



ESCUELA DE TECNOLOGÍAS

IMPLEMENTACION DE MATERIAL DERIVADO DEL CARTON PARA EL
ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO EN MAMPOSTERIAS DE GYPSUM

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Tecnólogo en Construcciones y Domótica.

Profesor Guía

Arq. Francisco Zaldumbide

Autor

Ramiro Andrés Páez Morales

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

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

Arq. Francisco Zaldumbide

C.I.: 171890628-0

DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Arq. Jorge Rosero

C.I.: 170524844-9

DECLARACIÓN AUTORIA DEL ESTUDIANTE

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

Ramiro Andrés Páez Morales

C.I.: 171884232-9

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, a mi padre Ramiro por ser el héroe que estuvo conmigo en todo momento y me supo encaminar por el camino correcto, a mi Hermano Santiago que ha sido mi cómplice, mi amigo y mi consejero, a mi abuela Susana por su apoyo incondicional y a mis tíos que con sus consejos hicieron que este camino de estudios tenga otro significado, gracias a todos ustedes por confiar en mí.

Ramiro Andrés

DEDICATORIA

A mi madre Nora que desde el cielo me ha cuidado y guiado, y aunque no esté a mi lado, siempre estará presente en mis pensamientos, mi alma y corazón.

“Sin sacrificio no hay victoria”

Ramiro Andrés

RESUMEN

Dentro de la construcción moderna existen varias formas de remodelar, ampliar o habilitar espacios, ya sean estos para oficinas, viviendas, hospitales, multifamiliares, centros educativos o cualquier otro tipo de edificaciones; y una de las formas con las cuales se está llevando a cabo estas construcciones son a través de sistemas constructivos livianos, que son todos aquellos sistemas cuyos componentes son elementos livianos, resistentes y flexibles, que permiten una gran funcionalidad en el proceso constructivo, con una mayor eficiencia, rapidez y economía en cuanto a tiempo se refiere, con estructuras metálicas y paneles de yeso que tienen las mismas propiedades sismo resistentes que el hormigón.

Con estos nuevos sistemas constructivos, las edificaciones muy pesadas que requieren de diseños especiales y estudios preliminares con áreas muy extensas se pueden reemplazar por edificaciones más livianas y mucho más rápidas en su fabricación teniendo la certeza que ya están normadas y garantizan su estabilidad, resistencia y durabilidad.

Uno de los problemas o mitos existentes en este tipo de edificaciones que son fabricadas con sistemas constructivos livianos (mamposterías de gypsum) es la acústica interior, y es por eso que con este documento de titulación se pretende, con cálculos científicos obtenidos "in situ", el esclarecer el acondicionamiento acústico con diferentes tipos de aislantes derivados del cartón en mamposterías de gypsum y realizar una comparación con estudios en los que se han obtenido resultados ya cuantificables con parámetros fundamentales que garanticen el descanso de las personas que habitan y realizan sus actividades cotidianas dentro de este tipo de edificaciones

ABSTRACT

Within modern construction there are several ways of remodeling, expanding or enabling spaces, like offices, homes, hospitals, multi-family houses, educational centers or any other type of buildings; And one of the ways in which these constructions are carried out through light construction systems, which are all systems whose components are light, resistant and flexible elements, that allow a great functionality in the constructive process, with a greater efficiency, Speed and economy in terms of time, with metal structures and gypsum panels that have the same earthquake resistant properties as concrete.

With these new constructive systems, heavy constructions that require special designs and preliminary studies with very large areas, can be replaced by lighter buildings and much faster in their manufacture with the certainty that they are already regulated and guarantee their stability and durability.

One of the problems or myths that exist in this type of buildings that are manufactured with light constructions systems (gypsum masonry) is the acoustics inside it, and that is why with this document of titling it is tried, with scientific calculations obtained in situ, the clarify of the acoustic conditioning with different types of insulation derived from the cardboard in gypsum masonry with fundamental parameters that guarantee the rest of the people who inhabit and perform their daily activities within this type of buildings.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	1
ALCANCE	2
PROBLEMÁTICA	3
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	5
Objetivo general.	5
Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO I	6
1.1. Sistemas constructivos livianos.	6
1.2. Mamposterías divisorias de gypsum.....	8
1.3. Materiales que componen una mampostería de gypsum	8
1.3.1. Plancha de gypsum.	8
1.3.2. Estructura metálica galvanizada	9
1.4. Montaje de mamposterías de gypsum.....	12
1.5. Condiciones acústicas del gypsum.....	14
CAPÍTULO II	16
2.1. Acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum....	16
2.2. Diferencia de nivel.....	18
2.2.1. Diferencia de niveles normalizado (Dn).....	19
2.2.2. Diferencia de niveles estandarizada (DnT).....	19
2.3. Reverberación	19
2.4. Materiales para acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum.....	22
2.4.1. Lana de Vidrio	22
2.4.2. Lana de Roca	23

2.4.3. Espuma de Poliestireno.....	24
2.4.4. Espuma de Poliuretano	25
2.4.5. Planchas de Yeso - Gypsum.....	26
2.5. Coeficiente de absorción de materiales aislantes	27
2.6. Análisis del cartón de huevos como acondicionador acústico.....	28
CAPÍTULO III	32
3.1. Normativas	32
3.2. Legislación Ecuatoriana - Del Ministerio Del Ambiente.....	32
3.3. Norma Ecuatoriana de la Construcción	33
3.4. Norma UNE–EN ISO 717–1: 1997.	34
3.5. Norma UNE-EN- ISO-140-4	34
CAPÍTULO IV	35
4.1. Ensayos in situ para el acondicionamiento acústicos en mamposterías de gypsum	35
4.2. Medición.....	36
4.2.1. Condiciones de medición	37
4.2.2. Posiciones de medición.....	37
4.3. Equipos de medición	37
4.4. Documento Básico HR: Protección frente al ruido (CTE DB- HR): 2009.....	38
4.5. Procedimiento para la evaluación.....	39
4.6. Proceso de medición	40
4.6.1. Medición en la sala emisora	40
4.6.2. Medición en la sala receptora.....	41
4.6.3. Medición del Tiempo de Reverberación	42
4.7. Procesamiento de datos.....	42
4.7.1. Datos técnico-acústicos.....	43

4.7.2. Calculo del ruido de fondo.....	43
4.7.3. Calculo de la diferencia de nivel estandarizado	43
CAPÍTULO V	44
5.1. Implementación del ensayo	44
5.1.1. Implementación de mampostería de gypsum sin material aislante	44
5.1.2. Implementación de mampostería de gypsum conformada con lana de vidrio..	47
5.1.3. Implementación de mampostería de gypsum conformada con cubetas de huevos.....	49
5.2. Resumen de dimensiones de elementos constructivos empleados para cada tipo de mamposterías	52
5.3. Análisis técnico.....	53
5.3.1. Resultados en mamposterías de gypsum sin material aislante	53
5.3.2. Resultados en mamposterías de gypsum con lana de vidrio	54
5.3.3. Resultados en mamposterías de gypsum con cubetas de huevos.	54
5.3.4. Diagramas de comparación técnica de cada sistema propuesto ...	55
5.4. Análisis económico.....	58
5.4.1. Análisis del costo de la mano de obra de cada sistema propuesto	62
5.4.2. Análisis del costo del material de cada sistema propuesto	63
CAPÍTULO VI	65
6.1. Conclusiones y Recomendaciones.....	65
6.1.1. Conclusiones.....	65
6.1.2. Recomendaciones.....	66
REFERENCIAS.....	67
ANEXOS	69

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

El constante proceso evolutivo en la construcción nos induce a innovar diariamente sistemas constructivos que nos ayuden a dar condiciones y mejorar la habitabilidad que los usuarios necesitan para desenvolverse en sus actividades diarias, y este es el caso de las mamposterías de gypsum.

El acondicionamiento acústico dentro de una edificación se vuelve necesario en el momento en el que la comodidad, la salud y el confort se ven afectadas. Los valores acústicos que presentan las normativas asociadas a la construcción y al control del ruido que rigen a nivel nacional, no son respetados en la mayoría de los casos, y esto se da ya que los valores establecidos no son resultado de un estudio, y los parámetros de calidad acústica no han sido una prioridad al momento de elaborar un diseño, debido a las limitaciones que presenta la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) sobre la acústica en los ambientes, sin embargo al no existir en nuestro país una normativa específica destinada al cuidado del acondicionamiento acústico será importante que cada constructor tome conciencia de la importancia que conlleva los efectos del ruido en el desenvolvimiento de las actividades diarias de los usuarios de las edificaciones.

El estudio para la “Implementación de material derivado del cartón para el acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum” tiene como finalidad conocer las cualidades que cada material puede tener y aprovecharlas para conseguir un acondicionamiento acústico ante diferentes condiciones de ruido o hábitat normal que puedan darse en los diferentes ambientes construidos en mamposterías de gypsum, ya que la importancia de realizar este tipo de construcciones es el de garantizar un ambiente acústico adecuado

ALCANCE

Este estudio va enfocado en la comparación de mamposterías de gypsum en la ciudad de Quito que han sido ensambladas con diferentes tipos de materiales en su interior (cámara de aire).

Los datos para realizar la comparación serán tomados en dos lugares diferentes, el primer lugar será en las instalaciones de la Alianza Americana ubicada en la calle Juan José Villalengua 789 de la ciudad de Quito, ya que en algunas de sus aulas fueron construidas con mamposterías divisorias de gypsum con materiales aislante en su cámara de aire como la lana de vidrio, y las otras muestras serán tomadas en la vivienda del señor Esteban Moreno Reyes ubicada en la las mediaciones de Carcelén industrial en la calle Los Aceitunos y El Juncal; vivienda fue construida con mamposterías divisorias de gypsum y en su interior colocadas cubetas de huevos y cartón prensado.

Para la determinación de los parámetros mencionados se determinó el procedimiento de ensayo basado en las normas internacionales UNE-EN ISO 140-4: 1999. Medición "in-situ" del aislamiento a ruido aéreo entre locales de manera que se puede asegurar que no se producen influencias de fenómenos externos que alteren el resultado de la medición y garantizar que la medición sea repetible a través de la normalización de los procesos a realizar.

PROBLEMÁTICA

Uno de los problemas existentes en la construcción de edificaciones con respecto a los efectos sonoros del entorno se torna conflictivo debido al desconocimiento de la existencia de materiales que sirven para el acondicionamiento de un espacio que es construido gypsum, conllevando así a la poca importancia en garantizar el confort de los usuarios, haciendo que con esto se pierda la garantía de poder brindar a los habitantes espacios que le permitan realizar sus actividades sin molestar ni ser molestados por ruidos.

Una de las ventajas de la construcción de mamposterías con planchas de gypsum es su versatilidad para manejar el control del ruido, salas de cine, viviendas familiares, habitaciones de hoteles, oficinas y otras mamposterías donde la privacidad es importante, son construidas con sistemas livianos.

Las planchas de gypsum proveen protección acústica y para incrementar esta protección y evitar aún más la transmisión de sonido, se pueden agregar aislantes para proveer un acondicionamiento acústico interno y así garantizar el confort interno de los espacios.

Dentro del mercado local existen algunos materiales especialmente fabricados para aislar y acondicionar este tipo de mamposterías, pero al ser en su mayoría materiales sintéticos tienen un costo no muy accesible a todo el público, es por eso que es necesario el implementar un sistema de mejoramiento acústico a estas mamposterías con materiales reciclados y de precio no tan elevado como el cartón prensado, corrugado o productos derivados de este como son las cubetas de huevos.

JUSTIFICACIÓN

En el capítulo 13 de la NEC-2011, “Eficiencia energética en la construcción”, en la sección “13.3.5.1.2. Confort acústico” menciona que el confort acústico dentro de una construcción se debe al aislamiento y acondicionamiento acústico; sin embargo, no existe en si procesos de análisis, diseño, cálculos y/o mediciones con los cuales se pueda cuantificar los parámetros.

La aplicación de una normativa que establezca parámetros de acondicionamiento acústico a cumplirse al momento de construir edificaciones con sistemas livianos debe ser esencial para que los habitantes de los diferentes tipos de edificaciones logren tener un espacio libre de ruido no deseado.

Un estudio de los parámetros de acondicionamiento acústico en sistemas constructivos livianos (mamposterías de gypsum) con o sin aislantes en su interior es fundamental para encontrar las diferencias en la propagación del sonido de un ambiente a otro, resultados que servirán para plantear soluciones que sean factibles a la realidad actual tanto en el aspecto técnico como económico.

OBJETIVOS

Objetivo general.

Ejecutar e implementar de manera rápida y eficaz el material derivado del cartón (cubetas de huevos) para el acondicionamiento acústico en mamposterías divisorias de gypsum en la ciudad de Quito.

Objetivos específicos.

- Conformación y estudio de sistemas constructivos livianos en gypsum.
- Determinar el comportamiento del sonido con diferentes materiales utilizados para el acondicionamiento acústico en mamposterías divisorias de gypsum
- Analizar e identificar los materiales utilizados para el acondicionamiento acústico en mamposterías divisorias de gypsum en la ciudad de Quito
- Establecer diferentes alternativas tanto técnicas como económicas de materiales para el acondicionamiento acústico en mamposterías divisorias de gypsum.
- Analizar el comportamiento del sonido con mamposterías de gypsum en espacios ya utilizados.

CAPÍTULO I

1.1. Sistemas constructivos livianos.

Los sistemas livianos se basan en estructuras de acero galvanizadas que sirven para ensamblar láminas de yeso o fibrocemento que además aportan resistencia a la humedad, incombustibilidad y que en conjunto sirven para dar forma a una remodelación o bien construcción ya sea residencial o comercial.

Para el correcto funcionamiento del sistema es necesaria la combinación de diferentes materiales, aparte de la estructura de acero galvanizado y las placas de yeso (interiores) y fibrocemento (exteriores), son necesarios elementos de unión de los perfiles y fijación de las placas, que se hacen con tornillos auto perforantes, y finalmente el acabado para las juntas interiores con masilla, y cinta de papel o de malla.



Figura 1. Sistema constructivo liviano en gypsum

Tomado de: Gypsum Ecuador

En la figura 1 podemos identificar claramente el armado y montaje de una mampostería de gypsum, que es un sistema de construcción liviana

Los sistemas constructivos livianos pueden llegar a pesar hasta 75% menos que un sistema tradicional, de ahí el excelente desempeño que tiene ante movimientos telúricos, probado por décadas en países de gran envergadura y

con una trayectoria constructiva de primer nivel como el caso de Estados Unidos y Japón.

El tipo de sistema utilizado en una construcción, así como el grado de especialización técnica de quien construya, son esenciales para lograr el adecuado funcionamiento ante un movimiento telúrico y reducir así los efectos negativos que pueden producirse.

Los sistemas de construcción livianos aportan ventajas significativas a países de gran actividad telúrica pues no solamente utiliza materiales menos pesados que los del sistema tradicional de bloque, arena y cemento, sino que también tiene mejor rendimiento ante este tipo de eventos.

Un sistema que es rígido y fuerte puede romperse o dañarse más rápido ante un movimiento telúrico, pero por el contrario un sistema constructivo liviano evidentemente se mueve más, pero tiene un mejor desempeño (Playcem, 2017).

Tabla 1

Impacto terremoto de Hashina en Japón.

Daño	Sistema convencional con bloques o ladrillos	Sistema constructivo liviano con fibrocemento
Totalmente colapsados	42%	3%
Semi-destruido daños parciales	39%	10%
Intactos	19%	82%
Total	100%	100%

Resultado de investigación de Al Mosiemi acerca de impacto del terremoto de Hashina en Japón

Tomado de: Plyce

Se puede determinar en la tabla 1 los resultados obtenidos en una investigación sobre los diferentes tipos de construcción frente a un sismo

1.2. Mamposterías divisorias de gypsum

Las mamposterías divisorias de gypsum están fabricadas con estructura liviana galvanizada y paneles de yeso, paneles que están formados por un núcleo de roca de yeso bi-hidratado ($\text{CaSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$) y dos caras de papel de celulosa especial muy resistente y que al ser sometidas a grandes temperaturas se le puede llegar a quitar hasta las $\frac{3}{4}$ partes de agua química de su composición, para que estas adquieran la característica de atenuar el sonido (Gypsum, 2017)

Las mamposterías de gypsum se basan en el concepto de repartir cargas, logrando con esto un sistema muy eficiente en el manejo de los esfuerzos a los que se somete la estructura, reduciendo así las cargas muertas innecesarias, costosas y que no aportan mucho a la estabilidad de la estructura.

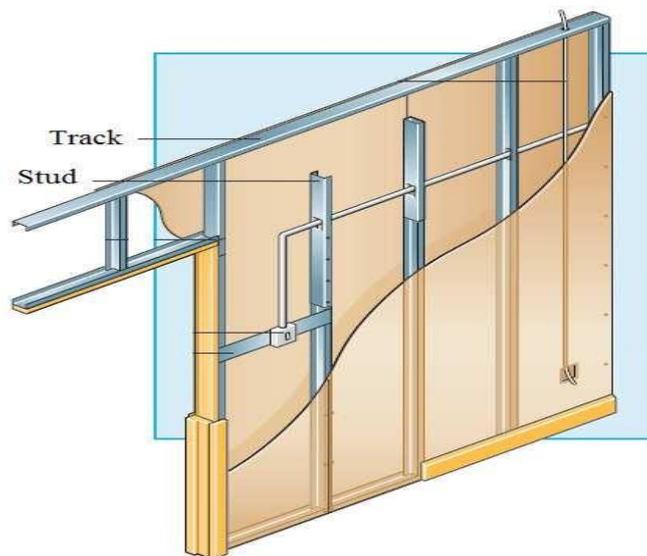


Figura 2. Esquema de una mampostería de gypsum

1.3. Materiales que componen una mampostería de gypsum

1.3.1. Plancha de gypsum.

Es un panel de yeso que está formado por un núcleo incombustible hecho esencialmente de yeso, cubierto por ambos lados con papel de celulosa altamente resistente que brinda gran fortaleza y protección.

Vienen en medidas estándar de 1.22 x 2.44 [m], en espesores que varían desde 6.3 hasta 15.9 [mm], y sus bordes longitudinales son rebajados para permitir un adecuado ensamblaje en las uniones de sus juntas.

Dentro del mercado de Quito existen varios tipos de planchas de gypsum que son utilizadas de acuerdo con la necesidad y condiciones para las cuales vayan a ser instaladas, como por ejemplo Sicon Quito en su página web y en su catálogo de productos posee planchas de gypsum normales y planchas de gypsum con características especiales que son resistentes a la humedad y que disipan el fuego (Sicon, 2017).

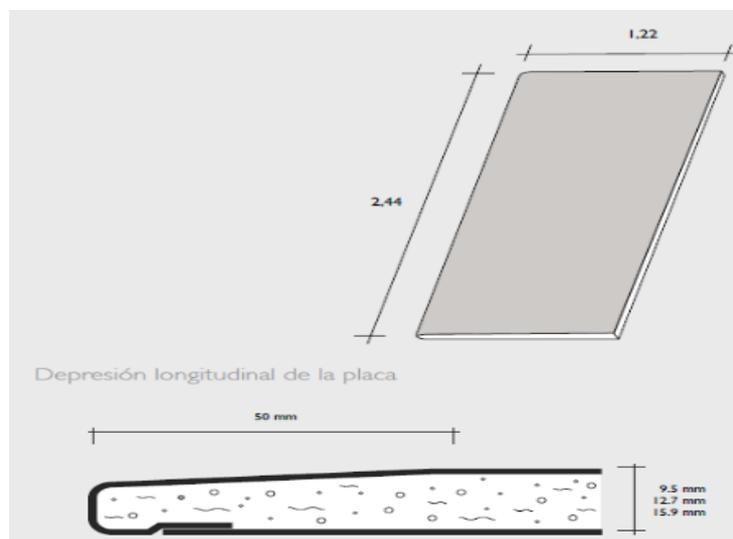


Figura 3. Esquema de una plancha de gypsum

Tomada de: Gyplac, Sistema de construcción liviana en seco

1.3.2. Estructura metálica galvanizada

La estructura metálica auto portante para el montaje de las mamposterías de gypsum están formadas por elementos de acero galvanizado colocados cada uno de ellos de forma horizontal y/o vertical de acuerdo con su utilidad.

Track. - Perfil de acero galvanizado en forma de U con un espesor de 0,45 [mm] para la construcción de mamposterías de gypsum. Se coloca de forma horizontal, utilizado como perfil guía que se fija al piso y techo y junto con los

studs forman la estructura sobre la cual se atornillan las planchas de gypsum para la construcción de mamposterías (Acimco, 2016).

Características:

Largo: 2,44 metros.

Ancho: 4 cm, 7 cm, 9 cm.

Acero con Norma ASTM 653.

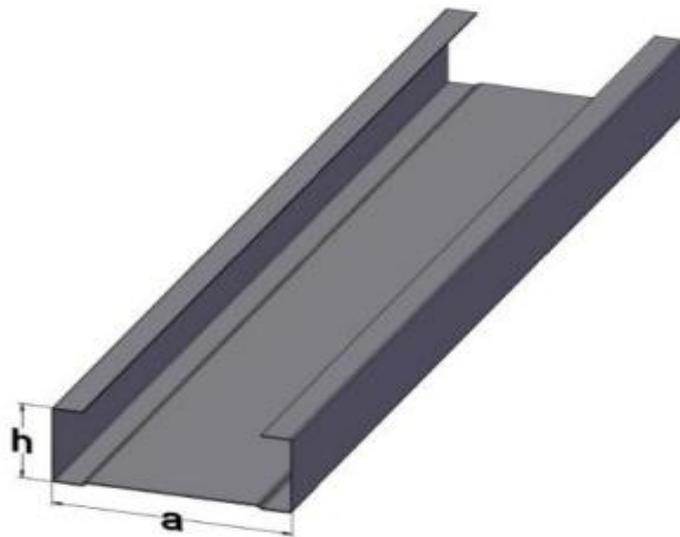


Figura 4. Esquema de un perfil track

Tomada de: Acimco, Sistema Constructivos Modernos.

Stud. - Perfil de acero galvanizado en forma de C, constituido por un alma, dos alas y dos pestañas que rigidizan el perfil. Se coloca de forma vertical cada 40 [cm] o 60 [cm], sobre este perfil se atornillan las planchas de gypsum para la construcción de mamposterías. Presentan perforaciones en todo su largo para el paso de las instalaciones eléctricas o sanitarias (Acimco, 2016).

Características:

Largo: 2,44 metros.

Ancho: 4 cm, 7 cm, 9 cm.

Acero con Norma ASTM 653.

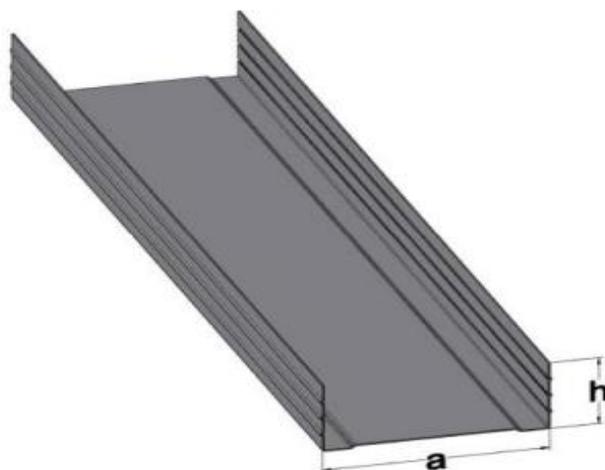


Figura 5. Esquema de un perfil stud

Tomada de: Acimco, Sistema Constructivos Modernos.

Tabla 2

Perfiles para mamposterías de gypsum

DESCRIPCION	LONGITUD	DIMENSIONES (a) x (h)	ESPESOR	PESO
	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
Perfil Stud	2440	40x32	0,40 - 0,45	0,89 - 1,00
Perfil Stud	2440	64x32	0,40 - 0,46	1,10 - 1,24
Perfil Stud	2440	90x32	0,40 - 0,47	1,30 - 1,47
Perfil Track	3660	41x26	0,40 - 0,48	1,21 - 1,36
Perfil Track	3660	65x26	0,40 - 0,49	1,47 - 1,65
Perfil Track	3660	91x26	0,40 - 0,50	1,77 - 1,99

Descripción y presentación de los perfiles de acero galvanizados para armado de mamposterías de gypsum

Tomada de: Acimco, Sistema Constructivos Modernos.

1.4. Montaje de mamposterías de gypsum

Para la construcción de la estructura que debe ser liviana, se utiliza acero galvanizado de la más alta calidad. Los tracks son las piezas sobre las que se apoyan y atornillan los studs, se coloca en posición horizontal en la parte superior e inferior para formar el marco de la estructura de soporte de la pared, se fijan en el piso y en los cielos rasos.

Los studs van de forma vertical, sobre las cuales se instalan las planchas de gypsum (Panel Rey, 2017).

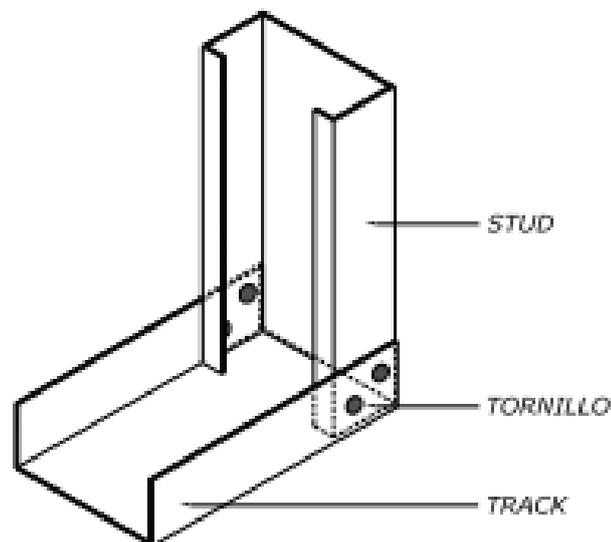


Figura 6. Detalle de unión stud y track.

Tomada de: Acimco, Sistema Constructivos Modernos.

La distancia entre studs para el armado del esqueleto será de 610 [mm] para perfilería de 90 [mm], de 488 o 405 [mm] para perfilería de 64 [mm] y de 405 [mm] para perfilería de 40 [mm].

Una vez armado el esqueleto (studs y tracks) de estructura galvanizada se procede a fijar las planchas de gypsum, las cuales, y de acuerdo con la altura que vaya a tener la mampostería se colocarán de la siguiente forma:

- Las planchas de gypsum se fijarán a la estructura galvanizada en sentido vertical cuando las mamposterías tienen una altura máxima de 2.40 [m]. (*Fig. 7*)
- En mamposterías que sobrepasan los 2.40 [m] las planchas de gypsum se fijaran en sentido horizontal trabándolas entre sí. (*Fig. 8*)
- Las fijaciones de las planchas de gypsum deberán ser cada 300 [mm]. (*Fig. 7*)

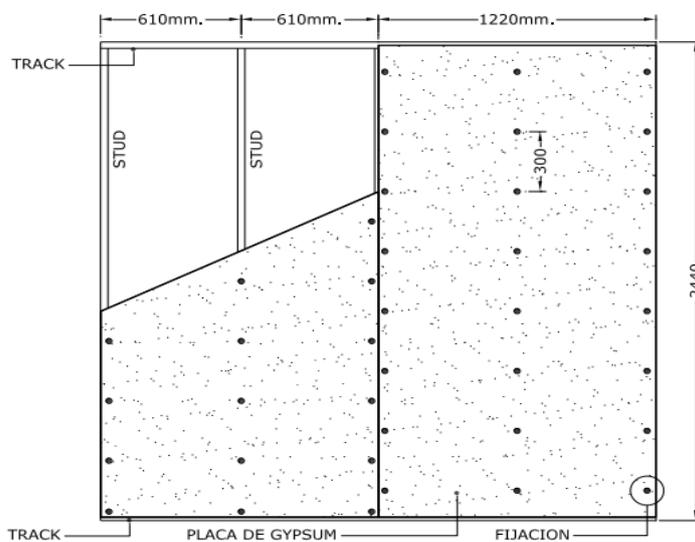


Figura 7. Colocación vertical de planchas de gypsum.

Tomada de: Acimco, Sistema Constructivos Modernos.

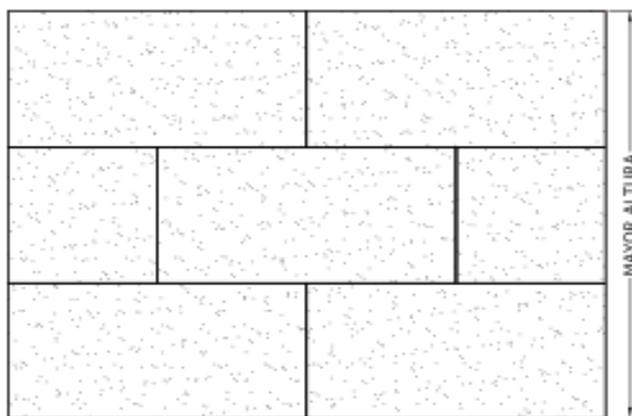


Figura 8. Colocación vertical de planchas de gypsum.

Tomada de: Acimco, Sistema Constructivos Modernos.

Para dar el acabado a las paredes se procederá al empastado, con un empaste de alta calidad; posteriormente se procede con el lijado hasta que quede una superficie muy fina, luego de tener lisa la mampostería se procede a pintarlo ya sea con pintura de interiores o exteriores o se puede colocar cualquier tipo de revestimiento.

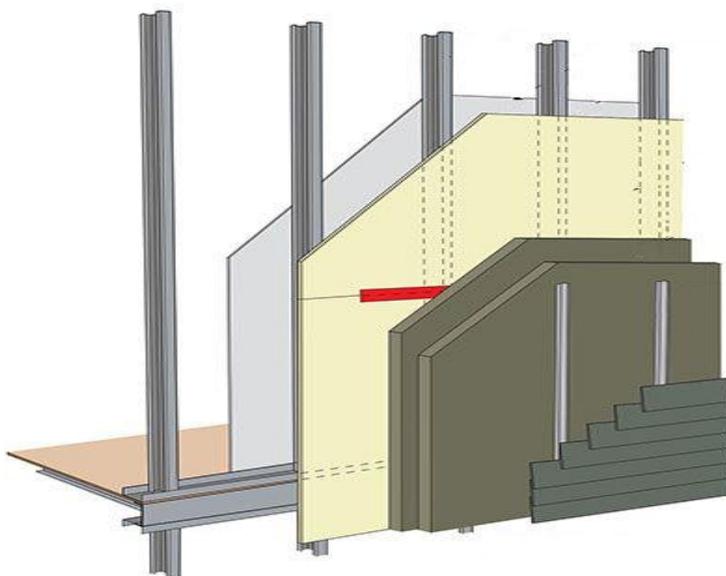


Figura 9. Proceso acabado final de mamposterías de gypsum.

Tomada de: Pinterest.

1.5. Condiciones acústicas del gypsum

La función de los materiales aislantes acústicos es reflejar la mayor parte de la energía que reciben, es decir son aquellos materiales que se opone al paso normal de las ondas acústicas incidentes, ya sea a través de paredes, techos o estructuras.

La aislación propiamente dicha, es función de los elementos separadores, es aquí donde las planchas de gypsum muestran su nivel acústico, teniendo en cuenta su reducido peso. La incorporación de aislantes permite obtener las variantes de reducción acústica que se desean para así acondicionar acústicamente los espacios de una edificación.

Tabla 3*Características acústicas del gypsum*

Tipo	Exigencia acústica [dB]	Espesor de plancha utilizada [mm]	Resistencia acústica [dB]
		12,5	38
Pared divisoria interna	37	15	41
		12,5	44
Pared divisoria con espacios de uso comunes	44	15	44
		12,5 x 2	51
Muro divisorio entre departamentos	48		

Características acústicas del gypsum de acuerdo con el tipo de uso y espesor de la plancha.

Tomado de: GYPLAC, Sistemas de construcción liviano en seco. Tomo 1

CAPÍTULO II

2.1. Acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum

El acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum consiste en controlar la energía sonora reflejada en las paredes para reducir la reverberación, mejorar las cualidades de escucha y, en general, disminuir el nivel sonoro, es decir es la capacidad que tiene una habitación para ofrecer confort, cuanto mejor sea el acondicionamiento de una habitación, más confortables nos sentiremos desde el punto de vista acústico en el interior de la misma.

Este acondicionamiento se consigue manipulando los espacios vacíos (cámara de aire formada entre los dos paneles de gypsum) interiores con materiales que permitan una difusión adecuada de la energía acústica en el interior del mismo.

Es importante mencionar que los estudios que se han hecho sobre las dimensiones que hay que dar a las cámaras de aire no dan siempre resultados concordantes, pero de los mismos se deduce la conveniencia de que las cámaras de aire tengan un espesor que vayan entre 8 y 10 [cm] (Cadiergues, 1987).

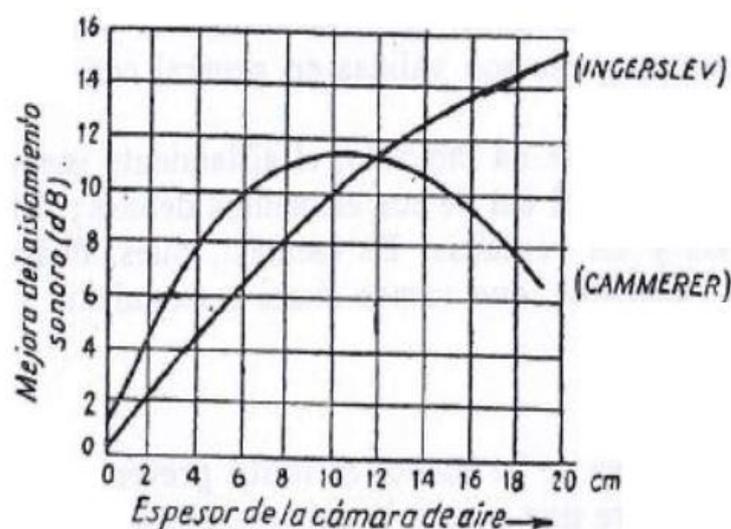


Figura 10. Aislamiento sonoro de cámaras de aire

Tomado de: Rougeron C.

Como se puede observar en la figura 10 los sistemas conformados por dos paredes y una cavidad de aire entre ellas representada, que puede estar parcial o totalmente rellena de material absorbente; tienen un comportamiento muy distinto en sus valores de aislamiento acústico con respecto a un sistema de pared simple, debido a tres factores muy importantes: la frecuencia de resonancia, las ondas estacionarias dentro de la cavidad y las uniones rígidas entre las paredes.

La frecuencia de resonancia en este caso será influenciada directamente por el valor de masa de cada sistema y la superficie de la cavidad de aire entre ellas.

Las ondas estacionarias dentro de la cavidad aparecen al coincidir las ondas que inciden perpendicularmente con la superficie de la cavidad.

Las uniones rígidas entre las dos paredes provocan un acoplamiento directo de frecuencias lo que disminuirá el aislamiento acústico del sistema.

Desde el punto de vista de un acondicionamiento acústico lo que interesa es que el intervalo de tiempo que transcurre entre el sonido directo que llega antes que todas las reflexiones y éstas no exceda de un determinado tiempo, porque en caso contrario aparecería el eco.

- Las propiedades acústicas de un lugar están determinadas por la proporción de energía sonora absorbida por las paredes, techos, suelos y objetos.
- La proporción de sonido absorbido está ligado al tiempo que un sonido emitido en el lugar desaparezca después de suprimir el emisor.

Un buen acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum exige que la energía reflejada sea mínima, con lo cual, la calidad para un tratamiento acústico de una habitación vendrá determinada por la característica especial de la capacidad de absorción de cada material que recubren sus superficies, esta característica está representada numéricamente por la diferencia de nivel entre la sala emisora y la sala receptora.

Los materiales que se pueden usar para reducir el tiempo de reverberación en un lugar o bien se usan como barrera para reducir la intensidad del sonido que viaja de un punto a otro y pueden ser absorbentes o porosos y tal vez los más importantes de estos materiales sean los materiales porosos, que están constituidos por una estructura sólida dentro de la cual existen una serie de cavidades o poros intercomunicados como las cubetas de huevos (Composan, 2017).

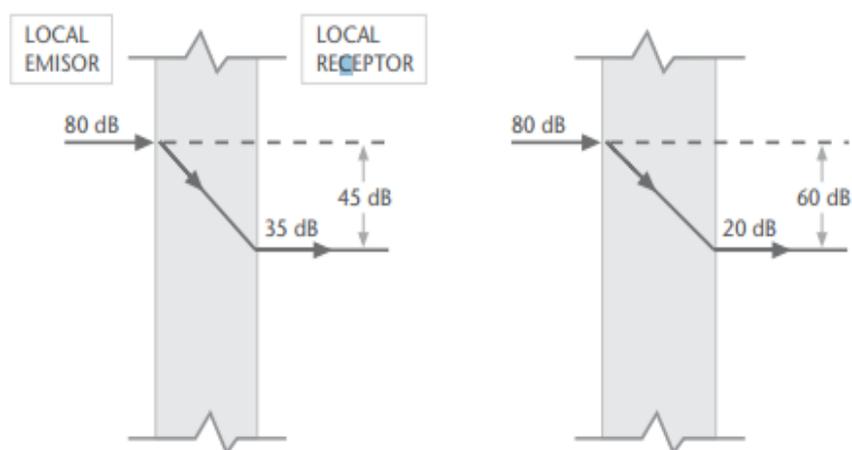


Figura 11. Acondicionamiento acústico

Tomada de: Reforma Coruña

2.2. Diferencia de nivel

Conocido también como aislamiento acústico bruto y es la diferencia aritmética de los niveles medidos entre la sala emisora y receptora, es y viene dado por:

$$D = Le - Lr$$

Donde:

Le: Nivel de presión sonora de la sala emisora

Lr: Nivel de presión sonora de la sala receptora

2.2.1. Diferencia de niveles normalizado (Dn)

La diferencia de niveles normalizado es la que se obtiene al realizar una corrección al tiempo de reverberación y cualidades geométricas de la sala receptora.

El aislamiento normalizado, como también se lo suele llamar, permite eliminar las condiciones acústicas del receptor, por lo cual, con este parámetro se logra hacer comparaciones entre configuraciones arquitectónicas independientemente del uso de los locales y sus cualidades acústicas.

$$Dn = D - 10 \log \frac{A}{A_0} [dB]$$

Donde:

A: Área de absorción acústica equivalente del recinto receptor [m²]

A₀: Área de absorción de referencia, A₀ = 10 [m²]

2.2.2. Diferencia de niveles estandarizada (DnT)

La diferencia de nivel estandarizada es la diferencia de niveles entre lugares correspondiente a un tiempo de reverberación en la sala receptora. La ecuación viene dada por:

$$DnT = D + 10 \log \frac{T}{T_0} [dB]$$

Donde:

T: Tiempo de reverberación en la sala receptora

T₀: Tiempo de reverberación en la sala emisora, que por lo general es 0.5[s]

2.3. Reverberación

Un factor importante en el acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum está ligado al tiempo en el que un sonido emitido en una habitación desaparece después de retirar la fuente sonora. La duración del sonido en un

local, después de suprimir el emisor sonoro se llama reverberación. El tiempo de reverberación en una habitación se define como el tiempo necesario para que la intensidad disminuya hasta una millonésima parte de su valor inicial, o para que el nivel de intensidad disminuya en 60 dB. El cálculo del tiempo de reverberación se realiza a través de expresiones empíricas, todas ellas basadas en principios teóricos de difusión del sonido y posteriormente avaladas por la experiencia

Según Sabine, el tiempo de reverberación es:

$$T = 0.16 \frac{V}{A}$$

Siendo V el volumen en m³ y A la absorción en m².

Despreciando la absorción del aire, A es la suma de la absorción sonora debido a las superficies límites del local (A₁) y la debida a los diferentes objetos y personas en el interior de la habitación (A₂).

$$A = A_1 + A_2 = \sum_{i=1}^n \alpha_i s_i + \sum_{j=1}^m \alpha_j n_j$$

siendo α_i el coeficiente difuso de absorción sonora y s_i el área de la superficie de cada tipo de material, y α_j la absorción de un objeto y n_j el número de objetos de ese tipo que haya en la habitación.

Se define como el coeficiente medio de absorción como:

$$\bar{\alpha} = \frac{A_1 + A_2}{S} = \frac{1}{S} [\sum_{i=1}^n \alpha_i s_i + \sum_{j=1}^m \alpha_j n_j]$$

Por lo tanto, si se conoce el tiempo de reverberación se pueden calcular la absorción sonora total A y el valor de la absorción media (Acondicionamiento acústico, 2003).

Tabla 4

Curva de frecuencia vs. Coeficiente de absorción



Curva frecuencia vs. Coeficiente de absorción

Tomada de: Acústica y Sonido

La importancia de elegir un tiempo de reverberación adecuado viene dada por el destino del local, y dependerá de cuan absorbente sean las superficies de la habitación (Miyara, 2006). Se ha encontrado que para satisfacer las mejores condiciones acústicas el tiempo de reverberación no debe superar los 2 segundos. Como los coeficientes de absorción dependen de la frecuencia, el tiempo de reverberación dependerá de la frecuencia. Por lo tanto, es necesario especificar el tiempo de reverberación para las frecuencias más representativas que usualmente son 125, 250, 500, 1000, 2000 y 4000 Hz.

En el caso ideal que los materiales que constituyen las paredes fuesen totalmente absorbentes, no existirían ondas reflejadas y la propagación sería similar a la que se presenta un lugar sin ecos reflejados en su interior. Si, por el contrario, las paredes del lugar fuesen totalmente reflejantes, las ondas sonoras sufrirían una serie de reflexiones; en esta situación, se dice que el campo es reverberante.

2.4. Materiales para acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum

Dentro del mercado local existen algunos materiales especialmente fabricados para aislar y/o acondicionar mamposterías divisorias de gypsum, pero al ser en su mayoría materiales sintéticos conllevan a problemas respiratorios como la lana de vidrio debido a sus componentes tóxicos al ser inhalados o tienen un costo no muy accesible a todo el público, es por eso que es necesario el implementar un sistema de mejoramiento acústico a estas mamposterías con materiales reciclados y de precio no tan elevado como el cartón prensado, corrugado o productos derivados de este como son las cubetas de huevos.

Los materiales para acondicionar acústicamente son aquellos que se opone al paso o a la continuidad de cualquier fenómeno físico, en este caso nos referimos a material que sirve para acondicionar o mejorar la acústica, viene a ser cualquier material que impida el paso normal de las ondas acústicas incidentes.

Algunos de los materiales que se mencionarán a continuación son los materiales más utilizados en la construcción de Quito.

2.4.1. Lana de Vidrio

La lana de vidrio es una fibra mineral fabricada con millones de filamentos de vidrio unidos con un aglutinante, que se utiliza como aislante acústico y térmico. Por el gran número de celdillas que tienen aire, la colchoneta fibra de vidrio goza de excelentes propiedades acústicas.

Se puede decir que la lana de vidrio es uno de los productos más eficientes en absorción de sonido acústico. Con coeficientes de absorción acústica entre 0.85 y 0.95 es ideal para ser instalada como aislamiento acústico entre las mamposterías divisorias de los sistemas constructivos livianos.

En el mercado se lo encuentra generalmente en rollos de 18.3 m de longitud por 1.2 m de ancho.

Tabla 5*Coefficientes de absorción de la lana de vidrio*

Elemento	Densidad [kg/m ³]	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN					
		125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1000 [Hz]	2000 [Hz]	4000 [Hz]
Lana de vidrio, 12,5 [mm]	32	0,08	0,12	0,16	0,17	0,24	0,55
Lana de vidrio 24 [mm]	37	0,12	0,18	0,26	0,4	0,65	0,85
Lana de vidrio, 45 [mm]	15	0,13	0,2	0,34	0,56	0,85	0,9

Tabla donde se indica el coeficiente de absorción de la lana de vidrio de acuerdo con su espesor y a la frecuencia sometida.

Tomado de: Lana de vidrio como material acústico: Modelo predictivo (Gimenez De Paz, 1990).

2.4.2. Lana de Roca

La lana de roca al igual que todas las fibras minerales tiene ventajas sobre los demás materiales ya que es un aislante muy eficaz contra el frío y el calor.

Gracias a su estructura multidireccional, la lana de roca volcánica contiene aire seco en su interior que constituye una barrera al flujo de calor y ofrece una total garantía de seguridad frente al fuego ya que son las únicas que pueden ser utilizadas en todos los campos relativos al aislamiento tanto acústico como térmico.

Gracias a la naturaleza elástica de las lanas minerales disipan las ondas sonoras que intentan atravesarlas, confiriendo a nuestra vivienda mayor confort al reducir ruidos del exterior hasta en 70 dB, en una época donde la contaminación acústica está muy presente (tráfico terrestre, tráfico aéreo, gente de fiesta, etc.) (Disetec, 2016).

Tabla 6

Coefficientes de absorción de la lana de roca

ELEMENTO	DENSIDAD [kg/dm ³]	COEFICIENTE DE ABSORCION
LANA DE ROCA e=500[mm]	0,138	0,55

Datos del coeficiente de absorción lana de roca.

Tomado de: Diamante, E

2.4.3. Espuma de Poliestireno

El estireno puede transformarse, mediante polimerización, en bolitas blancas de plástico de poliestireno. Estas bolitas pueden expandirse a continuación para formar una espuma conocida como poliestireno expandido. Hay dos formas principales de fabricar poliestireno expandido: mediante extrusión y mediante moldeo de bloques.

Para usar el poliestireno como aislante acústico debe recurrirse a sistemas masa+muelle+masa, que consiste en planchas de poliestireno plastificado adheridas a placas de yeso laminado (gypsum). Los paneles de poliestireno pueden suministrarse en cualquier medida hasta un máximo de 200 x 100 x 50 cm, con una densidad aproximada que va desde los 10 a 35 Kg/m³.

Tabla 7*Coefficientes de absorción de la lana de roca*

ELEMENTO	DENSIDAD [kg/m ³]	COEFICIENTE DE ABSORCION
Plancha De Poliestireno	35 - 225	0,55

*Datos del coeficiente de absorción de la espuma de poliestireno.**Tomado de: Diamante, E.*

2.4.4. Espuma de Poliuretano

La espuma de Poliuretano es un excelente aislante acústico ya que consigue una gran efectividad en la absorción de ruidos e insonorización de la vivienda. Según un estudio del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ciencia e Investigación (CSIC), sus propiedades acústicas se deben fundamentalmente a su capacidad de sellado, que proporciona muy buenos resultados en el aislamiento frente al ruido aéreo, ya no solamente en viviendas en núcleos urbanos, sino también en discotecas, cafeterías, fábricas, donde se alcanzan altos niveles de ruido.

En cuanto a sus propiedades como aislante acústico, la espuma más adecuada es la de baja densidad y celda abierta, ya que está específicamente diseñada para este tipo de trabajos: "Puede doblar el valor del coeficiente de reducción de transmisión de ruidos de las espumas de celda cerrada, llegando a 0,65", precisa. Las espumas de celda cerrada son óptimas para el aislamiento térmico, por lo que se puede recurrir a una combinación de ambos tipos para conseguir mejores resultados en aislamiento térmico y acústico.

Tabla 8*Coefficiente de absorción de la Espuma de Poliuretano*

ELEMENTO	DENSIDAD [kg/m ³]	COEFICIENTE DE ABSORCION
Espuma De Poliuretano	25 - 150	0,65

*Datos del coeficiente de absorción de la espuma de poliuretano**Tomado de: Rougeron, C.***2.4.5. Planchas de Yeso - Gypsum**

Las planchas prefabricadas de yeso (gypsum) reúnen las condiciones técnicas y decorativas para su aplicabilidad; están básicamente formados por yeso, lana mineral y papel metalizado.

Una de las características acústicas más importantes de estos paneles es la anulación de resonancia debido a su elevado grado de absorción del sonido, lo que resulta interesante en locales de trabajo como fábricas, talleres, oficinas.

Tabla 9*Coefficiente de absorción de la Espuma de Poliuretano*

ELEMENTO	DENSIDAD [kg/m ³]	COEFICIENTE DE ABSORCION
Planchas De Gypsum	236 - 256	0,7

*Datos del coeficiente de absorción de planchas de gypsum**Tomado de: Diamant, E.*

2.5. Coeficiente de absorción de materiales aislantes

Tabla 10

Coeficiente de absorción de los materiales más comunes

Material	Coeficiente de absorción α a la frecuencia					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Cartón Huevos	0,02	0,05	0,20	0,66	0,53	0,47
Hormigón pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Ladrillo visto sin pintar	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Ladrillo visto pintado	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Revoque de cal y arena	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
Placa de yeso (Durlock) 12 mm a 10 cm	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09
Yeso sobre metal desplegado	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,03
Mármol o azulejo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Madera en paneles (a 5 cm de la pared)	0,30	0,25	0,20	0,17	0,15	0,10
Madera aglomerada en panel	0,47	0,52	0,50	0,55	0,58	0,63
Parquet	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Parquet sobre asfalto	0,05	0,03	0,06	0,09	0,10	0,22
Parquet sobre listones	0,20	0,15	0,12	0,10	0,10	0,07
Alfombra de goma 0,5 cm	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
Alfombra de lana 1,2 kg/m ²	0,10	0,16	0,11	0,30	0,50	0,47
Alfombra de lana 2,3 kg/m ²	0,17	0,18	0,21	0,50	0,63	0,83
Cortina 338 g/m ²	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
Cortina 475 g/m ² fruncida al 50%	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60
Espuma de poliuretano (Fonac) 35 mm	0,11	0,14	0,36	0,82	0,90	0,97
Espuma de poliuretano (Fonac) 50 mm	0,15	0,25	0,50	0,94	0,92	0,99
Espuma de poliuretano (Fonac) 75 mm	0,17	0,44	0,99	1,03	1,00	1,03
Espuma de poliuretano (Sonex) 35 mm	0,06	0,20	0,45	0,71	0,95	0,89
Espuma de poliuretano (Sonex) 50 mm	0,07	0,32	0,72	0,88	0,97	1,01
Espuma de poliuretano (Sonex) 75 mm	0,13	0,53	0,90	1,07	1,07	1,00
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m ³) 25 mm	0,15	0,25	0,40	0,50	0,65	0,70
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m ³) 50 mm	0,25	0,45	0,70	0,80	0,85	0,85
Lana de vidrio (panel 35 kg/m ³) 25 mm	0,20	0,40	0,80	0,90	1,00	1,00
Lana de vidrio (panel 35 kg/m ³) 50 mm	0,30	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00
Ventana abierta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vidrio	0,03	0,02	0,02	0,01	0,07	0,04
Panel cielorraso Spanacustic (Manville) 19 mm	–	0,80	0,71	0,86	0,68	–
Panel cielorraso Acustidom (Manville) 4 mm	–	0,72	0,61	0,68	0,79	–
Panel cielorraso Prismatic (Manville) 4 mm	–	0,70	0,61	0,70	0,78	–
Panel cielorraso Profil (Manville) 4 mm	–	0,72	0,62	0,69	0,78	–
Panel cielorraso fisurado Auratone (USG) ^{5/8} ''	0,34	0,36	0,71	0,85	0,68	0,64
Panel cielorraso fisurado Cortega (AWI) ^{5/8} ''	0,31	0,32	0,51	0,72	0,74	0,77
Asiento de madera (0,8 m ² /asiento)	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
Asiento tapizado grueso (0,8 m ² /asiento)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Personas en asiento de madera (0,8 m ² /persona)	0,34	0,39	0,44	0,54	0,56	0,56
Personas en asiento tapizado (0,8 m ² /persona)	0,53	0,51	0,51	0,56	0,56	0,59
Personas de pie (0,8 m ² /persona)	0,25	0,44	0,59	0,56	0,62	0,50

Coeficientes de absorción de materiales más comunes

Tomada de: Miyara, F.

2.6. Análisis del cartón de huevos como acondicionador acústico

Una vez analizado los factores para el acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum, es necesario aclarar que no es lo mismo aislar que acondicionar, de modo que un aislamiento acústico es evitar que el sonido entre o salga de una habitación, para ello hay que anular la energía acústica del ruido con un producto denso con la suficiente masa, mientras que el acondicionamiento acústico, por su parte, se centra directamente en mejorar la calidad acústica dentro de una habitación es decir sirve para mitigar los rebotes o reflexiones de la onda sonora (ruidos internos, equipos de música, instrumentos, etc.) que está generando un sonido.

Para acondicionar o aislar una habitación, el material con el que se encuentra fabricado tiene mucho que ver, si hablamos de la porosidad y densidad, para ello existen dos reglas que son aplicables para esto; que dice que a mayor espesor del material menor es la frecuencia a partir de la cual la absorción es mayor, y por otro lado sabemos que, a mayor porosidad de un material, mayor es su absorción en todas las frecuencias, es así como se puede observar en la figura 12.

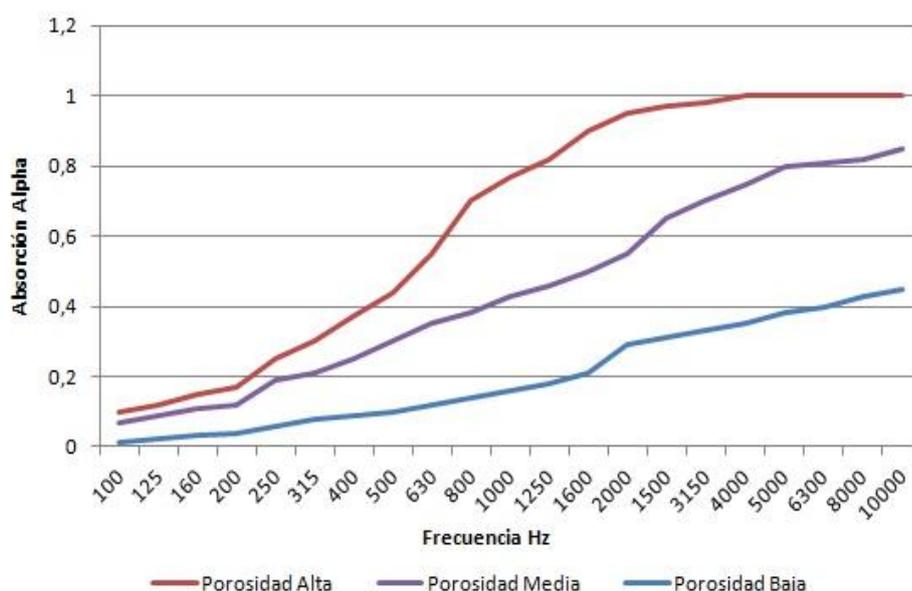


Figura 12. Variación de absorción acústica

Tomada de: Ingeniería Acústica para Profesionales

Entonces, si la densidad del material es baja las pérdidas por fricción son menores y en consecuencia la absorción acústica disminuye y a medida que la densidad del material aumenta la absorción también lo hace.

Si se analiza las características físicas de una cubeta de huevos podemos decir que su densidad volumétrica es casi desconocida, pero si pensamos en su masa, una cubeta de huevo no llega a pesar 70 gr. y no se necesitaría una comprobación empírica para afirmar que las cubetas de huevos no servirían para aislar el sonido que se transmite de un espacio a otro por medio de un elemento divisorio, igualmente el aislamiento por masa es proporcional al logaritmo de la frecuencia, esto se explica claramente en el ejemplo obtenido del libro de Rougeron, 1977, en el cual empieza midiendo un aislamiento de una mampostería de 100 Kg/m² y haciendo variar la frecuencia del sonido, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 11

Influencia de la frecuencia en el aislamiento por masa.

FRECUENCIA [Hz]	AISLAMIENTO [dB]
125	32
250	36
500	40
1000	44
2000	48
4000	52

Tabla explicativa de la influencia de la frecuencia en el aislamiento por masa.

Fuente: Rougeron C

Según un informe realizado por Riverbank Acoustical Laboratories (RAL), instituto estadounidense reconocido internacionalmente como un laboratorio acreditado como fuente válida de especificaciones acústicas de materiales varios, el cual realizó un estudio con normas ASTM, (Standard Test Method for Sound Absorption) en una cámara de pruebas sobre una superficie de 6.14 m² de cajas de huevos, arrojo los siguientes resultados como se indica en la tabla 12:

Tabla 12

Absorción cubetas de huevos.

Frecuencia Hz	Coefficiente de Absorción
100	0,00
125	0,01
160	0,00
200	0,07
250	0,07
315	0,07
400	0,13
500	0,44
630	0,73
800	0,74
1000	0,61
1250	0,52
1600	0,46
2000	0,48
2500	0,58
3150	0,59
4000	0,69
5000	0,82

Absorción cubetas de huevos

Tomada de: RAL

Por lo tanto, como se indica en la tabla 12 comparando gráficamente los coeficientes de absorción de una espuma absorbente de 50 mm. con una caja

de huevo, podemos mencionar que las curvas son casi paralelas al menos hasta los 2000 Hz teniendo la espuma una diferencia promedio de +0,3 por sobre la caja de huevo, y su mejor rendimiento de la caja de huevo dentro de su curva es sobre los 630 Hz, como se indica en la figura 13.

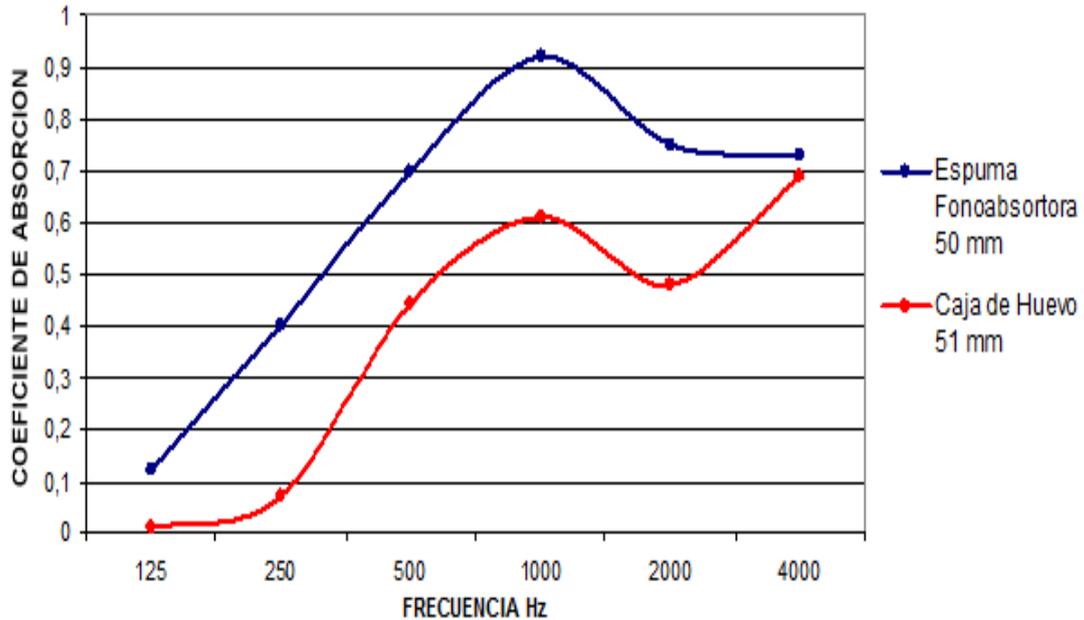


Figura 13. Variación de absorción acústica de una cubeta de huevos
Tomada de: Ingeniería Acústica para Profesionales

Entonces se concluye que el uso de cartones de huevo sirve de una buena forma para el acondicionamiento acústico, pero nunca será tan efectivo como las espumas acústicas absorbentes, si bien sí es mucho más económico.

CAPÍTULO III

3.1. Normativas

Las normativas son disposiciones que regulan el funcionamiento correcto de determinada actividad; en este caso al referirnos de normativas dentro del ámbito de acondicionamiento acústico es muy importante mencionar que a nivel nacional poco o nada se ha realizado en cuanto al control del ruido entre espacios arquitectónicos, en la norma técnica del Ministerio del Ambiente a lo mucho se ha llegado a mencionar los niveles de ruido que pueden presentar ciertos espacios; por esta situación es necesario hacer una pequeña mención al apartado de normativa tanto nacional como internacional referente al acondicionamiento acústico en la construcción con el objetivo de tener una idea de cómo se maneja el tema del acondicionamiento acústico.

3.2. Legislación Ecuatoriana - Del Ministerio Del Ambiente

“La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional ecuatoriano.” Como ya se mencionó en el apartado anterior a nivel nacional no existe una normativa específica relacionada con el aislamiento acústico, a lo mucho existe una mención respecto a los niveles permisibles en ciertos espacios públicos; a continuación, una explicación de algunos de los más importante y útiles:

Los niveles de presión sonora expresados en decibeles que se obtengan de la emisión de una fuente fijan emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la tabla 9 (Legislación secundaria del Ministerio del Ambiente, 2012).

Tabla 13*Niveles máximos de ruido permitido*

ZONA SEGÚN USO DE SUELO	HORARIO DE 06h00 A 24h00	HORARIO DE 20h00 A 06h00
HOSPITALARIA Y EDUCATIVA	45	35
RESIDENCIAL	50	40
RESIDENCIAL MIXTA	55	45
COMERCIAL	60	50
COMERCIAL MIXTA	65	55
INDUSTRIAL	70	65

*Normativa ecuatoriana niveles máximos de ruido permitidos**Tomado de: Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente, decreto 3516***3.3. Norma Ecuatoriana de la Construcción**

En la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) se especifican niveles máximos de ruido denominados como valores recomendados de confort acústico en interiores, sin embargo, estos valores no especifican los requerimientos mínimos de aislamiento y/o acondicionamiento acústico que deben cumplir los elementos constructivos de las edificaciones.

En el capítulo 8 de la NEC-2013, se muestran los niveles máximos de ruido en función del lugar.

Tabla 14*Niveles máximos de ruido permitido*

LUGAR / ESPACIO	NIVEL MAX DE RUIDO (dB)
DORMITORIO	30 A 40
HOTEL	35 A 40
BIBLIOTECA	35 A 40
HOSPITALES	30 A 40
SALAS DE ESTAR	40 A 45
OFICINAS	45 A 50
AULAS DE ESCUELAS	40 A 45

*Niveles máximos de ruido permitido**Tomado de: Cámara de la Construcción*

En el capítulo 13 de la NEC-2011, “Eficiencia energética en la construcción”, en la sección “13.3.5.1.2. Confort acústico, se muestran los niveles máximos de ruido en función del lugar.

Tabla 15

Niveles máximos de ruido permitido

LUGAR / ESPACIO	NIVEL SONORO (dB)
LOCALES Y RECINTOS COMERCIALES	70
OFICINAS	60
ACTIVIDADES DE VIVIENDA	50
LUGARES DE ESTAR	50
AULAS DE ESTUDIO	55
HOSPITALES Y CENTRO DE SALUD	45
OTROS LUGARES	75

Tomado de: Cámara de la Construcción

3.4. Norma UNE-EN ISO 717-1: 1997.

La norma UNE-EN ISO-717-1 permite normalizar un método por el cual los valores por banda de octava o tercio de octava del acondicionamiento al ruido aéreo puedan convertirse en una magnitud global que se caracterice con las propiedades acústicas de los elementos constructivos y permitan simplificar la formulación de los requisitos acústicos en los códigos de la edificación (AENOR, 1997).

3.5. Norma UNE-EN- ISO-140-4

La Norma UNE-EN-ISO-140-4 especifica los métodos que deben ser aplicados para la medición de aislamiento acústico de paredes interiores, techos y puertas entre dos habitaciones y la protección que generan estos elementos frente al ruido a los ocupantes de las habitaciones y establece las especificaciones de los equipos e instrumentos que deben ser empleados para realizar los ensayos.

CAPÍTULO IV

4.1. Ensayos in situ para el acondicionamiento acústicos en mamposterías de gypsum

Los ensayos “in situ” para determinar valores de acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum es la principal tarea para el desarrollo del estudio investigativo, a través de las cuales se obtendrá información necesaria para el proceso de análisis, comprobación y comparación de los diferentes materiales utilizados para el acondicionamiento acústico en este tipo de mamposterías, y estarán ligados a las condiciones técnicas y tecnológicas establecidas en la norma UNE-EN-ISO-140-4, norma que indica los métodos correctos para la obtención de datos de aislamiento acústico en base a una medición “in situ”.

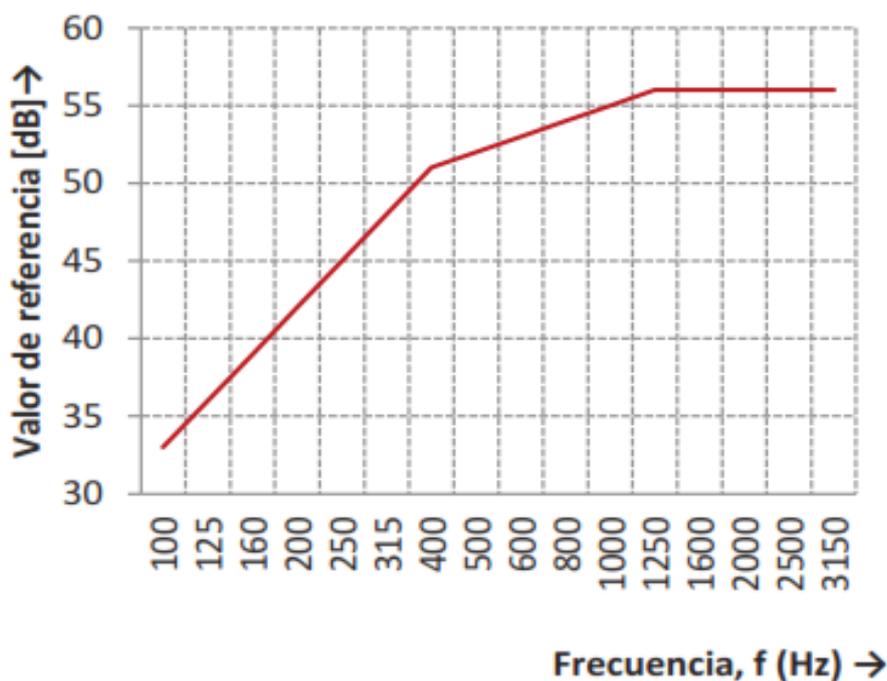


Figura 14. Valores para aislamiento en bandas de tercio de octava ISO 717-7

Tomada de: AENOR, 1997

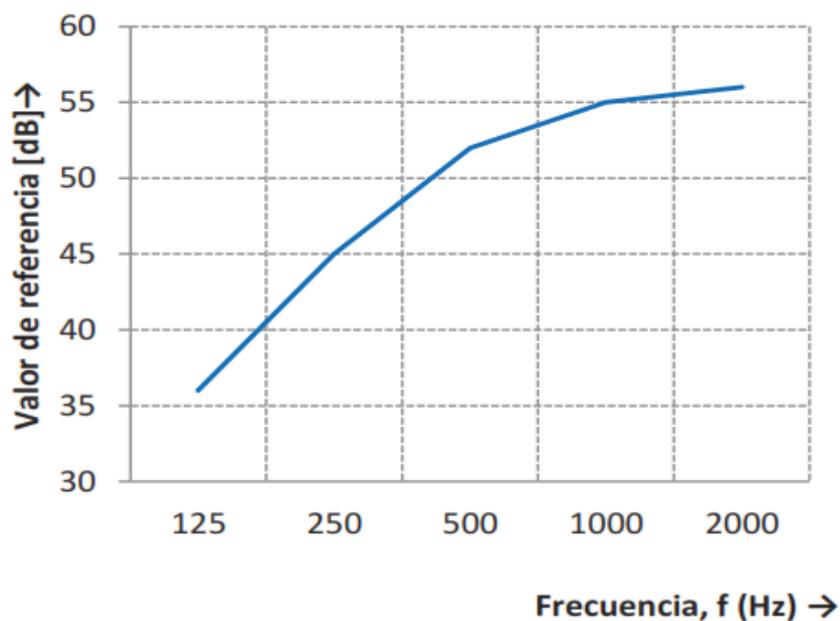


Figura 15. Valores para aislamiento en bandas de octava ISO 717-7

Tomada de: AENOR, 1997

4.2. Medición

El número mínimo de medidas (posiciones fijas) del micrófono serán de diez (10), al utilizar una posición de fuente sonora se requieren diez (10) posiciones de micrófono; sin embargo, si se usan dos (2) posiciones de fuente sonora se requerirán cinco (5) posiciones de micrófono, tomando dos (2) muestras por cada posición.

En el caso de usar dos (2) posiciones de fuente sonora, estas deben estar separadas al menos 0,7 [m] entre ellas y la distancia entre las paredes del recinto emisor y el centro de la fuente no debe ser menor que 0,5 [m].

Se miden los niveles de ruido de fondo en la sala receptora con el objetivo de verificar que las mediciones no se vean afectadas por sonidos de agentes externos. El nivel de ruido de fondo debe ser menor a 10 [dB], que el nivel de presión sonora de la sala receptora. Si la diferencia de niveles es menor que 10 [dB], pero mayor a 6 [dB], se calculan las correcciones de acuerdo con la ecuación:

$$LB = 10 \log \left(10^{\frac{Le}{10}} - 10^{\frac{B}{10}} \right)$$

Donde

Le: Nivel de presión sonora del recinto emisor.

B: Nivel de presión sonora del ruido de fondo.

Si la diferencia de niveles es menor o igual a 6 dB en cualquiera de las bandas de frecuencia se utiliza la corrección 1,3 dB correspondiente a una diferencia de 6 [dB].

4.2.1. Condiciones de medición

Lo ideal para realizar las mediciones es que no deberá existir gente en la habitación, y en el caso de ser usado el resultado como factor de corrección el número de personas existentes deberá ser el mismo al presente en la medición de transmisión sonora.

4.2.2. Posiciones de medición

La posición de los puntos de medición con respecto a cualquier superficie de la habitación incluyendo el piso no deberá ser menor a un (1) metro, mientras que entre los puntos de medición lo óptimo será guardar una distancia de dos (2) metros. De igual forma las posiciones de micrófono no deberían estar muy cercanas a la fuente.

4.3. Equipos de medición

Micrófono. - El micrófono debe ser del diámetro más pequeño posible, máximo de 14 [mm], en el caso de ser micrófonos de respuesta de presión o de campo libre pueden ser de hasta 27 [mm] de diámetro, siempre que cuente con una corrección de incidencia.

Sonómetro. - Para iniciar el ensayo se calibra el sonómetro, el calibrador emite una señal a una frecuencia de 1[KHz] a 94[dB] de nivel de presión sonora. En el

sonómetro se verifica que la señal llegue a este nivel o a un nivel similar a este, lo más importante del proceso de calibración es verificar que no se tenga una diferencia mayor a 0,5[dB] entre cada medición.

Fuente sonora. - Se debe tratar de una fuente omnidireccional, y debe ser capaz de generar curvas de decrecimiento de presión sonora con el rango dinámico necesario con relación al ruido de fondo. Para el caso de mediciones de precisión la fuente debe cumplir con las especificaciones del apartado.

4.4. Documento Básico HR: Protección frente al ruido (CTE DB-HR): 2009

El documento básico HR establece los procedimientos a seguir para cumplir con los requerimientos básicos de acondicionamiento acústico que deben presentar los sistemas divisorios dependiendo de su uso y funcionamiento.

Para el caso de habitaciones o lugares protegidos, se establece un valor mínimo que debe cumplir la mampostería divisoria de gypsum en particular, que es de 33 [dBA] y establece el índice de protección que debe presentar frente a distintos casos y procedencias de la fuente sonora:

Tabla 16

Índices de protección frente al ruido en lugares protegidos.

Procedencia del ruido	Protección frente al ruido
Otras unidades de uso	≥ 50dBA
Zonas comunes	≥ 50dBA
Recintos de instalaciones y recintos de actividades	≥ 55dBA

Al tratarse de zonas habitables el valor de índice de reducción dentro de la misma unidad de uso es de 33 [dBA]. Y con respecto a la procedencia del ruido:

Tabla 17*Índices de protección frente al ruido en lugares habitables*

Procedencia del ruido	Protección frente al ruido
Otras unidades de uso	≥ 45dBA
Zonas comunes	≥ 45dBA
Recintos de instalaciones y recintos de actividades	≥ 45dBA

Para el caso en que las edificaciones protegidas o habitables colinden con otras construcciones, la diferencia de niveles estandarizada que cuantifica el aislamiento acústico a ruido aéreo de una pared entre dos edificios debe ser al menos 50 [dBA].

4.5. Procedimiento para la evaluación.

Los valores obtenidos a partir de la ISO 140-4 se comparan con valores de referencia que se muestran en las Figura 17 y 18, en el rango de frecuencias de 100 [Hz] a 3150 [Hz] para bandas de tercio de octava y de 125 Hz a 2 000 Hz para bandas de octava.

Los valores de referencias para realizar la comparación de la evaluación para el acondicionamiento en las mamposterías divisorias de gypsum se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18*Niveles máximos de ruido permitido*

FRECUENCIA	VALORES DE REFERENCIA [dB]		
	[Hz]	TERCIO DE OCTAVA	BANDAS DE OCTAVAS
100	33		
125	36		36
160	39		
200	42		
250	45		45
315	48		
400	51		

500	52	52
600	53	
800	54	
1000	55	55
1250	56	
1600	56	
2000	56	56
2500	56	
3150	56	

Valores de referencia para aislamiento a ruido aéreo
Tomado de AENOR 1997.

4.6. Proceso de medición

De acuerdo con las recomendaciones de la norma UNE EN ISO 140-4, se seleccionará una sala emisora y otra sala receptora, en el caso de que exista diferencias volumétricas entre las dos salas, la sala con mayor volumen será la sala emisora y la de menor volumen la sala receptora.

4.6.1. Medición en la sala emisora

Se procederá de la siguiente manera:

- Se generará un campo de difusión capaz de cubrir todo el volumen de la sala.
- Se colocará la fuente sonora sobre la primera posición, se encenderá el amplificador y se esperará a que la fuente genere una intensidad continua y que cree el campo difuso en toda la sala, este proceso tardará alrededor de dos (2) a tres (3) segundos.
- Trascurrido este tiempo se tomará la primera muestra de micrófono durante un tiempo aproximado de diez (10) segundos.
- Se procederá apagar la fuente y a registrar los datos obtenidos en la hoja de control.

- El proceso se repite en las cuatro (4) posiciones restantes y se registrarán los datos en cada punto en la hoja de control.
- Al terminar las mediciones en los cinco (5) puntos se procederá a cambiar la fuente sonora hacia la segunda posición y se repite el proceso nuevamente.
- De igual forma se empezará colocando el micrófono en la primera posición esperando a que el campo difuso se estabilice en la sala y tomando una muestra durante un tiempo aproximado a diez (10) segundos.

4.6.2. Medición en la sala receptora

Se deberá colocar el sonómetro en la sala receptora mientras que en la emisora permanecerá la fuente sonora, se tendrán cinco (5) posiciones de micrófono en los que se tomará una (1) medida por cada posición de fuente.

Se procederá de la siguiente manera:

- La fuente situada al otro lado de la mampostería divisoria en la sala emisora, se ubicará en la primera posición de la fuente y se encenderá el amplificador.
- El micrófono del sonómetro será ubicado sobre la posición de micrófono uno (1) y se tomará la muestra durante un tiempo aproximado a diez (10) segundos.
- Se apagará la fuente y se registrarán los datos obtenidos en la hoja de control perteneciente a la muestra.
- Tras el tiempo que toma en silenciarse la fuente y decaer la señal transmitida a la sala receptora, se tomará la muestra por diez (10) segundos.
- Al terminar las mediciones en los cinco (5) puntos se procederá a mover la fuente en la sala emisora hacia la segunda posición de fuente y se repite el proceso nuevamente. De igual forma se empieza colocando el micrófono en la posición uno (1), esperando a que el campo difuso se estabilice en la sala emisora y tomando una muestra durante un tiempo aproximado de diez (10) segundos.

4.6.3. Medición del Tiempo de Reverberación

Se necesitarán de al menos cinco (5) combinaciones fuente - micrófono, por lo que en este caso se utilizará una (1) posición de fuente con tres (3) posiciones de micrófono y en cada posición de micrófono se tomará dos (2) mediciones del tiempo de reverberación.

El proceso de medición para el tiempo de reverberación de la sala receptora se realiza de la siguiente manera:

- Se ubicará la fuente en el centro de la sala receptora en donde, se establecerán tres (3) puntos de medición que pueden ser tres (3) de los puntos usados anteriormente para el análisis de transmisión sonora.
- El micrófono del sonómetro será ubicado sobre la posición uno (1) del micrófono para la medición de tiempo de reverberación y se mide aproximadamente en unos diez (10) segundos.
- Una vez realizado el paso anterior se procederá a encenderá la fuente sonora y se esperará a que la intensidad de la fuente se estabilice y se registra durante un tiempo de diez (10) segundos el nivel de presión.
- Se debe realizar dos (2) mediciones por cada posición de micrófono por lo que el proceso anterior se repite sobre la misma posición.
- Al terminar en la posición uno (1) del micrófono para tiempo de reverberación, cambiamos de posición para repetir el anterior proceso en los dos (2) puntos restantes.

4.7. Procesamiento de datos

A través de una hoja de cálculo en Excel se elaborará un informe que muestra los resultados de diferencia de niveles normalizadas y estandarizadas.

El proceso de elaboración del informe y cálculos se resume en los siguientes pasos:

- Datos acústicos
- Calculo de ruido corregido
- Calculo de la diferencia de nivel estandarizado

4.7.1. Datos técnico-acústicos

Se ingresan los datos obtenidos en del ensayo en bandas de tercio de octava a partir de 100 [Hz] hasta 3150 [Hz] que contienen información como: valores de nivel de presión sonora y tiempo de reverberación de sala receptora.

4.7.2. Calculo del ruido de fondo

Como se detalla en el capítulo 4.2 Mediciones, la corrección de ruido de fondo se calcula a través de la ecuación detallada a continuación:

$$LB = 10 \log \left(10^{\frac{Le}{10}} - 10^{\frac{B}{10}} \right)$$

Donde

Le : Nivel de presión sonora del recinto emisor.

B : Nivel de presión sonora del ruido de fondo.

4.7.3. Calculo de la diferencia de nivel estandarizado

Como se detalló en el capítulo 2.2.2 la diferencia de nivel estandarizado se calcula con la siguiente ecuación:

$$DnT = D + 10 \log \frac{T}{T_0} [dB]$$

Donde:

T : Tiempo de reverberación en la sala receptora.

T_0 : Tiempo de reverberación en la sala emisora, que por lo general es 0.5[s].

CAPÍTULO V

5.1. Implementación del ensayo

Se seleccionó lugares que por estar construidas con mamposterías de gypsum y que en cuya cámara de aire se encuentran diferentes materiales, estas mamposterías cumplen con el propósito de implementar un material derivado del cartón para el acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum, esta implementación será demostrada con cálculos que sustenten tanto técnica como económicamente con sus respectivos anexos.

Tabla 19

Lugares seleccionados

PROPIETARIO	DIRECCION	DESCRPCION DEL LUGAR
ESTEBAN MORENO REYES	Los Aceitunos y El juncal	Departamento conformado por dos habitaciones una con mamposterías de gypsum con cubetas de huevo y otras sin aislante.
COLEGIO ALIANZA AMERICANA	Juan José Villalengua 789	Aulas conformadas con mamposterías divisorias de gypsum con lana de vidrio

5.1.1. Implementación de mampostería de gypsum sin material aislante

Como se detalló en el capítulo uno en los numerales 1.3 y 1.4, para la construcción de la estructura de las mamposterías de gypsum se utiliza acero galvanizado (studs y tracks). Los tracks son las piezas sobre las que se apoyan y atornillan los studs, se coloca en posición horizontal en la parte superior e inferior para formar el marco de la estructura de soporte de la pared, se fijan en el piso y en los cielos rasos.

Una vez armado la estructura (studs y tracks) se procede a fijar las planchas de gypsum, las cuales, y de acuerdo con la altura que vaya a tener la mampostería se colocarán de la siguiente forma:

- Las planchas de gypsum se fijarán a la estructura galvanizada en sentido vertical cuando las mamposterías tienen una altura máxima de 2.40 [m].
- En mamposterías que sobrepasan los 2.40 [m] las planchas de gypsum se fijaran en sentido horizontal trabándolas entre sí.
- Las fijaciones de las planchas de gypsum deberán ser cada 300 [mm].

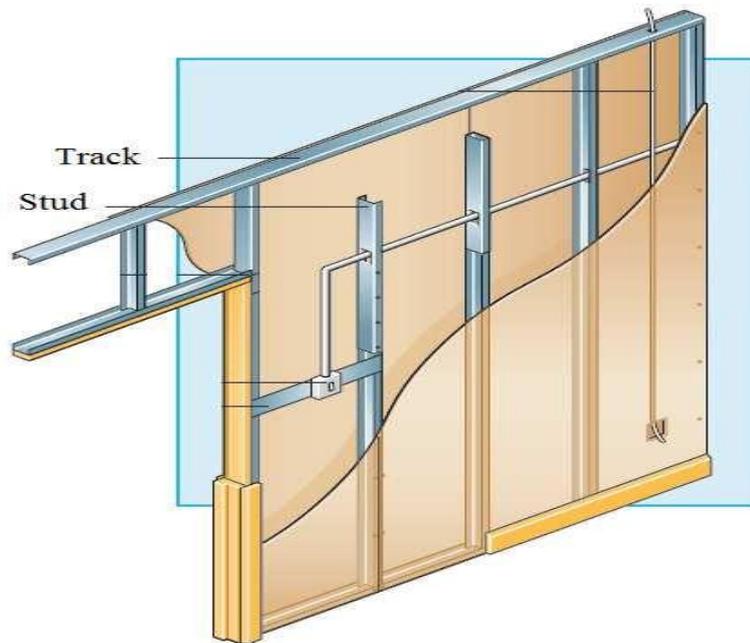
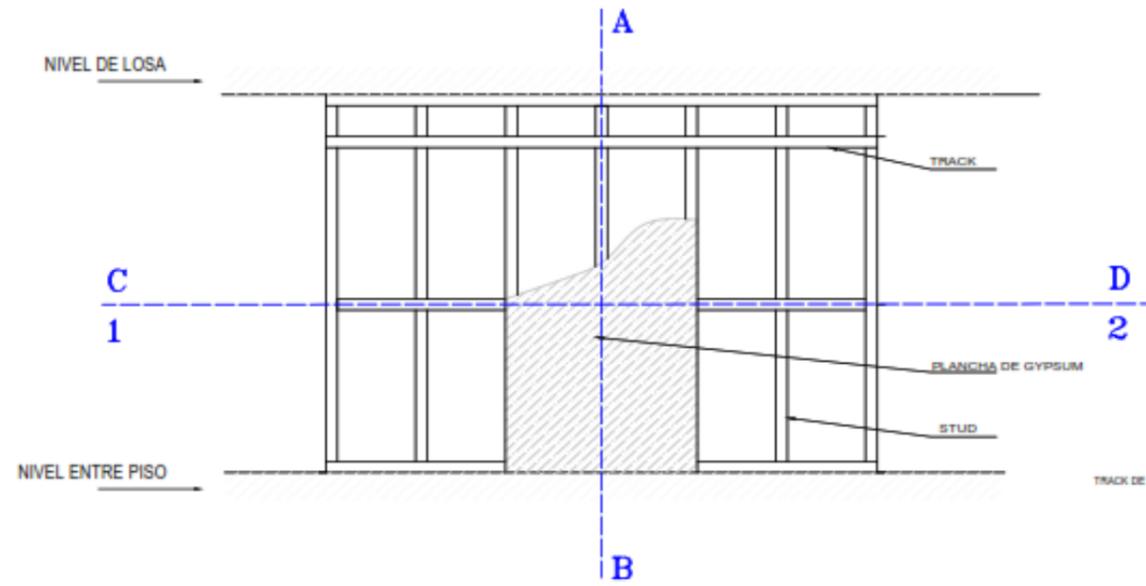


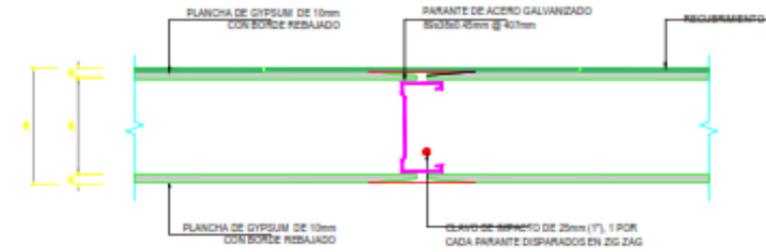
Figura 16. Armado de mampostería de gypsum

A continuación, se detalla las especificaciones técnicas necesarias para realizar el armado de una mampostería de gypsum con sus respectivos detalles constructivos, detalles que serán seguidos paso a paso para tener un buen armado de este tipo de mampostería.

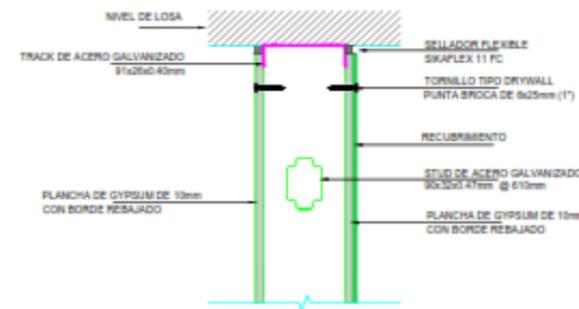
VISTA FRONTAL MAMPOSTERIA DE GYPSUM



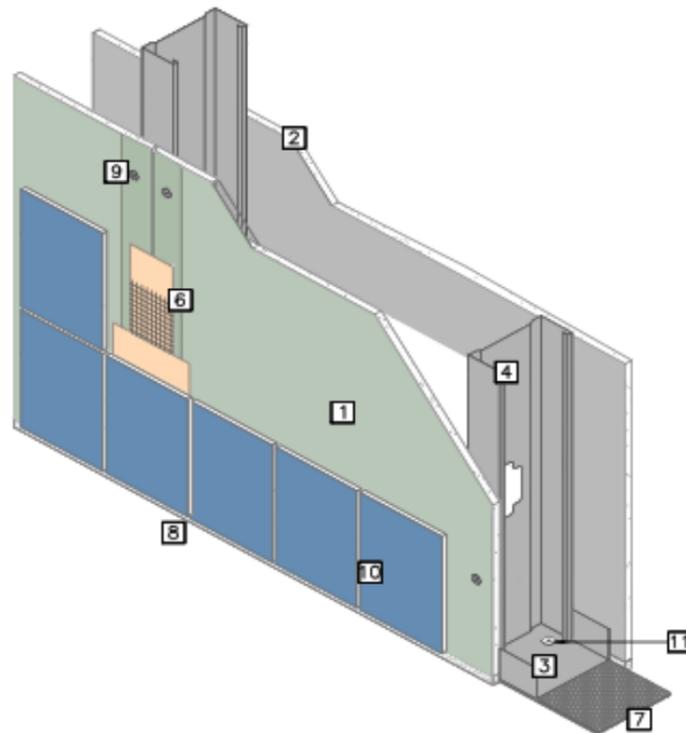
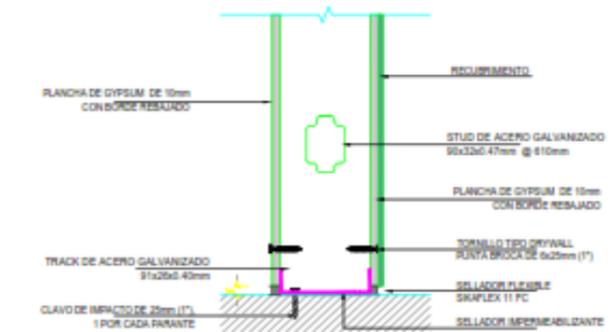
CORTE A - B



CORTE C - D



CORTE 1-2



REFERENCIAS

- 1 PLANCHA DE GYPSUM DE 10mm CON BORDE BISELADO
- 2 PLANCHA DE GYPSUM DE 10mm CON BORDE BISELADO
- 3 TRACK ACERO GALVANIZADO 90x26x40mm
- 4 STUD 90x30x47mm @ 610mm
- 5 TRATAMIENTO DE JUNTAS
- 6 SELLADOR IMPERMEABILIZANTE
- 7 SELLADOR
- 8 TORNILLO TIPO DRYWALL PUNTA BROCA DE 6x25mm (1")
- 9 CENÁMICA PARA PARED
- 10 CLAVO DE IMPACTO DE 25mm (1"), 1 POR CADA PARANTE DESPLAZADOS EN ZIG ZAG

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Pared divisoria interior - sanitario, conformada por una estructura metálica compuesta por track (91mm) y stud (90mm), de acero galvanizado por inmersión en caliente, fabricados según la norma ASTM A653. Los tracks (90mm) se fijarán a vigas, losas o pisos mediante clavos de impacto o perno de expansión de nylon 1/4" x 1/2" colocados en cada stud y en zig zag. Dicha estructura se completará colocando studs (91mm) con una separación entre ejes de 610 mm, utilizando los perfiles rieles como guías. Las uniones entre perfiles se realizarán, con tornillos autoperforantes cabeza extraplana de 13mm.

Sobre ambas caras se colocará una plancha de gypsum de 10mm de espesor. Fijándolas mediante tornillos autorroscantes de acero tipo drywall. Se deberá dejar una separación de 10mm entre placas y el nivel de piso terminado (NPT), para evitar el ascenso de humedad por capilaridad. Las uniones entre placas deberán estar conformadas por dos bordes del mismo tipo (rectos). Los tornillos se colocarán con una separación de 25cm ó 30cm como máximo en el centro de la placa y de 15cm en los bordes que coinciden con el eje de un perfil y en zig zag. Las uniones entre las placas que conforman la superficie de la pared divisoria serán tratadas con cinta de malla microperforada y masilla aplicada en pasos, respetando el tiempo de secado entre cada capa de masilla.

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES CIVILES Y DOMOTICA 	
TEMA DE TITULACION	
IMPLEMENTACION DE MATERIAL DERIVADO DEL CARTON PARA EL MEJORAMIENTO ACUSTICO EN MAMPOSTERIAS DE GYPSUM	
DETALLE CONSTRUCTIVO MAMPOSTERIAS DE GYPSUM	
ELABORADO POR: ANDRES PAEZ M.	REVISADO POR: ARQ. FRANCISCO ZALDUMBIDE

5.1.2. Implementación de mampostería de gypsum conformada con lana de vidrio

En las instalaciones de colegio Alianza Americana, ubicada en la ciudad de Quito en la calle Juan José Villalengua 789 existen aulas que están diseñadas y construidas con gypsum, mamposterías que están conformadas con lana de vidrio en su cámara de aire y son divisorias entre aulas.

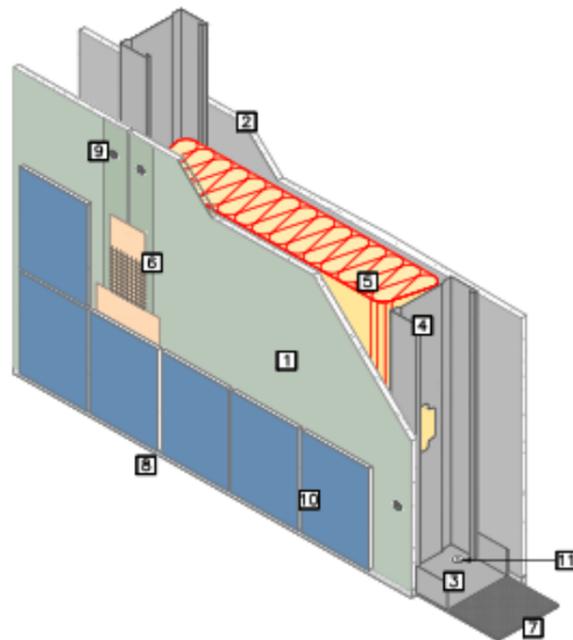
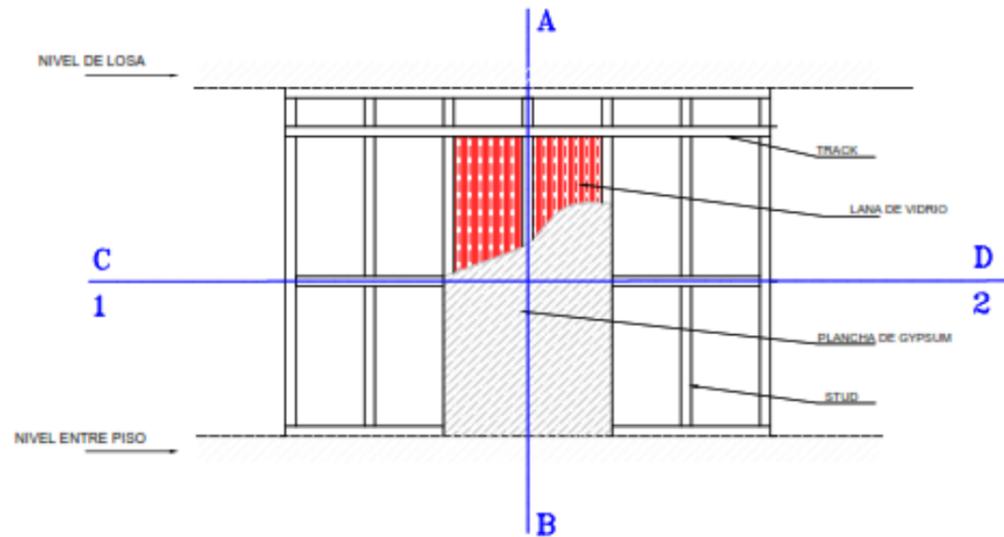
Para la implementación de lana de vidrio en las mamposterías de gypsum se procederá de la misma forma explicada en el numeral anterior 5.1.1 con la diferencia que antes de colar la segunda cara de la mampostería con gypsum se procederá rellenar cada espacio de la armadura de acero galvanizado con lana de vidrio como se detalla en el siguiente esquema de la figura 17, se deberá tomar mucho en cuenta la seguridad de obra al instalar este material ya que sus fibras pueden ser absorbidas por nuestro sistema respiratorio o impregnadas en la piel causando alguna serie de enfermedades.



Figura 17. Armado mampostería de gypsum con lana de vidrio

A continuación, se detalla las especificaciones técnicas necesarias para realizar el armado de una mampostería de gypsum con lana de vidrio en su cámara de aire con sus respectivos detalles constructivos.

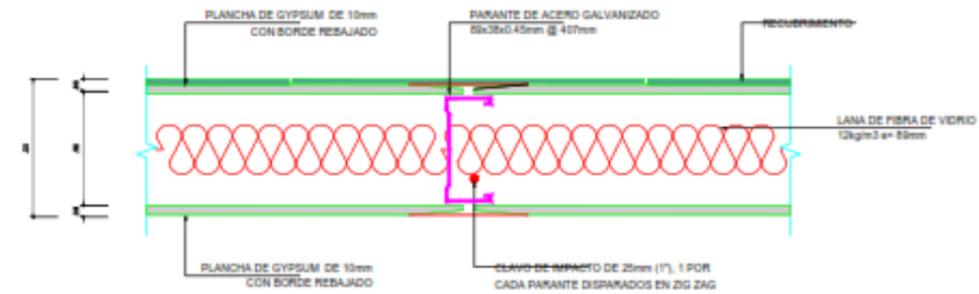
VISTA FRONTAL MAMPOSTERIA DE GYPSUM CON LANA DE VIDRIO



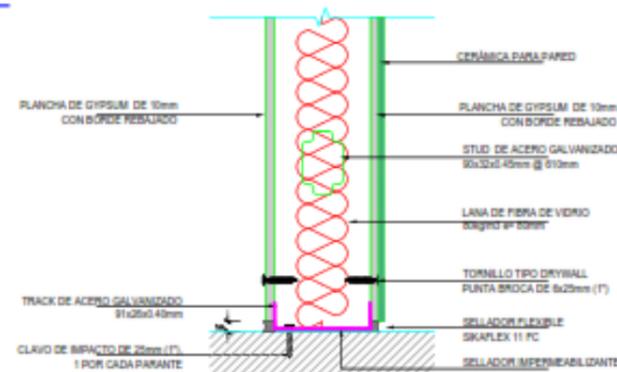
REFERENCIAS

- 1 PLANCHA DE GYPSUM DE 10mm CON BORDE BISELADO
- 2 PLANCHA DE GYPSUM DE 10mm CON BORDE BISELADO
- 3 TRACK ACERO GALVANIZADO 91x26x45mm
- 4 STUD 90x36x45mm @ 407mm
- 5 LANA DE FIBRA DE VIDRIO 12kg/m³ e= 89mm
- 6 TRATAMIENTO DE JUNTAS
- 7 SELLADOR IMPERMEABILIZANTE
- 8 SELLADOR
- 9 TORNILLO TIPO DRYWALL PUNTA BROCA DE 6x25mm (1")
- 10 CERÁMICA PARA PARED
- 11 CLAVO DE IMPACTO DE 25mm (1"), 1 POR CADA PARANTE DISPARADOS EN ZIG ZAG

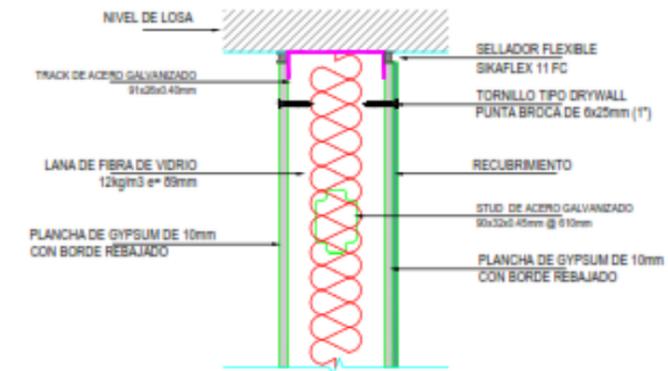
CORTE A - B



CORTE 1-2



CORTE C - D



ESPECIFICACION TÉCNICA

Pared divisoria interior - sanitario, conformada por una estructura metálica compuesta por track (91mm) y stud (90mm), de acero galvanizado por inmersión en caliente, fabricados según la norma ASTM A653. Los stud (90mm) se fijarán a vigas, losas o pisos mediante clavos de impacto o perno de expansión de nylon 1/4" x 1/2" colocados en cada parante y en zig zag. Dicha estructura se completará colocando stud (90mm) con una separación entre ejes de 0.407m, utilizando los perfiles rieles como guías. Las uniones entre perfiles se realizarán, con tornillos autoperforantes cabeza extraplana de 13mm. Se colocará lana de fibra de vidrio de 12kg/m³ y e= 89, material con propiedades de aislamiento térmico y acústico.

Sobre ambas caras se colocará una plancha de gypsum de 10mm de espesor. Fijándolas mediante tornillos autorroscantes de acero tipo drywall. Se deberá dejar una separación de 10mm entre placas y el nivel de piso terminado (NPT), para evitar el ascenso de humedad por capilaridad. Las uniones entre placas deberán estar conformadas por dos bordes del mismo tipo (rectos). Los tornillos se colocarán con una separación de 25cm ó 30cm como máximo en el centro de la placa y de 15cm en los bordes que coinciden con el eje de un perfil y en zig zag. Las uniones entre las placas que conforman la superficie de la pared divisoria serán tratadas con cinta de malla microperforada y masilla aplicada en pasos, respetando el tiempo de secado entre cada capa de masilla.

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES CIVILES Y DOMOTICA 	
TEMA DE TITULACION	
IMPLEMENTACION DE MATERIAL DERIVADO DEL CARTON PARA EL MEJORAMIENTO ACUSTICO EN MAMPOSTERIAS DE GYPSUM	
DETALLE CONSTRUCTIVO MAMPOSTERIAS DE GYPSUM CON LANA DE VIDRIO	
ELABORADO POR: ANDRES PAEZ M.	REVISADO POR: ARQ. FRANCISCO ZALDUMBIDE

5.1.3. Implementación de mampostería de gypsum conformada con cubetas de huevos

En la vivienda del señor Esteban Moreno Reyes ubicada en la ciudad de Quito en las calles Los Aceitunos E2-09 y El Juncal, existen particiones las cuales están conformadas con mamposterías de gypsum, la mampostería que divide la habitación máster con el dormitorio uno (1) está conformada en su interior con un material derivado del cartón como son las cubetas de huevos.

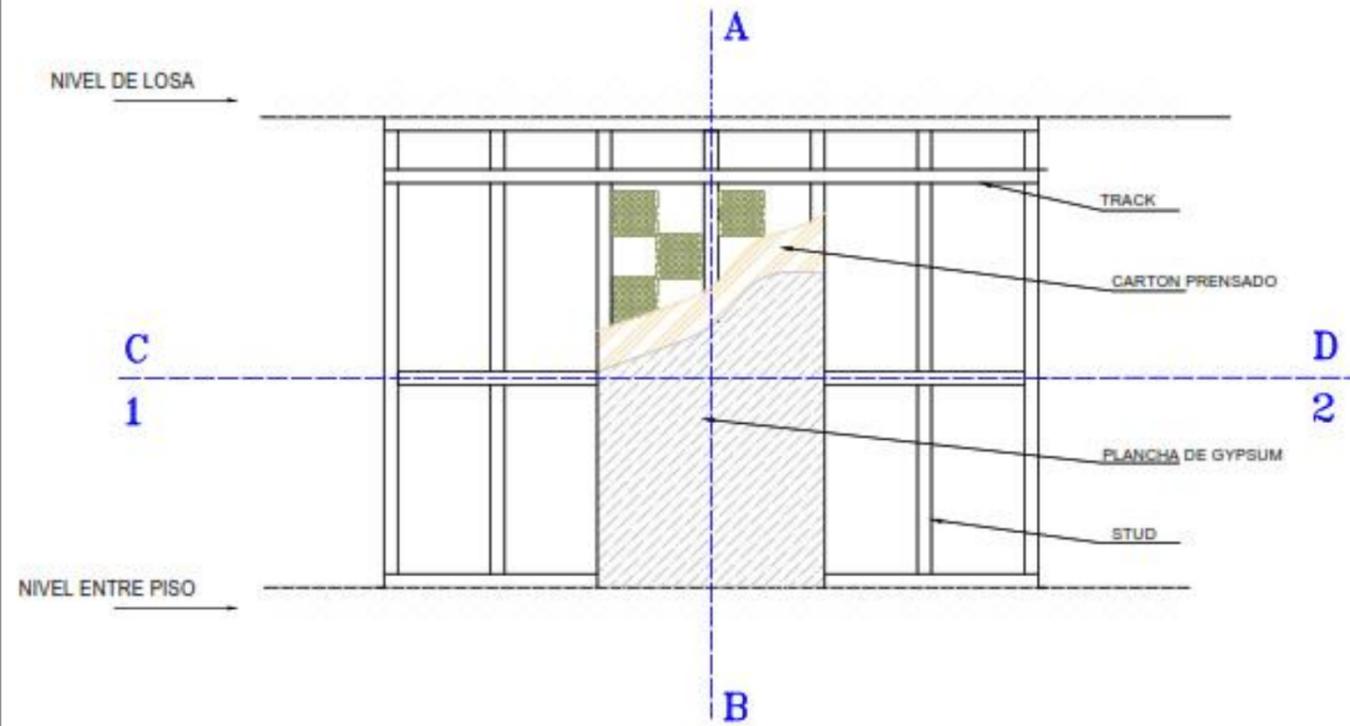
Para la implementación de las cubetas de huevos en las mamposterías de gypsum se procederá de la misma forma explicada en el numeral anterior 5.1.1 con la diferencia que antes de colar la segunda cara de la mampostería con gypsum se procederá a armar un esqueleto con las cubetas de huevos de tal forma que estas estén entrelazadas entre si creando una malla cuadrangular (armadas en zig-zag), creando así una doble cámara de aire como se detalla en el siguiente esquema de la figura 18.



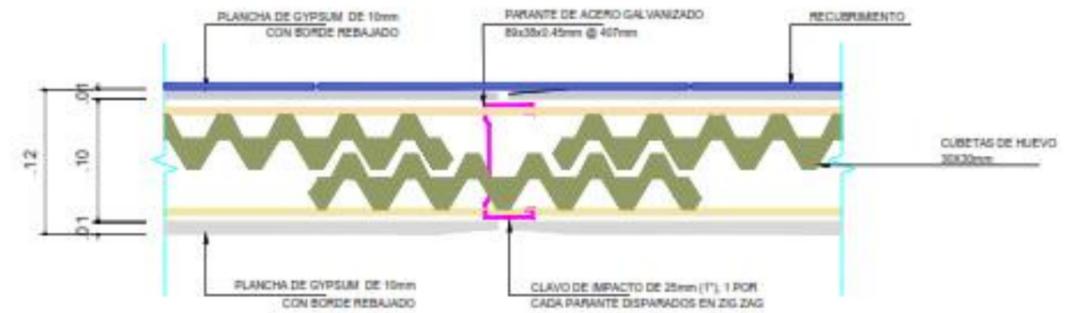
Figura 18. Cubetas de huevos en una mampostería de gypsum

En el plano adjunto se detalla las especificaciones técnicas del proceso constructivo de una mampostería de gypsum con cubetas de huevos, especificaciones técnicas que van desde armado de la estructura galvanizada hasta el recubrimiento final de la mampostería.

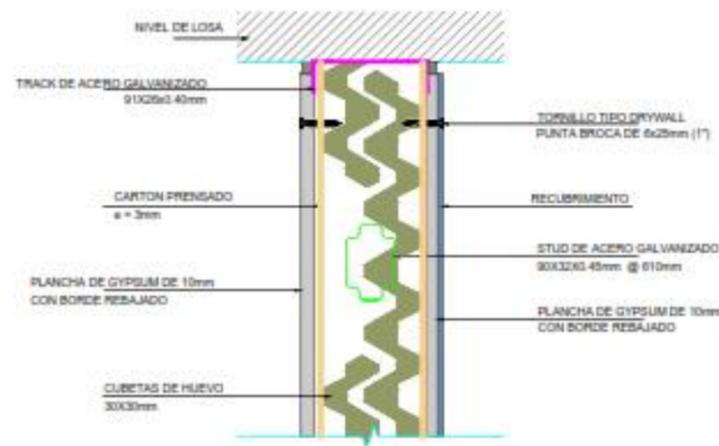
VISTA FRONTAL MAMPOSTERIA DE GYPSUM CON CUBETAS Y CARTON PENSADO



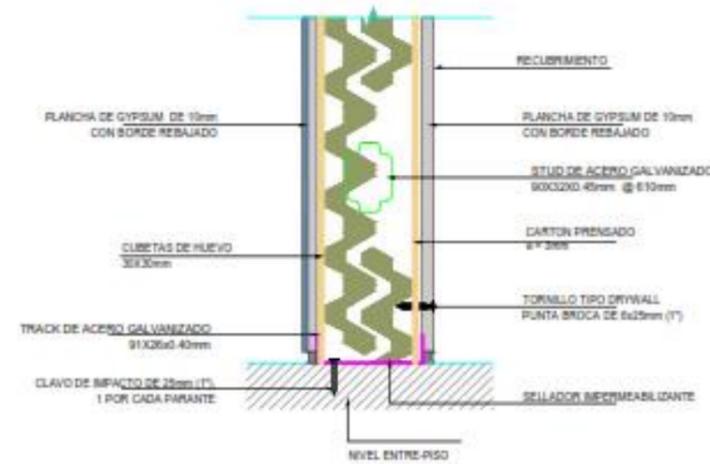
CORTE A - B



CORTE C - D

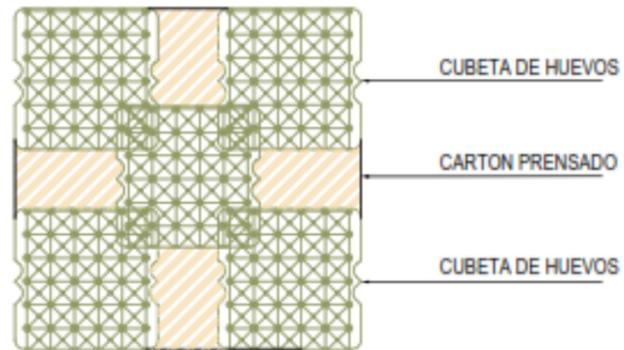


CORTE 1 - 2

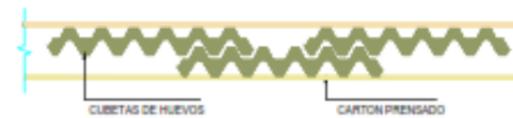


TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES CIVILES Y DOMOTICA 	
TEMA DE TITULACION IMPLEMENTACION DE MATERIAL DERIVADO DEL CARTON PARA EL MEJORAMIENTO ACUSTICO EN MAMPOSTERIAS DE GYPSUM	
DETALLE CONSTRUCTIVO MAMPOSTERIAS DE GYPSUM CON CUBETAS DE HUEVO Y CARTON PENSADO 1/2	
ELABORADO POR: ANDRES PAEZ M.	REVISADO POR: ARQ. FRANCISCO ZALUMBIDE

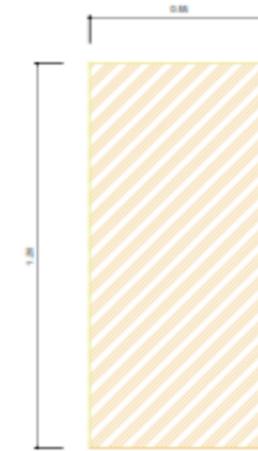
ARMADO CARTON - CUBETAS



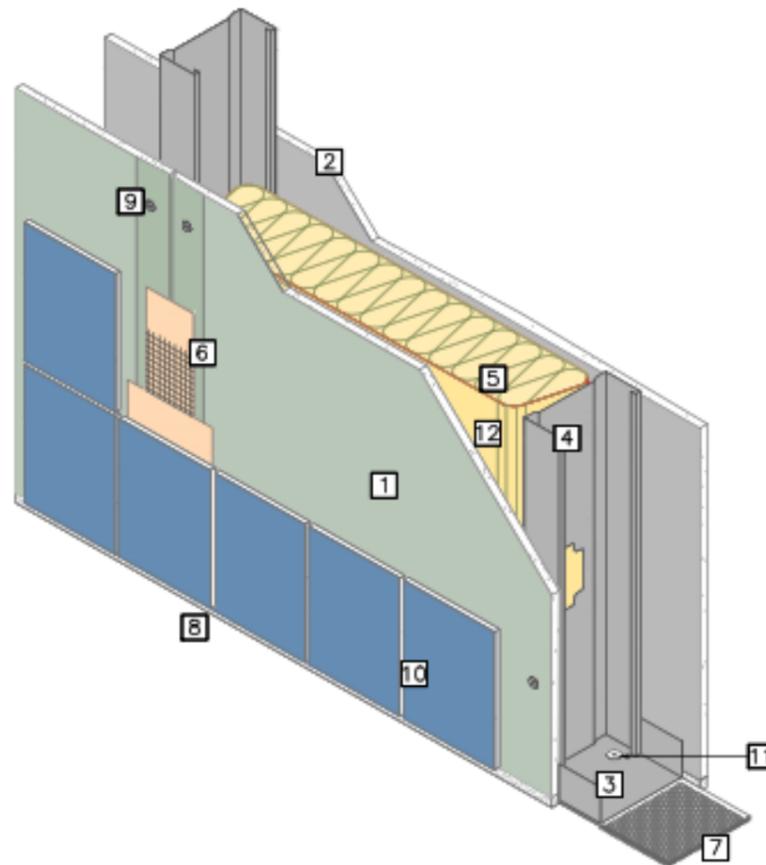
CORTE ARMADO CARTON - CUBETAS



CARTON PENSADO



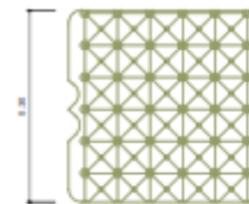
CORTE



REFERENCIAS

- 1 PLANCHA DE GYPSUM DE 10mm CON BORDE BISELADO
- 2 PLANCHA DE GYPSUM DE 10mm CON BORDE BISELADO
- 3 TRACK ACERO GALVANIZADO 90x25x1.45mm
- 4 STUD 90x25x30mm @ 407mm
- 5 CUBETAS DE HUEVO DE 30X30mm
- 6 TRATAMIENTO DE JUNTAS
- 7 SELLADOR IMPERMEABILIZANTE
- 8 SELLADOR
- 9 TORNILLO TIPO DRYWALL PUNTA BROCA DE 6x25mm (1")
- 10 RECUBRIMIENTO (CERAMICA - PINTURA)
- 11 CLAVO DE IMPACTO DE 25mm (1"), 1 POR CADA PARANTE DISPENSADOS EN ZIG ZAG
- 12 CARTON PENSADO e = 3mm

CUBETA DE HUEVO



CORTE



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Mampostería de gypsum divisoria interior conformada por una estructura metálica compuesta por track (91mm) y stud (90mm), de acero galvanizado por inmersión en caliente, fabricados según la norma ASTM A653. Los tracks (91mm) se fijarán a vigas, losas o pisos mediante clavos de impacto o perno de expansión de nylon 1/4" x 1/2" colocados en cada parante y en zig zag. Dicha estructura se completará colocando studs (91mm) con una separación entre ejes de 0.610m, utilizando los tracks como guías. Las uniones entre perfiles se realizarán, con tornillos autoperforantes cabeza extraplana de 13mm. Se colocará cubetas de huevos de 30X30mm entrelazadas y saltándose una para dejar un espacio entre cada una de las cubetas tipo zig-zag, en carton prensado de e = 3mm sera colocado fuera de las cubetas de huevo e= 50 mm y colocadas tipo sandwich.

Sobre ambas caras se colocará una plancha de gypsum de 10mm de espesor. Fijándolas mediante tornillos autorroscantes de acero tipo drywall. Se deberá dejar una separación de 10mm entre placas y el nivel de piso terminado (NPT), para evitar el ascenso de humedad por capilaridad. Las uniones entre placas deberán estar conformadas por dos bordes del mismo tipo (rectos). Los tornillos se colocarán con una separación de 25cm ó 30cm como máximo en el centro de la placa y de 15cm en los bordes que coinciden con el eje de un perfil y en zig zag. Las uniones entre las placas que conforman la superficie de la pared divisoria serán tratadas con cinta de malla microperforada y masilla aplicada en pasos, respetando el tiempo de secado entre cada capa de masilla.

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES CIVILES Y DOMOTICA	
TEMA DE TITULACION IMPLEMENTACION DE MATERIAL DERIVADO DEL CARTON PARA EL MEJORAMIENTO ACUSTICO EN MAMPOSTERIAS DE GYPSUM	
DETALLE CONSTRUCTIVO MAMPOSTERIAS DE GYPSUM CON CUBETAS DE HUEVO Y CARTON PENSADO 2/2	
ELABORADO POR: ANDRES PAEZ M.	REVISADO POR: ARQ. FRANCISCO ZALDUMBIDE

5.2. Resumen de dimensiones de elementos constructivos empleados para cada tipo de mamposterías

La dimensión de cada elemento constructivo empleado para la construcción de las diferentes mamposterías se detalla en la tabla 19, donde cabe mencionar que el armado de cada estructura es el mismo ya que tanto las cubetas y cartón prensado son moldeables a cualquier tipo de armadura ya que se utilizan traslapes para hacer coincidir con el área útil de cada cámara de aire.

Como se detalló en el capítulo 5.1 de implementación del ensayo se puede encontrar el plano de detalle constructivo de cada sistema con sus respectivos armados.

Tabla 20

Armado para cada tipo de mampostería con sus respectivos elementos

ARMADO PARA CADA TIPO DE MAMPOSTERIA	DIMENSIONES					
	STUD (a) x (h) x (e) [mm]	TRACK (a) x (h) x (e) [mm]	PLANCHA DE GYPSUM (a) x (h) x (e) [mm]	LANA DE VIDRIO (r) x (e) [Kg/m ³ x mm]	CUBETAS (a) x (h) x (e) [mm]	CARTON PRENSADO (a) x (h) x (e) [mm]
MAMPOSTERIA SIMPLE	90 x 32 x47	91 x 26 x 40	2440 x 1220 x 10	-	-	-
MAMPOSTERIA CON LANA DE VIDRIO	90 x 32 x47	91 x 26 x 40	2440 x 1220 x 10	12 X 89	-	-
MAMPOSTERIA CON CUBETAS DE HUEVOS	90 x 32 x47	91 x 26 x 40	2440 x 1220 x 10	-	300 x 300 x 50	1200 x 500 x 3

5.3. Análisis técnico

Una vez analizado y procesados los datos, se realizará un análisis comparativo con los datos tomados en los diferentes sitios seleccionados, particiones que fueron construidas con mamposterías de gypsum y que en su cámara de aire están conformadas con dos (2) tipos de materiales aislantes distintos y otro sin ningún material, que servirán para la comparación de resultados que es en si el este estudio para la implementación de material derivado del cartón para el acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum.

5.3.1. Resultados en mamposterías de gypsum sin material aislante

Tabla 21

Diferencia de niveles estandarizada sin material aislante

FRECUENCIAS	DIFERENCIA DE NIVEL ESTANDARIZADA	CURVA DE REFERENCIA NORMA ISO 717-1	Dnt,w
100 Hz	21.04 dB	10 dB	29
125 Hz	26.24 dB	13 dB	
160 Hz	25.30 dB	16 dB	
200 Hz	26.08 dB	19 dB	
250 Hz	28.83 dB	22 dB	
315 Hz	30.55 dB	25 dB	
400 Hz	28.98 dB	28 dB	
500 Hz	27.40 dB	29 dB	
600 Hz	28.21 dB	30 dB	
800 Hz	31.40 dB	31 dB	
1000 Hz	29.67 dB	32 dB	
1250 Hz	27.42 dB	33 dB	
1600 Hz	28.72 dB	33 dB	
2000 Hz	29.46 dB	33 dB	
2500 Hz	29.95 dB	33 dB	
3150 Hz	30.75 dB	33 dB	

En la tabla 21 se muestran los resultados de la mampostería de gypsum divisoria sin aislante en su cámara de aire.

5.3.2. Resultados en mamposterías de gypsum con lana de vidrio

Tabla 22

Diferencia de niveles estandarizada con lana de vidrio

FRECUENCIAS	DIFERENCIA DE NIVEL ESTANDARIZADA	CURVA DE REFERENCIA NORMA ISO 717-1	Dnt,w
100 Hz	14.18 dB	24 dB	43
125 Hz	19.98 dB	27 dB	
160 Hz	27.23 dB	30 dB	
200 Hz	32.62 dB	33 dB	
250 Hz	38.61 dB	36 dB	
315 Hz	37.73 dB	39 dB	
400 Hz	40.24 dB	42 dB	
500 Hz	42.02 dB	43 dB	
600 Hz	45.52 dB	44 dB	
800 Hz	46.56 dB	45 dB	
1000 Hz	46.39 dB	46 dB	
1250 Hz	49.03 dB	47 dB	
1600 Hz	45.06 dB	47 dB	
2000 Hz	46.47 dB	47 dB	
2500 Hz	45.10 dB	47 dB	
3150 Hz	44.24 dB	47 dB	

En la tabla 22 se muestran los resultados de la mampostería de gypsum divisoria con lana de vidrio como aislante en su cámara de aire.

5.3.3. Resultados en mamposterías de gypsum con cubetas de huevos

Tabla 23

Diferencia de niveles estandarizada con cubetas de huevos

FRECUENCIAS	DIFERENCIA DE NIVEL ESTANDARIZADA	CURVA DE REFERENCIA NORMA ISO 717-1	Dnt,w
100 Hz	19.85 dB	15 dB	34
125 Hz	24.90 dB	18 dB	
160 Hz	28.61 dB	21 dB	
200 Hz	27.60 dB	24 dB	
250 Hz	26.83 dB	27 dB	
315 Hz	25.45 dB	30 dB	

400 Hz	24.60 dB	33 dB
500 Hz	27.20 dB	34 dB
600 Hz	29.24 dB	35 dB
800 Hz	32.23 dB	36 dB
1000 Hz	36.24 dB	37 dB
1250 Hz	40.68 dB	38 dB
1600 Hz	47.02 dB	38 dB
2000 Hz	48.18 dB	38 dB
2500 Hz	50.43 dB	38 dB
3150 Hz	48.18 dB	38 dB

En la tabla 23 se muestran los resultados de la mampostería de gypsum divisoria con cubetas de huevos como aislante en su cámara de aire.

5.3.4. Diagramas de comparación técnica de cada sistema propuesto

Con los resultados calculados en todas las diferentes particiones se puede observar en la figura 21 que existe una diferencia de 14 [dB] entre la lana de vidrio y el menor resultado de aislamiento y una diferencia de 9 [dB] entre la lana de vidrio y las cubetas de huevos.

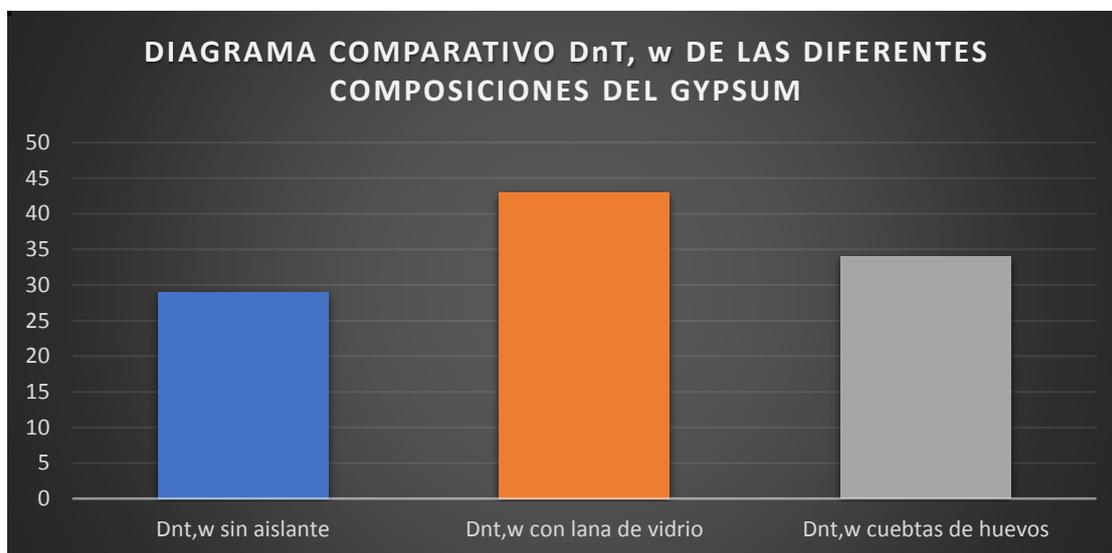


Figura 19. Comparación de curvas de D_{nT} con los diferentes tipos de sistemas

En esta figura 29 se llegó a comparar las diferencias de nivel ponderado $D_{nT, w}$ en cada una de las habitaciones en las que se realizó los cálculos, con lo que

conlleva a simple vista que el resultado de la partición que contiene cubetas de huevos sobre pasa el valor de la mampostería sin ningún material en su cámara, por lo que se resume que las cubetas de huevos funcionan como material de mejoramiento acústico.

Para obtener una comparación entre los resultados obtenidos se realizó un diagrama donde se corrige la diferencia de nivel estandarizada con la curva de referencia de la norma ISO 717-7, en esta curva se puede analizar el comportamiento de las particiones sometidas a las diferentes frecuencias de sonido y se llega a demostrar a que frecuencias los materiales aislantes utilizados funcionan de mejor manera.

Los valores para la curva de referencia se obtienen de diferentes cálculos con los valores tomados en los diferentes lugares seleccionados, los valores de comprobación serán emitidos digitalmente como anexos del presente tema de titulación.

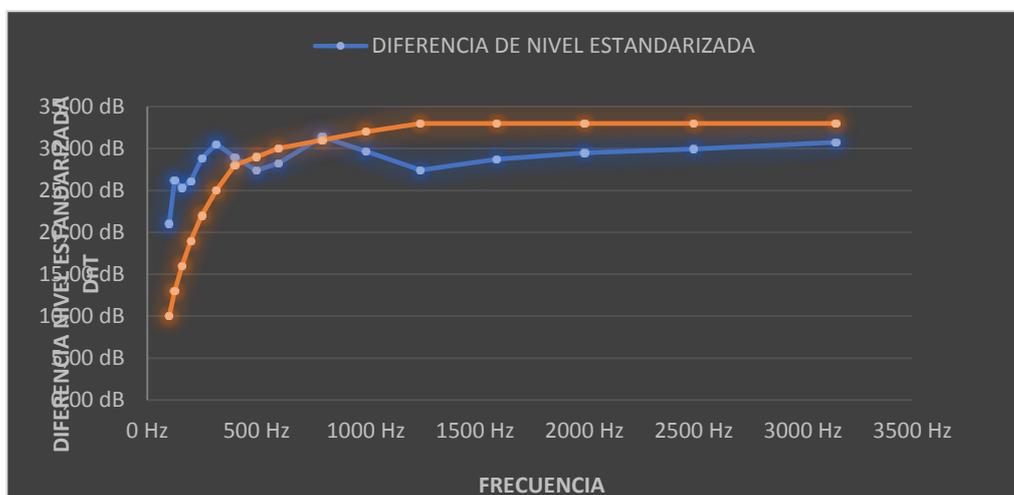


Figura 20. Comparación de curvas de Dnt sin aislamiento vs curva de referencia

En la figura 20 podemos observar que los datos obtenidos son irregulares en comparación a la curva de referencia y que su mejor comportamiento va de los 200 a los 315 Hz es decir frecuencias bajas.

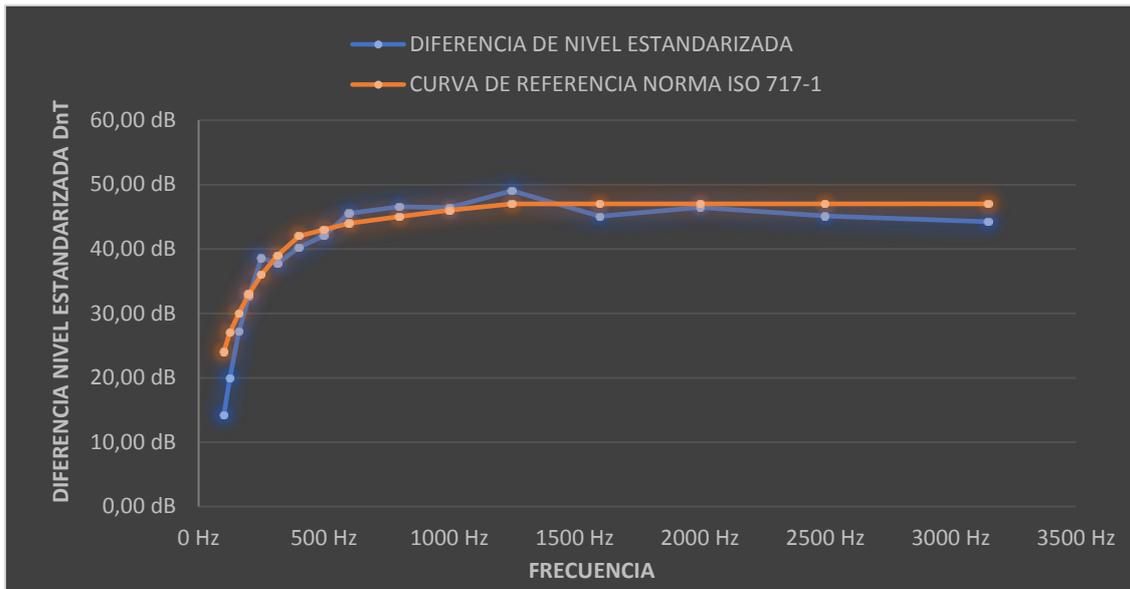


Figura 21. Comparación de curvas de Dnt con lana vs curva de referencia

En la figura 21 podemos observar que los datos obtenidos son casi paralelos con la curva de referencia y que su mejor comportamiento va de los 315 a los 200 Hz es decir frecuencias medias hasta frecuencias altas, siendo uno de los mejores aislantes que existen en el mercado.

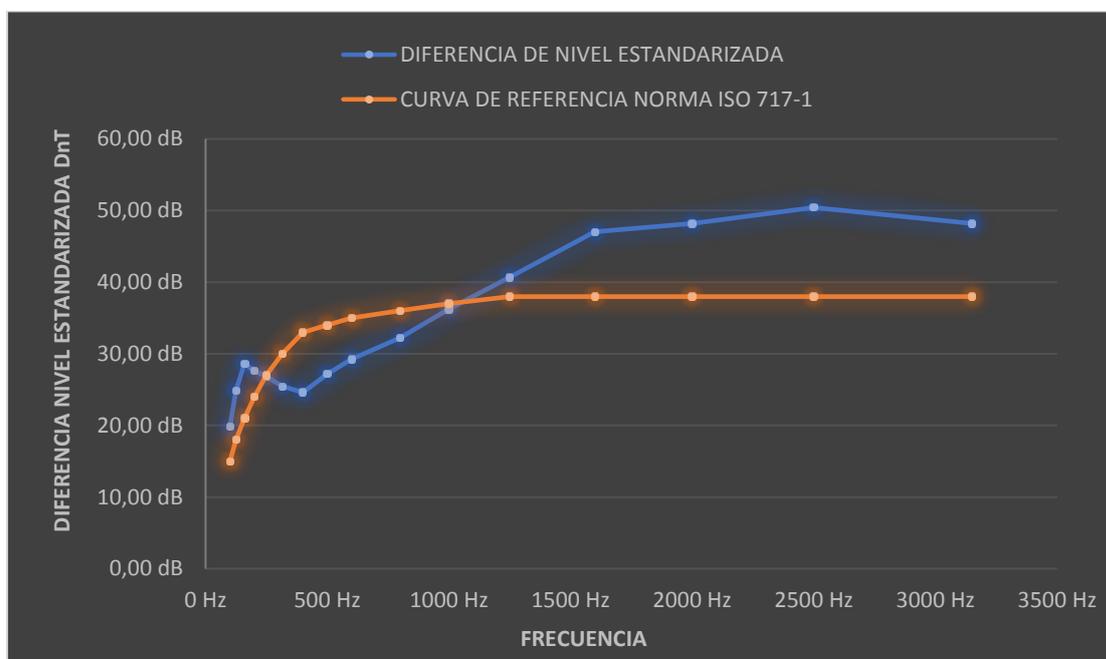


Figura 22. Comparación de curvas de Dnt con cubetas de huevos vs curva de referencia

En la figura 22 podemos observar que los datos obtenidos tienen diferentes comportamientos de acuerdo con las frecuencias y su mejor comportamiento va de los 500 a los 800 Hz es decir frecuencias medias y medias altas.

Con todos estos análisis técnicos y resultados obtenidos en las diferentes particiones podemos indicar que para la implementación de material derivado del cartón para el acondicionamiento acústico en mamposterías de gypsum, las cubetas de huevos de acuerdo a sus propiedades pueden comportarse perfectamente como un acondicionador acústico, especialmente dentro de pequeñas salas, dormitorios, o estudios, debido a que su mejor rendimiento es sobre los 600 Hz es decir, frecuencias medias y medias altas.

5.4. Análisis económico

Uno de los factores más importantes al construir una mampostería de gypsum es el costo que conlleva la fabricación de la misma tomando en cuenta su durabilidad y el montaje y al ser este trabajo de titulación un análisis comparativo de los diferentes materiales empleados para la construcción de mamposterías de gypsum con aislantes en su cámara de aire se debe tener en cuenta el costo del material frente a la cantidad de aislamiento acústico (lana de vidrio, cubetas de huevo) que puede generar cada metro cuadrado de mampostería divisoria de gypsum.

El precio unitario por cada tipo de mampostería con su respectivo material en su cámara de aire y de acuerdo con los precios establecidos en la Cámara de Construcción de Quito en su revista de marzo de 2017 son los siguientes:

Tabla 24

Precios unitarios pared de gypsum sin material aislante

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Pared de gypsum (incl. Armazón y dos caras) pastado y pintado
UNIDAD: M2

EQUIPOS :						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Andamios	2.00	0.50	1.00	1.143	1.14	
Herramienta manual 5%					0.39	
SUBTOTAL M					1.53	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Estruct. Ocupac. D2 Instalador	1.00	3.45	3.45	1.143	3.94	
Estruct. Ocupac. E2 Peon	1.00	3.41	3.41	1.143	3.90	
SUBTOTAL N					7.84	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
Gypsum	m2	2.00	6.65	13.30		
Empaste	4kg	0.10	14.00	1.40		
Pintura	lt	0.40	5.10	2.04		
Estructura para gypsum	m2	1.00	3.75	3.75		
Accesorios de anclaje	gbl	0.30	4.65	1.40		
SUBTOTAL O				21.89		
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					31.26	
INDIRECTOS %					0%	
UTILIDAD %					0%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					31.26	
VALOR MAMPOSTERIA GYPSUM					31.26	

Análisis de precio unitario de una pared de gypsum sin material aislante.

Para la ejecución de la construcción de una mampostería de gypsum, el rendimiento que un trabajador ejecuta en la construcción de un metro cuadrado de mampostería de gypsum terminado es de 6 a 8 m2 por jornada laboral, es

decir que el rendimiento calculado para el APU es 8 horas laborales por jornada dividido para 7 metros cuadrados que ejecuta, es decir que el rendimiento será de 1.1428.

Tabla 25

Precios unitarios pared de gypsum con lana de vidrio

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Pared de gypsum (incl. Armazón, dos caras y lana de vidrio) pasteado y pintado
UNIDAD: M2

EQUIPOS :					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Andamios	2.00	0.50	1.00	1.500	1.50
Herramienta manual 5%					0.77
SUBTOTAL M					2.27
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Estruct. Ocupac. D2 Instalador	1.00	3.45	3.45	1.500	5.18
Estruct. Ocupac. E2 Peon	2.00	3.41	6.82	1.500	10.23
SUBTOTAL N					15.41
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Gypsum	m2	2.00	6.65	13.30	
Empaste	4kg	0.10	14.00	1.40	
Pintura	lt	0.40	5.10	2.04	
Estructura para gypsum	m2	1.00	3.75	3.75	
Accesorios de anclaje	gbl	0.30	4.65	1.40	
Lana de vidrio	m2	1.05	2.85	2.99	
SUBTOTAL O				24.88	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					42.55
INDIRECTOS %				0%	-
UTILIDAD %				0%	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					42.55
VALOR MAMPOS. GYP. LANA DE VIDRIO					42.55

Análisis de precio unitario de una pared de gypsum con lana de vidrio.

En el trabajo de día a día en la construcción de una mampostería de gypsum, el rendimiento que un trabajador ejecuta en la construcción de un metro

cuadrado de mampostería de gypsum terminado más la colocación de lana de vidrio en su cámara de aire es de 4 a 6 m² por jornada laboral, es decir que el rendimiento calculado para el APU es 8 horas laborales por jornada dividido para 5 metros cuadrados que ejecuta, es decir que el rendimiento será de 1.5 aproximadamente.

Tabla 26

Precios unitarios pared de gypsum con cubetas de huevos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Pared de gypsum (incl. Armazón, dos caras y cubetas de huevo) pasteado y pintado
UNIDAD: M2

EQUIPOS :						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Andamios	2.00	0.50	1.00	2.667	2.67	
Herramienta manual 5%					0.91	
SUBTOTAL M					3.58	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Estruct. Ocupac. D2 Instalador	1.00	3.45	3.45	2.667	9.20	
Estruct. Ocupac. E2 Peon	1.00	3.41	3.41	2.667	9.09	
SUBTOTAL N					18.29	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=A*B		
Gypsum	m2	2.00	6.65	13.30		
Empaste	4kg	0.10	14.00	1.40		
Pintura	lt	0.40	5.10	2.04		
Estructura para gypsum	m2	1.00	3.75	3.75		
Accesorios de anclaje	gbl	0.30	4.65	1.40		
Cubetas de huevos	UNIDAD	12.00	0.07	0.84		
SUBTOTAL O					22.73	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					44.59	
INDIRECTOS %					0%	
UTILIDAD %					0%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					44.59	
VALOR MAMPOS. GYP. CUBETAS DE HUEVOS					44.59	

Análisis de precio unitario de una pared de gypsum con cubetas de huevos

Como experiencia personal en la construcción de una mampostería de gypsum, el rendimiento que un trabajador ejecuta en la construcción de un metro cuadrado de mampostería de gypsum terminado más la colocación de cubetas y cartón prensado en su cámara de aire es de 3 a 5 m² por jornada laboral, es decir que el rendimiento calculado para el APU es 8 horas laborales por jornada dividido para 4 metros cuadrados que ejecuta, es decir que el rendimiento será de 2.

Todos estos cálculos de rendimientos mencionados varían dependiendo de la construcción y de la calidad de mano de obra que se tenga en la cuadrilla.

5.4.1. Análisis del costo de la mano de obra de cada sistema propuesto

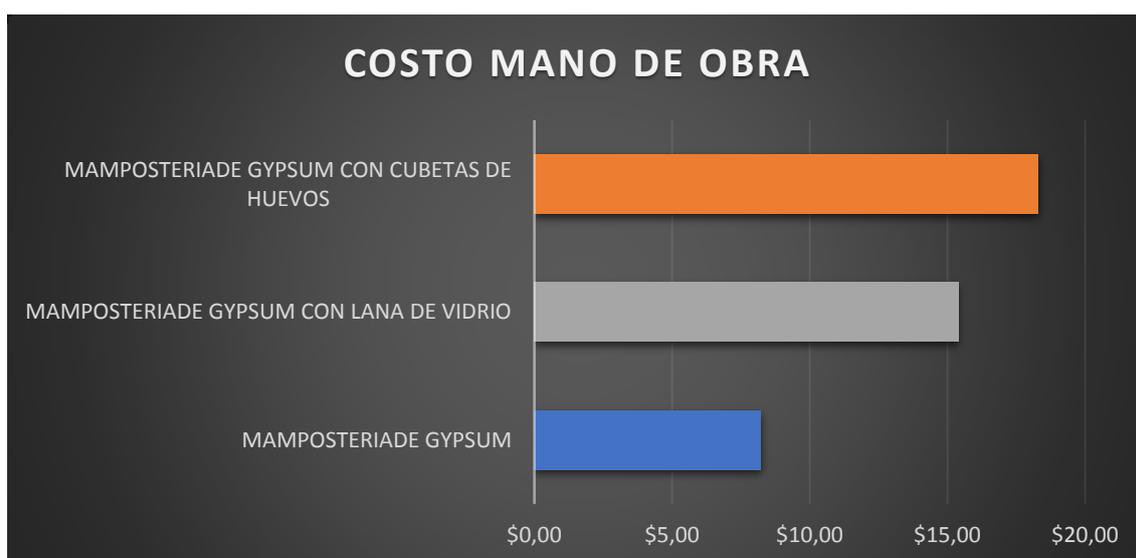


Figura 23. Comparativo del costo de mano de obra por diferentes componentes de la mampostería de gypsum.

Como se puede observar en la figura 23 y en el análisis del precio unitario de la mampostería de gypsum con cubetas de huevo el costo por mano de obra es \$2.89 dólares mayor que la mampostería de gypsum con lana de vidrio y esto se debe al rendimiento en mano de obra ya que la colocación de las cubetas de huevos es más demorosa y hace que el costo por metro cuadrado en mano de obra tenga un menor rendimiento y el costo tiende a subir.

El rendimiento empleado en cada tipo de partición para el análisis de precio es el siguiente:

5.4.2. Análisis del costo del material de cada sistema propuesto



Figura 24. Comparativo del costo de material por diferentes componentes de la mampostería de gypsum

Si se realiza un análisis de incidencia al costo final de la mampostería ya instalado con cada uno de los materiales aislantes en su cámara de aire, y tomando como referencia que la mampostería de gypsum sin aislante es el punto de partida tenemos la tabla 27 donde muestra la incidencia de cada material:

Tabla 27

Incidencia al costo real de cada sistema implementado

DESCRIPCION	TOTAL	M.O.	MATERIAL	PORCENTAJE COSTO TOTAL	PORCENTAJE COSTO M.O	PORCENTAJE COSTO MATERIAL
MAMPOSTERIADE GYPSUM	\$31.26	\$7.84	\$21.89	-	-	-
MAMPOSTERIADE GYPSUM CON LANA DE VIDRIO	\$42.55	\$15.41	\$24.88	36.14%	96.50%	13.67%
MAMPOSTERIADE GYPSUM CON	\$39.14	\$13.72	\$22.73	25.20%	75.01%	3.84%

Podemos analizar de la tabla 20 que el costo total la mampostería de cubetas de huevos tiene un costo 25.20% mayor y con lana de vidrio un costo mayor de 36.14%.

Con respecto a la mano de obra costo por mano de obra la mampostería de cubetas de huevos tiene un costo 75.01% mayor y con lana de vidrio un costo mayor de casi el doble (96.505)

Mientras que el costo de material el costo con cubetas de huevos solamente es mayor en un 3.84% y el sistema con lana de vidrio es del 13.67% más costoso.

Cabe mencionar que al ser un trabajo de titulación en donde buscamos implementar un sistema de mejoramiento alternativo que mejore acústicamente el espacio a ser habitado, las cubetas de huevo en mamposterías de gypsum funcionan muy bien en lugares en donde sus áreas al ser implementados no superen los 6 metros cuadrados es decir habitación para uso familiar, oficinas pequeñas y estudios, y esto se debe a que mayor área mayor el costo por mano de obra y mayor tiempo de montaje.

CAPÍTULO VI

6.1. Conclusiones y Recomendaciones

6.1.1. Conclusiones

- Una vez analizado las diferentes mamposterías divisorias con los distintos materiales en su cámara de aire, y con lo que conlleva este estudio de titulación, se concluye que las cubetas de huevos sirven efectivamente como un material que mejora acústicamente las habitaciones pequeñas como estudios dormitorios oficinas ya que su mejor comportamiento es para frecuencias medias y medias altas es decir entre los 600 y 800 Hz.
- Haciendo una comparación con los datos de la tabla 10 del numeral 3.3 Norma ecuatoriana de la Construcción, y con los datos de la tabla 18 del numeral 4.10.3. Resultados en mamposterías de gypsum con cubetas de huevos podemos corroborar que los 34 [dB] calculados de la diferencia de nivel ponderado están dentro de los niveles máximos permitidos, es decir que las cubetas de huevos funcionan perfectamente en los ambientes mencionados en el punto anterior.

Norma Ecuatoriana de la Construcción TABLA 10	Nivel Máximo	Resultados en mamposterías de gypsum con cubetas de huevos TABLA 18
DORMITORIOS, HOSPITALES, SALAS DE ESTAR y OFICINAS	30 a 45 dB	34 dB

- Con respecto al costo que implica la colocación de este tipo de material en las mamposterías divisorias podemos concluir que el costo por mano de obra es el que despunta, ya que conlleva más tiempo en el montaje y el rendimiento disminuye y el costo por metro cuadrado aumenta un 4.80% con respecto a la lana de vidrio.

DESCRIPCION	TOTAL	M.O.	MATERIAL
MAMPOSTERIADE GYPSUM	\$31.73	\$8.23	\$21.89
MAMPOSTERIADE GYPSUM CON LANA DE VIDRIO	\$42.55	\$15.41	\$24.88
MAMPOSTERIADE GYPSUM CON CUBETAS DE HUEVOS	\$44.59	\$18.29	\$22.73

- Por lo tanto, una mampostería de gypsum con cubetas de huevos será funcional tanto técnica como económicamente en espacios sean para uso familiar, estudios, salas de estar y oficinas pequeñas y donde la frecuencia transmitida bordee de los 400 a 600 [Hz].

6.1.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar un estudio previo antes de colocar cualquier tipo de material en la cámara de aire de las mamposterías de gypsum de acuerdo con la funcionabilidad a la que vaya hacer utilizado ya que existen normas de niveles de ruido máximo permitido que se deberá cumplir.
- Se recomienda el uso de cubetas de huevos para acondicionar o mejorar un espacio habitable mas no para aislarlo ya que por su densidad las cubetas no cumplen normas de materiales aislantes, como se detalla en el numeral 2.6 del presente estudio.

REFERENCIAS

- (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Acimco (2016). Sistemas constructivos modernos. Perfiles para gypsum. Recuperado de <http://www.acimco.com/productos-gypsum-11.html>
- Acondicionamiento acústico (2003). *Curso de Acústica*. Recuperado de <http://www.ehu.eus/acustica/espanol/ruido/acaces/acaces.html>
- AENOR. (1997). UNE-EN ISO 717-1: Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
- AENOR. (1999). UNE-EN ISO 140-4: Medición del aislamiento acústico en los
- Cámara de Construcción de Quito y Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Composan. Manual Aislamiento Acústico. *Basel Ingeniería Acústica*, 23-25. Recuperado de ftp://ftp.cype.net/documentaciontecnica/composan/composan_acustica.pdf del aislamiento a ruido aéreo entre locales.
- Disetec (2016). Aislamiento térmico y acústico. *Lana Mineral de Roca*. Recuperado de <http://www.disetec-ec.com/equipo-insumo-solucion-industrial-instrumento-medicion-quito-ecuador.php?recordID=633> edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición “in-situ”
- Gimenez De Paz, J. (1990). Lana de vidrio como material acústico: Modelo predictivo. Recuperado de <http://boletines.secv.es/upload/199029083.pdf>
- GYPLAC, Sistemas de construcción liviano en seco. Tomo 1
- Gypsum Quito (2017). Planchas de Gypsum. Componentes constructivos Gypsum. Recuperado de <http://gypsumquito.com/componentes-del-sistema/planchas-de-gypsum.html>
- Legislación secundaria del Ministerio del Ambiente, anexo 5, Cap. 4.1.1.1
- Ministerio de Vivienda. (2009). DB-HR Protección Frente al Ruido. Código
- Miyara, F. (2006). *Acústica y Sistemas de Sonido*. Rosario, Argentina: UNR Editora.
- Panel Rey (2017). Sistema constructivo panel rey. Manual de diseño estructural. 1-6. Recuperado de http://www.panelrey.com/mx/recursos?field_resources_type_tid=44

Playcem (2017). Sistema Constructivo 75% más liviano tiene mejor desempeño ante sismo. EU.: Recuperado de <http://www.plycem.com/contenido/sistema-constructivo-75-mas-liviano-tiene-mejor-desempeno-ante-sismos-2/>

R. Cadiergues. (1987). *Aislamiento y Protección de las construcciones*. Barcelona, España: Editorial GG SA

Revista de la cámara de la construcción (2017)

Sicon (2017). Plancha de Gypsum. Fichas Técnicas planchas de Gypsum. Recuperado de <https://www.siconecuador.com/>

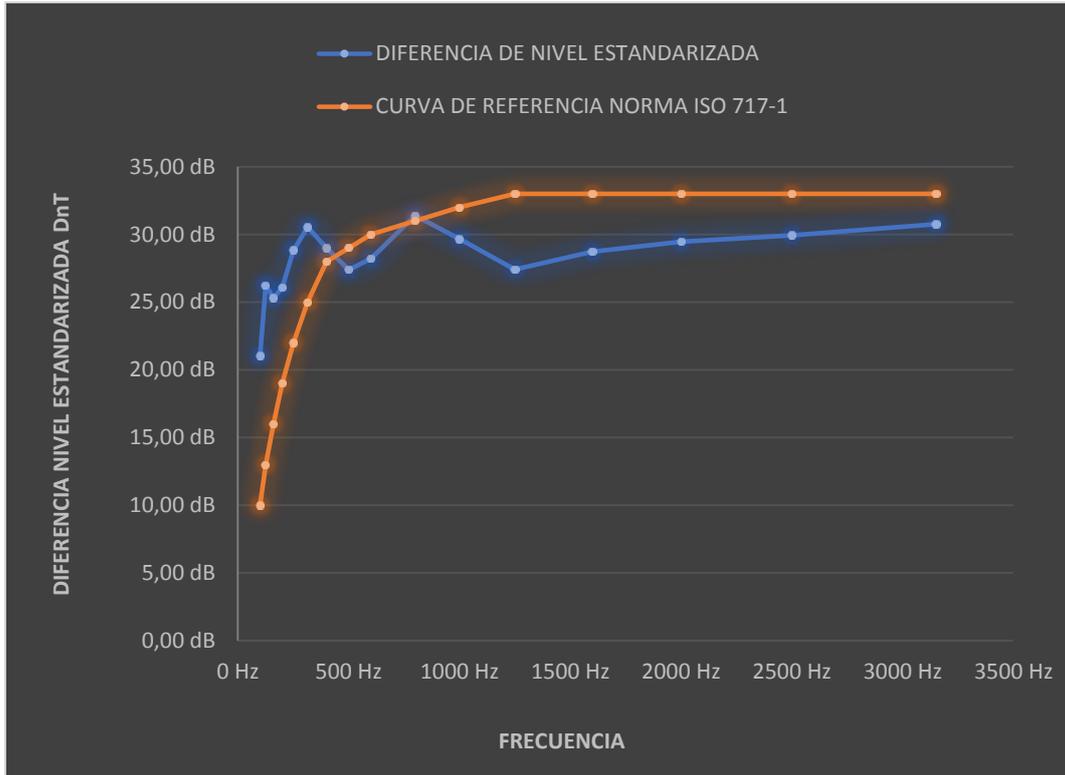
Técnico de la Edificación.

ANEXOS

Todos los cálculos anexados al presente plan de titulación irán con su respectivo archivo digital para comprobación de valores, cálculos y resultados

Caculos de mamposterías de gypsum sin aislamiento

FRECUENCIA	L1 NIVEL DE PRESION SONORA SALA EMISORA	L2 NIVEL DE PRESION SONORA SALA RECEPTORA	B RUIDO DE FONDO	L2 CORREGIDO	Tr	DnT GYPSUM SIN AISLANTE	CURVA DE REFERENCIA TERCIO DE OCTAVA	52.00	CURVA DE REFERENCIA	Dnt,w	29.00
								VALORES DE REFERENCIA DEZPLAZADOS		DESVIACIONES	DESVIACIONES DESFAVORABLES
100.00	81.09	63.37	47.69	63.26	1.05	21.04	33.00	-19.00	10.00	11.04	0.00
125.00	100.56	78.27	58.61	78.22	1.23	26.24	36.00	-16.00	13.00	13.24	0.00
160.00	113.58	92.92	68.18	92.90	1.45	25.30	39.00	-13.00	16.00	9.30	0.00
200.00	134.03	112.81	82.17	112.81	1.53	26.08	42.00	-10.00	19.00	7.08	0.00
250.00	142.21	118.11	86.09	118.11	1.49	28.83	45.00	-7.00	22.00	6.83	0.00
315.00	129.17	102.95	76.35	102.94	1.35	30.55	48.00	-4.00	25.00	5.55	0.00
400.00	134.24	108.95	79.80	108.95	1.17	28.98	51.00	-1.00	28.00	0.98	0.00
500.00	138.24	114.33	83.33	114.32	1.11	27.40	52.00	0.00	29.00	-1.60	-1.60
600.00	171.29	146.23	106.89	146.23	1.03	28.21	53.00	1.00	30.00	-1.79	-1.79
800.00	178.07	149.85	110.14	149.85	1.04	31.40	54.00	2.00	31.00	0.40	0.00
1000.00	175.30	148.75	109.35	148.75	1.02	29.67	55.00	3.00	32.00	-2.33	-2.33
1250.00	171.78	147.35	108.65	147.35	1.00	27.42	56.00	4.00	33.00	-5.58	-5.58
1600.00	186.39	160.78	117.95	160.78	1.02	28.72	56.00	4.00	33.00	-4.28	-4.28
2000.00	190.42	164.02	120.06	164.02	1.01	29.46	56.00	4.00	33.00	-3.54	-3.54
2500.00	185.94	158.77	116.33	158.77	0.95	29.95	56.00	4.00	33.00	-3.05	-3.05
3150.00	174.54	146.25	107.64	146.25	0.88	30.75	56.00	4.00	33.00	-2.25	-2.25





**HOJA DE CONTROL
NORMA ISO 140 - 4**

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	sábado, 14 de octubre de 2017
DIRECCION:	Aceitunos E2-09 y El Juncal
PROPIETARIO:	Esteban Moreno Reyes

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

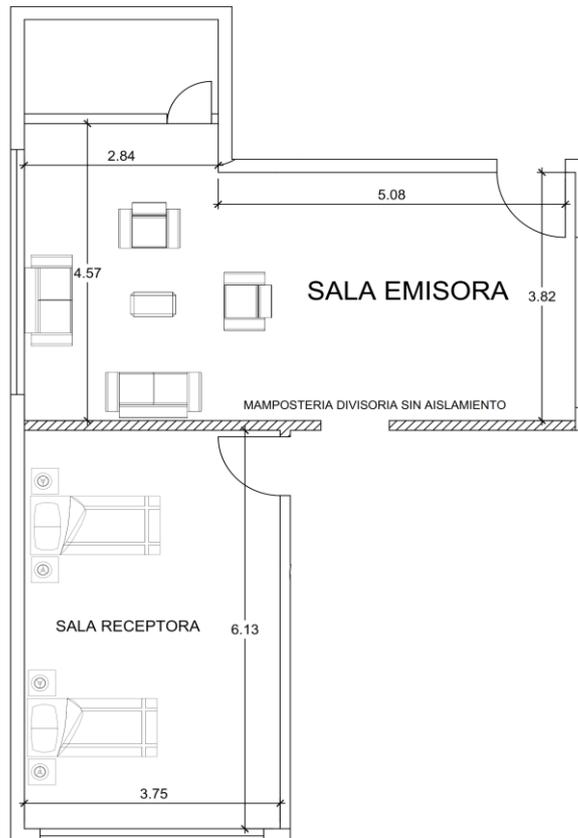
	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	4.53	8.07	2.5	32.92	82.3
SALA RECEPTORA:	6.13	3.75	2.5	20.96	52.4
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	8.07	-	2.5	20.175	-

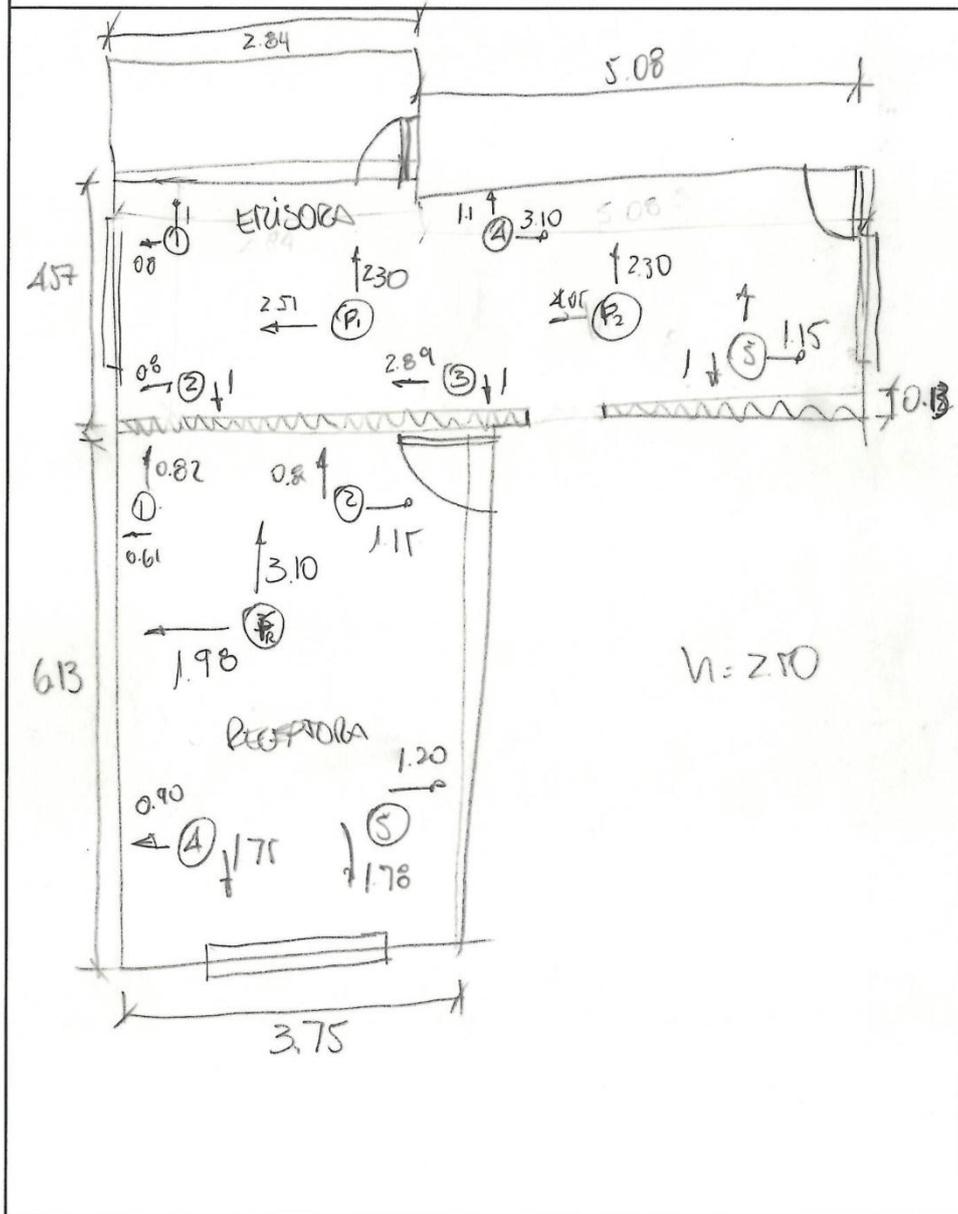
DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

MAMPOSTERIA DOBLE DE GYPSUM DE 12 CM DE ESPESOR COMPUESTA POR ESTRUCTURA DE ALUMINIO CON PLACHAS DE GYPSUM DE 13mm DE ESPESOR SIN MATERIAL AISLANTE EN SU CAMARA DE AIRE.



**LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO
SIN MATERIAL AISLANTE**







HOJA DE CONTROL

Sin aislamiento

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	14-10-17
DIRECCION:	Aceitunos E2-09-7 - Jucah
PROPIETARIO:	ESTEBAN MORENO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	4.53	8.07	2.5	32.92	82.30
SALA RECEPTORA:	6.13	3.75	2.5	20.96	52.40
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	8.07	-	2.5	20.175	-

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

- Mamposteria Gypsum e = 13mm
- Estructura Aluminio
- No posee aislamiento

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

100 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	87.10	72.70	84.10	75.30	81.80
	M6	M7	M8	M9	M10
	80.30	80.30	70.40	75.40	64.30

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

100 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	69.00	77.40	66.00	79.10	64.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	63.30	63.30	75.30	79.00	70.90

TIEMPO REVERBERACION

100 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.8	1.32	1.12	0.56	0.72
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.76	1.67	0.84	1.40	0.46



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

125 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	103.50	88.60	100.00	91.30	97.80
	M6	M7	M8	M9	M10
	96.20	96.20	86.40	91.30	108.00

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

125 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	81.40	69.80	78.70	71.90	76.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	75.70	75.72	68.00	71.90	84.60

TIEMPO REVERBERACION

125 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	2.07	1.62	1.04	0.88	0.72
	M6	M7	M8	M9	M10
	1.01	1.30	0.87	1.87	0.89



HOJA DE CONTROL

5/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

160 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	89	103.80	94	99.10	109
	M6	M7	M8	M9	M10
	107	100	99.32	99	123.20

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

160 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	78.10	81.70	76.00	77.20	91.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	86.70	78.70	78.10	81.00	102.40

TIEMPO REVERBERACION

160 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	M6	M7	M8	M9	M10



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

200Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	104.60	109.20	101.90	103.70	121.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	115.60	107.10	104.60	109.60	144.00

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

200Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	82.30	80.80	86.70	100.60	97.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	90.80	82.80	82.20	86.10	122.80

TIEMPO REVERBERACION

200Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.77	1.84	0.98	1.04	1.37
	M6	M7	M8	M9	M10
	1.86	2.22	0.74	2.14	1.82



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	111.40	116.00	108.80	110.30	119.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	122.50	112.20	111.40	116.40	112.20

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	87.60	91.20	85.50	86.70	100.60
	M6	M7	M8	M9	M10
	96.20	88.20	87.60	91.40	108.10

TIEMPO REVERBERACION

250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	2.24	1.67	0.93	0.69	1.24
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.84	2.40	0.70	2.04	2.12



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

315 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	118.30	122.80	115.60	117.10	135.60
	M6	M7	M8	M9	M10
	124.30	119.00	118.30	123.20	135.50

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

315 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	92.90	96.50	90.90	92.60	106.00
	M6	M7	M8	M9	M10
	101.50	93.50	92.90	96.00	111.00

TIEMPO REVERBERACION

315 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	2.02	1.92	0.74	0.83	0.92
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.72	2.22	0.67	2.07	1.40



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

400 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	115.60	120.20	113.00	114.70	132.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	126.60	116.40	115.60	120.60	143.80

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

400 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	90.90	94.40	88.80	90.00	103.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	99.40	91.40	90.80	94.70	118.70

TIEMPO REVERBERACION

400 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.87	1.76	0.68	0.81	0.86
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.57	1.72	0.51	1.76	1.27



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	109.90	114.50	107.30	108.80	126.60
	M6	M7	M8	M9	M10
	120.90	110.70	109.90	114.90	148.20

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	86.40	90.00	84.40	85.50	99.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	95.00	87.00	86.40	90.20	129.30

TIEMPO REVERBERACION

500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.57	1.60	0.60	0.80	0.80
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.56	1.71	0.37	1.75	1.57



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

600 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	114.50	119.10	128.70	108.40	131.20
	M6	M7	M8	M9	M10
	106.10	113.30	113.00	110.72	164.20

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

600 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	M6	M7	M8	M9	M10

TIEMPO REVERBERACION

600 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	M6	M7	M8	M9	M10



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

	M1	M2	M3	M4	M5
800 Hz	124.70	146.80	116.00	187.70	117.50
	M6	M7	M8	M9	M10
	117.50	124.40	120.90	122.90	151.40

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

	M1	M2	M3	M4	M5
800 Hz	98	114.50	91.20	152.70	118.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	92.30	97.60	95.00	96.00	135.00

TIEMPO REVERBERACION

	M1	M2	M3	M4	M5
800 Hz	157.	1.44	0.42	0.81	0.69
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.42	1.60	0.38	1.76	1.30



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

1000 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	116.40	151.00	124.70	179.00	184.00
	M6	M7	M8	M9	M10
	132.70	122.10	136.90	124.00	169.20

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

1000 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	91.40	18.40	98.00	157.80	151.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	104.10	95.90	107.40	97.30	157.30

TIEMPO REVERBERACION

1000 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.64	1.37	0.43	0.82	0.81
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.43	1.52	0.32	1.77	1.13



HOJA DE CONTROL

3/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

	M1	M2	M3	M4	M5
1250 Hz	109.20	147.50	141.80	149.00	178.50
	M6	M7	M8	M9	M10
	151.00	116.80	113.20	117.90	179.00

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

	M1	M2	M3	M4	M5
1250 Hz	89.80	114.70	111.30	113.30	114.80
	M6	M7	M8	M9	M10
	91.70	120.10	120.10	92.60	144.40

TIEMPO REVERBERACION

	M1	M2	M3	M4	M5
1250 Hz	1.47	1.32	0.40	0.82	0.87
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.56	1.51	0.36	1.60	1.04



HOJA DE CONTROL

9/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	---
DIRECCION:	---
PROPIETARIO:	---

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	---	---	---	---	---
SALA RECEPTORA:	---	---	---	---	---
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	---	---	---	---	---

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

1600	M1	M2	M3	M4	M5
	114.90	111.20	100.10	129.00	171.50
	M6	M7	M8	M9	M10
	116.50	116.80	177.90	110.70	171.16

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

1600	M1	M2	M3	M4	M5
	90.30	126.40	121.80	118.60	170.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	134.30	91.70	139.40	87.00	134.10

TIEMPO REVERBERACION

1600	M1	M2	M3	M4	M5
	1.52	1.28	0.47	0.92	0.92
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.62	0.44	0.49	1.54	1.04



HOJA DE CONTROL

5/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

2000Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	116.40	160.80	172.60	189.70	199.9
	M6	M7	M8	M9	M10
	182.1	111.40	181.40	109.60	61.30

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

2000 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	91.70	126.10	135.20	148.60	174.00
	M6	M7	M8	M9	M10
	142.60	87.60	142.00	79.90	48.10

TIEMPO REVERBERACION

2000Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.44	1.27	0.54	0.87	0.83
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.60	1.32	0.62	1.70	1.12



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

2500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	79.20	163.10	177.90	181.00	194.00
	M6	M7	M8	M9	M10
	185.50	114.10	159.30	104.60	172.60

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

2500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	62.10	127.90	159.40	141.80	168.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	145.30	89.90	148.00	82.00	135.20

TIEMPO REVERBERACION

2500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.33	1.20	0.55	0.77	0.79
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.62	1.24	0.60	1.32	1.06



HOJA DE CONTROL

S/A

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

2500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	79.20	163.10	177.90	181.00	194.00
	M6	M7	M8	M9	M10
	185.50	114.10	159.30	104.60	172.60

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

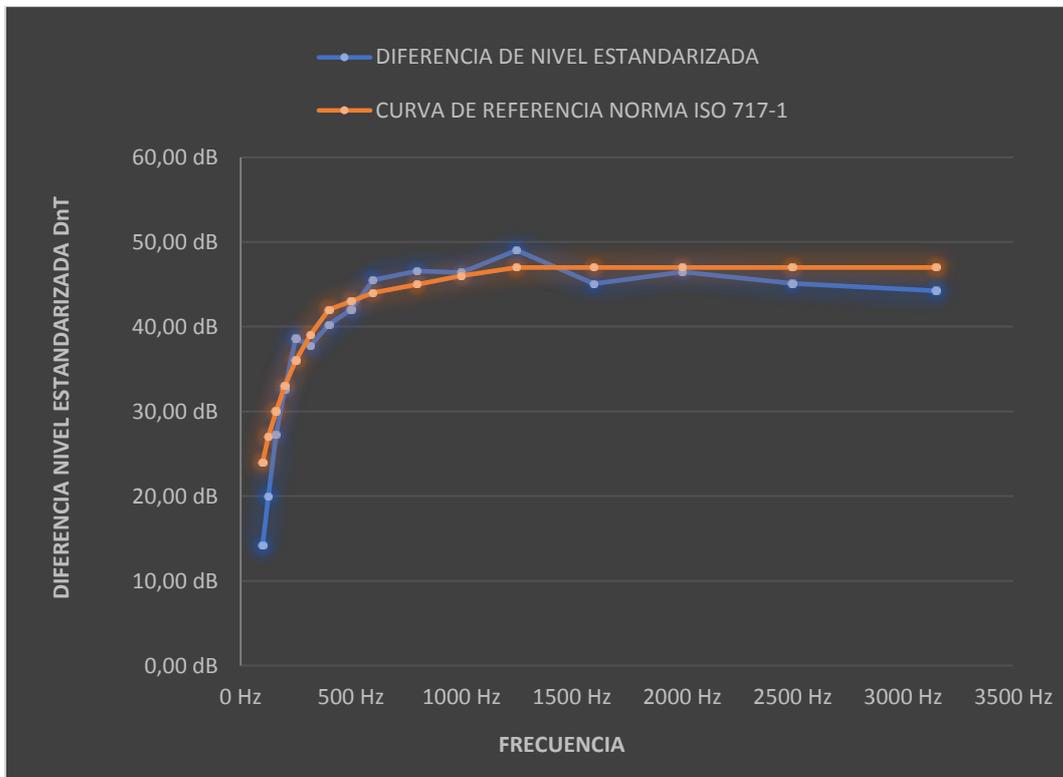
2500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	62.10	127.90	159.40	141.80	168.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	145.30	89.90	148.00	82.00	135.20

TIEMPO REVERBERACION

2500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.33	1.20	0.55	0.77	0.79
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.62	1.24	0.60	1.32	1.06

Caculos de mamposterías de gypsum con lana de vidrio

FRECUENCIAS	L1 NIVEL DE PRESION SONORA SALA EMISORA	L2 NIVEL DE PRESION SONORA SALA RECEPTORA	B RUIDO DE FONDO	L2 CORREGIDO	Tr	DnT GYPSUM SIN AISLANTE	CURVA DE REFERENCIA TERCIO DE OCTAVA	52.00	CURVA DE REFERENCIA	Dnt,w	43.00
								VALORES DE REFERENCIA DEZPLAZADOS		DESVIACIONES	DESVIACIONES DESFAVORABLES
100.00	73.81	61.77	45.30	61.68	0.80	14.18	33.00	-19.00	24.00	-9.82	-9.82
125.00	93.67	76.67	56.22	76.63	0.98	19.98	36.00	-16.00	27.00	-7.02	-7.02
160.00	114.70	91.32	65.79	91.31	1.21	27.23	39.00	-13.00	30.00	-2.77	-2.77
200.00	139.74	111.21	79.78	111.21	1.28	32.62	42.00	-10.00	33.00	-0.38	-0.38
250.00	151.16	116.51	83.70	116.51	1.24	38.61	45.00	-7.00	36.00	2.61	0.00
315.00	135.62	101.35	73.97	101.34	1.11	37.73	48.00	-4.00	39.00	-1.27	-1.27
400.00	144.91	107.35	77.41	107.35	0.93	40.24	51.00	-1.00	42.00	-1.76	-1.76
500.00	152.34	112.73	80.95	112.72	0.87	42.02	52.00	0.00	43.00	-0.98	-0.98
600.00	188.16	144.63	104.51	144.63	0.79	45.52	53.00	1.00	44.00	1.52	0.00
800.00	192.79	148.25	107.75	148.25	0.80	46.56	54.00	2.00	45.00	1.56	0.00
1000.00	191.61	147.15	106.96	147.15	0.78	46.39	55.00	3.00	46.00	0.39	0.00
1250.00	193.02	145.75	106.27	145.75	0.75	49.03	56.00	4.00	47.00	2.03	0.00
1600.00	202.30	159.18	115.56	159.18	0.78	45.06	56.00	4.00	47.00	-1.94	-1.94
2000.00	207.03	162.42	117.68	162.42	0.77	46.47	56.00	4.00	47.00	-0.53	-0.53
2500.00	200.79	157.17	113.94	157.17	0.70	45.10	56.00	4.00	47.00	-1.90	-1.90
3150.00	187.84	144.65	105.26	144.65	0.64	44.24	56.00	4.00	47.00	-2.76	-2.76





HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	sábado, 9 de septiembre de 2017
DIRECCION:	Jose Villalengua 789
PROPIETARIO:	Alianza Americana

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

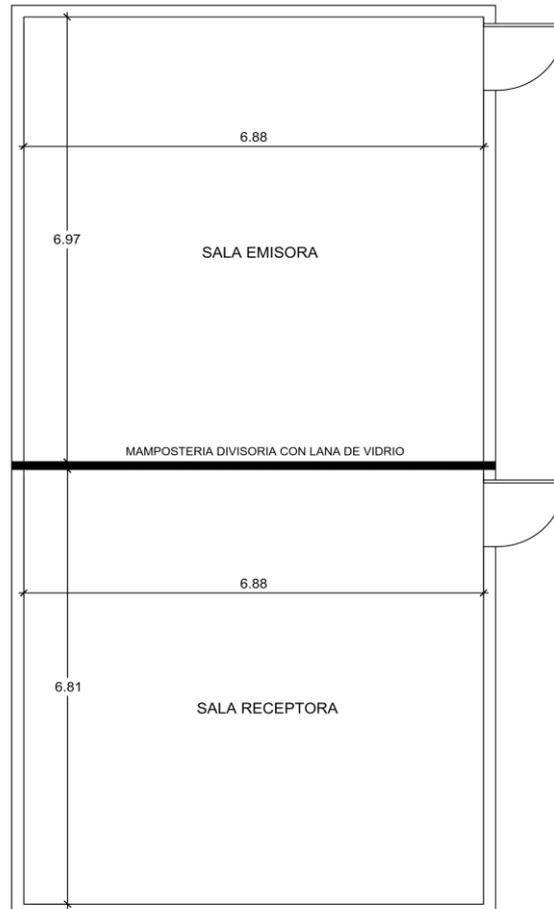
	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	6.97	6.82	2.91	47.54	138.33
SALA RECEPTORA:	6.88	6.81	2.91	46.85	136.34
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	6.88	-	2.91	20.02	-

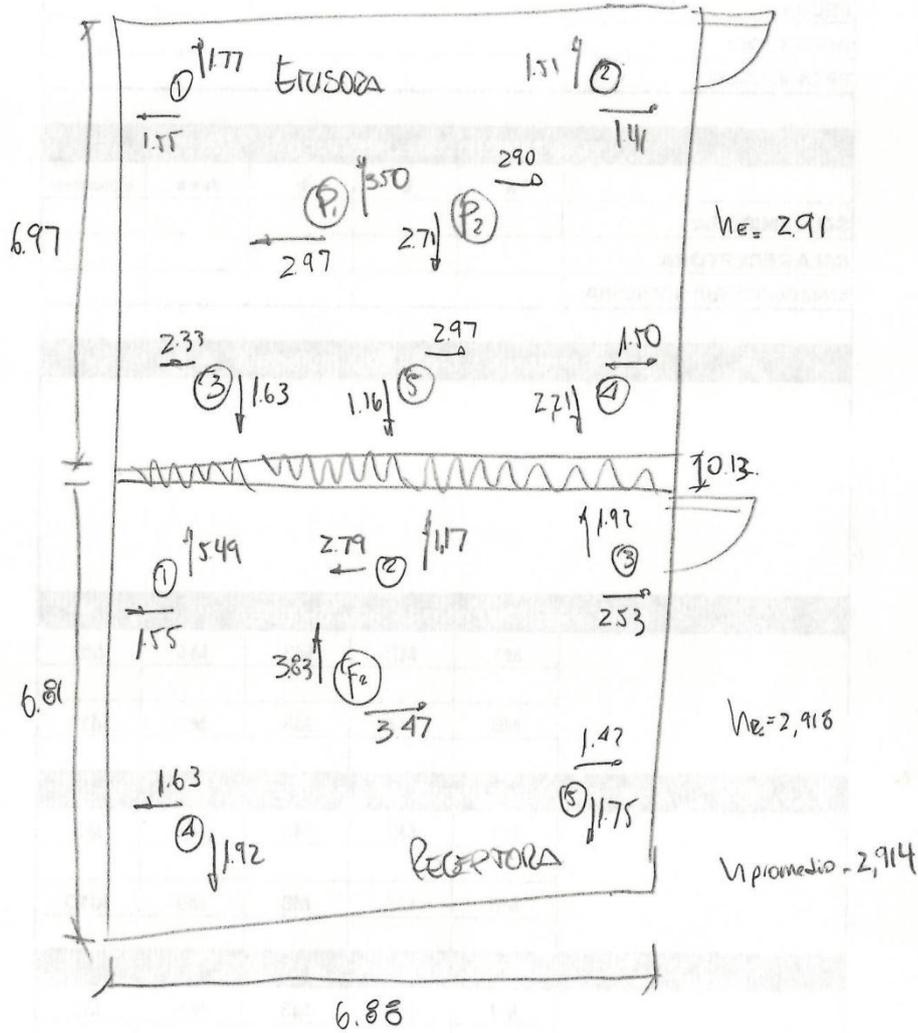
DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

MAMPOSTERIA DIBLE DE GYPSUM DE e=12 cm COMPUESTA DE ESTRUCTURA GALVANIZADA CON PLANCHAS DE GYPSUM DE e=10mm, CONFORMADA CON LANA DE VIDRIO EN SU CAMARA DE AIRE



LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO CON LANA DE VIDRIO







HOJA DE CONTROL

CON LANA VIDRIO

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	9. SEPTIEMBRE 2017
DIRECCION:	VILLALENORA - 789
PROPIETARIO:	ALIANA ARGENTINA

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	6.97	6.82	2.91	47.54	138.33
SALA RECEPTORA:	6.88	6.81	2.91	46.85	136.34
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	6.88	-	2.91	20.01	

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

Mamposteria Gypsum $e = 12\text{cm}$.
- LANA GYPSUM (PLANCHAS) = $e = 10\text{mm}$
- LANA DE VIDRIO.

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

	M1	M2	M3	M4	M5
100 Hz	78.60	63.80	76.20	66.40	70.00
	M6	M7	M8	M9	M10
	74.40	74.60	66.80	76.10	65.80

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

	M1	M2	M3	M4	M5
100 Hz	67.40	55.80	64.40	57.90	62.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	61.70	61.70	54.10	57.40	49.30

TIEMPO REVERBERACION

	M1	M2	M3	M4	M5
100 Hz	1.08	0.80	0.44	0.46	0.74
	M6	M7	M8	M9	M10
	1.59	0.89	0.89	1.08	0.24



HOJA DE CONTROL

LAVA VIEJO

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

125 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	96.60	81.70	93.10	84.40	90.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	89.30	85.90	79.70	84.40	101.10

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

125 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	79.80	68.20	77.10	70.30	75.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	74.10	74.10	66.40	70.30	83.00

TIEMPO REVERBERACION

125 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.35	1.10	0.72	0.76	0.60
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.99	1.22	0.87	1.15	0.67



HOJA DE CONTROL

LANA OROZO

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

160 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	80.10	94.90	88.40	90.20	100.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	98.10	96.40	98.74	105.60	124.60

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

160 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	76.15	80.10	74.40	75.60	89.50
	M6	M7	M8	M9	M10
	85.10	77.10	76.10	6.40	100.80

TIEMPO REVERBERACION

160 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.30	1.31	0.80	1.02	0.88
	M6	M7	M8	M9	M10
	1.41	1.79	0.91	1.80	0.85



HOJA DE CONTROL

LANA VIDRO

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

200 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	99.70	105.60	100.70	108.80	118.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	125.40	100.20	108.80	125.30	149.70

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

200 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	80.70	84.20	78.60	79.80	93.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	89.20	81.20	80.60	84.70	121.20

TIEMPO REVERBERACION

200 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.05	1.32	0.66	0.92	1.25
	M6	M7	M8	M9	M10
	1.34	2.14	0.74	1.82	1.60



HOJA DE CONTROL

LANA VIDRO

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	104.70	114.70	117.20	122.40	112.40
	M6	M7	M8	M9	M10
	115.60	118.70	125.70	142.60	101.70

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	86.00	89.60	83.90	85.10	99.00
	M6	M7	M8	M9	M10
	94.60	86.60	86.00	89.80	125.70

TIEMPO REVERBERACION

250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.52	1.15	0.61	0.57	1.17
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.82	2.32	0.70	1.72	1.90



HOJA DE CONTROL

LALA OISEIO

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	16-SEPT-2017
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

315 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	88.70	95.30	97.10	99.40	98.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	96.70	97.80	102.90	121.30	145.80

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

315 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	91.30	94.90	89.30	90.40	104.40
	M6	M7	M8	M9	M10
	99.90	91.90	91.30	94.40	109.40

TIEMPO REVERBERACION

315 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.30	1.40	0.42	0.71	0.80
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.70	2.14	0.67	1.75	1.18



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

400Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	109.40	113.90	106.70	108.20	126.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	120.40	110.30	109.40	114.30	114.90

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

400Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	89.30	92.80	87.20	88.40	102.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	97.80	89.80	89.20	93.10	117.10

TIEMPO REVERBERACION

400Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.05	1.24	0.36	0.69	0.74
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.55	1.64	0.51	1.44	1.05



HOJA DE CONTROL

LAVA DE VIDRIO

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	103.70	113.90	117.10	122.10	112.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	115.10	117.80	124.80	141.90	162.30

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	84.80	88.40	82.80	83.90	97.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	93.40	87.40	84.80	88.60	122.70

TIEMPO REVERBERACION

500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.85	1.08	0.28	0.68	0.68
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.54	1.63	0.37	1.43	1.11



HOJA DE CONTROL

LAVA DE VIDRIO

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

600 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	105.60	110.20	119.60	99.70	172.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	97.20	104.60	159.70	178.10	198.10

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

600 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	88.40	91.90	99.30	83.60	154.60
	M6	M7	M8	M9	M10
	81.80	87.70	87.20	85.40	132.70

TIEMPO REVERBERACION

600 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.78	1.09	0.10	0.68	0.58
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.43	1.51	0.38	1.25	1.10



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

800 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	101.80	137.70	107.70	178.80	169.50
	M6	M7	M8	M9	M10
	110.60	145.10	167.40	181.10	207.70

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

800 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	96.40	112.90	89.60	151.10	157.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	90.70	96.06	93.40	94.40	133.46

TIEMPO REVERBERACION

800 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.85	0.92	0.10	0.69	0.73
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.40	1.12	0.38	1.44	1.08



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	←
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

1000Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	114.20	134.20	106.8	171.20	117.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	109.4	139.70	165.10	185	201.70

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

1000Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	89.80	16.80	96.40	116.20	149.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	102.5	94.30	105.80	95.70	131.70

TIEMPO REVERBERACION

1000Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.92	0.85	0.11	0.90	0.69
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.41	1.44	0.32	1.45	0.91



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

1250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	84.20	113.10	109.70	151.70	113.20
	M6	M7	M8	M9	M10
	116.8	90.10	118.70	91.00	142.80

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

1270 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	105.40	130.70	109.60	179.30	172.00
	M6	M7	M8	M9	M10
	159.7	103.90	165.00	198.40	223.70

TIEMPO REVERBERACION

1250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.75	0.8	0.8	0.70	0.75
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.74	1.43	0.36	1.28	0.81



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

	M1	M2	M3	M4	M5
1600 Hz	110.00	120.30	168.40	155.20	118.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	132.20	155.20	160.10	178.10	212.30

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

	M1	M2	M3	M4	M5
1600 Hz	88.70	124.80	124.20	117	168.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	132.70	90.10	137.80	85.40	132.10

TIEMPO REVERBERACION

	M1	M2	M3	M4	M5
1600 Hz	0.80	0.76	0.15	0.80	0.80
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.60	1.30	0.49	1.22	0.82



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

2000Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	116.40	122.90	128.70	132.80	140.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	157.80	147.10	165.40	201.80	216.90

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

2000Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	89.30	124.10	133.60	147	172.40
	M6	M7	M8	M9	M10
	141	86	140.40	78.30	46.90

TIEMPO REVERBERACION

2000Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.72	0.75	0.22	0.75	0.71
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.58	1.24	0.62	1.18	0.90



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

2500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	112.20	121.8	169.9	160.1	118.3
	M6	M7	M8	M9	M10
	132.20	155.20	175.70	198.8	210.5

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

2500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	60.90	126.30	137.8	142.20	167.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	143.70	88.30	146.40	80.40	133.60

TIEMPO REVERBERACION

2500 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.61	0.68	0.23	0.65	0.67
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.60	1.16	0.60	1	0.84



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

3170 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	102.30	149.30	165.60	133.20	119.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	123.70	170.10	164.20	177.20	177.80

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

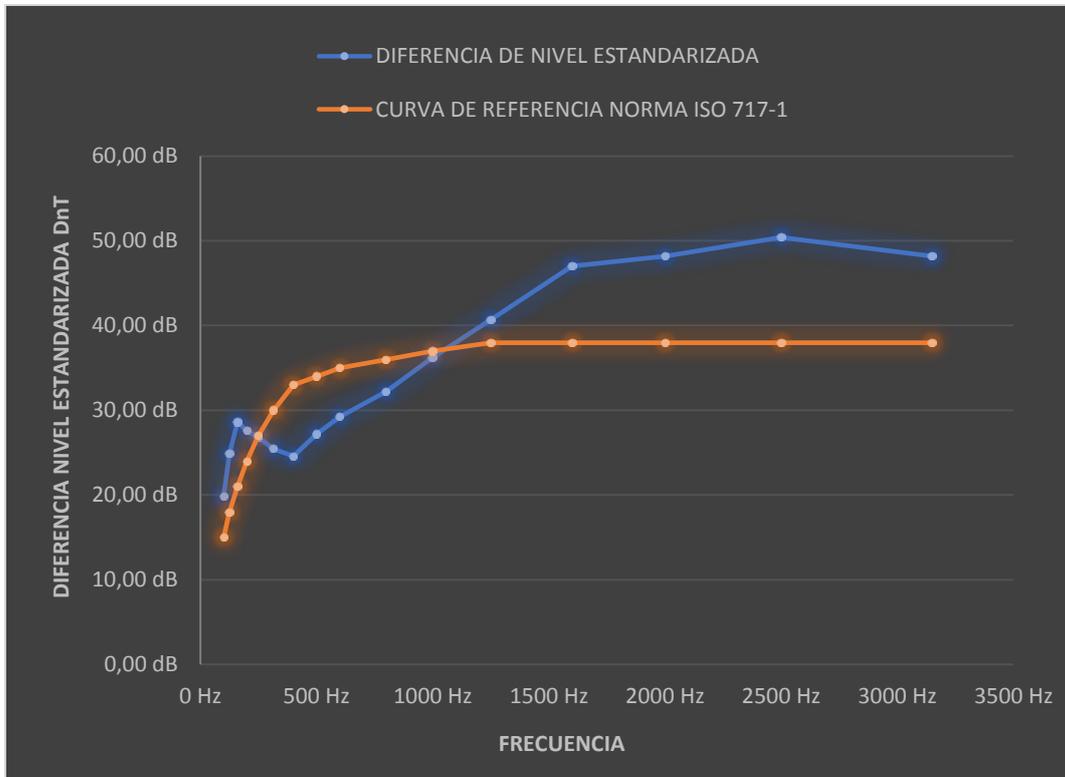
3170 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	93.70	122.40	135.20	126	114.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	111.9	87.20	140.4	81.40	128.90

TIEMPO REVERBERACION

3170 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.72	0.54	0.23	0.59	0.59
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.57	1.12	0.60	0.87	0.74

Cálculos de mamposterías de gypsum con cubetas de huevos

FRECUENCIAS	L1 NIVEL DE PRESION SONORA SALA EMISORA	L2 NIVEL DE PRESION SONORA SALA RECEPTORA	B RUIDO DE FONDO	L2 CORREGIDO	Tr	DnT GYPSUM SIN AISLANTE	CURVA DE REFERENCIA TERCIO DE OCTAVA	52.00	CURVA DE REFERENCIA	Dnt,w	34.00
								VALORES DE REFERENCIA DEZPLAZADOS		DESVIACIONES	DESVIACIONES DESFAVORABLES
100.00	80.12	63.37	46.49	63.28	1.00	19.85	33.00	-19.00	15.00	4.85	0.00
125.00	99.39	78.27	57.41	78.23	1.18	24.90	36.00	-16.00	18.00	6.90	0.00
160.00	117.02	92.92	66.98	92.91	1.41	28.61	39.00	-13.00	21.00	7.61	0.00
200.00	135.69	112.81	80.97	112.81	1.48	27.60	42.00	-10.00	24.00	3.60	0.00
250.00	140.34	118.11	84.89	118.11	1.44	26.83	45.00	-7.00	27.00	-0.17	-0.17
315.00	124.21	102.95	75.15	102.94	1.31	25.45	48.00	-4.00	30.00	-4.55	-4.55
400.00	130.02	108.95	78.60	108.95	1.13	24.60	51.00	-1.00	33.00	-8.40	-8.40
500.00	138.22	114.33	82.13	114.32	1.07	27.20	52.00	0.00	34.00	-6.80	-6.80
600.00	172.50	146.23	105.69	146.23	0.99	29.24	53.00	1.00	35.00	-5.76	-5.76
800.00	179.09	149.85	108.94	149.85	1.00	32.23	54.00	2.00	36.00	-3.77	-3.77
1000.00	182.06	148.75	108.15	148.75	0.98	36.24	55.00	3.00	37.00	-0.76	-0.76
1250.00	185.24	147.35	107.45	147.35	0.95	40.68	56.00	4.00	38.00	2.68	0.00
1600.00	204.87	160.78	116.75	160.78	0.98	47.02	56.00	4.00	38.00	9.02	0.00
2000.00	209.33	164.02	118.86	164.02	0.97	48.18	56.00	4.00	38.00	10.18	0.00
2500.00	206.63	158.77	115.13	158.77	0.90	50.43	56.00	4.00	38.00	12.43	0.00
3150.00	192.20	146.25	106.44	146.25	0.84	48.18	56.00	4.00	38.00	10.18	0.00





HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	sábado, 7 de octubre de 2017
DIRECCION:	Aceitunos y El Juncal
PROPIETARIO:	Esteban Moreno Reyes

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

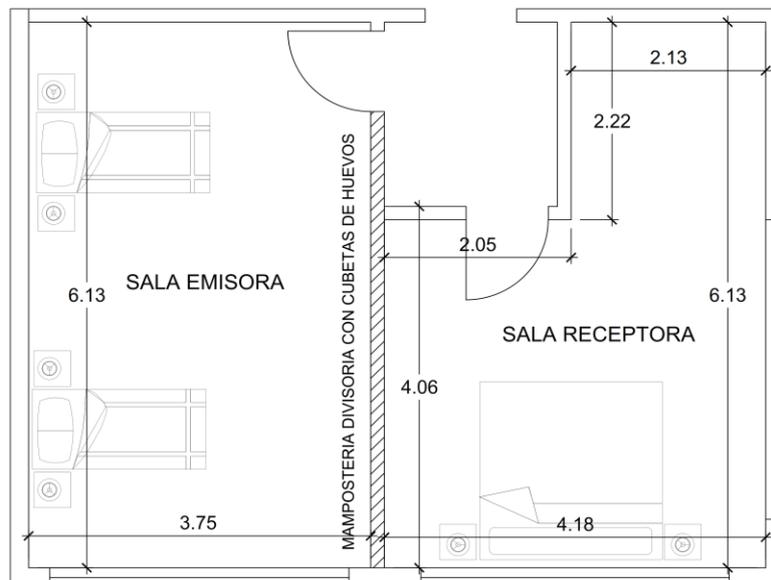
	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	6.97	6.82	2.91	47.54	138.33
SALA RECEPTORA:	6.88	6.81	2.91	46.85	136.34
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	6.88	-	2.91	20.02	-

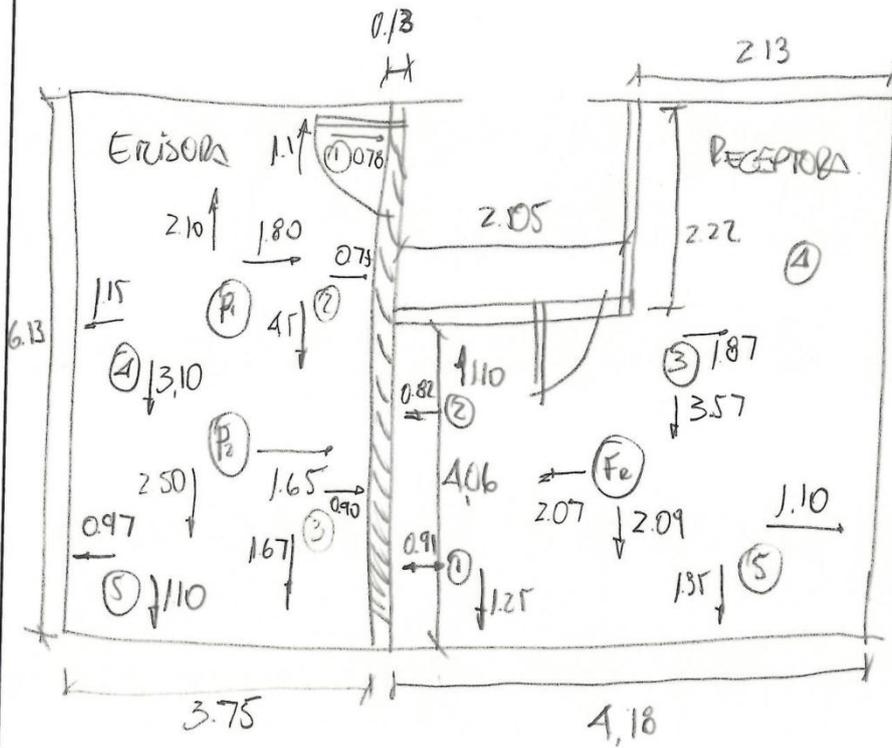
DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

MAMPOSTERIA DIBLE DE GYPSUM DE e=12 cm COMPUESTA DE ESTRUCTURA GALVANIZADA CON PLANCHAS DE GYPSUM DE e=10mm, CONFORMADA CON CUBETAS Y CARTON PRENSADO EN SU CAMARA DE AIRE



LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO CON CUBETAS DE HUEVOS







HOJA DE CONTROL

CUBETAS - CARTON

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	7-oct-17
DIRECCION:	AGRICULTURA Y EL JUVENIL
PROPIETARIO:	ESTEBAN ROBERTO PEYER

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	6.13	3.75	2.10	22.95	57.38
SALA RECEPTORA:	6.13	4.18	2.10	25.62	64.06
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	6.13	-	2.10	15.33	

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

MAMPOSTERIA GYPSUM $e=12cm$
PLANCHAS GYPSUM $e=10mm$
CON CUBETAS Y CARTON CARAPA QUIE

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

	M1	M2	M3	M4	M5
100Hz	80.50	70.90	78.80	70.20	75.80
	M6	M7	M8	M9	M10
	79.80	86.50	80.70	78.90	76.10

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

	M1	M2	M3	M4	M5
100Hz	69	57.40	66	59.50	64.50
	M6	M7	M8	M9	M10
	63.50	63.50	55.50	59	50.90

TIEMPO REVERBERACION

	M1	M2	M3	M4	M5
100Hz	1.28	1	1	0.64	0.60
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.94	1.79	1.04	1.28	0.44



HOJA DE CONTROL

Cubeta m. Cortou

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

1
2

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

125 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	103.70	88.60	100	91.30	97.80
	M6	M7	M8	M9	M10
	96.20	96.20	86.40	91.30	105.60

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

125 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	81.40	69.80	78.70	71.90	76.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	75.70	75.70	68	71.90	84.60

TIEMPO REVERBERACION

125 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.55	1.30	0.92	0.96	0.80
	M6	M7	M8	M9	M10
	1.19	1.42	1.07	1.75	0.87



HOJA DE CONTROL

CUBETAS - CAJÓN

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

160 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	98.60	103.8	94	99.1	118.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	107	1000	94.32	115.8	125.80

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

160 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	78.10	81.70	76	77.20	91.10
	M6	M7	M8	M9	M10
	86.70	78.70	78.10	8	102.40

TIEMPO REVERBERACION

160 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.70	1.51	1	1.22	1.08
	M6	M7	M8	M9	M10
	1.61	1.99	1.11	2	1.05



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

200Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	109	121.1	119.4	129.10	132.20
	M6	M7	M8	M9	M10
	112.60	108.9	103.10	125.80	145.30

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

200Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.25	1.52	0.86	1.12	1.45
	M6	M7	M8	M9	M10
	1.54	2.34	0.94	2.02	1.80

TIEMPO REVERBERACION

200Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	82.30	85.80	80.20	81.40	95.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	90.80	82.80	82.20	86.10	122.80



HOJA DE CONTROL

C-CACTOÚ

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	120.8	130.1	125.7	135.2	138.7
	M6	M7	M8	M9	M10
	128.80	127.9	121.40	130.20	149.70

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	87.60	91.20	85.50	86.70	100.6
	M6	M7	M8	M9	M10
	88.50	88.80	87.60	91.40	128.10

TIEMPO REVERBERACION

250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.72	1.35	0.81	0.77	1.32
	M6	M7	M8	M9	M10
	1.02	2.52	0.90	1.92	2.10



HOJA DE CONTROL

C-Celros

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

315 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	105.4	111.3	105.		
	M6	M7	M8	M9	M10

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

315 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.5	1.6	0.62	0.91	1
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.9	2.34	0.87	1.95	1.38

TIEMPO REVERBERACION

315 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	92.90	96.50	90.90	92	106
	M6	M7	M8	M9	M10
	101.5	93.50	92.90	96	111



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

--	--	--	--	--	--

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

400Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	110.70	120.20	113	114.80	132.30
	M6	M7	M8	M9	M10
	126.60	122.30	118.10	128.70	138.30

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

400Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	90.90	94.40	88.80	90	13.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	99.40	91.40	90.80	94.70	118.70

TIEMPO REVERBERACION

400Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.25	1.44	0.90	0.89	0.94
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.75	1.84	0.71	1.64	1.27



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

500Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	120.70	130.20	124.10	123.40	126.60
	M6	M7	M8	M9	M10
	130.90	128.70	118.40	128.70	138.30

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

500Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	86.40	90	84.40	85.50	99.50
	M6	M7	M8	M9	M10
	95	87.00	86.40	90.20	124.30

TIEMPO REVERBERACION

500Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.05	1.28	0.48	0.88	0.88
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.74	1.83	0.57	1.63	1.35



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

600Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	118.40	165.30	149.10	150.90	170.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	168.70	167.50	158.90	170.80	181.40

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

600Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	90	93.70	100.90	87.20	116.20
	M6	M7	M8	M9	M10
	83.40	89.10	88.80	87.00	134.30

TIEMPO REVERBERACION

600Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.98	1.19	0.30	0.88	0.78
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.63	1.71	0.78	1.45	1.30



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

800Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	124.70	146	116	187.70	177.20
	M6	M7	M8	M9	M10
	117.70	124.40	120.90	122.90	182.30

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

800Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	98	114.70	91.20	152.70	158.90
	M6	M7	M8	M9	M10
	92.30	97.60	95	96	135

TIEMPO REVERBERACION

800Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.05	1.12	0.30	0.89	0.77
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.60	1.72	0.58	1.64	1.28



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

1000hz	M1	M2	M3	M4	M5
	116.40	151	124.70	179	184
	M6	M7	M8	M9	M10
	132.70	160.30	157.80	171.80	191

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

1000hz	M1	M2	M3	M4	M5
	91.40	18.40	98	117.80	171.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	104.10	95.90	107.40	97.30	137.30

TIEMPO REVERBERACION

1000hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1.12	1.05	0.31	0.90	0.89
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.61	1.64	0.52	1.65	1.11



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

1250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	130.50	147.50	141.80	149	178.50
	M6	M7	M8	M9	M10
	151	163.40	159.70	175.50	195.10

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

1250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	85.80	114.70	111.30	113.30	114.80
	M6	M7	M8	M9	M10
	184.40	91.70	120.10	92.60	114.40

TIEMPO REVERBERACION

1250 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.95	1	0.28	0.90	0.95
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.74	1.63	0.56	1.48	1.02



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

1600Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	140.70	170.60	170.20	190.10	197.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	170.70	177	188.80	198.20	214.70

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

1600Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	90.30	126.40	125.80	158.60	170.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	134.30	91.70	139.40	87.00	134.10

TIEMPO REVERBERACION

1600Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	1	0.96	0.35	1	1
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.80	1.76	0.69	1.42	1.02



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

2000 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	170.90	175.50	176.80	190.40	198.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	174.40	181.40	190	201.10	219.20

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

2000 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	91.50	126.10	135.20	148.60	174
	M6	M7	M8	M9	M10
	142.60	87.60	14200	7990	48.10

TIEMPO REVERBERACION

2000 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.92	0.95	0.42	0.95	0.91
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.78	1.44	0.82	1.38	1.10



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

— — —

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

2500Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	148.70	168.80	160.40	181.00	187.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	187.70	190.70	189.30	104.60	216.60

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

2500Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	67.70	127.90	139.40	141.80	168.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	147.30	89.90	148	82	137.20

TIEMPO REVERBERACION

2500Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.82	0.88	0.43	0.85	0.87
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.80	1.30	0.80	1.20	1.04



HOJA DE CONTROL

DATOS DEL LUGAR DE ANALISIS

FECHA:	—
DIRECCION:	—
PROPIETARIO:	—

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO

	a	b	h	Area	Volumen
SALA EMISORA:	—	—	—	—	—
SALA RECEPTORA:	—	—	—	—	—
MAMPOSTERIA DIVISORIA:	—	—	—	—	—

DESCRIPCION MAMPOSTERIA DIVISORIA

—
—
—

NIVEL PRESION SONORA SALA EMISORA

3150 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	128.80	175.50	176.80	186	170
	M6	M7	M8	M9	M10
	174.40	181.40	190	181.20	201.70

NIVEL PRESION SONORA SALA RECEPTORA

3150 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	15.30	124.00	136.80	137.60	157.70
	M6	M7	M8	M9	M10
	143.50	88.8	142.00	83	130.50

TIEMPO REVERBERACION

3150 Hz	M1	M2	M3	M4	M5
	0.72	0.74	0.43	0.79	0.79
	M6	M7	M8	M9	M10
	0.77	1.32	0.80	1.07	0.94





