

INFORME

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO
BLOQUE 3 - MUSEO



CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 12 ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Y EL SERVICIO
GEOLÓGICO COLOMBIANO



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Calle 44 No 45-67. **UNIDAD CAMILO TORRES** 2° piso Oficina 203

Conmutador: (57-1) 316 5000 Ext. 10260

Correo electrónico: convensgc_fabog@unal.edu.co

Bogotá, Colombia, Suramérica

Arq. ANA MARIA MANTILLA / Arq. DANIEL DUPLAT L.
Elaboró

Desde 04/26/2017 hasta 29/08/2017
Período del Informe

Agosto 29 del 2.017
Fecha presentación

Arq. DANIEL DUPLAT L.
Interventor

Leonardo Álvarez Yepes
Director Convenio

CONTENIDO

GLOSARIO TÉCNICO	4
CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO	5
ESTÁNDARES.....	8
MEMORIAS DE CÁLCULO.....	10
ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO	11
RECOMENDACIONES GENERALES	12
ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS.....	14
RECOMENDACIONES PARA MINIMIZAR LA TRANSMISIÓN DE RUIDOS GENERADOS POR EQUIPOS MECÁNICOS.....	16
ANEXOS	17

GLOSARIO TÉCNICO

- **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:** 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).

CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO

INTRODUCCIÓN

Basados en el criterio del diseño arquitectónico y sus condiciones particulares, nos permitimos generar el siguiente informe de recomendaciones enfocadas a generar espacios acústicamente confortables. Específicamente dicho confort está asociado al control de ruidos provenientes desde el exterior, generados por el tráfico vehicular, aéreo y por los equipos mecánicos correspondientes a los sistemas de ventilación localizados sobre las cubiertas del proyecto y al control de ruidos generados desde el interior del proyecto tanto por el propio uso de los espacios, como por las instalaciones mecánicas y técnicas asociadas a sistemas de ventilación, redes sanitarias, etc., hasta lograr los niveles adecuados de ruido en cada uno de los espacios según su aplicación y uso.

Un diseño integral, además de crear espacios agradables, coherentes con las expectativas del cliente y los requerimientos del proyecto, debe fundamentarse en las variables técnicas que determinan el confort de los ocupantes de un espacio: acústica, iluminación y temperatura, entre otras.

Nuestra propuesta consiste en apoyar el diseño arquitectónico del proyecto mediante el diseño de estrategias constructivas con las cuales se obtengan las condiciones acústicas adecuadas para cada uno de los espacios que conforman el proyecto.

El diseño acústico comprende dos grandes ramas: el **aislamiento** acústico que se concentra en el control de ruido desde y hacia el interior de los diferentes recintos del proyecto, y el **condicionamiento** acústico, que consiste en el control del comportamiento del sonido dentro de espacios cerrados o semi-cerrados.

A continuación presentamos la metodología y las especificaciones desarrolladas para cada una de las ramas objeto del presente estudio.

AISLAMIENTO ACÚSTICO

El objetivo del presente estudio consistió en diseñar los mecanismos o sistemas constructivos de control de ruido requeridos en el proyecto y generar las recomendaciones tendientes a obtener espacios acústicamente confortables, de acuerdo con las fuentes sonoras hipotéticas que se generarán al interior del mismo una vez que este entre en funcionamiento y con las fuentes de ruido existentes en el exterior del proyecto que afectan las condiciones de confort acústico en el mismo.

Dichos mecanismos se establecieron de acuerdo con los parámetros internacionales de ruido ambiental establecidos para este tipo de aplicación, los cuales definen los niveles máximos de ruido recomendados en las diferentes estancias del proyecto de acuerdo con su uso.

De esta manera, se analiza la incidencia tanto de ruidos internos como externos para así, establecer las especificaciones acústicas requeridas para muros, placas de entrepiso, puertas, ventanas, sistemas de ventilación y las estructuras sonoro-amortiguadas necesarias para los equipos especiales y las recomendaciones generales aplicables a las instalaciones eléctricas e hidro-sanitarias.

TIPOS DE RUIDO Y SU TRATAMIENTO

Como punto de partida para la elaboración de estudios y diseños de acústica arquitectónica se deben identificar 2 grandes grupos de ruido a los que se ve enfrentada una edificación 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.**

- **TRANSMISION POR VIA AEREA:** En primer lugar se encuentran los ruidos transmitidos de un espacio a otro por vía aérea, sean estos provenientes de una fuente externa a la edificación (tráfico vehicular, aviones, entre otros) o generados internamente en el edificio (eventos amplificados, 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 grupo de ruidos (transmisión aérea) involucran un análisis de las pérdidas de transmisión acústica que generan los distintos paramentos del edificio. Posterior a este proceso y como resultante del mismo, en busca de alcanzar los objetivos de confort acústico que se determinan para una edificación de estas características y necesidades, se llevan a cabo una serie de recomendaciones para implementar al diseño arquitectónico y al proceso constructivo.

- **TRANSMISION POR VIBRACION ESTRUCTURAL:** Este tipo de ruidos son producidos por el choque de un objetivo sobre un paramento; en el caso de las cubiertas es el ruido producido por el impacto de la lluvia y el granizo. En el momento del choque, se transmite directamente una gran cantidad de energía hacia el paramento y este comienza a vibrar, produciendo a su vez un nuevo ruido hacia el aire circundante, traspasando la estancia en donde se produce (interior o exterior).

También se consideran como tal, los ruidos producidos por equipos mecánicos los cuales generan vibraciones en sus partes mecánicas, que si se transmiten a las estructuras del proyecto se convierten en ruidos perceptibles en las estancias que colindan con los paramentos afectados, así como los ruidos potencialmente producidos por las tuberías de instalaciones hidro-sanitarias (desagües, bajantes), que al entrar en operación pueden transmitir ruidos por vibración (también se debe atender su capacidad de transmitir ruidos por vía aérea) hacia los espacios objetivo de diseño por los cuales transitan.

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 que eviten la propagación de las vibraciones a través de la estructura y por ende, controlando la transmisión de ruido a través del proyecto.

PARÁMETROS PARA FUENTES DE RUIDO Y OBJETIVOS DE DISEÑO

Para el desarrollo de cualquier estudio y/o diseño acústico se deben tener claros 2 conceptos en torno a los cuales giran las determinaciones que se toman y recomendaciones que se hacen para su implementación dentro del proyecto integral, estas son las hipótesis de ruido y los objetivos de diseño acústico para los distintos espacios.

- **Hipótesis de ruido:** Se establecen según un criterio que evalúa las posibles fuentes de ruido (así como sus niveles, medidos en decibeles (dB)), que pueden llegar a afectar las diversas áreas del edificio según su uso, sean estas generadas desde el interior (voces o música amplificada, instalaciones sanitarias, ductos, máquinas, etc.), tomando como base los registros de espectros de fuentes similares, las bases de datos de laboratorios de investigación acústica de reconocimiento internacional y mediciones acústicas de ruido exterior registradas en inmediaciones al predio del proyecto.
- **Objetivos:** Se identificaron como objetivos de diseño acústico a las diversas áreas o espacios del proyecto susceptibles de afectación por las diversas fuentes de ruido. Un objetivo de diseño está determinado por un nivel máximo de presión sonora medido en decibeles (dB) que representa, según las curvas estándar NC (Noise Criteria) de criterio de ruido, el punto de confort auditivo para un ambiente determinado dentro del edificio según su uso y características.

El otro objetivo de diseño está asociado al cumplimiento de la normativa nacional vigente mediante la cual se establecen los niveles máximos de inmisión permitidos para cada espacio, de acuerdo con su uso específico y de emisión hacia el medio ambiente.

ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

El objetivo principal en términos de acondicionamiento acústico, consiste en generar las condiciones para mantener unos niveles bajos de ruido ambiental en los diferentes espacios, de acuerdo con los requerimientos propios en función del uso y lograr condiciones ideales de inteligibilidad en el interior de los recintos destinados para conferencias y/o eventos amplificados basados en el uso de la palabra.

Dichas condiciones acústicas están directamente relacionadas con la volumetría y los materiales que conforman los acabados arquitectónicos de los diferentes espacios a tratar (pisos, muros, fachadas y cielos rasos).

ESTÁNDARES

AISLAMIENTO ACÚSTICO

Objetivos De Diseño

Como objetivo de diseño acústico de nuestro proyecto nos hemos basado en los estándares internacionales NOISE CRITERION, que se interpreta a través de las Curvas NC*, las cuales definen los valores de ruido ambiental recomendados para los diferentes espacios en el rango de frecuencias del espectro sonoro comprendido entre 63Hz y 8000Hz. Dichos objetivos han sido valorados y analizados teniendo en cuenta nuestra experiencia en múltiples proyectos en los que se han trabajado espacios con características similares, para cuyo ruido de fondo objetivo se establece determinada curva NC, buscando el nivel adecuado de confort acústico para cada espacio y equilibrar así la relación costo/beneficio, de manera que se implementen los tratamientos estrictamente necesarios para alcanzar los mencionados objetivos de confort acústico en cada área del edificio.

Estos objetivos se encuentran representados en la tabla No. 1:

OBJETIVO DE DISEÑO	
	CURVA
SALONES DE REUNIONES	NC-30
AULA MULTIPLE	NC-30
BIBLIOTECA	NC-30
OFICINAS PRIVADAS	NC-35
OFICINA ABIERTA	NC-40
CIRCULACIONES	NC-45

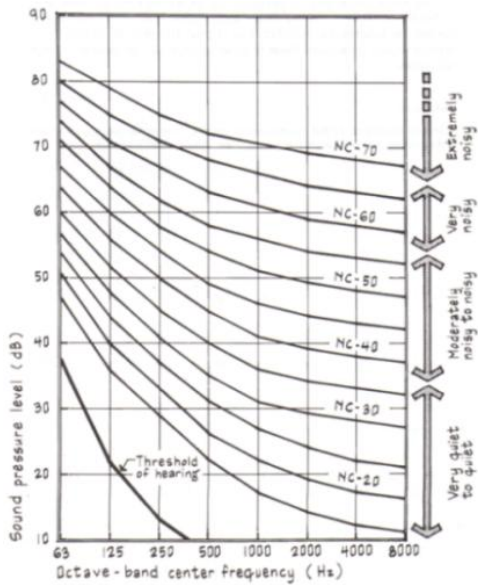
Tabla N°. 1

Los objetivos referenciados a las curvas NC, están representados en la tabla N°. 2:

SPL (dB)						
CURVA	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
NC-30	48	41	35	31	29	28
NC-35	52	46	40	36	34	33
NC-40	56	50	45	41	39	38
NC-45	60	54	49	46	44	43

Tabla N°. 2: Objetivo por Bandas de Octava

A su vez, los valores descritos en la tabla anterior, se desprenden de la siguiente gráfica:



Grafica Curvas NC

Parámetros desarrollados por Leo Beranek (1957) y adoptados internacionalmente como estándares de diseño por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE.

Hipótesis de Ruido

Como Hipótesis de diseño se debe tomar como referencia los niveles de ruido que se generan en cada uno de los espacios del proyecto, esto apoyado en bases de datos constituidas por amplia bibliografía técnica y archivos de mediciones acústicas realizadas en proyectos y espacios de condiciones y características similares. Del mismo modo se establecen las hipótesis de ruido exterior utilizadas para los cálculos de aislamiento de los paramentos de fachada.

Los valores adoptados como hipótesis de diseño acústico, están representados en la tabla N°. 3:

HIPOTESIS DE RUIDO - FUENTES	dB(A)	125	250	500	1000	2000	4000
AULA MULTIPLE	94 dBA	89	92	90	89	87	85
SALAS DE REUNIONES	88 dBA	68	75	79	85	84	75
OFICINAS	74 dBA	62	68	73	70	64	56
BIBLIOTECA	71 dBA	59	65	70	67	61	53
CIRCULACIONES PRIVADAS	68 dBA	63	66	67	64	58	50

Tabla N°. 3
Hipótesis = Nivel de Ruido Generado

Para los ruidos producidos por los equipos mecánicos que generan vibraciones, tales como los equipos de ascensores, ventilación mecánica, sistemas de bombeo, planta y sub-estación eléctrica, así como los ruidos generados en los recorridos verticales y horizontales de las instalaciones técnicas (ventilación, hidro-sanitarias), se establecen dos criterios:

- El control de vibraciones mediante la implementación de las soluciones descritas anteriormente, que básicamente consisten en cortar los caminos de transmisión de ruidos por vibración.
- El análisis de las fichas técnicas referidas por los diferentes diseñadores, con el fin de evaluar la intensidad de ruido aéreo que dichos equipos generan para especificar los tratamientos acústicos requeridos para su atenuación en caso de ser requerido.

MEMORIAS DE CÁLCULO

Cálculos de Paramentos

Con base en lo anteriormente expuesto, se deben llevar a cabo los cálculos acústicos que permiten establecer la necesidad de aislamiento de cada uno de los paramentos de fachada a implementar, también se calcularán los STC para otras particiones exterior-interior y entre espacios interiores del edificio:

EDIFICIO SGC - U. NACIONAL							
PLANOS VERTICALES - MUROS							
PARAMENTO ENTRE CIRCULACIONES INTERNAS Y OFICINAS							
		125	250	500	1000	2000	4000
CIRCULACIONES INTERNAS	68 dBA	63	66	67	64	58	50
OFICINAS	NC-35	52	46	40	36	34	33
	(PERDIDA DE TRANSMISION) TL REQUERIDO	STC 27	11	20	27	24	17
Vidrio Laminado 6mm (3+3),PVB 0,76	TL	19	24	29	33	37	43
	DIFERENCIA*	-8	-4	-2	-5	-13	-26
PARAMENTO ENTRE OFICINA Y SALA DE REUNIONES							
		125	250	500	1000	2000	4000
OFICINAS PRIVADAS	74 dBA	62	68	73	70	64	56
SALAS DE REUNIONES	NC-30	48	41	35	31	29	28
	(PERDIDA DE TRANSMISION) TL REQUERIDO	STC 42	14	27	38	35	28
Vidrio Laminado 19mm (8+6+5),PVB 0,76	TL	29	34	38	40	48	57
	DIFERENCIA	-15	-7	0	-1	-13	-29
PARAMENTO ENTRE OFICINA ABIERTA Y PRIVADA							
		125	250	500	1000	2000	4000
OFICINA ABIERTA	74 dBA	62	68	73	70	64	56
OFICINA PRIVADA	NC-35	52	46	40	36	34	33
	(PERDIDA DE TRANSMISION) TL REQUERIDO	STC 35	10	22	33	30	23
Vidrio Laminado 10mm (6+4),PVB 0,76	TL	24	28	33	37	40	49
	DIFERENCIA	-14	-6	0	-3	-10	-26
PARAMENTO ENTRE CIRCULACIONES INTERNAS Y SALAS DE REUNIONES							
		125	250	500	1000	2000	4000
SALAS AMPLIFICADAS	94 dBA	89	92	90	89	87	85
CIRCULACION OFICINAS	NC-45	60	54	49	46	44	43
	(PERDIDA DE TRANSMISION) TL REQUERIDO	STC 45	29	38	41	43	42
PARAMENTO ENTRE CIRCULACIONES INTERNAS Y SALAS DE REUNIONES							
		125	250	500	1000	2000	4000
SALAS AMPLIFICADAS	94 dBA	89	92	90	89	87	85
BIBLIOTECA	NC-30	48	41	35	31	29	28
	(PERDIDA DE TRANSMISION) TL REQUERIDO	STC 57	41	51	55	58	57

*Es aceptable una diferencia máxima de 3dB por encima del ruido de fondo objetivo, por tratarse de una diferencia relativamente poco perceptible al oído humano.

ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

El objetivo principal en términos de acondicionamiento acústico, consiste en generar las condiciones para mantener unos niveles bajos de ruido ambiental en los diferentes espacios, de acuerdo con los requerimientos propios en función del uso.

Principalmente se busca controlar los ruidos que se producen al interior del espacio a evaluar, en función de factores como el tiempo de permanencia del sonido (tiempo de reverberación) y en el caso específico de auditorio, aulas, etc., el objetivo es generar las condiciones de inteligibilidad requeridas por la aplicación específica de dichos espacios. Así mismo, en los casos en que sea conveniente para el proyecto, plantear modificaciones en las proporciones arquitectónicas de los espacios que así lo requieran.

El alcance de estos objetivos de diseño se alcanza analizando los acabados interiores propuestos para los espacios descritos en coordinación con el diseño arquitectónico. Así, se proponen características de absorción acústica para algunas superficies, ya sea en muros, pisos o cielos rasos (ver recomendaciones de acondicionamiento acústico en planos).

RECOMENDACIONES GENERALES

Con base en los requerimientos anteriores, se llevaron a cabo los cálculos que determinaron las características de los diversos paramentos y demás soluciones propuestos para alcanzar el confort acústico que debe proveerse para las diferentes zonas del proyecto.

Estas características implican consideraciones a distintos niveles (materiales a implementar, planteamiento de espesores mínimos en los paramentos, entre otros) que deberán estar sujetas a permanente coordinación con el diseño arquitectónico y los diseños técnicos que generen afectación al proyecto acústico (bioclimática, sistemas de ventilación).

Dichas consideraciones serán determinadas producto de la evaluación, cálculos y recomendaciones resultantes en:

- Paramentos horizontales (placas, cielos rasos, cubiertas) y verticales (muros, ventanas, puertas, etc.): Espesores, combinación de materiales, cámaras de aire, implementación de materiales específicos de aislamiento acústico.
 - En el caso de los muros que deben proveer aislamiento acústico se plantean soluciones que incorporan los métodos constructivos más comerciales, como son los muros en mampostería y la construcción liviana en drywall o fibrocemento. Se podrá evaluar específicamente un determinado sistema constructivo en caso de ser requerido, pero se debe aclarar de antemano que sistemas como los muros en poliestireno expandido (o similares) son generalmente inviables para el proyecto acústico, ya que por las características de sus componentes, no pueden proveer el aislamiento acústico requerido para los usos y necesidades que demandan determinados espacios. Ver especificaciones y alternativas en planos acústicos.
- Tratamientos anti vibratorios para el aislamiento de los ruidos de impacto anteriormente descritos.
 - Estas soluciones consisten en bases antivibratorias para los equipos mecánicos, acoples flexibles para los pases de tubería a través de muros o placas, cuelgas antivibratorias en cielos rasos, etc., según el caso.
- Evaluación y recomendaciones ante la posible afectación de determinados espacios por parte de los ductos, especialmente en el caso de los ducto hidro-sanitarios. Recubrimientos, aislamientos perimetrales, etc. (Ver recomendaciones en planos de diseño acústico).
- 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 con un stc equivalente según el caso) que igualmente sellen contra la placa.
- Los muros (ya sean en mampostería o construcción liviana) son especificados a partir de stc 42, debido a que un stc (capacidad de aislamiento) menor a 42 puede ser alcanzado con cualquier tipo de muro en mampostería (desde un bloque común pañetado) o liviano (desde una pared con 2 caras sencillas en drywall de 1/2" y fibra tipo frescasa o equivalente al interior de la cámara intermedia). Por lo tanto, para el caso de paramentos divisorios no destacados en los planos, o marcados con un stc menor a 42, el diseñador puede optar por cualquier tipo de muro, teniendo en cuenta las observaciones anteriores.

- El ancho de las cámaras de aire especificadas en los detalles corresponde al mínimo de separación requerido entre las paredes que componen el doble muro. para los casos en que las cámaras de aire generadas a partir del diseño arquitectónico superan los mínimos especificados, simplemente deben acoplarse las demás especificaciones dadas en el respectivo detalle.
- Es altamente recomendable evitar la implementación de puertas / ventanas corredizas o pivotantes, ya que las características de sus mecanismos no permiten garantizar un sello hermético. estas deben contar con marco y además ser de batiente, embisagradas y con empaques perimetrales. sin embargo, en caso de tener que implementar puertas corredizas, se debe solicitar muestra física al proveedor para su aval en términos de aislamiento acústico, según el caso.
- Para puertas en vidrio donde se haya generado especificación acústica, estas deben contar con las especificaciones mencionadas, además del tipo de vidrio según especificación de ventanería para el stc determinado (ver plano de detalles para especificaciones típicas).
- Se recomienda implementar una capa de fibra de vidrio tipo frescasa (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. esta recomendación también aplica para todos los cielos rasos en drywall.
- Para los muros divisorios construidos con sistema liviano, se recomienda que no se hagan perforaciones enfrentadas en la lámina de drywall para las tomas eléctricas, de datos, etc., puesto que se generaría un canal directo para el paso del ruido. para estos casos, se recomienda que las cajas requeridas para instalaciones eléctricas, telefónicas, etc., queden traslapadas en lo posible por un modulo estructural de paral (60 cms. como mínimo).
- Los codos y sifones deben ser cubiertos con una capa de fibra de vidrio tipo Frescasa o similar de 2 ½", y dos capas de membrana acústica o techniskin de 3 mm.
- Los tramos de tubería aferentes a las zonas privadas deben estar forradas con cañuela aislante en lana mineral de roca (sin recubrimiento) o similar, de 1" de espesor.
- A partir de los codos y sifones, y por una longitud de un metro, la tubería debe tener un recubrimiento adicional con dos capas de membrana acústica o de techniskin, de 3 mm.

ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS

Cielo Raso

Se debe construir un cielo raso absorbente, con un índice de absorción de mínimo 0.70 NCR, que va sujeto a coordinación con el diseñador del proyecto, de la siguiente manera:

- Adherir Black Theater de 1" o Acustifibra de 1" o Cloud de 1" o Sonoacoustic o material equivalente en el 100% del área de cielo raso de las zonas de oficina abierta, Sala de consulta, Hall de Aula Múltiple y Biblioteca
- Adherir Black Theater de 1" o Acustifibra de 1" o Cloud de 1" o Sonoacoustic o material equivalente en el 50% del área de cielo raso de las zonas de Aula Múltiple.

Muro divisorio entre Oficinas Abiertas/Oficinas vs Circulaciones/Oficinas privadas (STC 42)

Alternativa Drywall: Muros compuestos por dos paredes en drywall de 1/2" con un perfil intermedio de 9cms..Las juntas del drywall con las placas deben ser selladas con masilla. En el espacio intermedio entre las paredes debe instalarse una capa de fibra de vidrio tipo Frescasa de 3 1/2" sin papel.

Alternativa Mampostería: Muros compuestos por una pared en bloque de mampostería N.5 con pañete de 1.5cm en ambas caras.

Muro divisorio entre Aula Múltiple vs Hall/ Circulaciones Exteriores (STC 46)

Alternativa Drywall: Muros compuestos por dos paredes en drywall de 1/2" con un perfil intermedio de 9cms.. Las juntas del drywall con las placas deben ser selladas con masilla. En el espacio intermedio entre las paredes debe instalarse una capa de fibra de vidrio tipo Frescasa de 2 1/2" sin papel y una capa de manto de alta densidad tipo techniskin de technifoam o membrana acústica de espesor 3mm.

Alternativa Mampostería: Muros compuestos por una pared en Ladrillo Tolete Macizo con pañete de 1.5cm en ambas caras.

Dintel para división Móvil Aula Múltiple (STC 53)

Se deben instalar Divisiones Acústicas Móviles con un índice de aislamiento acústico STC 53 (Sound Transmission Class).

Es de vital importancia que el sistema de divisiones incluya un sello entre el riel superior y la placa de entepiso, para lo cual debe construirse un dintel aislante acústico con las siguientes características: Por un lado del riel se construirá una superficie entre éste y la placa, con una lámina de drywall de 5/8". Por la otra cara del riel se construirá un paramento con dos láminas de drywall de 5/8", las cuales deben tener las juntas traslapadas, debidamente selladas con cinta y masilla (cada capa).

Al interior del dintel, se instalarán dos capas de fibra de vidrio tipo Frescasa de 3 1/2" (sin papel). Las juntas contra la placa serán debidamente selladas con masilla

Muro divisorio entre Aula Múltiple vs Biblioteca

Alternativa Drywall: Muro compuesto por dos paredes en drywall de 5/8" cada una, cuya estructura doble (Perfiles de 9cms) no deben tener ningún contacto entre si. Las juntas del drywall con las placas deben ser selladas con masilla. En uno de los espacios intermedios entre las paredes debe instalarse una capa de fibra de vidrio tipo Frescasa de 3 1/2" sin papel y en el otro espacio intermedio una capa de manto de alta densidad tipo techniskin de technifoam, membrana acústica o equivalente de espesor mínimo 3mm.

Alternativa Mixta: Muro compuesto por una pared en bloque de mampostería no. 5, con pañete de 1.5cm por su cara externa, y una pared en drywall de 1/2", cuya estructura (perfil de 6cms) no debe tener ningún contacto con la pared en mampostería. Las juntas del drywall con las placas deben ser selladas con masilla. En el espacio intermedio entre las dos paredes debe instalarse una capa de fibra de vidrio tipo Frescasa de 2 1/2" sin papel.

Ventanería

Las divisiones en vidrio entre la biblioteca y la sala de consulta/oficina privada y sala de reuniones/ sala de consulta y oficinas privadas deben ser compuestas por un vidrio laminado de 19mm (8+6+5) con 2 película intermedia de PVB 0.76 cada una

Las divisiones en vidrio entre oficinas privadas/biblioteca y circulaciones/ sala de reuniones y circulación exterior deben ser compuestas por un vidrio laminado de 14mm (8+6) con película intermedia de PVB 0.76

Las divisiones en vidrio entre oficinas privadas y biblioteca/oficinas privadas y exterior/ sala de consulta y exterior/oficinas abierta y exterior deben ser compuestas por un vidrio laminado de 10mm (6+4) con película intermedia de PVB 0.76

Las divisiones en vidrio entre hall de aula múltiple y exterior/ oficina abierta y circulaciones internas deben ser compuestas por un vidrio laminado de 6mm (3+3) con película intermedia de PVB 0.76

La perfilería debe prever empaques perimetrales en neopreno, y debe ser inyectada en sitio con poliuretano rígido expansible, para garantizar el sello hermético contra los vanos.

Dado que el aislamiento acústico de la ventanería depende del conjunto vidrios – perfilería – instalación, es de vital importancia que el producto sea evaluado por ADT. Su comportamiento debe ser garantizado tanto por el fabricante como por el instalador.

Nota:

Las divisiones entre espacios deben garantizar que la ventanería de fachada (incluyendo "fachadas internas") se vea interrumpida, ya sea separando los vidrios por el muro divisorio entre los espacios en cuestión (cuando exista), o rematando la división contra un perfil en fachada. Esto para evitar la transmisión de ruidos por vibración a través del vidrio.

Puertas

Las puertas de acceso a los espacios de requerimiento acústico deben contar con empaques perimetrales en neopreno flexible, incluyendo sello inferior tipo umbral automático (o similar). El aislamiento acústico de las mismas depende del conjunto puerta + marcos + sellos + instalación. Por lo tanto, se recomienda que la carpintería y los sellos sean evaluados por el asesor acústico. Además, el comportamiento acústico deberá ser garantizado tanto por el fabricante como por el instalador. (Ver detalle en planos)

Pisos

Las oficinas privadas, salas de reuniones y aula múltiple deben tener un acabado de piso en Alfombra tipo línea hotelera.

Tratamiento Absorbente en muro posterior de Aula Múltiple

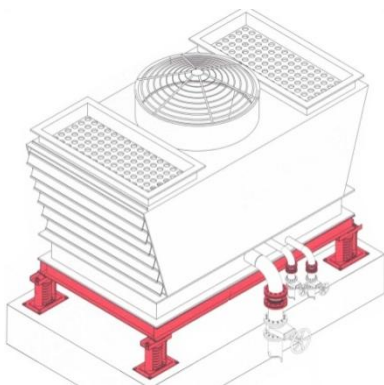
Se recomienda implementar fibra de vidrio tipo black theater o equivalente de espesor 1", recubierta por láminas microperforadas en metal o madera, paneles en tela, u otros acabados de tipo celda abierta en las superficies señaladas en el plano. La solución a implementar se encuentra directamente sujeta a coordinación con el diseño de interiorismo del proyecto.

RECOMENDACIONES PARA MINIMIZAR LA TRANSMISIÓN DE RUIDOS GENERADOS POR EQUIPOS MECÁNICOS

La principal vía de transmisión de ruidos generados por equipos mecánicos, es a través de los paramentos rígidos del edificio (muros y placas). Todos los elementos que generen vibración deben estar desvinculados de los paramentos rígidos del edificio por medio de acoples flexibles.

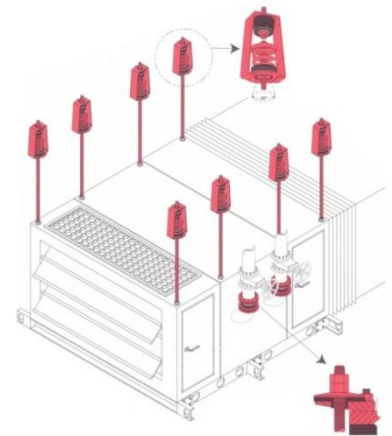
La recomendación consiste en aislar los motores de las placas por medio de elementos amortiguantes y placas flotadas, introducir juntas flexibles entre los motores y las tuberías y/o conductos tanto de ingreso como de salida de los equipos y así mismo, implementar elementos de fijación flexible para las tuberías.

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



En los espacios donde se van a instalar equipos de aire acondicionado, se recomienda implementar una estructura portante apoyada sobre una placa de inercia la cual debe pesar como mínimo 1.2 veces el peso de equipo a soportar e idealmente, 1.5 veces. La estructura portante debe contar con muelles distribuidos de acuerdo con el peso de los equipos a soportar. Así mismo, todas las tuberías que tengan contacto con las máquinas, deberán contar con juntas flexibles de tal manera que no exista transmisión de vibraciones desde los equipos hacia la estructura del edificio.

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).



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.

ANEXOS

1. PRESUPUESTO SISTEMA AUDIO Y VIDEO

UNIVERSIDAD NACIONAL				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
BLOQUE 3				
SALA DE CONSULTA DE BIBLIOTECA				
1	Televisor de 55" 4K SUHD, edge-Lit LED, Resolución 3840 x 2160, Quantum color, Dolby digital certified, Wi-fi, 1 puerto RJ45 ethernet, Samrt TV y full web browser, Procesador Quad-core, 4 puertos HDMI, 3 puertos USB, 1 puerto de audio digital (optico), 1 puerto RS232.	1	USD 2.899	USD 2.899
2	Soporte de pared para TV de 55" universal, pintura electrostática, aislante de calor, con accesorios y bujes de instalación.	1	USD 199	USD 199
3	Faceplate con conectividad HDMI, incluye cableado y accesorios.	1	USD 129	USD 129
4	Servidor multimedia para administración de contenidos, reproducción H.265 HEVC, reolución 4K con escalador de imagen digital, sistema HTML5, capacidad de streaming via IP, Fuente de poder PoE, administración de contenidos IP con aplicación para dispositivos móviles UDP, 1 Puerto RJ45 Ethernet, 1 puerto de entrada HDMI, 1 puerto de salida HDMI, audio digital.	1	USD 799	USD 799
OFICINAS MUSEO (SALA DE JUNTAS 6PAX)				
10	Televisor de 55" 4K SUHD, edge-Lit LED, Resolución 3840 x 2160, Quantum color, Dolby digital certified, Wi-fi, 1 puerto RJ45 ethernet, Samrt TV y full web browser, Procesador Quad-core, 4 puertos HDMI, 3 puertos USB, 1 puerto de audio digital (optico), 1 puerto RS232.	1	USD 2.799	USD 2.799
11	Soporte de pared para TV de 55" universal, pintura electrostática, aislante de calor, con accesorios y bujes de instalación.	1	USD 199	USD 199
12	Grommet para empotrar en mesa con conectividad HDMI, ETHERNET, VOLTAJE 120V regulado, incluye cableado y accesorios.	1	USD 429	USD 429
SALA 1 MUSEO				
13	Televisor de 55" 4K SUHD, edge-Lit LED, Resolución 3840 x 2160, Quantum color, Dolby digital certified, Wi-fi, 1 puerto RJ45 ethernet, Samrt TV y full web browser, Procesador Quad-core, 4 puertos HDMI, 3 puertos USB, 1 puerto de audio digital (optico), 1 puerto RS232.	10	USD 2.799	USD 27.990
14	Soporte de pared para TV de 55" universal, pintura electrostática, aislante de calor, con accesorios y bujes de instalación.	10	USD 199	USD 1.990
15	Servidor multimedia para administración de contenidos, reproducción H.265 HEVC, reolución 4K con escalador de imagen digital, sistema HTML5, capacidad de streaming via IP, Fuente de poder PoE, administración de contenidos IP con aplicación para dispositivos móviles UDP, 1 Puerto RJ45 Ethernet, 1 puerto de entrada HDMI, 1 puerto de salida HDMI, audio digital.	10	USD 799	USD 7.990
16	Suministro e Instalación de Switch ethernet de 24 puertos no administrable.	1	USD 497	USD 497
17	Suministro e Instalación de Matriz HDMI 8x16 modular, resolución 4K, EDID configurable, puerto RS232 para control, web server, Telnet, UDP y control via IP, 1 puerto RJ45 ethernet, Fuente de poder redundante, display frontal, control por infrarojo.	1	USD 13.890	USD 13.890
18	Suministro e Instalación Gabinete cerrado de 3 pies de 19" con puerta y accesorios de anclaje.	1	USD 499	USD 499
19	Suministro e Instalación de Acondicionador de linea con 11 outlets de 120V regulado, con circuito de protección contra picos de voltaje, display frontal indicador de voltaje.	1	USD 399	USD 399
SALA 2 MUSEO				
20	Televisor de 55" 4K SUHD, edge-Lit LED, Resolución 3840 x 2160, Quantum color, Dolby digital certified, Wi-fi, 1 puerto RJ45 ethernet, Samrt TV y full web browser, Procesador Quad-core, 4 puertos HDMI, 3 puertos USB, 1 puerto de audio digital (optico), 1 puerto RS232.	10	USD 2.799	USD 27.990
21	Soporte de pared para TV de 55" universal, pintura electrostática, aislante de calor, con accesorios y bujes de instalación.	10	USD 199	USD 1.990
22	Servidor multimedia para administración de contenidos, reproducción H.265 HEVC, reolución 4K con escalador de imagen digital, sistema HTML5, capacidad de streaming via IP, Fuente de poder PoE, administración de contenidos IP con aplicación para dispositivos móviles UDP, 1 Puerto RJ45 Ethernet, 1 puerto de entrada HDMI, 1 puerto de salida HDMI, audio digital.	12	USD 799	USD 9.588
23	Switch ethernet de 24 puertos no administrable.	1	USD 497	USD 497
24	Matriz HDMI 8x16 modular, resolución 4K, EDID configurable, puerto RS232 para control, web server, Telnet, UDP y control via IP, 1 puerto RJ45 ethernet, Fuente de poder redundante, display frontal, control por infrarojo.	1	USD 13.890	USD 13.890
25	Gabinete cerrado de 3 pies de 19" con puerta y accesorios de anclaje.	1	USD 499	USD 499
26	Acondicionador de linea con 11 outlets de 120V regulado, con circuito de protección contra picos de voltaje, display frontal indicador de voltaje.	1	USD 399	USD 399

SALA MULTIPLE				
27	Altavoz de empotrar en techo con cerramiento acústico UL Version, Frecuencia de reproducción: 52Hz-20KHz, SPL 108 dB continuos a 8ohms, transformador de línea de 70V/100V con tap de 60, 30, 15, 7.5W y 8ohms bypass, conector tipo euroblock, angulo de cobertura 100 grados.	12	USD 24,9	USD 2,988
28	Amplificador de 2 canales, 185W a 8 Ohmios, Filtro de baja frecuencia (30Hz o 50Hz), Distorsion entre rango de frecuencia 20Hz a 20KHz: < 0.02% tdD, 4Ω and 8Ω, Conector de 15A (120V), Entrada mixta TRS/XLR de 1/4", salidas con conector speakon, controles de nivel de volumen frontales con indicadores led para clipping, Proteccion térmica de sobrecarga por canal.	2	USD 4,29	USD 858
29	Mezcladora digital de 16 canales, 16 entradas mixtas XLR mic/línea, 1 Talkback in, 1 aux stereo, 2 salidas de subgrupos, Entrada y salida (RCA) no balanceada, Entrada Bluetooth 4.1, AES/EBU, 2 XLR (L/R) Main, XLR Mono Output, 2 salidas de monitor TRS, Salida de audifonos, 1 Puerto Ethernet.	2	USD 1,999	USD 3,998
30	Video proyector 3LCD, Luminosidad: 5200 LM, Contraste 6000:1 auto iris, Vida de lámpara 4000Hrs, Throw Range: Según lente con zoom elegido, Shift de lente 0.1 to +0.5 vertical, +/-0.3 horizontal, Keystone correctivo +/- 40° horizontal, +/- 40° vertical, Resolución nativa 1920x1200, Compatibilidad de señal HD NTSC, NTSC4.43, PAL, PAL-60, PAL-M, PAL-N, SECAM 1080p, 1080i, 720p, 576p, 576i, 480p, 480i, Entrada VGA, BNC, HDMI (HDCD 2.2) Display Port, Puerto RS232, Ethernet.	2	USD 4,999	USD 9,998
31	Ascensor para Proyector de extension variable.	2	USD 1,489	USD 2,978
32	Pantalla de proyección de 166", Formato 16:9, eléctrica (120v) con elemento de integración a sistema automático, control remoto RF, IR y control manual para empotrar en muro. Ganancia 1.1	2	USD 1,899	USD 3,798
33	Caja de interconexión modular de HDMI, VGA, XLR, RJ45, RCA, 120V para piso, caja de alta resistencia y tapa.	6	USD 389	USD 2,334
34	Wall plate de conectividad HDMI, VGA, XLR, RJ45, RCA, 120V.	4	USD 389	USD 1,556
35	Televisor de 55" 4K SUHD, edge-Lit LED, Resolución 3840 x 2160, Quantum color, Dolby digital certified, Wi-fi, 1 puerto RJ45 ethernet, Samrt TV y full web browser, Procesador Quad-core, 4 puertos HDMI, 3 puertos USB, 1 puerto de audio digital (optico), 1 puerto RS232.	4	USD 2,799	USD 11,196
36	Soporte de pared para TV de 55" universal, pintura electrostática, aislante de calor, con accesorios y bujes de instalación, opción de inclinación y escualizacion lateral y vertical.	4	USD 24,9	USD 996
37	Matriz HDMI 8x8 4K UHD. Resolución compatible: 4096 x 2160 up to 60 Hz, 4:4:4), 4K Ultra HD (3860 x 2160 a 60 Hz, 4:4:4) HDR, 1080p Full HD, y WUXGA (1920x1200), EDID Seleccionable, 7.1 canales en todas las salidas (HBR), Salida de audio análogo x8 en conector de 3.5mm mini jack, Salida de audio digital x8 en conector TOSLINK y RCA Coaxial, 8 Entradas y Salidas HDMI UHD 4K, Embeder de audio incluido, puerto RS-232, Ethernet para control por IP via Telnet, UDP y web server, Unidad rackeable 19", Frecuencia de Operacion TMD5 600MHZ.	2	USD 4,752	USD 9,504
38	Kit extender HDMI 4K UHD con alcance de 150 metros por cableado tranzado Cat6. Resolución compatible: 3840x2160 a 60Hz 4:2:0), Alta tasa de bits 7.1 canales, Puerto RS-232, comunicación Iren doble vía. Tecnología Power Over Line para TX y RX, HDCD 2.2, EDID seleccionable, Frecuencia de muestreo de imagen:300MHZ.	14	USD 699	USD 9,786
39	Módulo rackeable programable para control, 8 puertos de salida tipo relay de 1A, 30V AC/DC NO aislados, 8 puertos infrarrojos de 5V, 8 puertos I/O configurables, 3 puertos de comunicación asignables, Ranura SD, o SDHC de 32GB, 1 puerto USB tipo A 2.0, 1 puerto RJ45 ethernet, Fuente de alimentacion 24V DC 2A, 512 SDRAM.	1	USD 1,899	USD 1,899
40	Modulo de presentaciones inalámbricas con capacidad de división de pantalla de hasta 4 presentaciones, Control de display via IP, compatible con sistemas operativos Windows XP, Windows Vista™, Windows 7, Windows 8, Window 10, Mac® OS X, integración con APP Android e iOS, 1 puerto de salida HDMI, 1 puerto VGA, 1 puerto RJ45 ethernet, 1 puerto USB, resolucion de salida 1920x1080i @ 30Hz, 1 puerto de salida stereo 3.5mm. Fuente de alimentacion 5V DC 2.6A.	2	USD 1,799	USD 3,598
41	Botonera de pared configurable de 2 a 8 botones de accion simple con programas a 1,2 y hold tap, interfaz de conectividad según protocolo de sistema de integración.	2	USD 399	USD 798
42	Cámara para videoconferencia, cobertura de 72 grados (lente ancho) Rango dinámico, Resolución de 1920x1080p en 30fps, 1 puerto RJ45 ethernet para transmisión H.264, 1 puerto HDMI, 1 puerto HD-SDI, 1 puerto USB, control de entrada y salida RS232, zoom 12X, movimiento Pan/Tilt.	2	USD 1,649	USD 3,298
			SUB TOTAL	USD 185,144

TOTAL PRESUPUESTO BLOQUE 3	
	SUBTOTAL GENERAL USD 185,144
	CABLEADO, INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PUESTA A PUNTO USD 27,772
	IVA USD 4,045,4
	TOTAL USD 253,370

2. PLANOS

- 01 Especificaciones de aislamiento y acondicionamiento acústico Planta Baja
- 02 Detalles de especificaciones
- 03 Sistema de Audio y Video Planta Baja, Piso 1 y Piso 2