



I.E.D. POLICARPA SALAVARRIETA

AUDITORIO

ESTUDIOS Y DISEÑOS ACÚSTICOS

ACUSTICA DISEÑO Y TECNOLOGIA S.A.S

Fecha de emisión: 23 de Diciembre de 2021

## INDICE

1. GLOSARIO TECNICO
2. INTRODUCCION
3. MARCO NORMATIVO
  - 3.1. NORMATIVA NACIONAL
  - 3.2. NORMATIVA Y ESTANDARES INTERNACIONALES
4. CRITERIOS DE DISEÑO
  - 4.1. AISLAMIENTO ACUSTICO
    - 4.1.1. RUIDO AEREO
    - 4.1.2. RUIDO DE IMPACTO
    - 4.1.3. RUIDOS DE INSTALACIONES Y EQUIPOS MECANICOS
  - 4.2. ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO
5. OBJETIVOS DE DISEÑO
  - 5.1. AISLAMIENTO ACUSTICO
  - 5.2. ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO
6. HIPOTESIS DE DISEÑO
7. MEMORIAS DE CALCULOS
  - 7.1. MUROS, PUERTAS Y PLACAS
  - 7.2. SIMULACIONES ACUSTICAS
    - 7.2.1. AUDITORIO
8. RECOMENDACIONES GENERALES
  - 8.1. AISLAMIENTO ACUSTICO
    - 8.1.1. PARAMENTOS INTERIORES
    - 8.1.2. SISTEMAS MECANICOS - HVAC
    - 8.1.3. INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y ALL
  - 8.2. ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO
9. ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS
10. ANEXOS
  - 10.1. PLANOS

## 1. GLOSARIO TECNICO

- **Decibel (dB):** Unidad en la que se expresa el nivel de presión sonora. El nivel dB es una cantidad logarítmica; la gama de niveles normalmente va de 0 a 120 dB.
- **Ponderación A (dBA):** Hace referencia los ajustes que debe implementarse a los niveles dB, de manera que se puedan analizar los niveles de ruido y su impacto, de acuerdo a la respuesta ofrecida por el oído humano, debido a que este no percibe de forma lineal las diversas frecuencias del espectro auditivo.
- **Frecuencia:** Es el número de pulsaciones de una onda acústica ocurridas en un tiempo de un segundo. Unidad: Herzio (Hz). El rango de frecuencias que es audible por el hombre se encuentra entre los 20 Hz y 20 kHz y estas a su vez se dividen en intervalos llamados octavas y tercios de octava.
- **Pérdida de transmisión sonora (TL - Transmission Loss):** Representar la magnitud de aislamiento acústico aportado una partición determinada entre dos espacios contiguos, para una frecuencia específica.
- **STC (Sound Transmission Class):** Cifra promedio que mide la capacidad de un paramento determinado para actuar como barrera contra los sonidos transmitidos por vía aérea, esto para el espectro de frecuencias comprendido entre 125 y 4000 Hz. Entre mayor sea la cifra, es mayor su eficiencia en términos de aislamiento acústico.
- **NRC (Noise Reduction Coefficient):** Coeficiente de absorción acústica proporcionado por un material determinado. El valor oscila en el rango entre 0 (refleja el 100% de la energía acústica que recibe) y 1 (absorbe el 100% de la energía acústica que recibe) este coeficiente se debe encontrar en las fichas técnicas de los materiales de acabados, o debe ser suministrado por sus proveedores.
- **Tiempo de Reverberación (RT):** Se refiere al tiempo requerido para que un sonido reduzca su energía en 60 decibeles (lo que equivale proporcionalmente a una millonésima parte de la energía total del sonido emitido inicialmente).

## 2. INTRODUCCIÓN

La concepción del recinto debe partir de las necesidades específicas que su aplicación exigen y en consecuencia, la definición de los usos previstos para el espacio se convierte en la principal determinante para el desarrollo de los diseños.

Siendo este un proyecto destinado para la realización de eventos académicos los diseños acústicos se enfocan en generar las condiciones ideales de inteligibilidad con o sin ayudas amplificadas, la correcta visualización de imágenes proyectadas que complementan las puestas en escena y la audición de señales amplificadas.

De esta forma el proyecto acústico se convierte en el componente principal para la generación de un proyecto arquitectónico cuyo objetivo fundamental, es el de generar las condiciones óptimas para la visualización y escucha de los eventos a desarrollarse.



### 3. MARCO NORMATIVO

El ruido como aspecto generador de impacto ambiental, puede afectar la salud y el derecho a un medio ambiente sano; en ese sentido, se han generado diversos pronunciamientos jurisprudenciales, en los cuales se manifiesta que el ruido pone en riesgo diversos derechos individuales y colectivos, además de deteriorar el medio ambiente en general.

La normativa nacional aborda de manera muy general, aspectos relacionados con la cantidad de ruido que se debe lograr al interior de los espacios.

#### 3.1. NORMATIVA NACIONAL

- **Norma Técnica Colombiana NTC 4595 (3ra Edición).** Ministerio de Educación Nacional. Reglamenta el planeamiento y diseño de instalaciones educativas, la cual establece los máximos niveles de intensidad de sonido al interior de los ambientes.

Ambientes	Rango de intensidades de sonido ambiente, en dB (A)
Ambientes pedagógicos básicos con un volumen encerrado menor o igual a 566 m <sup>3</sup>	35
Ambientes pedagógicos básicos con un volumen encerrado mayor a 566 m <sup>3</sup> y todos los ambientes pedagógicos complementarios	40
Ambientes E empleados para circular	45
NOTA: Adaptado de la norma ANSI/ASA S12.60-2010/Part 1. Valores para recintos amoblados sin presencia de personas y con puertas y ventanas cerradas tomados del promedio de la hora con mayor intensidad de ruido. Para información adicional y en caso de presencia de ruidos internos ocasionados por equipos de servicio debe consultarse la norma mencionada.	

Tabla 1. Niveles máximos de sonido ambiental

Tiempos de reverberación según cada ambiente, con una ocupación media.

Ambientes	Máxima reverberación, en segundos, permitida en frecuencias de 500 hz, 1000 hz y 2000 hz.
Ambientes pedagógicos básicos con un volumen encerrado menor o igual a 238 m <sup>3</sup>	0.6
Ambientes pedagógicos básicos con un volumen encerrado mayor a 238 m <sup>3</sup> y menor o igual a 566 m <sup>3</sup>	0.7
Ambientes E empleados para circular, Ambientes pedagógicos básicos con un volumen encerrado mayor a 566 m <sup>3</sup> y todos los ambientes pedagógicos complementarios.	Sin Requisito
NOTA: Adaptado de la norma ANSI/ASA S 12.60-2010/Part 1.	

Tabla 2. Tiempo de reverberación

El concepto de dichas normas son muy generales y por consiguiente no serán tomadas como únicos referentes para el proyecto.

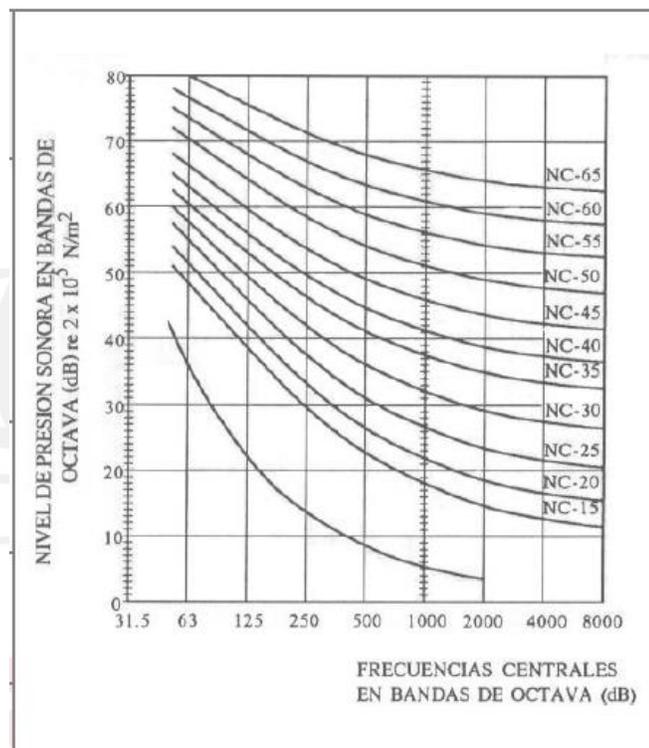
En cuanto a los tiempos de reverberación, los valores establecidos por la normativa local son muy superiores a normativas internacionales y no es muy claro al establecer como parámetro "ocupación media" y no hay

normativa asociada a condiciones acústicas al interior de los espacios diferentes a los mencionados en la NTC 4595, que haga referencia a criterios de diseño para auditorios.

Dicho lo anterior, los objetivos del diseño acústico serán complementados con estándares internacionales aplicables tanto al proyecto de aislamiento como de acondicionamiento acústico.

### 3.2. NORMATIVA Y ESTANDARES INTERNACIONALES

- ANSI/ASA S12.2-2008.** American National Standards Institute / Acoustical Society of America. Establece el criterio NC (Criterio de Ruido) el cual consiste en un sistema de curvas que indican los niveles máximos permitidos de ruido ambiental (residual) por banda de octava en diferentes tipos de recintos cerrados.



**Gráfico 1.** Curvas NC Relación entre niveles de ruido (dB) y Frecuencias (Hz).

- BB93 - 2003.** Building Bulletin 93 - Reino Unido. Establece los estándares mínimos en términos de tiempos de reverberación (entre otros), para edificaciones de formación.

## 4 CRITERIOS DE DISEÑO

### 4.1 AISLAMIENTO ACÚSTICO

El objetivo del presente estudio consistió en diseñar los mecanismos o sistemas constructivos de control de ruido requeridos en el proyecto.

Dichos mecanismos se establecieron de acuerdo con los parámetros establecidos por la normativa NTC 4595 mediante la cual se define el nivel de ruido máximo recomendado al interior del recinto (40dB). En consecuencia se analizó la incidencia tanto de ruidos internos como externos para así, establecer las especificaciones acústicas requeridas para muros, cubierta y puertas.

Como punto de partida para la elaboración del diseño acústico, se identifican 2 grupos de ruido a los que se ve enfrentada el auditorio y para los que se aplican diferentes modalidades de aislamiento.

Las ondas sonoras llegan a nosotros a través del aire, pero en los pasos intermedios nos encontramos con ruidos que se transmiten por medios sólidos como las estructuras de los edificios. Por esta razón dividimos los ruidos en Ruidos que se transmiten por vía aérea y ruidos que se transmiten por vibración estructural.

#### 4.1.1 RUIDO AEREO

Son los ruidos transmitidos de un espacio a otro por vía aérea, sean estos provenientes de una fuente externa a la edificación (tráfico vehicular, aviones) o generados internamente en el edificio (eventos amplificadas, música, ductería, etc.). Estos ruidos viajan por el aire y se transmiten entre espacios contiguos a través de las puertas, muros, ventanería, placas, ductos, etc.

**Intervención:** Los estudios y diseños para este tipo de ruidos involucran un análisis de las pérdidas de transmisión de los distintos paramentos del edificio y se ven reflejados en detalles y especificaciones constructivas de los paramentos interiores y de fachada.

#### 4.1.2 RUIDOS DE IMPACTO

Este tipo de ruidos son producidos por el impacto directo que genera un usuario o un objeto en la estructura de la edificación (pisadas, golpes, arrastre de objetos, etc.), generando ruidos que se transmiten por vías sólidas (estructura, muros, placas, etc.), logrando recorrer grandes distancias y ser percibidos desde los diferentes espacios.

**Intervención:** Los diseños del aislamiento acústico se enfocan en cortar los caminos de transmisión de vibraciones por medio de cambios de densidad de materiales y elementos amortiguantes y se verán reflejados en detalles específicos para los pisos y las placas de entre piso.

#### 4.1.3 RUIDOS DE INSTALACIONES Y EQUIPOS MÉCANICOS

Este tipo de ruidos son producidos por equipos mecánicos los cuales si se vinculan directamente con la estructura del edificio, bien sea mediante el anclaje de los mismos o por los conductos asociados, se transmiten por vías sólidas (estructura, muros, placas, etc.), logrando recorrer grandes distancias y ser percibidos desde los diferentes espacios.

Lo mismo ocurre con los ruidos producidos por las tuberías de instalaciones hidro-sanitarias (desagües, bajantes) y los transmitidos a través de los conductos de ventilación.

**Intervención:** Los diseños del aislamiento acústico se enfocan en cortar los caminos de transmisión de vibraciones por medio de cambios de densidad de materiales y elementos amortiguantes y se verán reflejados en detalles específicos para la instalación de los equipos, ductarías y conductos.

#### 4.2. ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

El objetivo principal en términos de acondicionamiento acústico, consiste en generar las condiciones ideales en términos de reverberación, primeras reflexiones, inteligibilidad entre otras.

Dichas condiciones acústicas están directamente relacionadas con la volumetría, la forma interior del recinto, los materiales que conforman los acabados arquitectónicos (pisos, muros, cielos rasos) y la materialidad del mobiliario fijo (silletería de la audiencia).

Para evidenciar el comportamiento de la energía sonora al interior del auditorio, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- Tiempo de reverberación (RT)
- Distribución sonora (SPL)
- Índice de transmisión de la palabra (STI)
- Pérdida de la articulación de las consonantes (%ALCONS)
- Claridad de la voz C50
- Claridad musical C80

## 5. OBJETIVOS DE DISEÑO

### 5.1. AISLAMIENTO ACÚSTICO

El objetivo de diseño está determinado por un nivel máximo de presión sonora medido en decibeles (dB) que representa, según la normativa citada, el punto de confort auditivo para un ambiente determinado dentro del edificio según su uso y características. Adicionalmente, para efecto de cálculos, tomamos como referencia el estándar internacional NC (Noise Criteria) mediante el cual también se define el nivel máximo de ruido de fondo recomendado para cada espacio, pero discriminando la intensidad por frecuencia, con lo cual permite elaborar de manera más precisa, los cálculos correspondientes para generar las especificaciones de los tratamientos propuestos.

Estos objetivos se encuentran representados en las siguientes tablas:

NIVELES MAXIMOS DE RUIDO DE FONDO - NTC 4595		dB
Auditorio		40
Circulaciones		60

**Tabla 3.** Máximos niveles de intensidad de sonido al interior de los ambientes expresados en decibeles dB

RECINTO	NC	OBJETIVOS DE DISEÑO - dB							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Auditorio	30	57	48	41	35	31	29	28	27
Circulaciones	45	67	60	54	49	46	44	43	42

**Tabla 4.** Criterio NC por tipo de recinto, tomado de la Gráfica 1 del presente documento basados en la ANSI/ASA S12.2-2008.

### 5.2. ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

Para determinar los objetivos de diseño, se toma como referencia la normativa NTC 4595, la cual define el objetivo de diseño en función del tiempo de reverberación en un rango entre 0,9 y 2,2 segundos. La normativa citada no define con precisión el valor a tomar como referencia siendo condiciones muy diferentes si la sala tiene 0,9 segundos o si tiene 2,2 segundos, razón por la cual tomamos como referente para establecer el objetivo de diseño, el criterio americano mediante el cual define el tiempo de reverberación en función del uso específico del recinto y el volumen de aire que contiene.

Para el proyecto se definen los objetivos recomendados para los distintos parámetros acústicos:

PARAMETRO ACUSTICO	OBJETIVO
Tiempo de reverberacion (RT)	< 0,9 Seg
Índice de transmisión de la palabra (STI)	0,6 - 0,75
Pérdida de la articulación de las consonantes (%ALCONS)	0% - 10%
Claridad de la voz C50	≥ 2 dB
Claridad musical C80	entre 4 y 12 dB

**Tabla 5.** Objetivos de diseño

## 6. HIPOTESIS DE DISEÑO

Se establecen según un criterio que evalúa las posibles fuentes de ruido (así como sus niveles medidos en decibelios (dB)), que pueden llegar a generarse en las diversas áreas del proyecto, sean estas provenientes del exterior (tráfico aéreo o terrestre) o generadas desde el interior (voces o música amplificadas, instalaciones sanitarias, máquinas, etc.), tomando como base los registros de espectros de espacios similares, mediciones acústicas de ruido exterior registradas en el predio y en la medida en que se vayan definiendo los diseños técnicos complementarios, las fichas técnicas de los equipos mecánicos especificados para el proyecto.

Al igual que en el caso de los objetivos, las hipótesis de ruido son representados en niveles de intensidad (dB) por cada una de las frecuencias (Hz).

RECINTO	HIPOTESIS DE RUIDO - dB								
	dBA	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Auditorio	94 dBA	85	89	92	90	89	87	85	80
Cancha Múltiple	90 dBA	72	78	84	89	86	80	72	64
Circulaciones	78 dBA	60	66	72	77	74	68	60	50

Tabla 6. Hipótesis de diseño. Niveles de ruido expresados en dB.

## 7. MEMORIAS DE CALCULOS

### 7.1. MUROS, PUERTAS Y PLACAS

- Muros:

Se recomienda la implementación de muros en mampostería los cuales aportan los niveles de atenuación que garantizan el cumplimiento del objetivo de diseño asociado al nivel de ruido de fondo.

En general, el auditorio está rodeado por espacios complementarios los cuales contribuyen a generar un aislamiento acústico con respecto a los ruidos provenientes desde el exterior.

	HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db Global
<b>Auditorio</b>		85	89	92	90	89	87	85	80	97,33
<b>TL Paramento</b> - Ladrillo tolete macizo + pañete espesor 15cm en ambas caras		38	42	45	42	40	54	61	72	
<b>NIVEL DE RUIDO A LAS CIRCULACIONES</b>		47	47	47	48	43	33	24	8	53,72
<b>NC 45</b>		67	60	54	49	40	44	43	42	
<b>DIFERENCIA</b>		-20	-13	-7	-1	-3	-11	-19	-34	
	HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db Global
<b>Circulaciones</b>		60	66	72	77	74	68	60	50	80,15
<b>TL Paramento</b> - Ladrillo tolete macizo + pañete espesor 15cm en ambas caras		38	42	45	42	40	54	61	72	
<b>NIVEL DE RUIDO AL INTERIOR DEL AUDITORIO</b>		22	24	27	35	28	14	-1	-22	36,75
<b>NC 30</b>		57	48	41	35	31	29	28	27	
<b>DIFERENCIA</b>		-35	-24	-14	0	-3	-15	-29	-49	

- Puertas:

Todas las puertas señaladas en los planos como puertas acústicas, deben fabricarse según el detalle correspondiente. Se recomienda solicitar al contratista, una muestra física de la puerta antes de aprobar la fabricación de la totalidad de los elementos, con el fin de validar que los empaques y sellos utilizados, correspondan con el requerimiento.

#### Puerta tipo 1

	HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db Global
<b>Auditorio</b>		85	89	92	90	89	87	85	80	97,33
<b>TL Paramento</b> - Puerta tipo 1 con esclusa		25	40	52	78	104	114	113	125	
<b>NIVEL DE RUIDO A LAS CIRCULACIONES</b>		60	49	40	12	-15	-27	-28	-45	60,37
<b>NC 45</b>		67	60	54	49	40	44	43	42	
<b>DIFERENCIA</b>		-7	-11	-14	-37	-61	-71	-71	-87	
	HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db Global
<b>Circulaciones</b>		60	66	72	77	74	68	60	50	80,15
<b>TL Paramento</b> - Puerta tipo 1 con esclusa		25	40	52	78	104	114	113	125	
<b>NIVEL DE RUIDO AL INTERIOR DEL AUDITORIO</b>		35	26	20	-1	-30	-46	-53	-75	35,64
<b>NC 30</b>		57	48	41	35	31	29	28	27	
<b>DIFERENCIA</b>		-22	-22	-21	-36	-61	-75	-81	-102	

### Puerta tipo 2

	HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db Global
Auditorio		85	89	92	90	89	87	85	80	97,33
TL Paramento - Puerta tipo 2		32	30	40	54	67	76	80	93	
NIVEL DE RUIDO A LAS CIRCULACIONES		53	59	52	36	22	11	5	-13	60,63
NC 45		67	60	54	49	46	44	43	42	
DIFERENCIA		-14	-1	-2	-13	-24	-33	-38	-55	

	HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db Global
Circulaciones		60	66	72	77	74	68	60	50	80,15
TL Paramento - Puerta tipo 2		32	30	40	54	67	76	80	93	
NIVEL DE RUIDO AL INTERIOR DEL AUDITORIO		28	36	32	23	7	-8	-20	-43	38,06
NC 30		57	48	41	35	31	29	28	27	
DIFERENCIA		-29	-12	-9	-12	-24	-37	-48	-70	

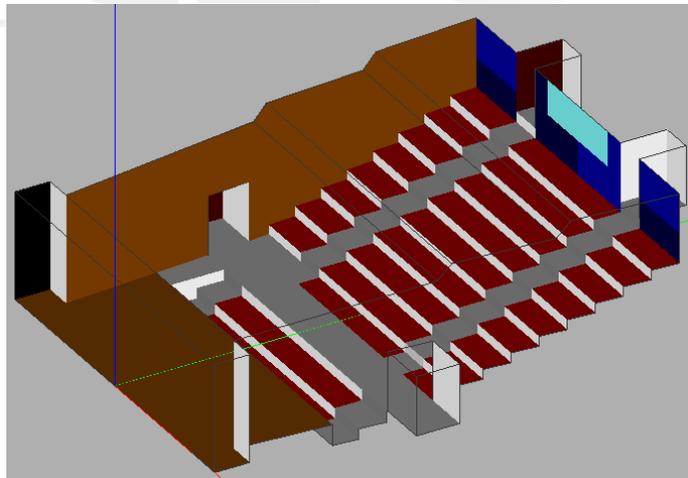
- Placa superior:  
Para efectos del control del ruido producido por el impacto de la cancha, se especificó un tratamiento con losa flotante sobre la placa estructural y un cielo raso aislante. Este cielo raso es independiente del cielo raso arquitectónico con el fin de garantizar que no sea perforado por instalaciones varias

	HZ	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	db Global
Cancha multiple		72	78	84	89	86	80	72	64	92,15
TL Paramento - Cielo raso aislante		39	58	46	71	76	79	83	96	
NIVEL DE RUIDO AL INTERIOR DEL AUDITORIO		33	20	38	18	10	1	-11	-32	39,28
NC 30		57	48	41	35	31	29	28	27	
DIFERENCIA		-24	-28	-3	-17	-21	-28	-39	-59	

## 7.2. SIMULACIONES ACUSTICAS

### 7.2.1. Auditorio

Los acabados que se están proponiendo en el diseño son los siguientes:



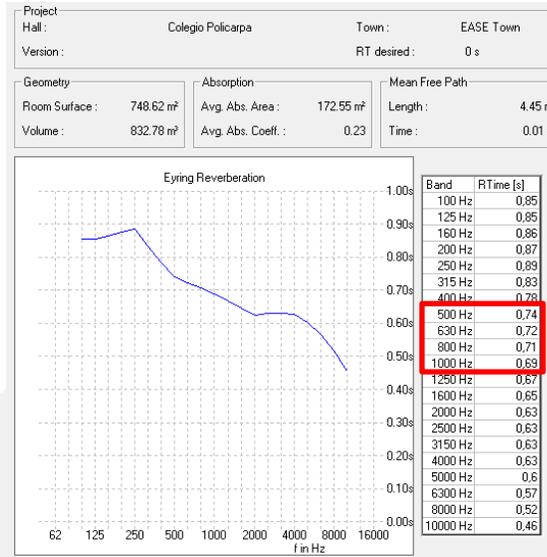
Modelo Ease 4,3

- Piso en alfombra
- Cielo raso en madecor de 12mm
- Escenario en Piso en madera tipo guáimaro
- Muros laterales en madecor de 12mm

- Muro posterior con elementos en madera de 4 x 4 cms sobrepuestos a fibra de vidrio tipo black theater de espesor 1" o equivalente.
- Silletería Tapizada

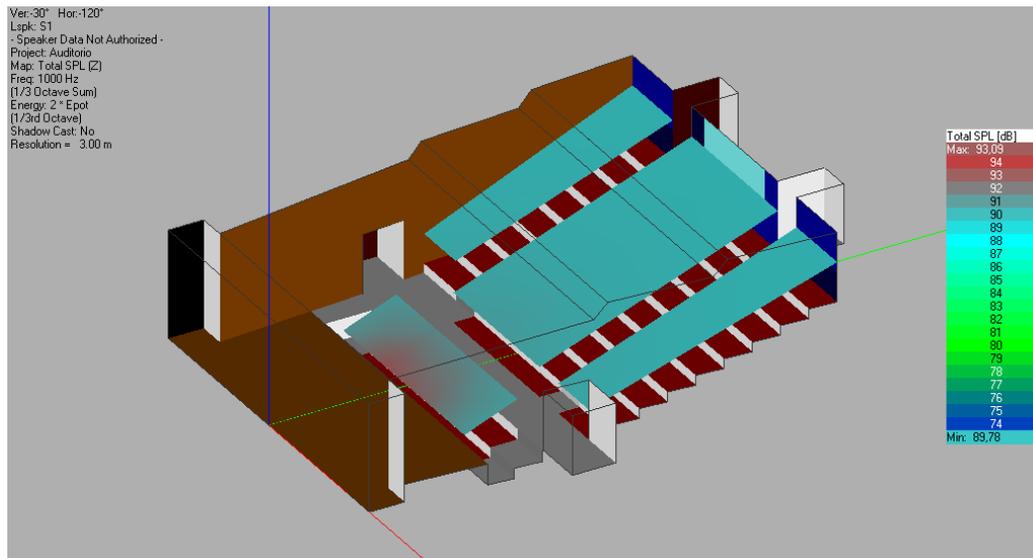
### Tiempo de reverberación (RT)

En la Simulación del Auditorio se puede evidenciar que está cumpliendo con el objetivo de diseño que no debe ser mayor a 0.9 segundos, con un tiempo de reverberación de 0.74 en la frecuencia de 500Hz y 0.69 en la frecuencia de 1000Hz.



### Distribución sonora (SPL)

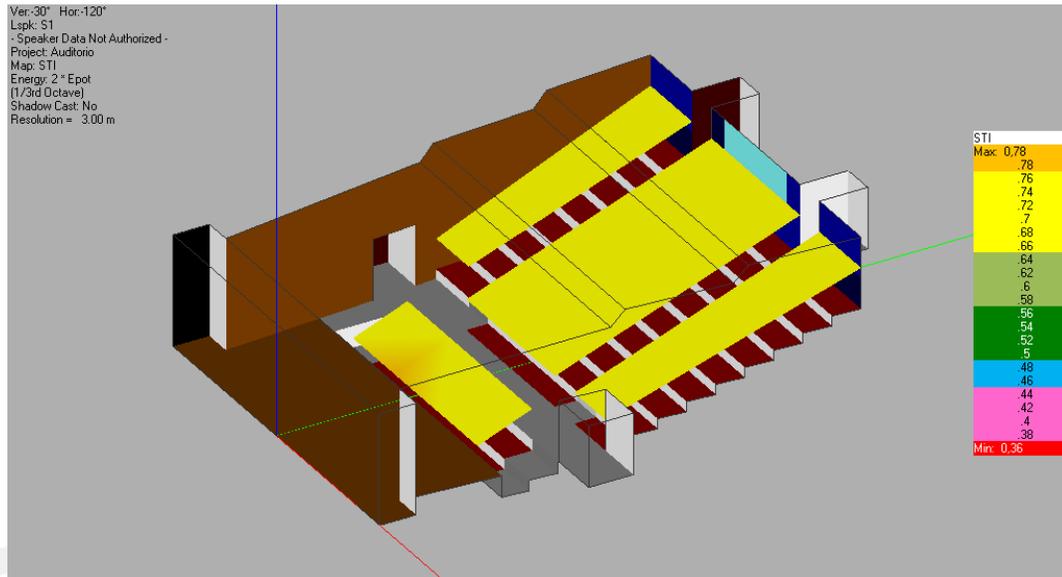
En la simulación se puede observar que el auditorio cuenta con un comportamiento uniforme, donde en la zona más cercana al escenario presenta un rango máximo de 93.09 dB y en las zonas de atrás presenta un rango mínimo de 89,78 dB.



3D

### Índice de transmisión de la palabra (STI)

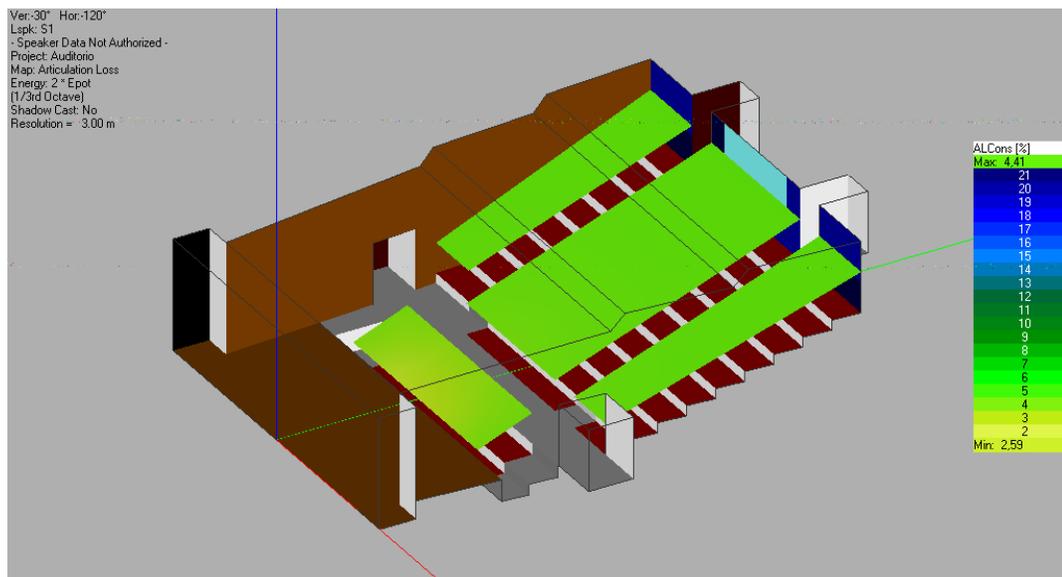
El comportamiento de la inteligibilidad de la palabra dentro de la sala de acuerdo con la materialidad propuesta presenta un índice máximo de 0,78 de STI en la zona mas cercana al escenario y un índice mínimo de 0,66 de STI en las zonas mas alejadas al escenario, cumpliendo con el rango objetivo.



3D

### Pérdida de la articulación de las consonantes (%ALCONS)

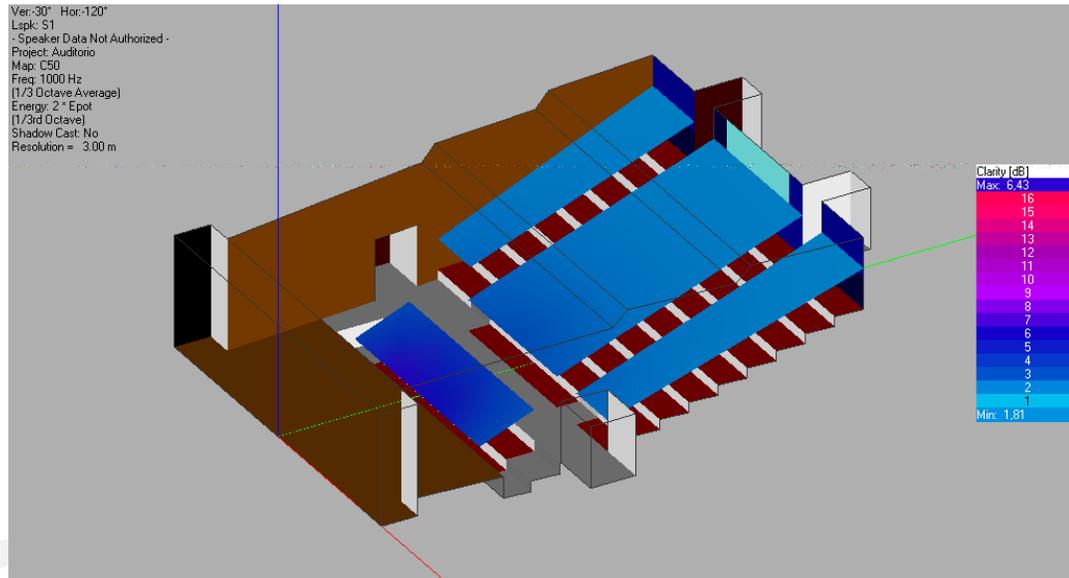
El comportamiento de la Perdida de la articulación de las consonantes en el auditorio presenta en la zona mas cercana al escenario un porcentaje mínimo de 3% y en la parte de atrás un porcentaje máximo de 4%, cumpliendo así con el objetivo de diseño.



3D

### Claridad de la voz C50

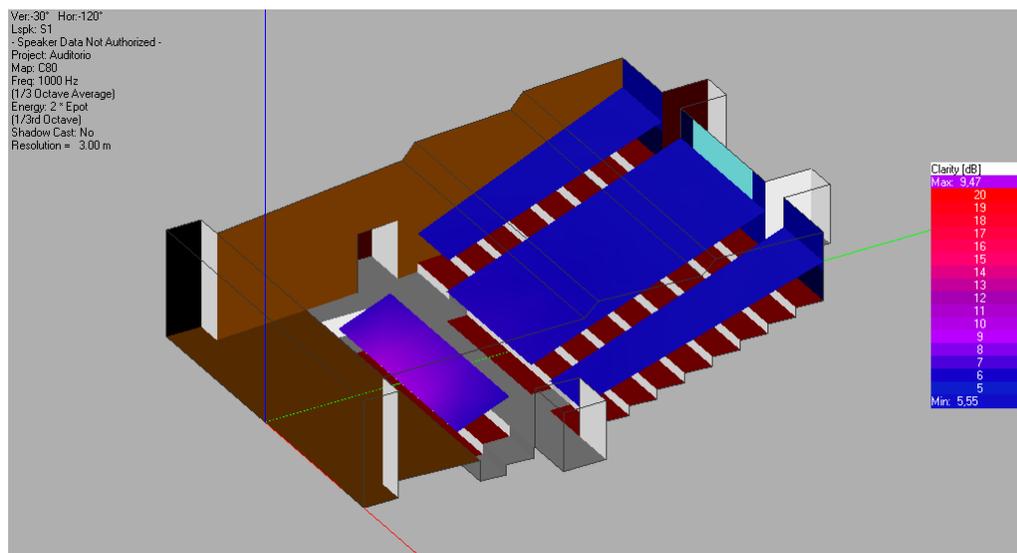
En la simulación, la claridad de la voz C50 presenta en la zona más cercana al escenario un rango máximo de 5dB y en la parte de atrás un mínimo de 2.1dB, cumpliendo así con el objetivo de diseño que debe ser mayor de 2dB.



3D

### Claridad musical C80

En la simulación, la claridad de la musical C80 presenta en la zona más cercana al escenario un rango máximo de 9dB y en la parte de atrás un mínimo de 6dB, cumpliendo así con el objetivo de diseño.



3D

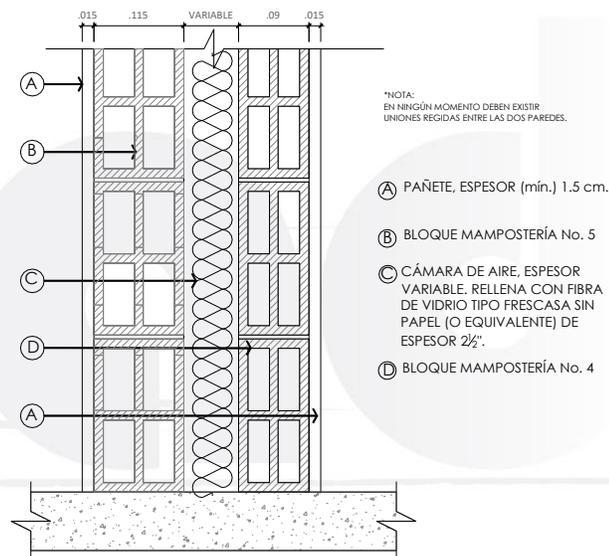
## 8. RECOMENDACIONES GENERALES

### 8.1. AISLAMIENTO ACÚSTICO

#### 8.1.1. PARAMENTOS INTERIORES

Todos los muros divisorios entre espacios deben ir hasta placa, así como las puertas y ventanas deben rematar en dinteles (conformados por una tipología de muro equivalente según el caso) que igualmente sellen contra la placa.

Se recomienda implementar una capa de fibra de vidrio tipo frescaca (sin papel) o similar en todas las cámaras de aire que genere la construcción de cualquier muro (aún si no hacen parte de las especificaciones puntuales), esto evitará efectos resonadores que puedan afectar la acústica de los espacios.

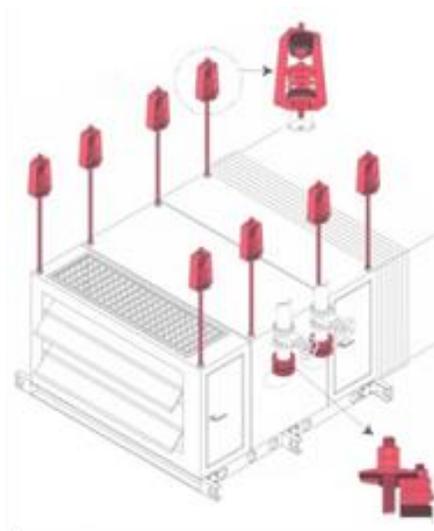


#### 8.1.2. SISTEMAS MECANICOS - HVAC

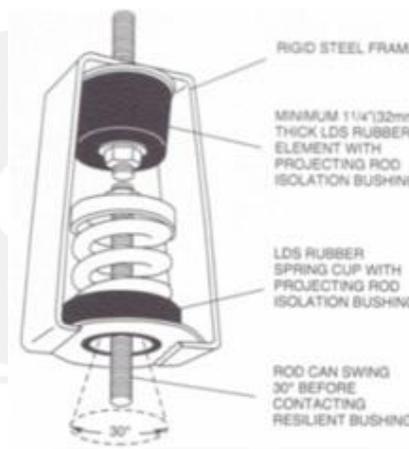
Con el fin de controlar la transmisión de ruidos generados por los sistemas mecánicos de ventilación y/o aire acondicionado, se relacionan a continuación las recomendaciones para el desarrollo y coordinación de los diseños correspondientes:

Todos los sistemas de aire acondicionado interiores que involucren compresores, deben estar suspendidos o instalados con sistemas anti vibratorios. Así mismo, los conductos de aire, agua y/o refrigerante asociados a dichos equipos deben contar con acoples flexibles antes de entrar en contacto con los paramentos rígidos del edificio (muros, placas).

Los elementos de anclaje para soportar los conductos o equipos desde la placa superior, deben contar con cuelgas anti vibratorias para evitar la transmisión de vibraciones hacia dicha placa.



**Esquema 1.** Sistemas de anclaje por medio de cuelgas anti vibratorias



**Esquema 2.** Cuelga anti vibratoria

Para los pases de ductos y conductos eléctricos se recomienda la implementación del producto FS-ONE de HILTI o equivalente en todas las perforaciones que se hagan en los paramentos que compartimentan espacios acústicamente aislados.

Los ductos de ventilación deben estar recubiertos internamente por fibra de vidrio tipo ducto line o equivalente, esto para permitir la atenuación del ruido que puede ingresar al ducto proveniente de cada espacio, y evitar en la mayor medida posible su transmisión a los espacios contiguos.

Es importante respetar las siguientes velocidades de aire en las rejillas de suministro y retorno según el requerimiento acústico de los diferentes espacios.

RECINTO	VELOCIDAD DEL AIRE (fpm)	
	REJILLA DE SUMINISTRO	REJILLA DE RETORNO
Auditorio	425	510

**Tabla 7.** Velocidades de aire en rejillas de suministro y retorno

Las velocidades de aire al interior de los ductos, también es una condición a controlar para evitar ruidos por turbulencias, con lo cual se recomienda tener en cuenta las siguientes velocidades en relación con la distancia hacia la rejilla o difusor más cercano:

RECINTO	NC	VELOCIDADES DE AIRE MÁXIMAS (fpm) en función de la distancia al terminal					
		0 m	0-3 m	3-6 m	6-9 m	9-15 m	>15 m
Auditorio	30	450	550	650	800	1000	1400

**Tabla 8.** Velocidades de aire en conductos

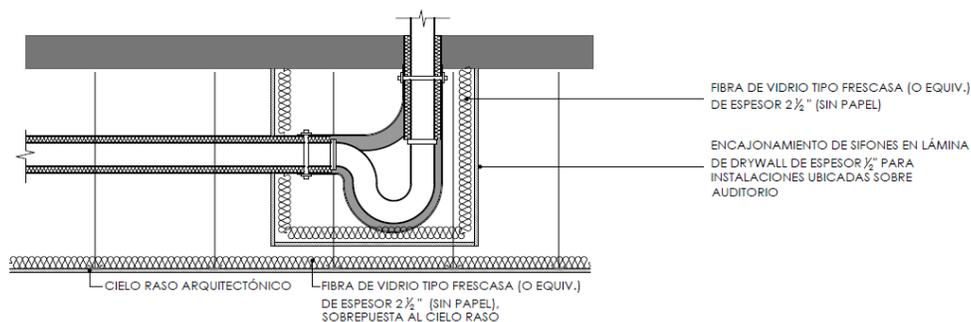
Los sistemas de aire acondicionado para los estudios de grabación, deben contar con atenuadores de ruido en los conductos, cuyas fichas técnicas evidencien los niveles de atenuación por frecuencia.

### 8.13. INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y A.L.L.

Con el fin de controlar la transmisión de ruidos generados por los sistemas hidráulicos, sanitarios y aguas lluvias, se relacionan a continuación las recomendaciones para el desarrollo y coordinación de los diseños correspondientes:

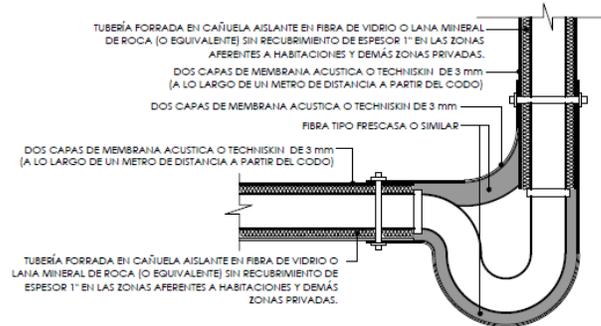
Los conductos que se descuelguen desde la placa superior, deben contar con anclajes anti vibratorios como los mencionados en el capítulo anterior.

Todos los desagües de las cubiertas transitables que estén localizadas sobre espacios habitables, deben ser recubiertas con materiales acústicos para minimizar los ruidos generados.



NOTA

LA TUBERÍA DEBE ESTAR FORRADA EN FIBRA DE VIDRIO TIPO FRESCASA Y CON LAS CAPAS DE MANTO DE ALTA DENSIDAD SEGÚN DETALLE ACÚSTICO



## 9. ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS

Las especificaciones acústicas están orientadas a generar los aislamientos (control de ruido) a través de los diferentes paramentos y, lograr las condiciones ideales de reverberación y el control de defectos acústicos asociados a la morfología del recinto, tales como reflexiones tardías y ecos pulsatorios.

Con el fin de optimizar los recursos, el planteamiento del proyecto de aislamiento acústico se enfocó en lograr el mayor control posible del ruido proveniente desde el exterior, a través de la configuración de muros, puertas acústicas en los diferentes accesos, una losa flotante sobre la placa estructural superior y un cielo raso aislante para el control del ruido generado por el impacto de la cancha que se encuentra en el nivel superior.

A nivel de acondicionamiento acústico, el objetivo del diseño se logra mediante el balance entre materiales absorbentes y reflejantes, concretamente mediante la implementación de un tratamiento absorbente localizado en el muro posterior, la implementación de alfombra en toda el área de audiencia del auditorio y la especificación de sillas cuyo acabado sea textil con el fin de aportar la absorción requerida y lograr el balance adecuado de la sala independientemente de su ocupación (cantidad de espectadores).

Adicionalmente, se busca generar reflexiones acústicas del sonido proveniente desde el escenario, hacia la zona de espectadores mediante el diseño de un cielo raso acústico reflejante orientados con las inclinaciones apropiadas para lograr concentrar la mayor cantidad de energía acústica en la zona de espectadores.

## 10. ANEXOS

### 10.1. PLANOS

AC-01 PLANTA PRIMER PISO

AC-02 PLANTA SEGUNDO PISO

AC-03 PLANTA DE CIELOS RASOS

AC-04 CORTE LONGITUDINAL

AC-05 DETALLES

Cordialmente,



ARQ. DANIEL DUPLAT LAPIDÉS

Gerente - Director de Proyectos