesaria. La aplicación de **FONAC® Barrier** brinda una excelente solución, reforzando la aislación en estas particiones acústicamente débiles, disminuyendo la transmisión de los ruidos de un ambiente a otro.

FONAC® Barrier se instala rápida y fácilmente sobre una de las caras del tabique o sobre ambas si se requiere una aislación más exigente.

Indicado para hoteles, teatros, cines, salas de ensayo, restaurantes, locutorios, clínicas, consultorios, oficinas, salas de reunión, etc.

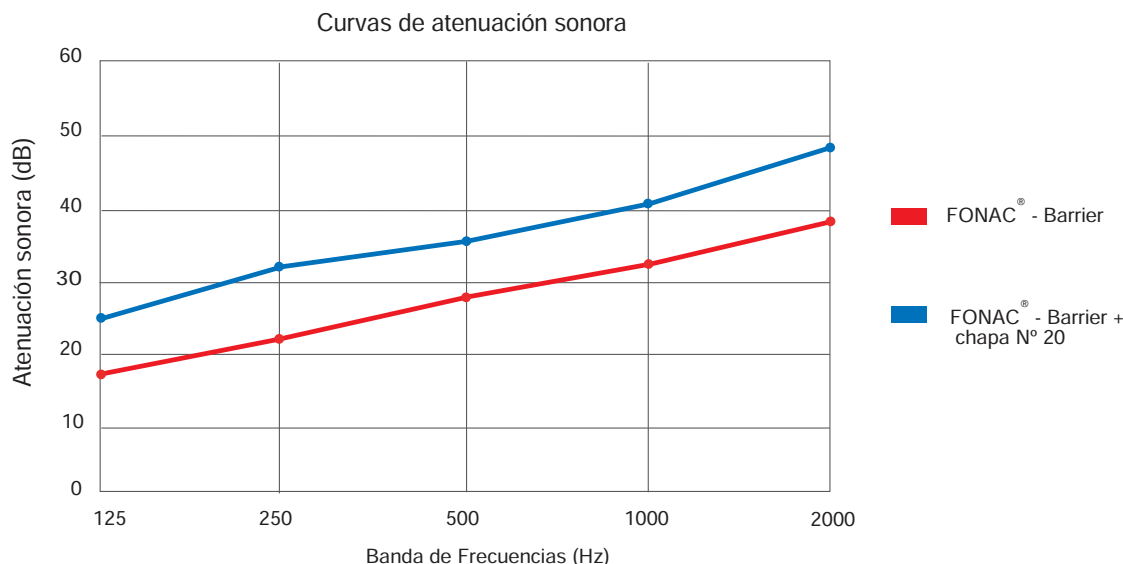
Se aplica en: pantallas acústicas, refuerzo de tabiques divisorios, paredes delgadas livianas, muros de ladrillo hueco, construcciones en seco, sobre cielorrasos livianos, revestimientos de tuberías, encabinado de máquinas, etc.

Los usos propuestos en la presente ficha técnica son indicativos y están sujetos al criterio del profesional a cargo, en todos los casos se deberá verificar la normativa local al respecto.

Ventajas y beneficios:

Excelente aislación acústica con mínimo espesor. Ocupa menos de 3 mm. Rápida y fácil instalación. Se corta fácilmente. Costo accesible. Temperatura de trabajo: -10° C a 80° C. No fluye. No se derrite. No gotea. No mancha. No se quiebra. No necesita estar instalado entre otros materiales, placas ó paneles. Se puede pegar con adhesivo de contacto **FONAC®**. No desprende partículas nocivas. No se desgrana. Imputrescible. Lavable. Ventajas adicionales del vinilo de alta densidad: mayor resistencia a la tracción, al corte y a las deformaciones. Prácticamente inerte a los agentes químicos. Insoluble a la mayoría de los solventes orgánicos. Material no contaminante. No contiene sustancias volátiles.

Prestación acústica



Ensayos de aislación realizados en el Laboratorio de Acústica y Luminotécnica (LAL), de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires.

Diferencias de nivel sonoro en dB

Material	Bandas de Frecuencias (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
FONAC Barrier	18	23	28	33	39
FONAC Barrier + chapa N° 20	25	31	36	41	47

Características Técnicas

Densidad (kg/m ³)	2.200
Masa (kg/m ²)	5
Flamabilidad*	IRAM 11910 - ISO 3

* Solicitar ensayos a pedidos@sonoflex.com

Presentación

Dimensiones (mm)	Ancho: 1,22 - Largo: 2,5 - 5 - 10
Superficie Vista	Liso
Espesor/es Nomin (mm)*	3 y 2
Color Base	Verde
Tolerancia	+/- 5%

* También versión 2mm (3kg/m2).

Importante:

- Los datos en el presente documento son indicativos y se refieren a ensayos de laboratorio bajo condiciones de norma.
- Debido a los componentes y proceso de fabricación, podrían observarse variaciones de tonalidad aún en materiales de una misma partida.
- Por cualquier aclaración o ampliación consulte a nuestro departamento de atención al cliente.

Condiciones de almacenamiento:

- Los materiales FONAC deben almacenarse en lugar seco, al abrigo de la humedad y protegidos de la acción directa o indirecta del sol.
- Preservar el material en su envase hasta su uso.
- No estibar más de 5 rollos.

Para mayor información:

atencionalcliente@sonoflex.com

ANEXO 5



Confort acústico
y térmico

Frescasa S.A.B.

Tratamiento Térmico - Acústico



DESCRIPCIÓN

Es un aislante acústico-térmico, especialmente diseñado para ser instalado en los espacios entre la perfilería, de los sistemas constructivos en seco.

El ancho de Frescasa S.A.B. coincide con la separación entre la perfilería, logrando un mejor aprovechamiento del material y disminuyendo la cantidad de cortes. Viene listo para ser instalado inmediatamente, sin necesidad de hacer cortes adicionales en ancho de 406mm (16") y 610mm(24"), y longitud de 2438mm (96").

Frescasa S.A.B. no se desliza, ni necesita elementos de sujeción, ya que ocupa por completo la distancia entre perfiles.

Frescasa S.A.B. se elabora en forma de manta con finas fibras de vidrio, resistentes, elásticas, unidas entre sí por medio de una resina fenólica de fraguado termoestable, que le imparte alta estabilidad dimensional. Se produce en espesores de 2 1/2" y viene sin ningún tipo de recubrimiento.

USOS

CONTROL ACÚSTICO

Frescasa S.A.B. tiene un coeficiente de reducción de ruido NRC=0.85 (para 2 1/2" de espesor), que lo hace ideal para el acondicionamiento acústico de recintos de trabajo, oficinas y vivienda, así como en el tratamiento acústico de paredes exteriores e interiores de paneles divisorios.

AISLAMIENTO TÉRMICO

Frescasa S.A.B. se emplea tanto en vivienda como en instalaciones comerciales e industriales, para el control y mantenimiento de temperaturas confortables, e igualmente para regular y mantener determinadas condiciones especiales de humedad relativa, requeridas para algunas industrias.

DESEMPEÑO ACÚSTICO FRECUENCIAS EN BANDAS DE OCTAVA

FRESCASA SAB 2 1/2" SIN PAPEL*	Montaje Típico	125	250	500	1000	2000	4000	NRC**
	4	0.21	0.62	0.93	0.92	0.91	1.03	0.85

Montaje 4: Material ubicado cerca a un muro sólido, como una pared de ladrillo.
(**)NRC=Valor típico esperado de acuerdo a la evaluación de productos de diseño comparable.



ICONTec
CERTIFICADO
ISO 9001

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería y Tecnología

Producto fabricado bajo un sistema de administración de calidad certificado de conformidad con ISO 9001.





CARACTERÍSTICAS

- Absorción acústica.
- Aislante térmico.
- Incombustible.
- Peso liviano.
- Inorgánico.
- No crea bacterias ni hongos.
- No genera olores.
- Dimensionalmente estable.
- Fácil de instalar.
- Mantiene en el interior la temperatura confortable.
- Mantiene los niveles adecuados de humedad.
- Reduce la transmisión de sonidos y controla el ruido.



ESPECIFICACIONES:

PRESENTACIÓN	Ancho	Largo	Espesor	NRC	RESISTENCIA TÉRMICA (R)
BULTO	406mm (16")	2438mm (96")	2 1/2"	0.85	8
BULTO	610mm (24")	2438mm (96")	2 1/2"	0.85	8

BENEFICIOS:

ACÚSTICOS

- Frescasa S.A.B. disminuye la transmisión de sonidos no deseados (ruido), protegiendo al usuario de ruidos internos y externos como:

RUIDOS INTERNOS:

Personas en los pasillos de los edificios, conversaciones de los vecinos, máquinas en el edificio, tuberías sanitarias, ascensores, motores eléctricos, cuartos de música, salas de televisión, etc.

- **RUIDOS EXTERNOS:**

Tráfico vehicular, industrias, embotelladoras, estadios, cornetas, discotecas, teatros, etc.

TÉRMICOS

AHORRO DE ENERGÍA, CALEFACCIÓN O AIRE ACONDICIONADO:

Frescasa S.A.B. instalado adecuadamente protege los espacios interiores de casas y edificios con una barrera térmica que ayuda a reducir la costosa pérdida de energía. De esta forma, ayuda a los propietarios de casas y oficinas a ahorrar en su consumo de combustible y energía tanto en la temporada de calor como en la fría.

GARANTÍA TOTAL

1 Garantía de desempeño

- Confort acústico
- Confort térmico

2 Garantía de seguridad

- No produce llama
- Es seguro para la salud

- Contiene material reciclado.

- Menor consumo de energía y recursos.

3 Garantía ambiental

4 Garantía de ahorro

Mayor Información

Tel: **(1) 893 3030** ext **1223-1226**

Gratis **01 8000 91 97 97**

www.aulasfiberglass.com

www.fiberglasscolombia.com

Síguenos en:



• FIBERGLASS COLOMBIA

• FiberGlass Saint-Gobain



Construimos Calidad de Vida

Una empresa **SAINT-GOBAIN**



SGS No. SC 1623
Sistema de Gestión de la Calidad para la producción y venta de membranas impermeabilizantes modificadas, mantas para el recubrimiento autoprotector y empujones adhesivos. Cálculo y diseño de juntas con sellado flexible en frío de resina para la fabricación recubrimiento interno y externo de conductos para transporte de aire acondicionado. Adhesivos internos y externos. Mallas, flecos y geomembras.

Norma ISO 9001:2008
Producto fabricado bajo un sistema de administración de calidad certificado de conformidad con ISO 9001.

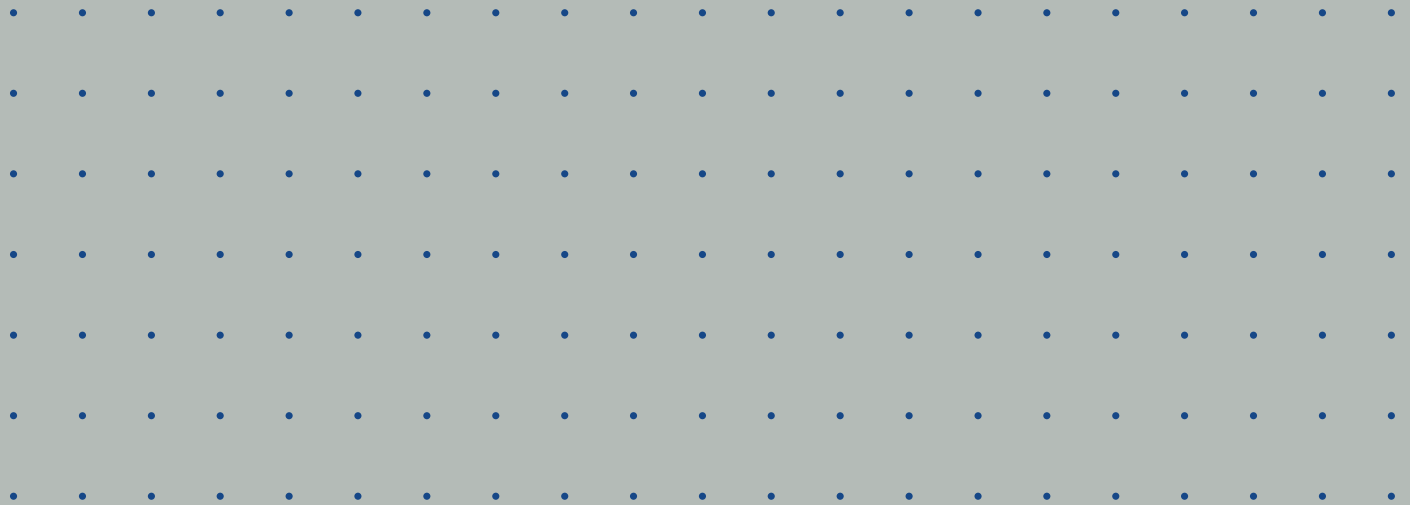
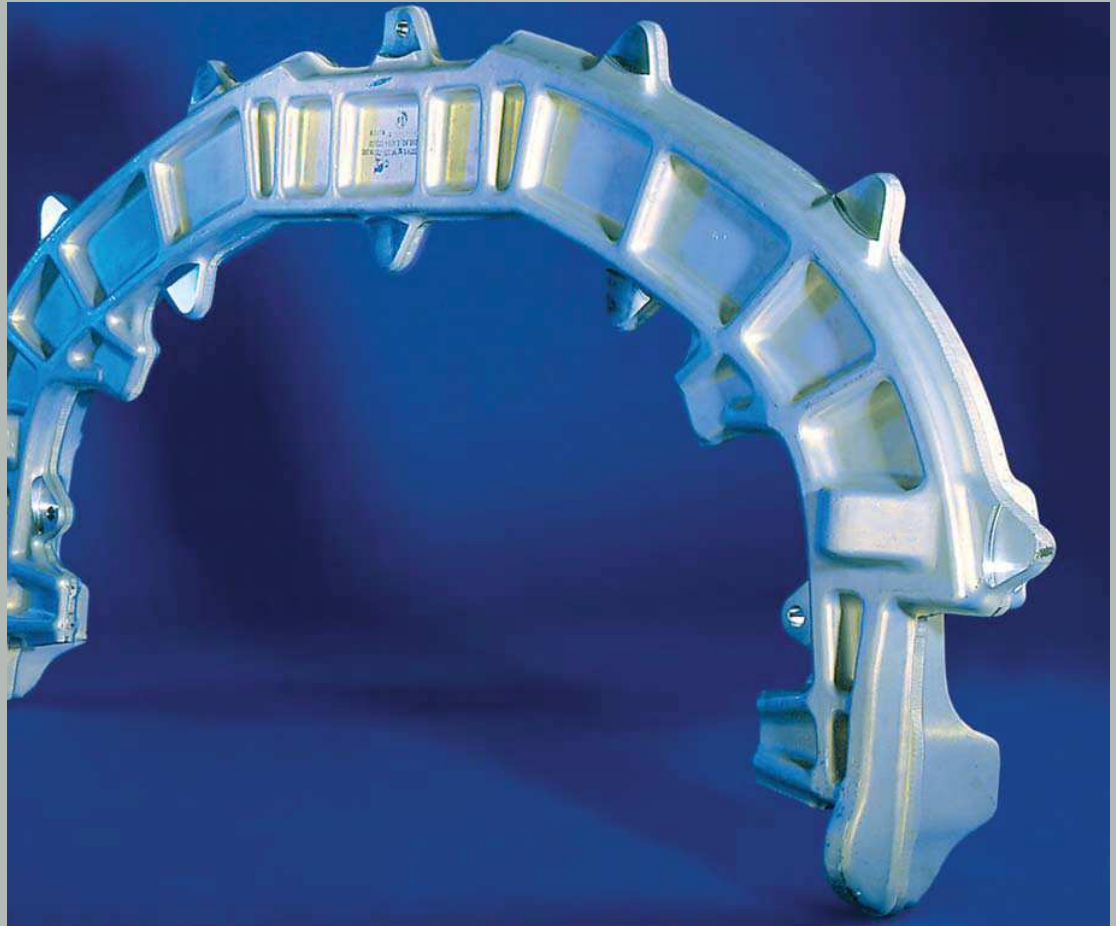


ANEXO 6

AI

Aluminiumlegierungen

Strangpressprodukte und Schmiedestücke



Aluminium-Knetlegierungen sind die Leichtmetalle mit den ausgewogensten Eigenschaften. Neben dem niedrigen spezifischen Gewicht bieten sie je nach Legierung:

- ▶ gute Korrosionsbeständigkeit
- ▶ mittlere bis hohe Festigkeit
- ▶ gute Dauer- und Betriebsfestigkeit
- ▶ gute Bruchdehnung/ Bruchzähigkeit
- ▶ ausgezeichnete Verarbeitbarkeit

Aus diesen Legierungen fertigen wir Freiformschmiedestücke bis zu einem Gewicht von 2.000 kg, Gesenkschmiedestücke von 5 g bis 1.000 kg (größte projizierte Fläche 20.000 cm², größte Länge 5.000 mm, größte Breite 2.000 mm), sowie Strangpressprofile (Stangen, Rohre, Voll- und Hohlprofile) bis zu einem umschriebenen Kreis von Ø 380 mm und Metergewichten von 100 g bis 40 kg.

Mit unseren Aluminiumprodukten (Halbzeuge, Fertigprodukte sowie komplettierte und vormontierte Komponenten)

bieten wir wirtschaftliche Lösungen für folgende Industriezweige:

Fahrzeugbau

- ▶ Räder
- ▶ Komponenten für
 - ▶ Fahrwerk
 - ▶ Lenkung
 - ▶ Bremssystem
 - ▶ Antriebsstrang
- ▶ Karosserie und Innenraum

Maschinen- und Anlagenbau

- ▶ Verdichterlaufräder
- ▶ Pleuel
- ▶ Hydraulikgehäuse
- ▶ Großkolben
- ▶ Elektromotorengehäuse
- ▶ Konstruktionsprofile

Bauindustrie

- ▶ Tür- und Fensterprofile
- ▶ Isolierprofile
- ▶ Fassaden-Elemente
- ▶ Gerüstbohlen
- ▶ Licht- und Fahnenmasten

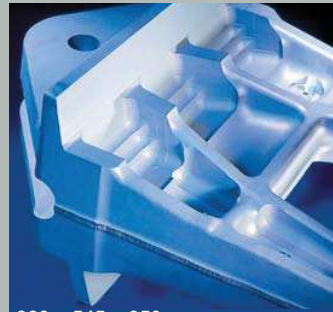
Luft- und Raumfahrtindustrie

- ▶ Strukturteile in Zelle und Flügel
- ▶ Fahrwerkskomponenten
- ▶ Hydraulikgehäuse
- ▶ Triebwerksteile für Flugzeuge, Hubschrauber und Flugkörper



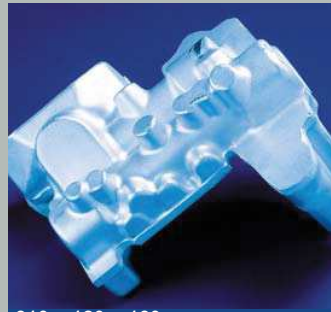
530 x 480 x 35 mm

Flugzeugfensterrahmen,
7175-T74, 1,1 kg



860 x 545 x 350 mm

Seitenleitwerksbeschlag,
7175-T73, 82 kg



310 x 120 x 160 mm

Ventilblock,
7175-T73, 7 kg



390 x 360 x 60 mm

Dreiecks-Querlenker,
6110A-T6, 2,4 kg



Strangpressprofile für die
Bauindustrie und den Maschinenbau



Großserien-Gesenkschmiedeteile
für die Automobilindustrie

OTTO FUCHS Bezeichnung	Normenvergleich			Mechanische Eigenschaften (Richtwerte)						Typische Werkstoffeigenschaften		
	Werkstoff-kurzzeichen EN AW	Werkstoff-nummer EN AW	Luftfahrt WLB	USA AA	Frankreich	Zugfestigkeit R _m in [N/mm ²]		Streckgrenze R _{p0,2} in [N/mm ²]			Bruchdehnung A ₅ in [%]	
						von	bis	von	bis		von	bis
A1	Al99,8(A)	1080 A	—	1080	A 8	60	130	20	110	5	27	Reinaluminium mit sehr guter Glänz-, Anodisier- und Verformbarkeit sowie Korrosionsbeständigkeit
A2	Al99,7	1070 A	—	1070 A	A 7	60	130	20	110	5	27	
AM05	Al99,85Mg0,5	(5110)	—	5110	—	70	130	30	80	4	22	Sonderlegierung für Zierleisten
AM11	Al99,85Mg1	5305	—	5305	—	100	155	40	135	4	22	Sonderlegierung innerhalb AlMg1 (AM10)
AM10	AlMg1(C)	5005 A	—	5005	A-G 0,6	100	155	40	135	4	22	sehr gute Glänz-, Anodisier-, Schweiß- und Verformbarkeit sowie sehr gute Korrosionsbeständigkeit bei höheren Festigkeitswerten als Reinaluminium
AM18	AlMg2(B)	5051 A	—	5051	(A-G 2)	145	205	60	155	4	17	
AM21	AlMg2Mn0,8	5049/5149	—	5049/5149	—	175	255	80	175	4	17	sehr gute Korrosionsbeständigkeit, Schweiß- und Verformbarkeit
AM25	AlMg2,5	5052	—	5052	A-G 2,5 C	160	235	70	165	4	17	
AM30	AlMg3Mn0,4	5018/5754	—	5018/5754	A-G 3	175	255	80	175	4	17	Sonderlegierung innerhalb AlMg3 (AM30) für dekorative Zwecke
AM36	AlMg3Mn0,4	—	—	—	(A-G 3)	175	255	80	175	4	17	
AM40	AlMg4,5Mn0,7	5083	—	5083	A-G 4,5 MC	255	275	110	155	4	17	sehr gute Korrosionsbeständigkeit bei guter Schweiß- und Verformbarkeit
AM54	AlMg4,5Mn0,4	5182	—	5182	(A-G 5)	235	325	110	235	4	18	
AM58	AlMg5(A)	5019/5119	—	5019/5119	A-G 5	235	325	110	235	4	18	wie AM54, jedoch besonders für Schiffbau geeignet
AG15	AlMn1	3103	—	3103	—	95	160	40	130	4	17	sehr gute Korrosionsbeständigkeit, Schweiß- und Verformbarkeit
AG18	AlMn1(Cu)	3003	—	3003	—	95	160	40	130	4	17	
AS03	AlSi0,5Mg(Cu)	—	—	—	—	220	280	200	240	10	15	Energie absorbierende Legierung für Umformprofile
AS04	AlMgSi	6060/6063	—	6060/6063	—	120	200	50	150	10	20	kalt- und warmhärtbare Legierung mittlerer Festigkeit; im Zustand „weich“ gut, im Zustand „kaltausgehärtet“ begrenzt formbar, gute Korrosionsbeständigkeit und Anodisierbarkeit bei guter Schweißbarkeit
AS05	AlMg0,7Si	6060/6063	—	6060/6063	(A-GS)	120	215	60	160	10	15	
AS06	AlMg0,7Si	6060/6063	—	6060/6063	(A-GS)	130	245	70	195	10	15	
AS07	AlSiMg(A)	6005 A	—	6005 A	A-SG 0,5	195	270	100	200	8	15	
AS09	AlSi1MgMn	6082	—	—	—	195	320	110	270	6	18	
AS10	AlSi1MgMn	6082	—	6082	A-SG M 0,7	195	350	110	320	6	18	Legierung mit mittlerer Festigkeit, Schweißbarkeit und guter Korrosionsbeständigkeit wie AS10, Sonderqualität für Strangpressprodukte
AS15	AlSi1MgMn	6082	—	6082	—	195	350	110	270	6	18	
AS20	AlMg1SiCu	6061	3.3214	6061	A-GSUC	195	315	100	255	6	18	wie AS10
AS28	AlSi1MgMnCuCrZr	—	—	6110 A	—	360	410	330	380	6	12	warmhärtbare Legierung mit hoher Festigkeit, guter Korrosionsbeständigkeit und guter Schweißbarkeit
AS29	AlSi1MgMnCuZr	—	—	6110 A	—	360	430	330	400	6	12	warmhärtbare Legierung mit hoher Festigkeit, guter Korrosionsbeständigkeit und guter Schweißbarkeit
AS60	AlSi12,5MgCuNi	4032	—	4032	A-S 12 UGN	280	380	240	350	3	5	warmhärtbare Legierung mit guter Warmfestigkeit (bis 80°C), In Sonderfällen F 36
AK13	AlCu4MgSi(A)	2017 A	3.1324	2017	A-U 4 G	375	410	215	275	8	14	kaltaushärtbare Legierung mit hoher Festigkeit
AK15	AlCu4MgSi(A)	2017 A	—	2017	A-U 4 G	375	410	215	275	8	14	Sonderqualität für stark gezogene Rohre, Stangen, Drähte
AK24	AlCu4Mg1(A)	2024/2124	3.1354	2024/2124	A-U 4 G 1	410	470	245	335	6	12	kaltaushärtbare Legierung mit hoher statischer und dynamischer Festigkeit
AK25	Al Cu4Mg1(Zr)/(A)	2024/2124	3.1354	2024/2124	A-U 4 G 1	430	490	290	360	6	12	
AK34	AlCu4SiMg	2014	3.1254	2014/2214	A-U 4 SG/A7 - U 4 SG	400	460	335	385	6	8	kalt- und warmhärtbare Legierung mit hohen Festigkeitseigenschaften
AK60	AlCu6Mn	2219	—	2219	A - U 6 M T	400	425	270	345	5	8	warmhärtbare hochfeste Legierung mit sehr guter Warmfestigkeit und Schweißbarkeit
AK65	AlCu9SiMgAg	—	—	2016	—	420	480	360	450	5	8	kalt- und warmhärtbare Legierung mit hohen Festigkeits- und Ermüdungseigenschaften bei Raum- und erhöhter Temperatur
AN40	AlCu2Mg1,5Ni	2618 A	3.1924	2618	A-U 2 GN	390	430	305	375	3	8	warmhärtbare hochfeste Legierung mit sehr guten Warmfestigkeitseigenschaften
AZ14	AlZn4,5Mg1	7020	—	7020	A-Z 5 G	315	390	275	295	6	10	kalt- und warmhärtbare Legierung hoher Festigkeit mit guter Korrosionsbeständigkeit, Schweiß- und Verformbarkeit
AZ16	AlZn4,5Mg1	7108 A	—	7108 A	A-Z 5 G	350	385	290	330	3	8	wie AZ14, Sonderqualität für Strangpressprodukte
AZ20	AlZn4,5Mg1	7108	—	7108	A-Z 56	340	350	270	290	10	14	wie AZ16, Sonderqualität für Strangpressprodukte
AZ40	AlZn5Mg3Cu	7022	—	7022	—	460	500	385	430	5	8	warmhärtbare Legierung mit sehr hohen Festigkeitseigenschaften für Strangpressprodukte
AZ54	AlZn5Mg3Cu	7022	—	7022/7079	A-Z 5 GU	460	500	385	430	5	8	warmhärtbare Legierung mit sehr hohen Festigkeitseigenschaften
AZ62	AlZn5,5MgCu(A)	7475	—	7475	—	420	540	355	470	5	8	warmhärtbare Legierung mit sehr hohen Festigkeitseigenschaften und verbesserten Ermüdungswerten
AZ63	AlZn5,5MgCu(B)	7075/7175	3.4364	7075	A-Z 5 GU	420	530	355	460	5	8	warmhärtbare Legierung mit sehr hohen Festigkeitseigenschaften für Strangpressprodukte
AZ64	AlZn5,5MgCu	7075	3.4364	7075	A-Z 5 GU	420	530	355	460	5	8	warmhärtbare Legierung mit sehr hohen Festigkeitseigenschaften
AZ69	AlZn5,5MgCu(B)	7175	3.4334	7175	—	420	540	355	470	5	8	warmhärtbare Legierung mit sehr hohen Festigkeitseigenschaften und verbesserten Ermüdungswerten
AZ83	AlZn6MgCu	7010	3.4394	7010	—	430	500	360	440	3	9	warmhärtbare Legierung mit sehr hohen Festigkeitseigenschaften und besonders guter Durchhärbarkeit
AZ84	AlZn6CuMgZr(A)	7050/7150	3.4144	7050/7150	—	430	500	360	440	3	9	
AZ86	AlZn8MgCu	7049 A	—	7049 A/7349	—	480	620	410	570	3	9	Speziallegierung für höchste Festigkeitseigenschaften, in Sonderfällen bis R _m = 700 N/mm ²
AL10	AlLi2,5Cu1,5Mg1	8090	—	8090	—	400	470	300	400	2	6	warmhärtbare Legierung mit hoher Festigkeit, hohem Elastizitätsmodul und geringer Dichte

Strangpress- und Schmiedehalbzeuge werden aus den aufgeführten Aluminium-Legierungen in allen genannten Lieferzuständen gefertigt. Weitere Legierungen werden auf Anfrage angeboten.

OTTO FUCHS Bezeichnung	Chemische Zusammensetzung (Richtwerte/Massenanteile in %)					
	Cu	Mg	Si	Mn	Zn	Sonstige
A1	—	—	—	—	—	—
A2	—	—	—	—	—	—
AM05	—	0,5	—	—	—	—
AM11	—	1	—	—	—	—
AM10	—	1	—	—	—	—
AM18	—	1,9	—	—	—	—
AM21	—	2	—	0,8	—	—
AM25	—	2,5	—	—	—	Cr
AM30	—	2,9	—	0,3	—	—
AM36	—	2,9	—	—	—	—
AM40	—	4,5	—	0,8	—	Cr
AM54	—	4,8	—	0,2	—	—
AM58	—	5,2	—	0,5	—	—
AG15	—	—	—	1,0	—	—
AG18	—	—	—	1,0	—	Fe
AS04	—	0,5	0,35	—	—	—
AS05	—	0,5	0,5	—	—	—
AS06	—	0,5	0,5	—	—	—
AS07	0,25	0,6	0,6	—	—	Cr
AS09	0,1	0,8	0,9	0,1	—	Cr
AS10	—	0,9	1,0	0,6	—	Cr
AS15	—	0,8	1,0	0,5	—	—
AS20	0,25	0,9	0,7	—	—	Cr
AS28	0,6	0,9	1,0	0,6	—	Cr, Zr
AS60	0,9	1,0	12	—	—	Ni
AK13	4	0,8	—	0,9	—	—
AK15	3,8	0,7	—	0,5	—	—
AK24	4,2	1,4	—	0,8	—	—
AK25	4,2	1,4	—	0,8	—	Zr
AK34	4,3	0,6	0,8	0,9	—	v
AK60	6,2	—	—	0,3	—	Zr
AK65	4,3	0,6	0,5	0,4	—	Ag, Ti, Zr
AN40	2,5	1,5	—	—	—	Fe, Ni
AZ14	—	1,2	—	0,1	4,7	Cr, Zr
AZ16	—	1,0	—	—	5,1	Zr
AZ20	—	0,9	—	—	5,4	Zr
AZ40	0,7	3,2	—	0,1	4,5	Cr
AZ54	0,7	3,4	—	0,1	4,6	Cr
AZ62	1,4	2,4	—	—	5,7	Cr
AZ63	1,4	2,5	—	—	5,7	Cr
AZ64	1,4	2,4	—	—	5,7	Cr
AZ69	1,4	2,3	—	—	5,7	Cr
AZ83	1,7	2,2	—	—	6	Zr
AZ84	2,5	2	—	—	6	Zr
AZ86	1,5	2,4	—	0,2	7,6	Cr, Zr
AL10	1,2	0,9	—	—	—	Li, Zr

Problemlösungen mit Aluminium-Knetlegierungen

Simultaneous Engineering

Konstruktion, Entwicklung und Fertigung von OTTO FUCHS erfüllen die Anforderungen gemäß ISO/TS 16949:2002.

Vor allem in der Automobilindustrie entwickeln wir die Produkte in enger Abstimmung mit dem Kunden von der Berechnung bis zur Großserienreife – einschließlich Fertigbearbeitung und Baugruppenmontage.

Aluminium-Knetlegierungen werden in der Fuchs-eigenen Stranggießerei erschmolzen und legiert. Die nächsten Schritte sind Strangpressen und Schmieden (Gesenk und Freiform), die Weiterverarbeitung und – wenn vom Kunden gewünscht – Lackierung und Montage.

Simultaneous Engineering in der Zusammenarbeit mit OTTO FUCHS bedeutet: In die Entwicklung und Herstellung der Produkte durch Strangpressen, Schmieden, Fließdrücken, Ziehen und Fertigbearbeitung fließen 70 Jahre Erfahrung mit Aluminium-Knetwerkstoffen ein.



Ø 610 x 280 mm
Flugzeugradhälfte, 2214-T6, 60 kg



1250 x 800 x 420 mm
Bugfahrwerksgehäuse, 7175-01, 112 kg



Schmiedeleichtrad Jaguar XJ



Exklusivrad Audi A8

AI

WERKSTOFF
INFORMATION



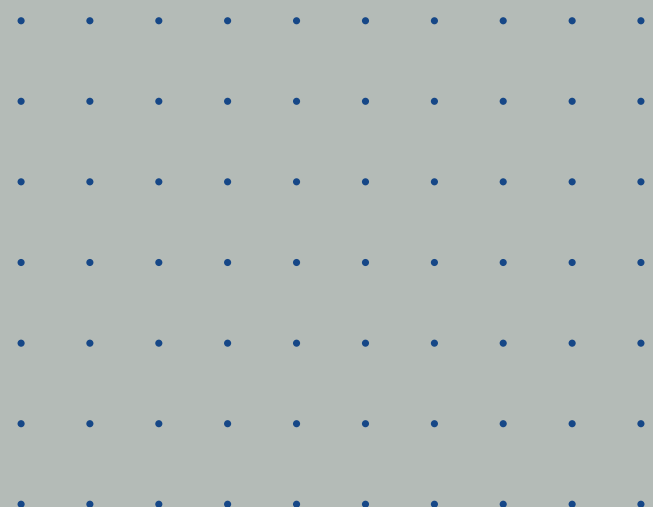
Aluminiumlegierungen
Strangpressprodukte und Schmiedestücke

Weitere
Werkstoff-
Informationen
erhältlich:

Cu WERKSTOFF
INFORMATION
Kupferlegierungen

Mg WERKSTOFF
INFORMATION
Magnesiumlegierungen

Ti WERKSTOFF
INFORMATION
Titanlegierungen



OTTO FUCHS KG Telefon +49 2354 73 1
Postfach 1261 Telefax +49 2354 73 201
D-58528 Meinerzhagen E-Mail info@otto-fuchs.com
Germany Internet www.otto-fuchs.com
www.fuchsfelge.de