



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANÁLISIS DE RUIDO DE IMPACTO EN VIVIENDAS EXISTENTES EN LA
CIUDAD DE QUITO

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

Profesor Guía
Msc. Jorge Páez

Autor
Andrés Rodrigo Sánchez Delgado
Víctor Hugo Herrera Recalde

Año
2015

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes, 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”

Jorge Páez Rodríguez

Master en Gestión y Evaluación de la Contaminación Acústica

4452061600

DECLARACIÓN AUTORIA DE LOS ESTUDIANTES

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

Víctor Hugo Herrera Recalde
1720791548

Andrés Rodrigo Sánchez Delgado
1717157125

RESUMEN

El presente trabajo de titulación determina el proceso de medición de la transmisión sonora de ruido de impacto “*in situ*”, y evalúa el estado acústico de diferentes sistemas constructivos. Se toman en cuenta los tipos de losa y los acabados de piso más usados en las construcciones. El estudio se desarrolló en tres etapas: medición, procesamiento de datos y generación de informes.

Las mediciones se realizaron en base a lo estipulado en la normativa UNE-EN ISO 140-7 “Mediciones *in situ* del aislamiento acústico de suelos al ruido de impacto” en la cual se establecen distancias y posiciones para la máquina de impacto y micrófono de medición.

Se implementó el método estandarizado de medición, para el cálculo del nivel de ruido de impacto, que utiliza el tiempo de reverberación como término de corrección. Para este estudio no se utilizó el nivel de ruido de impacto normalizado, el cual es más complicado de calcular, ya que toma en cuenta la absorción del recinto receptor, todos los objetos y materiales dentro del cuarto poseen un coeficiente de absorción que influyen en la medición.

Existen programas para el análisis y generación de informes, según la norma UNE-EN ISO 717-2 “Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción – Aislamiento a ruido de impactos”, entre los cuales está el Insulation Studio de Cesva, sin embargo éste programa tiene un alto costo en el trabajo de campo, por lo cual se generó una hoja de cálculo en el programa Excel de Office para la realización del informe, en donde se ingresaron los datos obtenidos con el sonómetro y se calculó el nivel de ruido de impacto estandarizado, $L'_{nT,w}$, generando un informe en base a la norma UNE-EN ISO 717-2.

Los resultados obtenidos presentan los valores globales de las combinaciones de tipos de losa, acabado de piso y su relación entre sí, mostrando si los resultados cumplen o no lo estipulado en el Documento Básico HR Protección frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación de España, (CTE), norma que se toma como base para la realización de este trabajo de titulación.

ABSTRACT

This dissertation determines the process of measuring sound transmission of impact noise in situ, and evaluates the acoustic state of different building systems, taking into account two types of tile and floor finishes commonly used in constructions. The study was conducted in three stages: measurement, data processing and reporting.

Measurements were made on the UNE-EN ISO 140-7 regulations basis, entitled “In situ measurements of floors acoustic insulation from impact noise”, in which the distances and positions for impact machinery and measuring microphone are established.

The standardize measurement method was implemented to calculate the impact noise level, which uses the reverberation time as correction term. Normalized impact noise level was not used in this study since it's more complicated to calculate because it takes into account the receiving room's absorption. All objects and materials in the room have an absorption coefficient that influences the measurement.

There are software products for analysis and reporting that are consistent to UNE-EN ISO 717-2 “Rating of sound insulation in buildings and construction elements – Impact noise insulation” regulations, such as Cesva's Insulation Studio. Nevertheless, this program has a high cost in the fieldwork. Therefore, a Microsoft Excel spreadsheet was generated for the completion of the report, in which the data obtained with the sound level meter was entered and the standardize impact noise level, $L'_{nT,w}$, was calculated. This generated a report based on the UNE-EN ISO 717-2 regulation.

The obtained results presents the global values of combinations of types of tiles and floor finishes and the relationship with each other; showing in this way if the results meet or not the provisions of the “Protection against Noise from Spain's Technical Edification Code” Basic Document. This norm serves as the basis of this dissertation.

ÍNDICE

Introducción.....	1
1. Capítulo I: Marco teórico.....	6
1.1. Fundamentos de acústica	6
1.1.1. Sonido.....	6
1.1.2. Onda senoidal.....	6
1.1.3. Propagación del sonido	8
1.1.4. Velocidad del sonido.....	9
1.1.5. Coeficiente de transmisión (τ).....	9
1.1.6. Acondicionamiento acústico.....	9
1.1.7. Ley de masa-resorte-masa	9
1.1.8. Frecuencia de resonancia (Caída de aislamiento).....	10
1.2. Nivel sonoro percibido por el humano	10
1.3. Normativas relacionadas	11
1.4. Ruido	15
1.4.1. Ruido de impacto	16
1.4.2. Ruido aéreo	16
1.4.2.1. Ruido aéreo de fachada	18
1.5. Aislamiento acústico.....	19
1.5.1. Estructuras aislantes típicas	19
1.5.2. Cielo raso y piso	21
1.6. Reverberación	22
1.6.1. Tiempo de reverberación	22
1.6.2. Tiempo de reverberación T_{30} y T_{20}	23
1.7. Medición de ruido de impacto en recintos	24
1.7.1. Mediciones en laboratorio.....	25
1.7.2. Mediciones en campo “ <i>in situ</i> ”	26
1.8. Tipos de fuentes de ruido.....	27
1.8.1. Máquina de ruido de impacto “ <i>ISO Tapping Machine</i> ”	28

1.8.2.	Máquina de explosión “Bang Machine”	29
1.8.3.	Bola de caucho “Rubber Ball”	29
1.9.	Materiales elásticos en los pisos	31
1.9.1.	GR-S	31
1.9.2.	Nitril	31
1.9.3.	Butyl	31
1.9.4.	Neopreno	32
1.9.5.	Caucho de sulfuro	32
1.9.6.	Caucho de silicona	32
1.10.	Tipos de losa	32
1.10.1.	Deck	32
1.10.2.	Losa nervada	34
1.11.	Tipos de acabado de piso	36
1.11.1.	Baldosa	36
1.11.1.1.	Especificaciones técnicas	37
1.11.1.2.	Instalación	38
1.11.2.	Vinil	38
1.11.2.1.	Especificaciones técnicas	39
1.11.2.2.	Instalación	39
1.11.3.	Alfombra	40
1.11.3.1.	Especificaciones técnicas	41
1.11.3.2.	Instalación	41
1.11.4.	Piso Flotante	42
1.11.4.1.	Especificaciones técnicas	43
1.11.4.2.	Instalación	43
1.12.	Normativas usadas para la medición de ruido impacto	44
1.12.1.	UNE-EN ISO 140-7: “Mediciones <i>in situ</i> del aislamiento acústico de suelos al ruido de impacto.”	45
1.12.1.1.	Nivel de presión de ruido de impactos normalizado, L_n	45
1.12.1.2.	Nivel del presión de ruido de impacto estandarizado	45
1.12.1.3.	Generalidades	46

1.12.1.4. Generación del campo acústico	46
1.12.1.5. Medición	46
1.12.1.6. Posiciones de micrófono	47
1.12.1.7. Rango de frecuencias de las mediciones [Hz].....	47
1.12.1.8. Medición del tiempo de reverberación y evaluación del área de absorción equivalente	47
1.12.1.9. Corrección por ruido de fondo	48
1.12.2. UNE-EN ISO 717-2: “Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción – Aislamiento a ruido de impactos.”	48
1.12.2.1. Magnitud global para la valoración del aislamiento a ruido de impactos derivada de mediciones en bandas de tercio de octava:.....	48
1.12.2.2. Término de adaptación espectral, CI:.....	48
1.12.2.3. Generalidades	49
1.12.2.4. Valores de referencia	49
1.12.2.5. Mediciones en bandas de tercio de octava.	50
1.12.3. CTE DB HR: “Documento básico HR”, normativa española	51
1.12.3.1. Terminología	51
1.12.3.2. Ruido de impactos.....	52
1.12.3.3. Control de la obra terminada	55
2. Capítulo II: Procedimiento	56
2.1. Instrumentación	56
2.1.1. Sonómetro Cesva SC310	56
2.1.2. Calibrador acústico Cesva CB006	56
2.1.3. Fuente omnidireccional Cesva BP012	57
2.1.4. Generador de ruido amplificado Cesva AP602	57
2.1.5. Máquina de impactos Cesva MI006	57
2.2. Toma de medidas.....	58
2.3. Ubicación de los puntos	59
2.3.1. Puntos de medición	60
2.3.2. Posición de máquina de impacto	60

2.4.	Hoja de campo	61
2.5.	Calibración de sonómetro	62
2.6.	Ensayo máquina de impacto	63
2.6.1.	Primera medición	63
2.6.2.	Segunda medición	66
2.6.3.	Tercera medición	67
2.6.4.	Cuarta medición	67
2.6.5.	Quinta medición	67
2.6.6.	Sexta medición	68
2.7.	Tiempo de reverberación	68
2.7.1.	Método de ingeniería	69
2.7.2.	Toma de medidas	69
2.7.3.	Ubicación de puntos	70
2.7.4.	Ensayo de tiempo de reverberación	71
2.7.4.1.	Primera y segunda medición según la posición del micrófono	71
2.7.4.2.	Tercera y cuarta medición	74
2.7.4.3.	Quinta y sexta medición	75
2.8.	Esquema de conexionado de los equipos.....	76
2.8.1.	Ensayo de ruido impacto	76
2.8.2.	Ensayo de tiempo de reverberación	77
2.9.	Descarga de datos	77
2.9.1.	Capture Studio Editor.....	78
2.9.2.	Insulation Studio	81
3.	Capítulo III: Resultados y análisis de datos.....	87
3.1.	Generación de informes en Insulation Studio.....	87
3.2.	Generación de informes de ruido de impacto en hoja cálculo (Excel)	89
3.2.1.	Ingreso de datos	91
3.2.2.	Calculo de L_i corregido por ruido de fondo	93
3.2.3.	Calculo de nivel de ruido de impacto estandarizado, L'_{nt}	93

3.2.4.	Calculo de $L'_{nT,W}$	95
3.2.5.	Procedimiento para el cálculo de $L'_{nT,W}$ de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 717-2	96
3.2.6.	Corrección espectral	98
3.2.7.	Informe de la medición.....	99
3.3.	Resultados	100
3.3.1.	Deck-baldosa	101
3.3.2.	Deck-piso flotante	106
3.3.3.	Deck-vinil	111
3.3.4.	Nervada-alfombra	116
3.3.5.	Nervada-baldosa.....	121
3.3.6.	Nervada-piso flotante.....	126
3.3.7.	Nervada-sin acabado.....	131
3.4.	Análisis de datos	136
3.4.1.	Análisis de datos entre deck y nervada (tipo de losa).....	136
3.4.2.	Análisis de datos entre acabados de piso.....	138
3.4.3.	Análisis de datos entre diferentes tipos de uso de la construcción (universidad, casa y edificio familiar)	141
3.4.4.	Análisis de datos en losa deck con diferentes tipos de acabados de piso	144
3.4.5.	Análisis de datos en losa nervada con diferentes tipos de acabados de piso	147
3.4.6.	Análisis de datos en baldosa sobre diferentes tipos de losa.....	150
3.4.7.	Análisis de datos en piso flotante sobre diferentes tipos de losa	153
4.	Capítulo IV: Análisis económico	157
4.1.	Precio por metro cuadrado variando el tipo de construcción	157
4.2.	Precio por metro cuadrado de acuerdo al sector	158
4.3.	Estudio de ruido de impacto	159

5. Capítulo V: Proyecciones	160
5.1. Diseño de maquina generador de ruido de impacto.....	160
5.1.1. Diseño en SolidWorks basado en normativa UNE-EN ISO 140-7	160
5.1.2. Análisis económico	165
6. Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones	167
6.1. Conclusiones	167
6.2. Recomendaciones.....	170
Referencias	172
ANEXOS	174

Introducción

Antecedentes

Actualmente el Ecuador se encuentra en plena actualización de las normas más utilizadas de construcción. En las últimas décadas se han observado cambios en cuanto a las tecnologías y materiales que se utilizan para la edificación de viviendas; sin embargo, no se ha dado la importancia necesaria a la regulación de ruido de impacto, razón por la que no existe información acerca del tema en la ciudad de Quito.

El presente estudio pretende analizar si los cambios en la construcción mejoran o degradan el confort acústico, ya que una fuerte exposición al ruido o vibraciones genera problemas en la salud de las personas. Este trabajo de titulación entra en las líneas de investigación de la Universidad de las Américas.

El estudio permite fundamentar científicamente la necesidad de elaborar una nueva norma técnica que regule los métodos constructivos en suelos, de tal manera que se garantice que las personas puedan alcanzar un nivel de confort óptimo, sin presencia de ruido de impacto en las edificaciones. Considerando que dentro de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2011), que se encuentra vigente, no se toma en cuenta dichas regulaciones.

Marco Referencial

Las mediciones de impacto se realizan bajo la normativa española UNE-EN ISO 140-7: 1999 "Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 7: Medición *in situ* del aislamiento acústico de suelos al ruido de impacto", aplicada en edificios y sistemas constructivos tanto en suelos desnudos como a suelos con recubrimiento.

El cálculo del valor global de las mediciones se realiza siguiendo la norma UNE–EN ISO 717–2: 1997 “Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos”, con el cual se pudo obtener un resultado fiable y concreto de las construcciones de la ciudad de Quito.

Los equipos que se utilizaron fueron los siguientes: sonómetro, fuente omnidireccional, máquina de impactos, distanciómetro, generador de señales, micrófonos y pedestales.

Tabla 1. Tabla de equipos de medición

Equipo	Marca	Modelo
Sonometro	Cesva	SC310
Calibrados acustico	Cesva	CB006
Fuente omnidireccional	Cesva	BP012
Generador de ruido	Cesva	AP602
Maquina de impactos	Cesva	MI006
Distanciometro	Bosch	DLE70

Alcance

El alcance de éste trabajo de titulación se basa en identificar el comportamiento de los tipos de losas comúnmente usados en las construcciones de la ciudad de Quito, exponiéndolas a una máquina generadora de ruido de impacto, con lo cual se verifica que materiales presentan una menor transmisión de ruido.

Para realizar lo antes mencionado, las mediciones se hacen siguiendo la norma UNE–EN ISO 140–7: 1999 “Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 7: Medición “*in situ*” del aislamiento acústico de suelos al ruido de impacto”. Una vez realizada la medición se procede con la tabulación de datos, que permite tener una idea clara y fiable de las características acústicas y de aislamiento de los materiales

utilizados en la construcción mediante la norma UNE-EN ISO 717-2: 1997 “Evaluación del aislamiento acústico en los edificios de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos”.

Para seleccionar las edificaciones, casas y multifamiliares, que participan en el estudio, tienen que cumplir con los siguientes parámetros:

- Las construcciones deben tener diferentes métodos constructivos para poder analizar el comportamiento de los distintos materiales utilizados, así como su relación entre ellos.
- Las casas o edificios deben ser de uso familiar o educativo, ya que en estas construcciones el ruido de impacto puede generar mayores molestias y estrés.

Estos procesos de medición y evaluación, se realizan aplicando los conocimientos adquiridos en varias materias de la carrera, sobretodo en materias como control de ruido, control de vibraciones y aislamiento acústico.

Justificación

El ruido producido por las pisadas y objetos en movimiento puede generar molestias en las personas que habitan, sobretodo, en los pisos inferiores de edificios multifamiliares, esto se da debido a la excesiva transmisión estructural donde se tiene una falla en el sistema vibracional. Por lo cual se deben controlar las vibraciones y de ese modo prevenir molestias que afecten al confort acústico de las personas.

El ruido es uno de los contaminantes comunes dentro de la sociedad, las personas se ven expuestas diariamente a niveles sonoros altos, los cuales pueden producir a largo plazo una pérdida de audición y otras enfermedades

relacionadas con el oído. Esta es la principal razón por la que hemos se ha escogido el tema como trabajo de titulación, pues será un aporte que brinde solución a éste problema.

Objetivo General

Medir los niveles de ruido de impacto en edificaciones existentes en la ciudad de Quito de acuerdo en lo estipulado en la norma UNE-EN ISO 140-7, comparando los valores medidos con los valores de ruido interno máximo sugeridos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción Capítulo 11. Lo cual presentará una base para el análisis de la situación actual de estas edificaciones desde un punto de vista acústico.

Objetivos específicos

- Determinar procesos de evaluación de la transmisión sonora de ruido de impacto "*in situ*", en base a normativas y regulaciones internacionales (UNE-EN ISO 140-7).
- Evaluar el estado acústico de edificaciones multifamiliares construidas en diferentes intervalos de tiempo y sus métodos constructivos.
- Analizar la influencia de la transmisión de ruido de impacto en la contaminación sonora interna en viviendas y su relación con sistemas constructivos utilizados en complejos multifamiliares y centros educativos, a raíz de una base de datos de mediciones "*in situ*".
- Elaborar un análisis económico en el que se muestre sí un mejor aislamiento de ruido de impacto está directamente relacionado con el valor comercial del inmueble, detallando los precios de las viviendas según el sector en el que se ubican y el acabado de piso, en función al valor global, $L'_{nT,w}$.

Metodología

En el proyecto se aplicarán principalmente dos métodos de investigación: el método experimental, donde se recolectan los datos obtenidos en las distintas mediciones de impacto realizadas en sistemas constructivos, por otro lado, el método inductivo nos servirá para llegar a un dato más general sobre cuáles son los tipos de construcciones más comunes y sus niveles de transmisión, aunque actualmente hay numerosos métodos constructivos.

1. Capítulo I: Marco teórico

1.1. Fundamentos de acústica

1.1.1. Sonido

Existe sonido al momento que un disturbio se propaga por un material elástico causando desplazamiento o alteraciones en las partículas del material mismas que pueden ser receptadas por una persona o un instrumento de medición (Beranek, 1961, pág. 3).

1.1.2. Onda senoidal

Cuando se suelta una masa sostenida por un resorte, éste se convierte en un sistema vibracional. El peso puesto en el resorte estira al mismo hasta la marca de 5 como vemos en la *figura 1*, después el resorte invierte el movimiento y hala a la masa sin que el peso se quede en 0; así el sistema continua vibrando u oscilando, la amplitud va decreciendo dependiendo de la fricción del aire en nuestro caso particular. El movimiento generado se le conoce como movimiento armónico simple. En la *figura 2* vemos como el movimiento generado por nuestro sistema vibracional se convierte en una onda senoidal (Everest & Pohlmann, 1981, pág. 3).

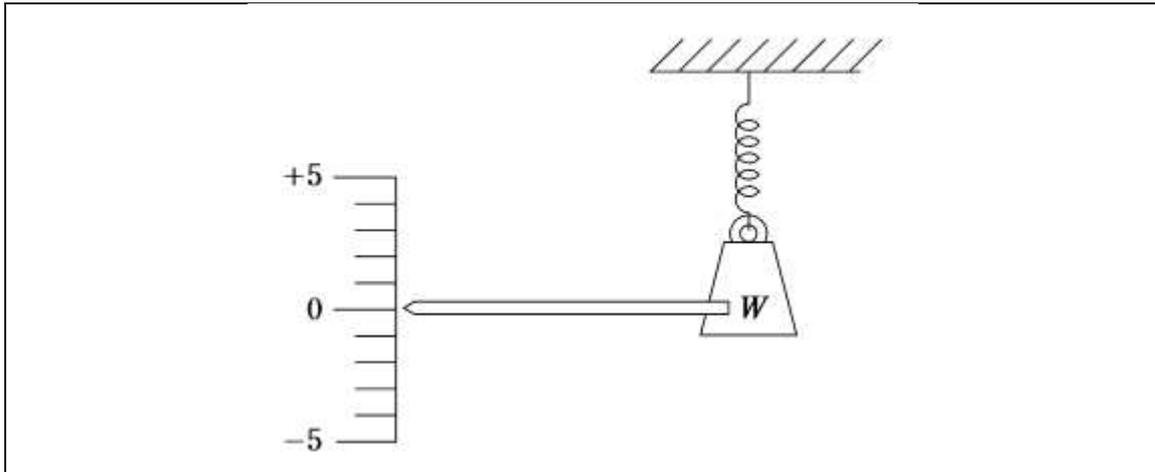


Figura 1. Sistema vibracional.

Tomado de Everest & Pohlmann, 1981, pág. 2.

- a. Un peso sostenido por un resorte vibra con una frecuencia natural gracias a la elasticidad del resorte y la inercia del peso.

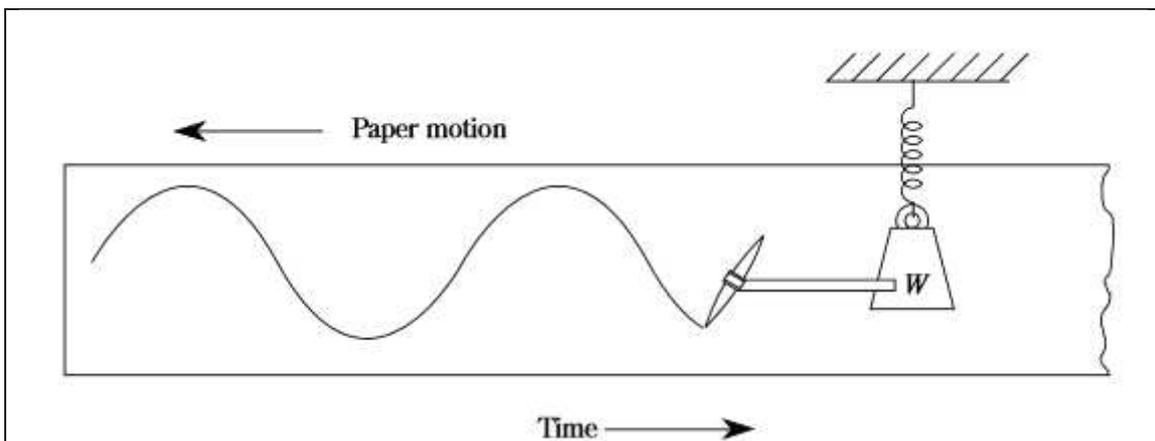


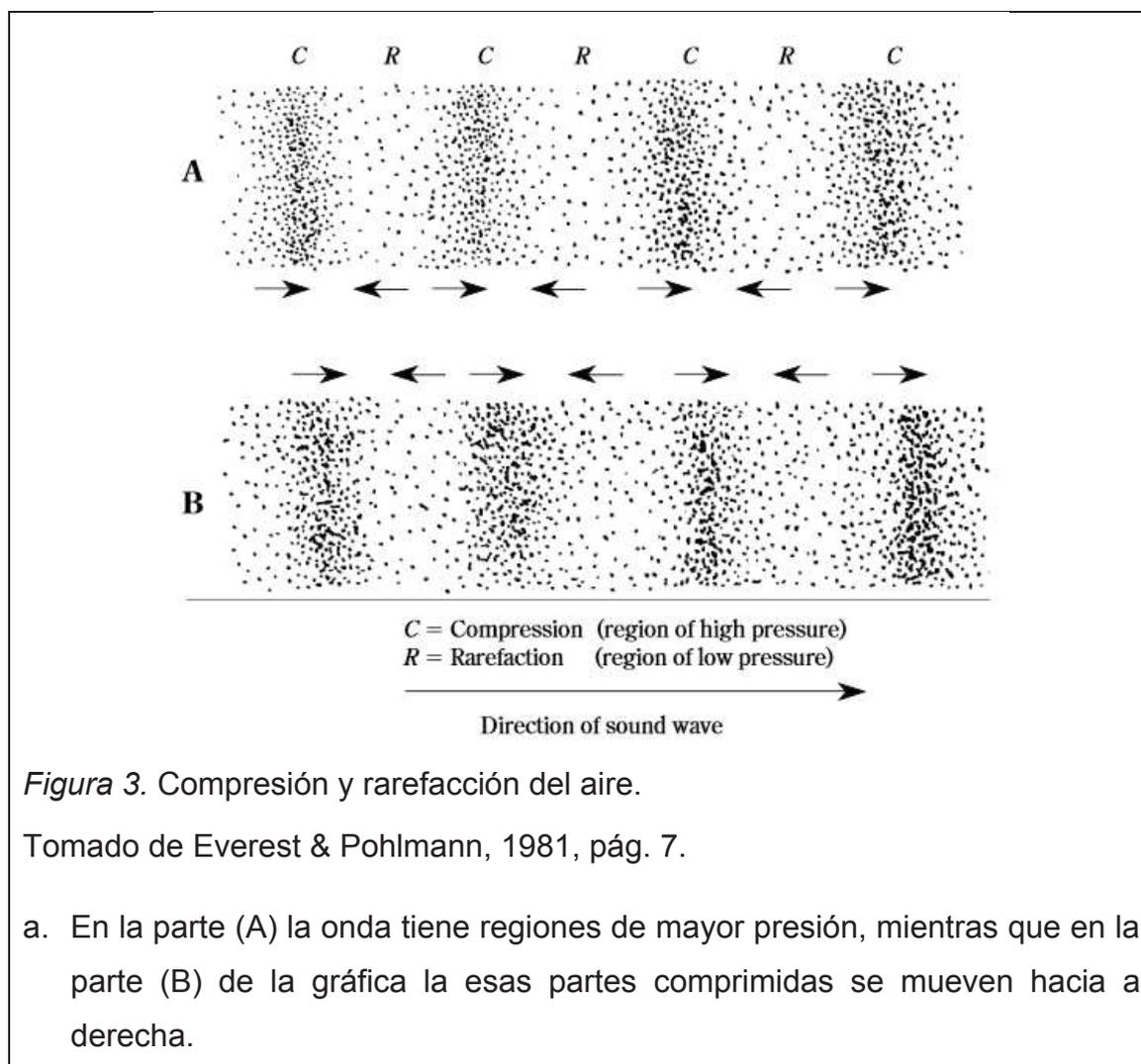
Figura 2. Onda senoidal.

Tomado de Everest & Pohlmann, 1981, pág. 3.

- a. Si se utiliza una esfera para trazar la figura que puede generar este movimiento mientras el papel se mueve a una velocidad constante, nos muestra la relación en el movimiento armónico simple y la onda senoidal.

1.1.3. Propagación del sonido

El medio común de propagación del sonido es el aire mismo que se comprime y descomprime para acarrear el sonido, existe miles de moléculas en un centímetro cubico de aire, el momento en el cual existen más moléculas juntas se le conoce como compresión, cuando existe una acumulación baja de moléculas de aire se le llama rarefacción según Everest y Pohlmann (1981), en la *figura 3* se ve una forma gráfica este fenómeno físico (Everest & Pohlmann, 1981, págs. 4-5).



1.1.4. Velocidad del sonido

La velocidad del sonido en el aire es de 344 m/s (1,240 km/h) en condiciones normales de temperatura y presión. La velocidad del sonido cambia drásticamente dependiendo de medio en cual se transmite, cuando existe una mayor densidad de moléculas, la velocidad del sonido aumenta. Por ejemplo, velocidad del sonido en el acero es de 5090 m/s (Everest & Pohlmann, 1981, págs. 5-6).

1.1.5. Coeficiente de transmisión (τ)

Si se tiene en una pared una potencia acústica Pot_1 , del otro lado se radia una potencia Pot_2 , siempre menor que Pot_1 . El coeficiente de transmisión se definiría como (Miyara, 1999, pág. 258).

$$\tau = \frac{Pot_1}{Pot_2} \quad (\text{Ecuación 1})$$

1.1.6. Acondicionamiento acústico

Es el Tratamiento de las superficies de un recinto mediante materiales absorbentes o difusores con el fin de mejorar sus características acústicas.

1.1.7. Ley de masa-resorte-masa

Ley teórica de variación de la pérdida de transmisión con la frecuencia en el caso de paredes dobles de baja rigidez.

1.1.8. Frecuencia de resonancia (Caída de aislamiento)

Se llama frecuencia de resonancia a la frecuencia natural de un cuerpo o un sistema que alcanza el grado máximo de oscilación. Todo cuerpo o sistema tiene una, o más, frecuencias naturales. Cuando un sistema es excitado en una de sus frecuencias naturales, su vibración es la máxima posible.

La resonancia acústica es un término que se utiliza para reducir la resonancia mecánica al rango de frecuencias audibles por el del oído humano, pero ya que la acústica se define en términos generales relativos a las ondas vibratorias en la materia resonancia acústica, puede ocurrir a frecuencias fuera del alcance del oído humano.

1.2. Nivel sonoro percibido por el humano

La percepción que tiene el humano hacia los sonidos depende de dos componentes: la psicología y la psicoacústica, la psicoacústica trata temas como la estructura física del oído, la percepción del sonido y su relación. Esto ayuda a entender la diferencia entre mp3, wav y como interceden las diferentes formas arquitectónicas en el sonido.

Cuando un frente de onda choca con los mecanismos auditivos, este genera un movimiento mecánico que es traducido en una carga eléctrica y enviada al cerebro la cual crea una sensación llamada sonido. Por lo que se presenta una pregunta ¿Como los sonidos son reconocidos e interpretados? Parece ser una pregunta fácil de responder pero aunque se han realizado grandes investigaciones, aún no se llega a entender completamente como el oído puede discretizar sonidos tan complejos y por esto el oído es el dispositivo de audio más complejo de toda la ingeniería de audio. Si se escucha una orquesta sinfónica la persona se puede concentrar en el primer violín, luego pasar a los clarinetes y por último mezclar todos y escuchar a la orquesta en su totalidad.

Esto requiere un poco de entrenamiento auditivo, pero es impresionante como el oído puede trabajar con ondas de sonido complejas (Everest & Pohlmann, 1981, pág. 39).

1.3. Normativas relacionadas

Dentro del presente trabajo se nombran varias normas que hacen referencia a las evaluaciones y mediciones acústicas respecto al ruido, entre las cuales están las siguientes:

- UNE-EN ISO 140-1 “Medición del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos de construcción - Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas”

En esta norma se encuentran especificaciones sobre instalaciones de laboratorio para la medición del aislamiento acústico en elementos de la construcción. Se utiliza en laboratorios sin radiación de los elementos de flanco o aislamiento estructural entre las salas emisora y receptora. De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 140-1”.

- UNE-EN ISO 140-4 “Medición del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos de construcción - Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales”

En esta norma se especifican los métodos de medición “*in situ*” para evaluar las propiedades de aislamiento acústico de ruido aéreo de las paredes interiores, de los techos y de las puertas entre dos recintos o salas generando un campo sonoro difuso. Estos métodos proporcionan valores de aislamiento acústico de ruido aéreo en función de la frecuencia. Los resultados medidos se usan para comparar el

aislamiento acústico entre salas y para comparar aislamientos acústicos reales medidos, con los valores requeridos.

De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 140-4”.

- UNE-EN ISO 140-5 “Medición del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos de construcción - Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas”

En esta norma se especifican métodos para la medición del aislamiento a ruido aéreo de elementos de fachada y de fachadas completas. Los métodos para elementos de fachada, cuantifican el índice de reducción sonora de un elemento de fachada, como una ventana mientras. El método más usado, usa altavoces como fuente sonora. Sin embargo existen otros métodos que usan el ruido de tráfico existente en el lugar.

De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 140-5”.

- UNE-EN ISO 140-6 “Medición del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos de construcción - Mediciones en laboratorio del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos”

En esta norma se especifica un método para medición en laboratorio de la transmisión del ruido de impactos a través de suelos mediante una máquina de impactos normalizada. El método se aplica tanto a suelos sin acabados como suelos con recubrimientos.

De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 140-6”.

- UNE-EN ISO 140-7 “Medición del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos de construcción - Medición in situ del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos”

En esta norma se especifica el método de ensayo *“in situ”* para las mediciones de las propiedades de aislamiento a ruido de impactos de suelos de edificios, casas y recintos, por medio de una máquina de impactos normalizada. El método se aplica tanto a suelos sin acabados como a suelos con recubrimientos.

De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 140-7”.

- UNE-EN ISO 140-11 “Medición del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos de construcción - Medición en el laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre suelos ligeros de referencia”

En esta norma se especifican los métodos para medir las propiedades acústicas de los revestimientos de suelos para reducir la transmisión de ruido de impactos. El objetivo establece un método para determinar el aislamiento al ruido de impactos de un revestimiento de suelo en condiciones de ensayo normalizadas. El ensayo describe un método de ensayo que utiliza una máquina de impactos normalizada para simular fuentes de impactos similares a las pisadas de las personas. Se aplica a todos los revestimientos de suelos, tanto simples como multicapa, instalados sobre suelos ligeros.

De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 140-11”.

- UNE-EN ISO 717-1 “Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción - Aislamiento a ruido aéreo”

Dentro de esta norma se definen magnitudes globales para el aislamiento de ruido aéreo en edificios y elementos de construcción como paredes, suelos, puertas y ventanas. Las magnitudes globales pretenden

clasificar el aislamiento acústico y simplificar la formulación de los requisitos acústicos en los códigos de la edificación. Las magnitudes globales se basan en los resultados de mediciones en bandas de tercio de octava o de octava.

De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 717-1”.

- UNE-EN ISO 717-2 “Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción - Aislamiento a ruido de impactos”

Dentro de esta norma se definen magnitudes globales para el aislamiento de ruido de impactos en edificios. Las magnitudes globales, pretenden clasificar el aislamiento acústico y simplificar la formulación de los requisitos acústicos en los códigos de la edificación.

De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 717-2”.

- UNE-EN ISO 354 “Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante”

Esta norma especifica un método de medición del coeficiente de absorción de materiales acústicos utilizados en paredes, techos, o el área de absorción sonora equivalente de objetos, tales como muebles, personas o absorbentes volumétricos, en una cámara reverberante. Los resultados obtenidos pueden emplearse con fines comparativos y de diseño en relación al comportamiento acústico de salas y al control de ruido.

De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 354”.

- UNE EN ISO 3382-2 “Medición de parámetros acústicos en recintos – Tiempo de reverberación en recintos ordinarios”

Esta norma especifica los métodos de medición de tiempo de reverberación en recintos ordinarios. Describe el proceso de medición, instrumentación, número de posiciones de medición, la forma de evaluar los datos y presentar el informe del ensayo.

De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 3382-2”.

- UNE-EN ISO 10140-3 “Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción - Medición del aislamiento acústico al ruido de impactos”

Esta norma especifica los métodos de laboratorio para medir el aislamiento acústico al ruido de impactos de los diversos tipos de suelos. Las mediciones se realizan en instalaciones de ensayo de laboratorio en las que no se toma en cuenta la transmisión sonora a través de los caminos laterales.

De aquí en adelante se hará referencia a esta norma de manera abreviada “UNE-EN ISO 10140-3”.

1.4. Ruido

El ruido, desde un punto de vista físico, es primeramente un sonido, definido como una variación de la presión del aire, que puede ser detectada por el oído del ser humano, y que puede ser descrito por ciertos parámetros físicos, entre los principales, se tiene a la frecuencia e intensidad. Ciertos autores definen al ruido como todo sonido no deseado.

1.4.1. Ruido de impacto

Es el ruido que se transmite por medio de las estructuras, es generado por impactos en la superficie, estas estructuras al vibrar, generan cambios de presión en el aire del recinto receptor. Incluso un impacto breve puede generar una tremenda cantidad de energía en la estructura. La norma UNE-EN ISO 140-7 nos ayuda a encontrar un solo valor que puede cuantificar y calificar los ruidos de impactos entre el piso y el techo. Las medidas son realizadas en bandas de tercios de octava desde 100 Hz hasta 3,150 Hz, si el valor es menor implica que el aislamiento es mejor, y existe menor ruido recibido.

La mejor forma de minimizar el ruido producido por impacto es instalar un recubrimiento en el piso. Ejemplo, alfombra, vinil, piso flotante. Esto reduce el impacto, aunque la alfombra es menos eficiente en pisos de madera, aun así produce una mejora significativa (Everest & Pohlmann, 1981, pág. 305).

1.4.2. Ruido aéreo

El ruido aéreo se genera por la perturbación de aire que rodea a una fuente sonora, las ondas chocan contra la superficie, la misma que entra en vibración provocando una nueva perturbación de las ondas que la rodean por lo que se genera un nuevo foco de emisión sonora en la sala adyacente. El aislamiento de ruido de aéreo es usado para comparar el aislamiento acústico de materiales dentro de la construcción o en laboratorio.

La medición de aislamiento de ruido aéreo comparan dos cuartos, cuarto emisor y cuarto receptor separados por una partición compuesta por el material a evaluar. Se asume que todo el ruido es transmitido a través de la partición, por lo que no se toma en cuenta el ruido estructural. Las mediciones se realizan en base a la normativa UNE-EN ISO 140-4, estas mediciones pueden ser en laboratorio o "in situ" (Hopkins, 2007, pp. 239-240).

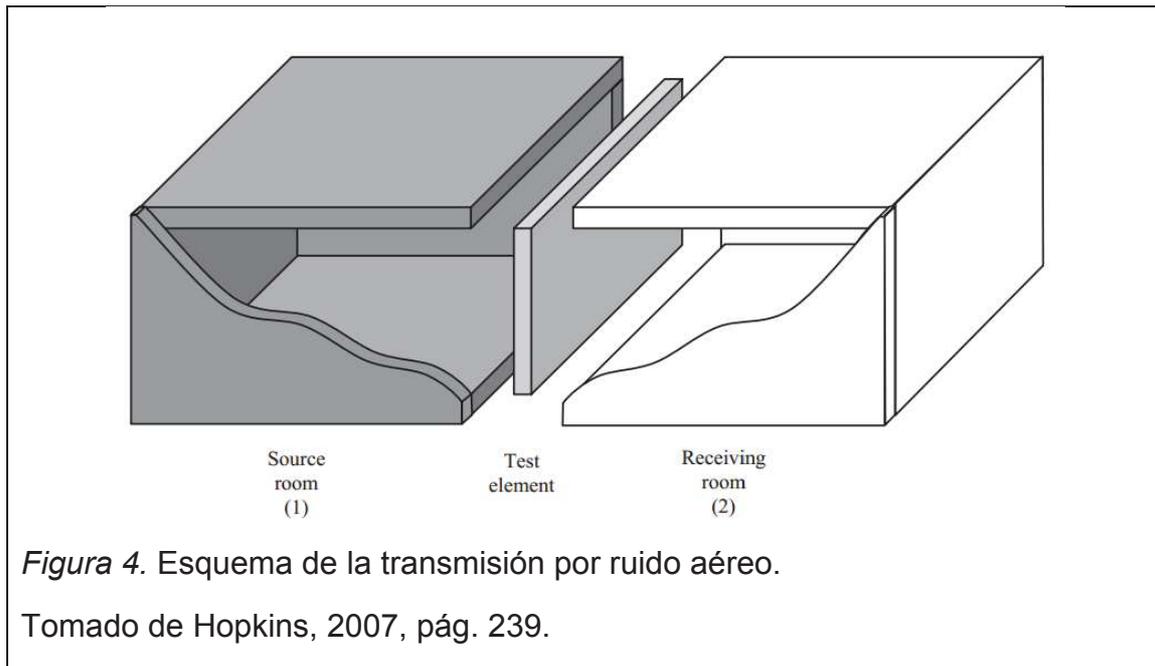


Figura 4. Esquema de la transmisión por ruido aéreo.

Tomado de Hopkins, 2007, pág. 239.

En las mediciones en laboratorio, la transmisión a medir comprende dos recintos contiguos, la fuente y el receptor, teniendo en medio de los dos el elemento a probar *figura 4*. Asumiendo que el campo sonoro es difuso en el cuarto emisor como receptor, se calcula la transmisión sonora midiendo en cada uno de los cuartos. Para que una medición sea válida el volumen mínimo del cuarto receptor es de 50 m³ de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 140-1. (Hopkins, 2007, pp. 239-241)

En las mediciones en campo o “in situ”, el aislamiento aéreo se define como la diferencia entre el cuarto de fuente y el cuarto de receptor, el acondicionamiento acústico del recinto receptor puede influir significativamente en el resultado debido a la absorción del mismo. Cuando se trabaja con propósitos regulatorios, se tendría que quitar todos los elementos absorbentes en el cuarto receptor, esto cambia la presión de nivel recibida y la diferencia de niveles. Para regular el resultado final en una sola cantidad se utiliza la norma UNE-EN ISO 717-1 (Hopkins, 2007, pp. 258-260).

1.4.2.1. Ruido aéreo de fachada

El ruido aéreo de fachada variante del ruido aéreo, en edificaciones se clasifica de acuerdo con lo estipulado por la norma UNE-EN ISO 140-5. La medición sirve para determinar, el aislamiento acústico de un elemento único de la edificación (puerta, ventana) o de toda la fachada.

Existen varios métodos para realizar éste tipo de mediciones entre los cuales están: método de altavoz, método de ruido de tráfico, método de ruido de aviones y ferrocarril (Hopkins, 2007, p. 262).

En el método de altavoz, se mide el índice de reducción acústica aparente de un elemento, como una ventana mediante el nivel de presión sonora proveniente de un altavoz, dirigido hacia la fachada. Cabe recalcar que solo se puede medir la reducción de ruido aparente, debido a que existirá algo de ruido transmitido por el resto de la fachada, que se considera como transmisión por flancos. Las mediciones se las realiza de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 140-5 (Hopkins, 2007, pp. 262-263).

En el método de ruido de tráfico, el índice de reducción acústica aparente de un elemento, se puede medir desde el exterior hacia el interior con el ruido de tráfico como fuente de sonido. El nivel de ruido y el espectro dependerán de la geometría de la carretera, la cantidad de tráfico, la velocidad de los vehículos, el número de vehículos. Es difícil estimar el nivel de ruido de fondo debido a que no se puede detener el tráfico para medir, por lo tanto las correcciones por ruido de fondo son casi nulas (Hopkins, 2007, p. 266).

En los métodos de ruido de aviones y ferrocarril, el índice de reducción acústica aparente de un elemento, se puede medir desde el exterior hacia el interior con el ruido generado por las aeronaves o el ruido productor por los trenes. Cuando pasa un avión, el aislamiento acústico proporcionado por el elemento de prueba varía con el tiempo y ángulo de incidencia. El sonido emitido desde

un avión puede ser altamente direccional, su nivel y el espectro variará dependiendo del tipo de avión, del ruido despegue, ruido crucero, o ruido al aterrizar. El nivel de presión del sonido en el interior y el exterior del edificio se mide en términos del nivel de exposición al ruido, LE. El índice de reducción acústica aparente para el ruido de trenes o aviones se calcula utilizando la misma ecuación como para el ruido del tráfico rodado, pero mediante el uso de LE para los niveles de presión sonora. (Hopkins, 2007, pp. 266-267).

1.5. Aislamiento acústico

El aislamiento está dirigido a controlar la transmisión del ruido y vibraciones entre un recinto y otro. De cierta manera el concepto de acondicionamiento acústico se tiende a confundir con el de aislamiento acústico, el aislamiento es un complemento del acondicionamiento acústico, esto no implica que el concepto sea el mismo (Carrión, 1998, pág. 19).

1.5.1. Estructuras aislantes típicas

En casos comunes de diseño, el aislamiento está incluido dentro del plano de construcción, pero en la realidad no se toma mucho en cuenta este factor, por lo cual se va a tratar la situación más fácil de aislamiento, que es sobreponer una pared falsa extra a la existente. El problema no termina ahí ya que la simple superposición de la nueva pared no soluciona la excesiva transmisión de sonido, la pared yuxtapuesta debe tener una distancia de separación y una densidad considerable para que haga las veces de un sistema masa-resorte-masa (Miyara, 1999, pág. 356).

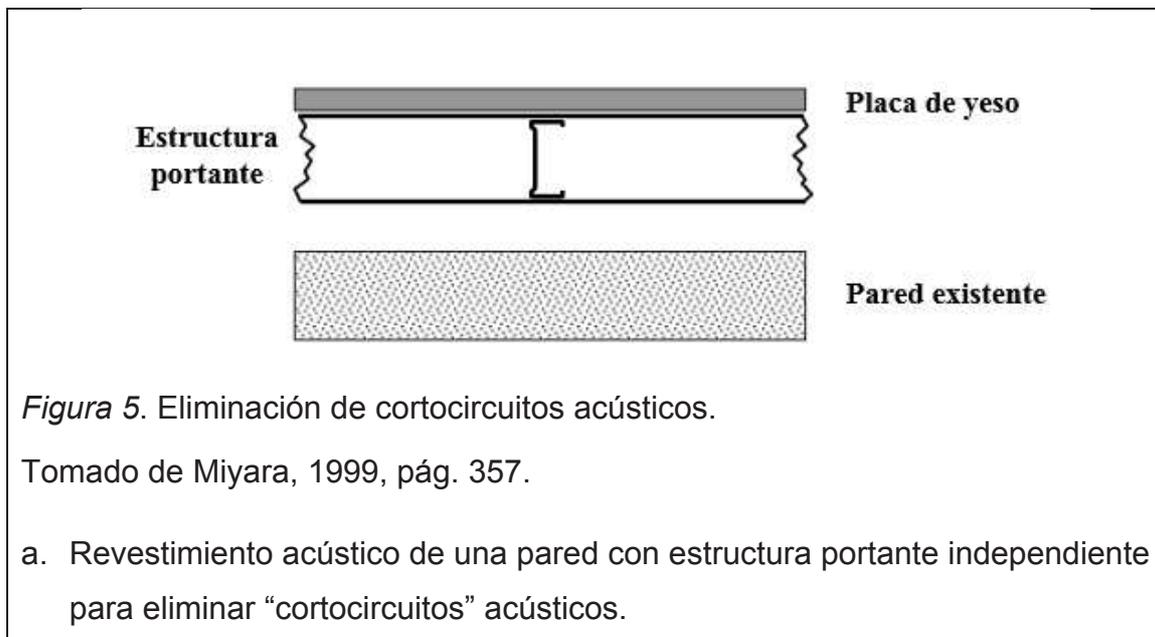
Según Miyara (1999) si en nuestro caso la pared falsa solo está separada por el aire como material elástico, esta puede aproximarse a la frecuencia de resonancia, de esta manera:

$$f_0 = \frac{59,6}{\sqrt{L \times \delta}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

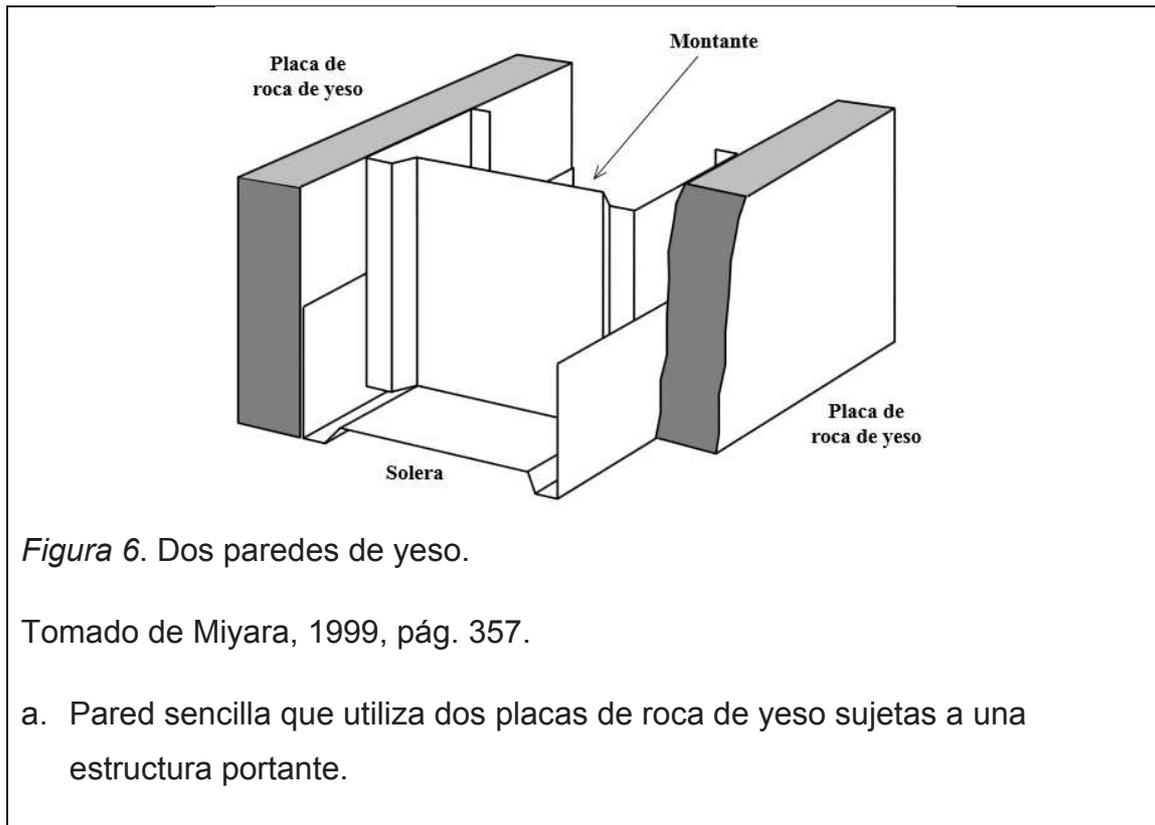
La frecuencia de resonancia debe estar por debajo de los 50 Hz ya que el rango de la voz y los niveles de ruido audible comunes se encuentran lejos de esta frecuencia, por lo tanto:

$$L > \frac{1,2}{\delta} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Entonces para una pared falsa de 12,5 mm (16 kg/m²) para la cual se debe tener una separación mínima de 74,5 mm, como se muestra en la *figura 5*.



Otro caso importante es la que podemos formar con 2 paredes de yeso como en la *figura 6*.



Este tipo de arreglo no genera pérdidas grandes en transmisión, para que así fuera, se tendría que rellenar la cavidad vacía con lana mineral o lana de vidrio con esto se puede lograr de 3 a 7 dB extra de pérdida de transmisión (Miyara, 1999, págs. 356-357).

1.5.2. Cielo raso y piso

Ciertamente no hay mayor diferencia conceptual entre una pared vertical y un piso horizontal, en los pisos y cielo rasos tenemos un problema muy común que son los ruidos de impacto, que generan vibraciones en la superficie de contacto. Estos impactos normalmente son generados por pasos o pisadas, caídas de objetos, y esto es importante evaluar y tomar en cuenta para no generar molestias en las personas. Por esta razón es importante tomar en cuenta la separación que se tiene con el cielo raso. A diferencia del ruido aéreo, el ruido de impacto no es fácil de calcular, para estimar la cantidad de pérdida por transmisión se necesita que el ruido en la sala de emisión tenga un

impulso constante, continuo y que el ruido que es transmitido por el impacto no genere ruido aéreo, para que el sonómetro en la sala receptora capte mejor el impacto generado (Miyara, 1999, pág. 368).

1.6. Reverberación

La reverberación es el resultado de varias reflexiones que ocasionan una persistencia del sonido una vez que la fuente deja de emitir ruido. La reverberación se compone de sonido directo, primeras reflexiones y reflexiones tardías. Este factor es importante para calificar a un recinto dependiendo el uso que se le vaya a dar al mismo (Everest & Pohlmann, 1981, págs. 129-130).

1.6.1. Tiempo de reverberación

El tiempo de reverberación (RT) es una medida que califica la caída del sonido. Se trata del tiempo en segundos que se demora el sonido original en caer 60 dB una vez interrumpida la fuente. La medida de 60 dB se establece de la disminución de la millonésima de la intensidad de un sonido de su valor original (Everest & Pohlmann, 1981, págs. 135-136).

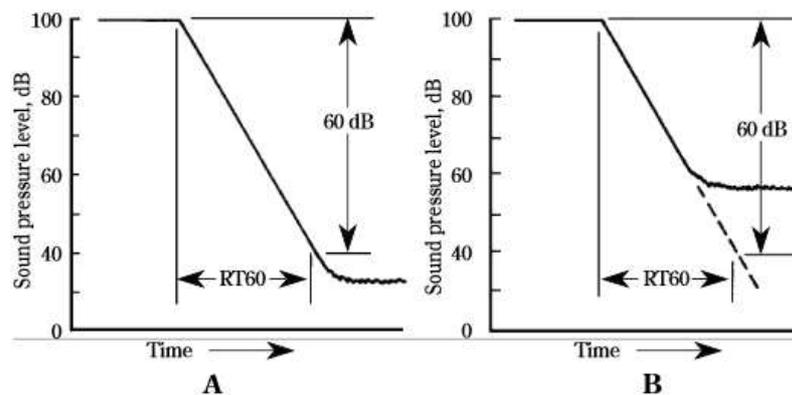


Figura 7. Caída de 60 dB tiempo de reverberación.

Tomado de Everest & Pohlmann, 1981, pág. 136.

- a. Rara vez hay un caída de 60 dB en donde se puede calcular este con el respuesta impulsiva como en la parte (A). En muchas ocasiones sucede como en la parte (B) donde se tiene que extrapolar los valores.

1.6.2. Tiempo de reverberación T_{30} y T_{20}

Cuando existe dificultad para medir el tiempo de reverberación tal como se lo define, ya que en ciertas frecuencias el nivel de presión sonora no alcanza a decaer 60 dB debido a que antes se alcanza el nivel de ruido ambiente. Dicha dificultad se resuelve usando el tiempo requerido para bajar 30 ó 20 dB (respectivamente, T_{30} y T_{20}) en lugar de 60 dB *figura 8* (Miyara, 1999, pág. 232).

$$T = T_{60} = 2T_{30} = 3T_{20} \quad (\text{Ecuación 4})$$

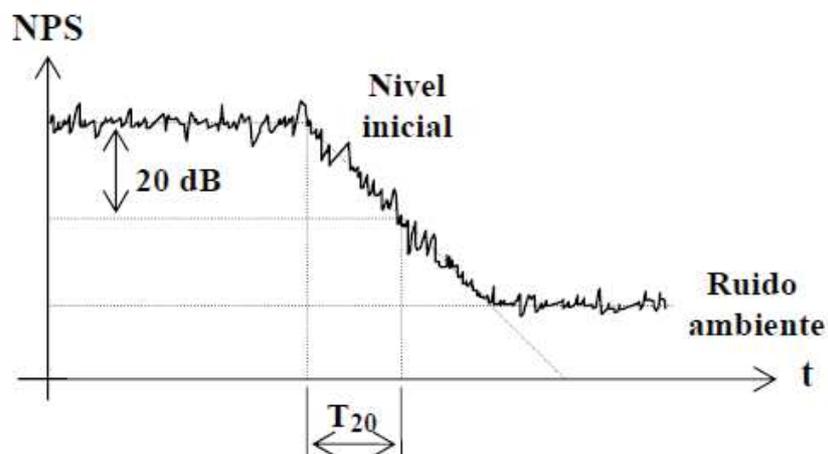


Figura 8. Medición de tiempo de reverberación T_{20} .

Tomado de Miyara, 1999, pág. 233.

1.7. Medición de ruido de impacto en recintos

Para analizar el ruido de impacto se debe considerar el ruido aéreo. Para esto se debe generar un campo difuso, situando a la fuente sonora a una cierta distancia, de manera que la radiación sea directa sobre el elemento constructivo separador, que en los elementos laterales y flancos anexos no sea dominante. Se realizan las mediciones del nivel de presión sonora en las dos salas, la receptora y la emisora, de ese modo se puede relacionar el sonido transmitido con el sonido incidente. Específicamente, para determinar el ruido aéreo se encuentra la relación de la potencia de sonido que incide sobre el elemento de prueba y la fuente de sonido transmitido por el mismo elemento.

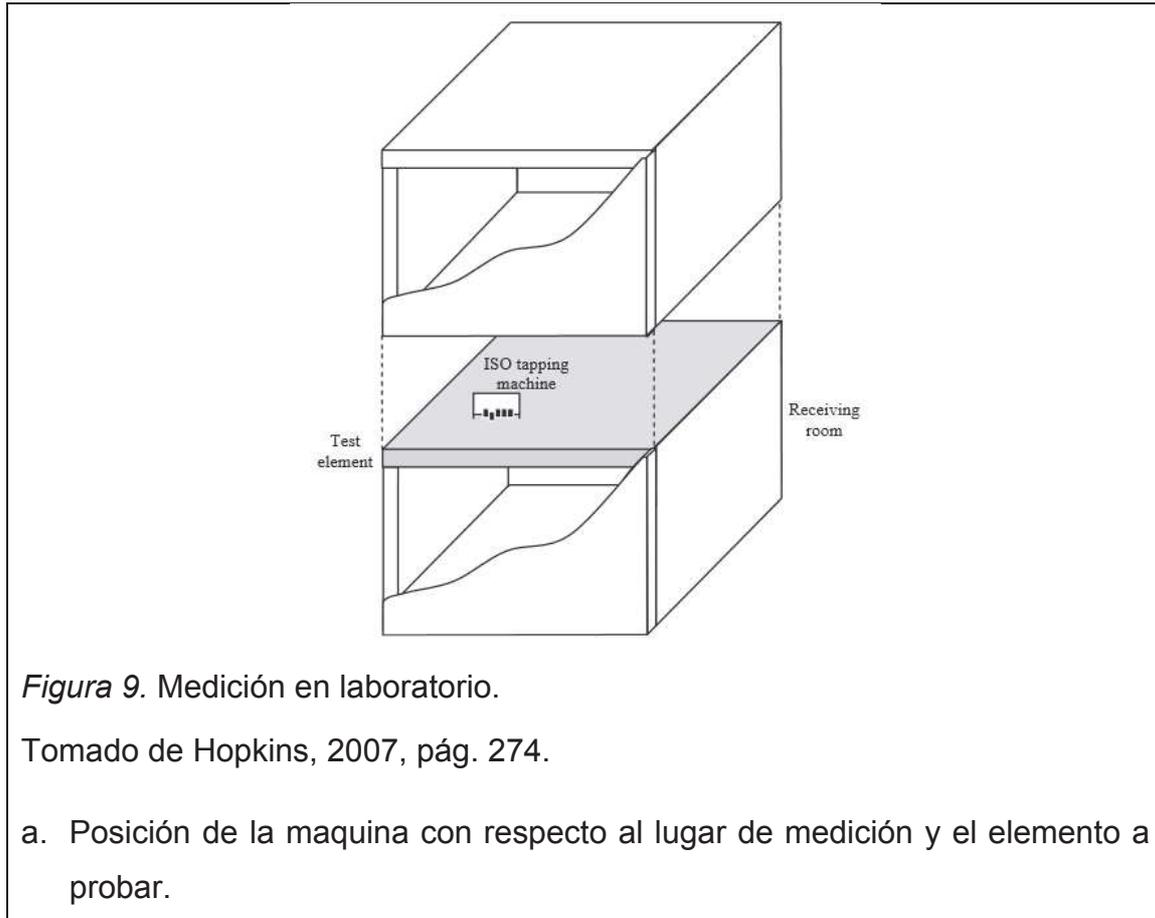
El proceso de transmisión de sonido de una habitación a la otra es un proceso lineal, se puede tomar valores utilizando altavoces con diferentes niveles de potencia de sonido y aun así calcular el mismo valor para el aislamiento acústico de ruido aéreo. Esto supone que hay un espectro relativamente plano en la sala emisora y que podemos medir una señal en la sala receptora, que está muy por encima del nivel de ruido de fondo.

Para poder medir ruido de impacto, se debe generar impacto en el suelo. Para poder estandarizar las mediciones de ruido de impacto se deben establecer requisitos reglamentarios mínimos. Para ello no sólo es necesario estandarizar la fuente, sino también el procedimiento de medición que se utiliza. La fuente principal es la máquina generadora de ruido de impacto o “*noise tapping machine*”, que se describe en las Normas Internacionales (UNE-EN ISO 140 partes 6 y 7, Anexos A). El método de ensayo (UNE-EN ISO 140 partes 6 y 7) se define junto con un procedimiento de clasificación (UNE-EN ISO 717 parte 2) para permitir la comparación de los efectos de aislamiento acústico de las diferentes pisos (Hopkins, 2007, pág. 272).

1.7.1. Mediciones en laboratorio

Para las mediciones de ruido de impacto en laboratorio, se requiere el promedio temporal y espacial, del nivel de presión sonora, L_p , en un cuarto cuando el piso superior es excitado por una máquina generadora de ruido de impacto como se puede apreciar en la *figura 9*. Para un sonido transmitido en el cuarto receptor, la raíz cuadrada media de la presión sonora en ese cuarto, es inversamente proporcional al área de absorción del cuarto. El ruido de impacto normalizado, L_n , es definido usando el área de absorción de referencia, A_0 , de 10 m^2 , para el cuarto receptor (Se define en la norma UNE-EN ISO 140-6) (Hopkins, 2007, pág. 273).

$$L_n = L_p + 10 \lg \left(\frac{A}{A_0} \right) \quad (\text{Ecuación 5})$$



1.7.2. Mediciones en campo “*in situ*”

Para el cálculo del ruido de impacto “*in situ*”, se realiza el proceso idéntico al que se realiza en laboratorio (UNE-EN ISO 140-7) donde:

$$L'_n = L_p + 10 \lg \left(\frac{A}{A_0} \right) \quad (\text{Ecuación 6})$$

Dónde:

L'_n Nivel de ruido de impacto normalizado

L_p Nivel de señal corregida por el ruido de fondo

A_0 Área de absorción de referencia

Para encontrar el nivel de ruido de impacto estandarizado L_{nT} , se conoce que para un sonido que es transmitido a una sala receptora, el promedio de la media cuadrada en ese cuarto es proporcional al tiempo de reverberación, T , en el otro cuarto. Por lo tanto, a partir del tiempo de reverberación, el L_{nT} , se define usando un tiempo de reverberación de referencia T_0 , para la sala receptora, el mismo que para las viviendas es de 0,5 segundos. (UNE-EN ISO 140 parte 7) (Hopkins, 2007, pág. 275).

$$L'_{nT} = L_p - 10 \lg \left(\frac{T}{T_0} \right) \quad (\text{Ecuación 7})$$

Dónde:

L'_{nt} Nivel de ruido de impacto estandarizado

L_p Nivel de señal corregida por el ruido de fondo

T_0 Tiempo de reverberación de referencia

1.8. Tipos de fuentes de ruido

La máquina de ruido de impacto no simula ninguna fuente de ruido en específico, pero proporciona un nivel de ruido intermedio entre lo subjetivo y objetivo del ruido que por lo general se produce en las viviendas. A pesar que la máquina de ruido de impacto proporciona datos fiables de este tipo de ruido, no es el único instrumento de medición. En Japón, por ejemplo, han creado otros dos instrumentos para la medición de ruido de impacto, estos son la bola de caucho y la máquina de explosión “*rubber ball, bang machine*”, que se muestran en la *figura 10*.



Figura 10. La bola de caucho y la máquina de explosión usadas en Japón.
Tomado de Hopkins, 2007, pág. 299.

1.8.1. Máquina de ruido de impacto “ISO Tapping Machine”

Para las mediciones en laboratorio y de campo, es necesario el uso de la maquina generadora de ruido de impacto, la misma que sigue especificaciones técnicas establecidas en las Normas UNE-EN ISO 140-6 y UNE-EN ISO 140-7 en el anexo A.

La máquina de impacto posee cinco martillos alineados e igualmente espaciados entre sí, que producen 10 impactos por segundo, en un tiempo de 100ms entre cada impacto. Un requerimiento para la máquina, es que el impacto de cada martillo debe ser en caída libre, con una masa de 0,5 kg desde una altura de 0,04 m (Hopkins, 2007, págs. 275-276).

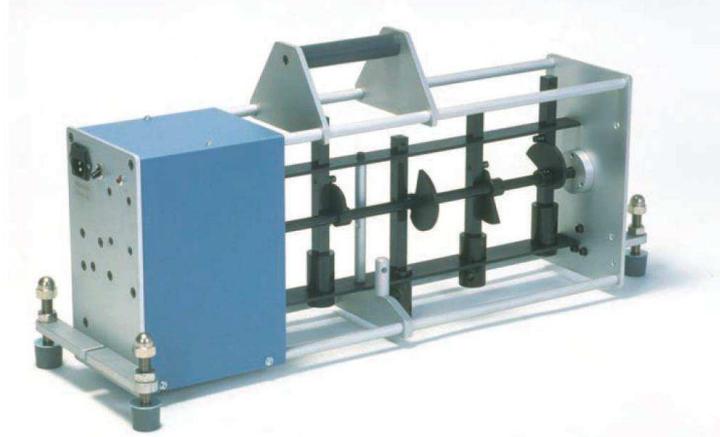


Figura 11. Máquina de Impactos ISO.

Tomado de Hopkins, 2007, pág. 276.

a. Un ejemplo de una máquina comercial.

1.8.2. Máquina de explosión “*Bang Machine*”

La máquina de explosión “*bang machine*”, consiste en una llanta que se deja caer desde una altura de 0,9 metros. Los métodos de prueba de este equipo y las especificaciones técnicas, se presentan en la JIS A 1418-2 (Japanese Industrial Standards). Esta máquina es adecuada para mediciones en laboratorio, pero no tan adecuada para mediciones de campo, debido a que produce fuertes golpes y puede producir daños en el piso de las viviendas. Otro factor por el cual no se la recomienda en mediciones de campo, es debido al transporte, ya que es mucho más fácil el transporte de la máquina de ruido de impacto a diferencia de la máquina de explosión.

1.8.3. Bola de caucho “*Rubber Ball*”

En el desarrollo de la bola de caucho, fueron apareciendo varias versiones de este método, para modificar las características de la fuerza de impacto (Tachibana et al., 1998). La versión final de la bola de caucho, se describe en la norma UNE-EN ISO 140-11. La cual presenta las dimensiones y peso. Éste dispositivo de caucho, es una esfera hueca de 30 milímetros de espesor, y 180

milímetros de diámetro. Posee un peso aproximado de 2,5 kg y se deja caer desde una altura de 1 metro (medido desde la superficie inferior de la bola).

A diferencia del nivel de presión sonora medido por la máquina generadora de ruido de impacto, la bola de caucho no está normalizada por la absorción o estandarizada con el tiempo de reverberación de la sala receptora.

La normalización o estandarización son esenciales para realizar comparaciones con la máquina de ruido de impacto, y permiten el cálculo de ruido de impacto en diferentes cuartos en un laboratorio. En la *figura 12*, se puede observar una comparación entre la máquina de ruido de impacto, la bola de caucho, la máquina de explosión y el ruido producido por un niño saltando desde una silla (Hopkins, 2007, págs. 298-299).

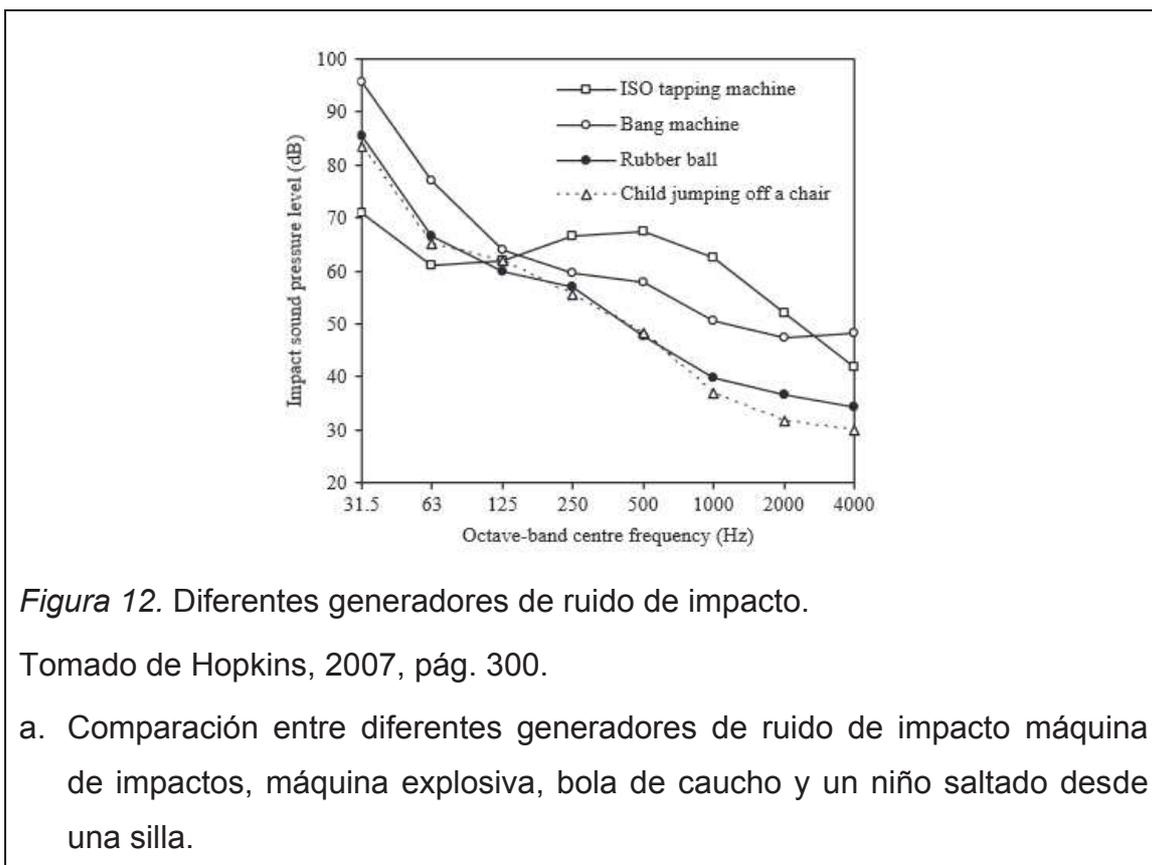


Figura 12. Diferentes generadores de ruido de impacto.

Tomado de Hopkins, 2007, pág. 300.

- a. Comparación entre diferentes generadores de ruido de impacto máquina de impactos, máquina explosiva, bola de caucho y un niño saltado desde una silla.

1.9. Materiales elásticos en los pisos

Los siguientes tipos de cauchos son los más usados en la construcción.

El caucho natural, que es llamado caucho crudo en su forma no vulcanizada, y se compone de moléculas complejas de isopreno. El caucho sintético conocido como elastómero, son parecidos a la goma solamente que con alta elasticidad. Los siguientes ejemplos son provenientes de los cauchos antes mencionados (Merritt & Ricketts, 2000, pág. 240).

1.9.1. GR-S

Es muy parecido al caucho crudo, es el más utilizado de los cauchos sintéticos, no es resistente al aceite, sin embargo es usado para neumáticos y otras aplicaciones similares (Merritt & Ricketts, 2000, pág. 240).

1.9.2. Nitril

Es un copolímero de acrilonitrilo y butadieno. Su excelente resistencia a los aceites y disolventes hace que sea útil para las mangueras de combustible y equipo hidráulico en general (Merritt & Ricketts, 2000, pág. 240).

1.9.3. Butyl

Se hace mediante una copolimerización de isobutileno e isopreno. Es usado más comúnmente en cámaras de aire para neumáticos y en otras aplicaciones en la que los gases deben ser mantenidos con un mínimo de difusión. También es usado para juntas de edificaciones (Merritt & Ricketts, 2000, pág. 240).

1.9.4. Neopreno

Se realiza media la polimerización de cloropreno, tiene buenas propiedades mecánicas y es prácticamente resistente a la luz solar, el calor, el envejecimiento y el aceite. Por eso se utiliza para hacer cinturones de las maquinas, juntas, mangueras de aislamientos, aislamiento en alambre de cables, y otras aplicaciones para la exposición al aire libre, techos y juntas de construcción (Merritt & Ricketts, 2000, pág. 240).

1.9.5. Caucho de sulfuro

Tienen propiedades de goma, y los artículos confeccionados de este son: mangueras, tanques de revestimiento. Presentan una buena resistencia a disolventes, aceites, ozono, baja temperatura y exposición al aire libre (Merritt & Ricketts, 2000, pág. 240).

1.9.6. Caucho de silicona

Es un material que presenta una inercia excepcional y resistencia a la temperatura. Por lo tanto, se utiliza en la fabricación de juntas de estanqueidad, aislamiento eléctrico, y similares productos que mantienen sus propiedades tanto en temperaturas altas y bajas (Merritt & Ricketts, 2000, pág. 240).

1.10. Tipos de losa

Existen dos tipos de losa que predominan actualmente en los sistemas constructivos de Quito, estas son deck y nervada.

1.10.1. Deck

El deck es una losa compuesta, tiene como base una lámina metálica seguida de hormigón vertido sobre una armadura metálica. El hormigón conjuntamente

con la lámina metálica se combinan estructuralmente, a esto se le conoce como un elemento estructural mixto, hormigón–acero (López, Larrúa, & Recarey, 2007).



Figura 13. Deck, lámina metálica.

Tomado de Placa colaborante acero distribuidora codrysac, 2005.

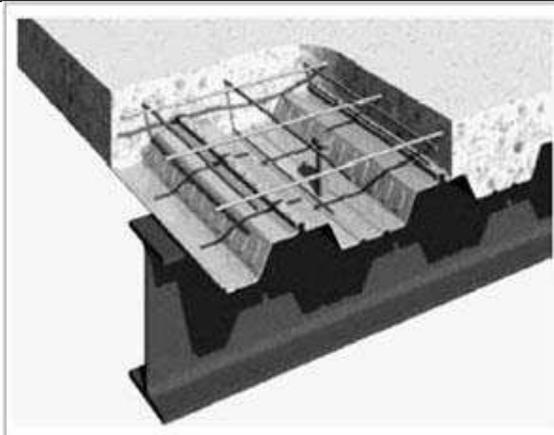


Figura 14. Deck, lámina metálica.

Tomado de López, Larrúa, & Recarey, 2007.

Este tipo de losas surge en los años 20, en esta época la lámina constituía simplemente un componente sobre el cual se ubicaba toda la losa misma que iba a soportar la carga, además que servía como soporte en caso de incendios. En los años 50 se toma a la lámina como parte de la estructura que soporta la carga.

La construcción de losas compuesta permite un rápido avance físico de la obra, la lámina sirve como encofrado sobre el cual se ubica el hormigón para luego pasar a ser parte de la estructura, y como ya no se usa el encofrado de madera este tipo de construcción tiene un menor impacto ambiental.

Se requiere menor cantidad de operarios calificados lo que implica una menor cantidad de inversión en mano de obra. Debido a que la lámina soporta bastante carga se requiere una cantidad más delgada de hormigón, esto permite que la carga propia sea mucho menor (López, Larrúa, & Recarey, 2007).

1.10.2. Losa nervada

Son un tipo de cimentaciones por losa, que está compuesta por nervios lineales, que trabajan como vigas para poder ofrecer una gran rigidez. Por lo general, el espesor mínimo de la losa es de 20 cm (Construmática, 1999).

Está compuesto por losa de concreto, encofrado de madera, barras de acero y casetón. La norma UNIT 1050, parte 51,3 fija los siguientes criterios de dimensiones:

- La separación máxima entre ejes de nervios es 70 cm.
- El espesor de la carpeta superior no debe ser menor a 5 cm, ni al décimo de la distancia libre entre nervios.
- El ancho del nervio no debe ser inferior a 5cm.
- La verificación al cortante debe realizarse de la misma forma que en las vigas.
- Se deben disponer nervios transversales que garanticen la uniformidad de la deformación de los nervios longitudinales (Schincha, y otros, 2007).



Figura 15. Losa nervada.

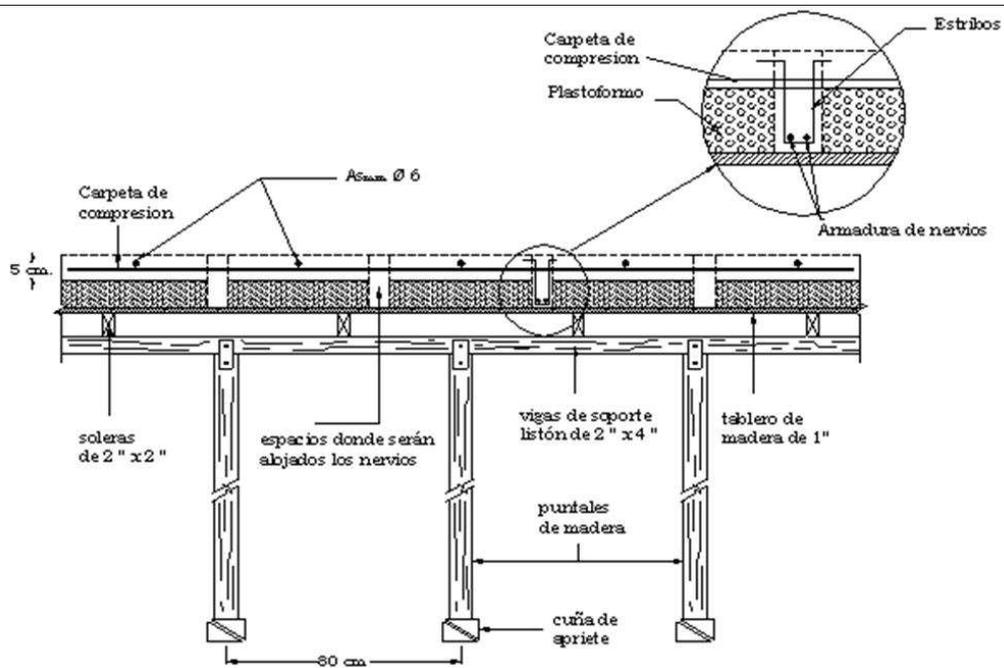


Figura 16. Estructura de una losa nervada.

Tomado de Schincha, y otros, 2007.

1.11. Tipos de acabado de piso

1.11.1. Baldosa

Las baldosas son previamente pulidas por el fabricante, existentes de diferentes tamaños y colores según los requerimientos de del usuario, se tiene dos tipos principales: unas compuestas por cemento-arena y otra de suelo-cemento, se utiliza un molde de madera, en la siguiente tabla se muestra la dosificación con sus respectivas dimensiones (Rotondaro, Patrone, & Schicht, 2008, pág. 131).

Tabla 2. Prototipos de baldosa.

NOMBRE	DOSIFICACIÓN									ESPESOR (cm)	Espesor Desgaste	DIMENSIÓN (cm)
	SUSTRATO					C/DESGASTE						
	CEMENTO	CAL	ARENA	TOSCA TAMIZADA	TOSCA EN TERRONES	CEMENTO	CAL	ARENA	TOSCA TAMIZADA			
P Ba 101	1	1	3	1		1				3,5		30x30
P Ba 103	1,5	1	2	2	2	1	0,5	2,5	0,5	3,6	0,5	30x30
P Ba 106	1	2	4	4	4	2	0,5	2	0,25	3,5	0,5	30x30
P Ba 108	0,5	4	8	8	8	1	0,5	2	0,25	3	0,5	30x30
P Ba 109	1	2	3	3	3	2	1	3,5	1	2,3	0,5	25x25
P Ba 110	1	2	4	2	4	1	0,5	2,5	0,5	1,8	0,5	25x25
P Ba 111	1	2	3	3	3	1	0,5	2,5	0,5	1,8	0,5	25x25
P Ba 112	1	1	2,5	0,5	2	1	0,5	3	0,5	1,8	0,5	25x25

Tomado de Rotondaro, Patrone, & Schicht, 2008, pág. 132.

La limitación que se debe tomar en cuenta es que aunque este tipo de acabado sea excelente para usos duros o de maltrato, este debe ser instalado con una membrana a prueba de agua para los lugares que se requiera. En la siguiente *figura 18* se muestra la composición de este tipo de acabado.



Figura 17. Baldosa.

Tomado de Usluge, 2014.

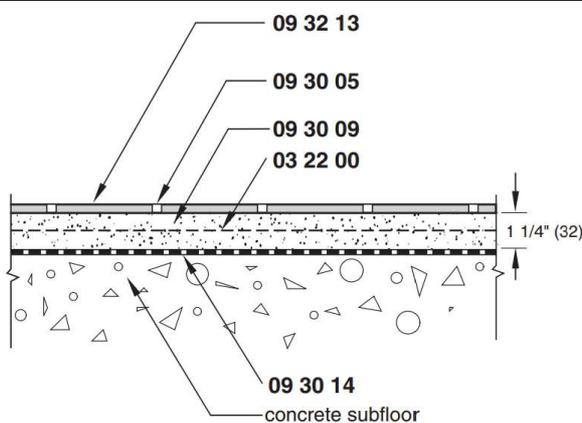


Figura 18. Piso de cerámica con base de hormigón.

Tomado de Ballast, 2009, pág. 383.

- a. Aquí se muestran los materiales con respecto a la *figura 18*: 09 30 14 Membrana Anti fracturas, 03 22 00 Tejido de Alambre Soldado, 09 30 09 Mortero de Cemento, 09 30 05 Boquilla de Azulejo, 09 32 13 Cerámica.

1.11.1.1. Especificaciones técnicas

Las cerámicas son hechas de porcelana o arcilla natural, pueden ser lisos o contener un abrasivo disperso, disponibles en rectangular, hexagonal y otras formas. Esta debe seguir su especificación apropiada de acuerdo con la norma A108 de “*American National Standards Institute*”, donde se explican los ajustes

para diferentes tipos de baldosa, materiales comunes de uso para el juntado de las baldosas y la resistencia a materiales químicos.

1.11.1.2. Instalación

La instalación de la baldosa debe seguir la norma A108 de “*American National Standards Institute*”, dependiendo del tipo de componentes a usar. Las cerámicas pueden adherirse mediante mortero de plástico o ir directamente con el mortero endurecido. Para garantizar una buena alineación se puede pre ensamblar las baldosas en grupos adheridas ligeramente (Merritt & Ricketts, 2000, pág. 1077).

1.11.2. Vinil

El vinil o suelo laminado es un revestimiento de suelo rígido en capas, que consiste en un núcleo de alta densidad de placa de fibra impregnado con resinas termo endurecibles, generalmente melanina, superpuesta con una capa imagen y una capa de desgaste de la superficie.

El suelo laminado se aplica por lo general sobre piso flotante, es decir está pegado al contra piso, las piezas individuales encajan entre sí para crear un suelo liso (Ballast, 2009, pág. 404).



Figura 19. Vinilo.

Tomado de Linoleum Floor Cleaner.

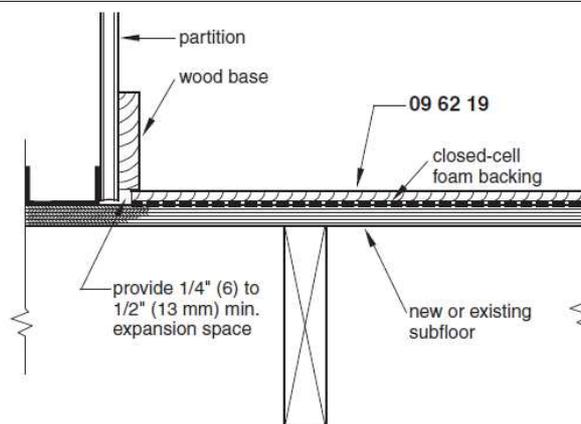


Figura 20. Capas de piso laminado con vinil.

Tomado de Ballast, 2009, pág. 404.

1.11.2.1. Especificaciones técnicas

Debe cumplir con los estándares de la norma NALFA LF 01-2008, publicada por “*North American Laminate Flooring Association*” (Ballast, 2009, pág. 405).

1.11.2.2. Instalación

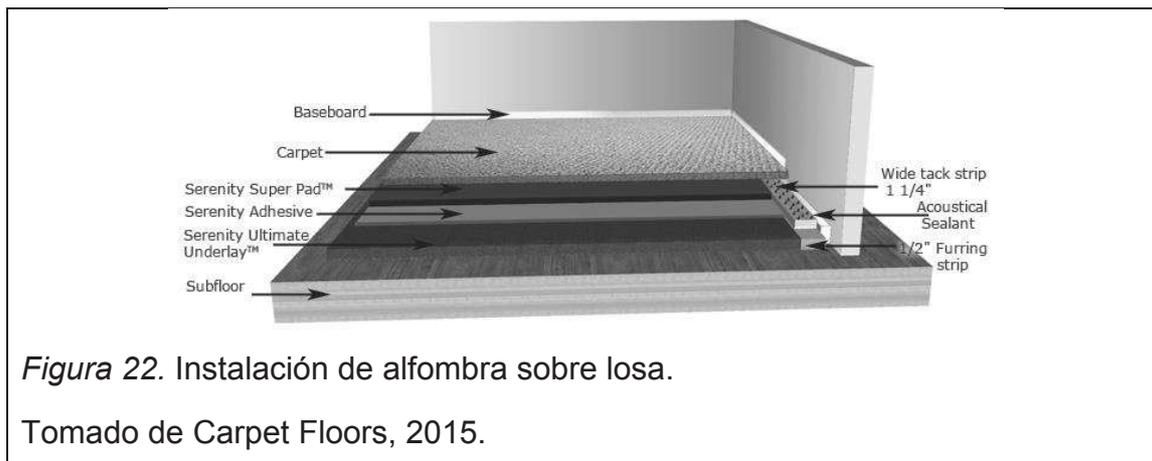
Cuando se utiliza suelos laminados se debe tener un espacio de arrastre ventilado con al menos 1,5 m² por cada 100 m² de superficie construida. Las losas de concreto deben estar secas y se puede necesitar una barrera de vapor. El concreto nuevo se debe curar al menos 60 días. Cualquier suelo de madera pegado al hormigón debe ser eliminado (Ballast, 2009, pág. 405).

1.11.3. Alfombra

Extendidas de pared a pared las alfombras son comúnmente usadas en casas, oficinas y tiendas pequeñas. La razón para su instalación es que la alfombra ofrece confort al pie, además que hay una gran variedad de colores, texturas y formas. La alfombra tiene una superficie de caucho que ayuda a su recuperación después que se ha impuesto una carga sobre la misma, evitando el desgaste y ayudado a que las irregularidades del suelo desaparezcan (Merritt & Ricketts, 2000, pág. 1086).



Figura 21. Alfombra.



1.11.3.1. Especificaciones técnicas

La inflamabilidad debe tener un índice de propagación de la llama de 75 o menos de acuerdo con la norma (ASTM E84)

La propensión a la estática debe ser de 3.0 kV o menos.

La evaluación de ruido de impacto debe ser de 30 o más, la clasificación de aislamiento de impacto de 81 o más y el coeficiente de absorción de 0,5 o más (Merritt & Ricketts, 2000, págs. 1086-1087).

1.11.3.2. Instalación

La alfombra viene normalmente en rollos de 12 a 15 pies de ancho, la uniones puede ser cosidas o pegadas, la instalación debe seguir las recomendaciones del fabricante, se puede ubicar en cualquier piso firme y liso, las alfombras que tienen un recubrimiento de goma-espuma pueden ir directo con el cemento, para los demás tipos se debe revisar la disposición del fabricante con respecto al recubrimiento que se debe usar (Merritt & Ricketts, 2000, pág. 1087).

1.11.4. Piso Flotante

El uso del piso flotante ayuda a reducir el ruido de impacto, esto se debe a que existe un desacoplamiento de una estructura a otra. El piso flotante consiste en un piso elevado y desacoplado de la estructura del piso principal. Se puede construir de concreto o de madera. En cualquiera de los dos casos, es aislado de la estructura del piso mediante el uso de resorte, bloques de aislamiento u otros elementos elásticos. Es importante verificar que el piso estructural pueda soportar el peso añadido del piso flotante.



Figura 23. Piso flotante.

Tomado de Todo Pisos Flontates.

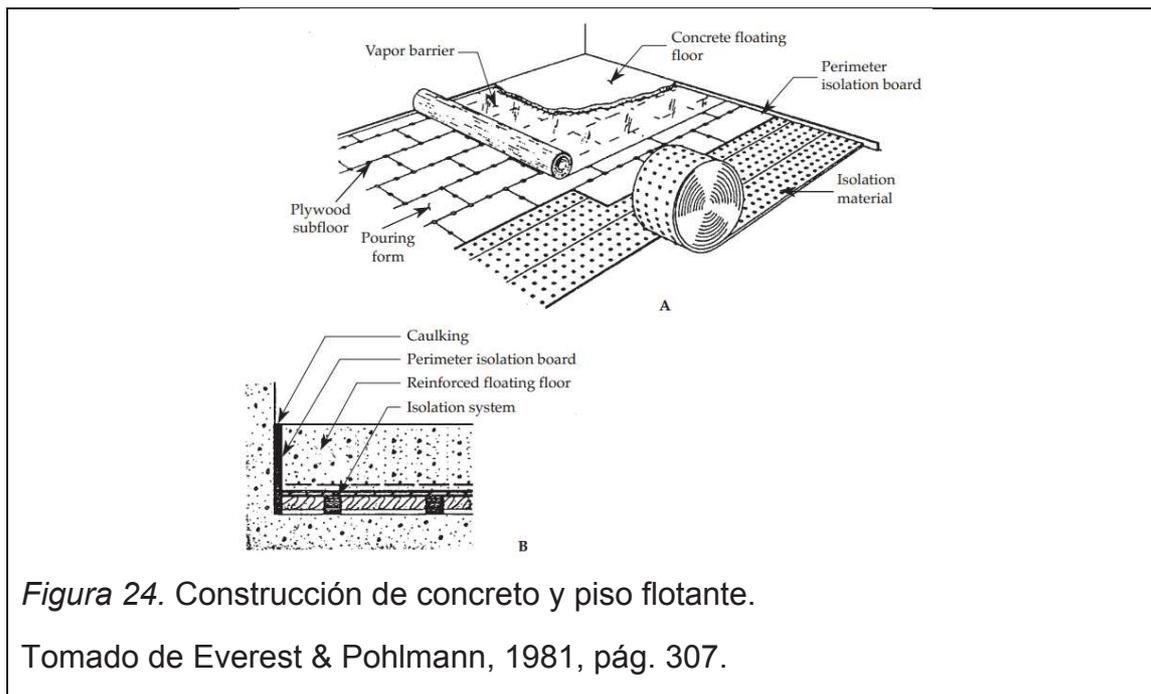


Figura 24. Construcción de concreto y piso flotante.

Tomado de Everest & Pohlmann, 1981, pág. 307.

1.11.4.1. Especificaciones técnicas

Tiene que ser diseñado conforme a la norma DIN 4726 y BS 7291, un piso flotante actúa como un filtro pasa bajo mecánico, atenuando las bajas frecuencias, y vibraciones bajo la frecuencia de corte.

1.11.4.2. Instalación

La construcción del piso flotante de hormigón comienza con la colocación de un tablero de fibra de vidrio comprimido alrededor del perímetro del cuarto, para aislar el piso flotante de la estructura. Una tira de madera es colocada en la parte superior del borde del perímetro. Cubos de fibra de vidrio, cubos de neopreno, u otros materiales de aislamiento son distribuidos a través del piso estructural de modo que la compresión de los soportes y la carga coincidan.

Las hojas de madera contrachapada se colocan sobre los bordes los cuales se unen entre sí con correas metálicas y tornillos (Everest & Pohlmann, 1981, págs. 306-307).

Un piso flotante también se puede construir de madera contrachapada y se coloca sobre un suelo de hormigón estructural. La construcción del piso flotante comienza colocando bloques o paneles de fibra de vidrio comprimido, u otro medio de aislamiento en el suelo estructural. El perímetro del piso flotante está aislado de las paredes circundantes. Este tipo de suelo se puede construir en viviendas residenciales, y proporcionar un buen rendimiento (Everest & Pohlmann, 1981, pág. 307).

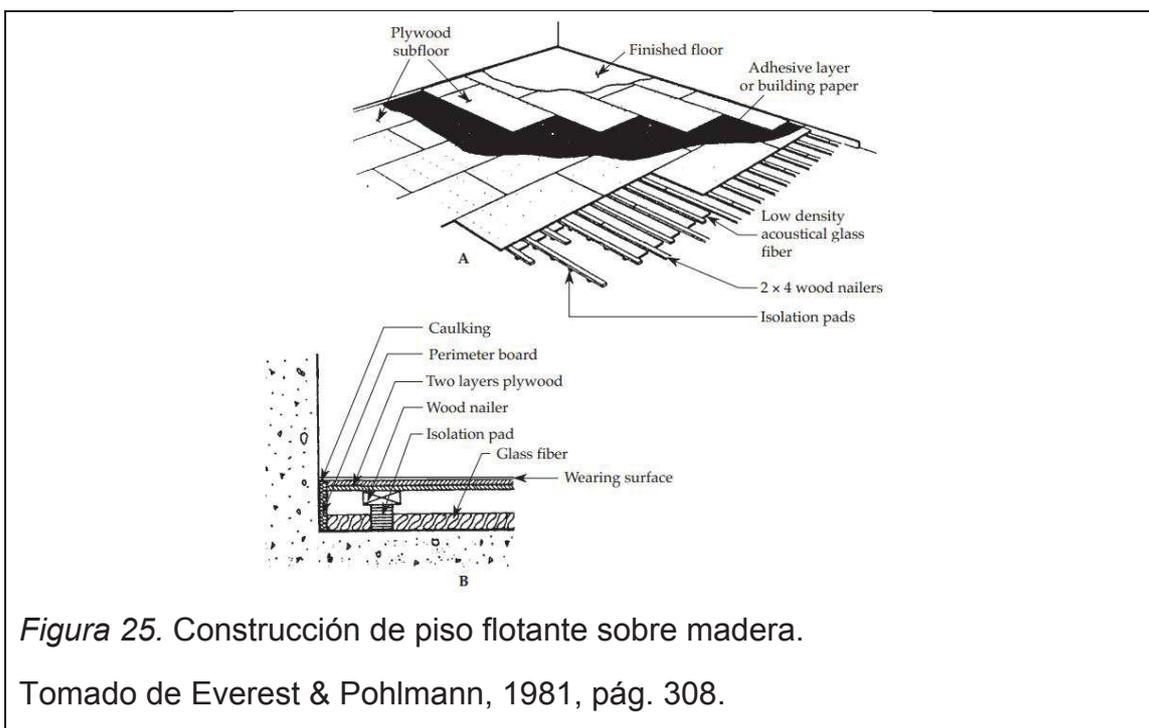


Figura 25. Construcción de piso flotante sobre madera.

Tomado de Everest & Pohlmann, 1981, pág. 308.

1.12. Normativas usadas para la medición de ruido impacto

Dentro de la metodología usada para el desarrollo del presente trabajo, se analizaran tres normativas, referidas a “mediciones in situ del aislamiento acústico de suelos al ruido de impacto” (UNE-EN ISO140-7), “evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción” (UNE-EN ISO717-2) y al documento básico HR que es la normativa vigente en España.

1.12.1. UNE-EN ISO 140-7: “Mediciones *in situ* del aislamiento acústico de suelos al ruido de impacto.”

La presente normativa, especifica métodos de ensayo “*in situ*” para la medida de las propiedades de aislamiento a ruido de impactos de suelos de edificios mediante el uso de una máquina de impactos normalizada (UNE-EN ISO 140-7).

1.12.1.1. Nivel de presión de ruido de impactos normalizado, L_n

Es el nivel de presión de ruido de impactos L_i aumentado mediante un término de corrección, dado en decibelios, que es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el área de absorción equivalente medido A de la cámara receptora y el área de absorción equivalente de referencia A_0 ; se expresa en decibelios.

$$L'_n = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ dB} \quad (\text{Ecuación 8})$$

1.12.1.2. Nivel del presión de ruido de impacto estandarizado

Es el nivel de presión de ruido de impactos L_i reducido mediante un término de corrección, dado en decibelios, que es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el tiempo de reverberación medido en el recinto receptor y el tiempo de reverberación de referencia T_0 ; se expresa en decibelios:

El equipo deberá cumplir con los requisitos del capítulo 5 (Procedimiento de ensayo y evaluación).

$$L'_{nT} = L_i - 10 \lg \left(\frac{T}{T_0} \right) \quad (\text{Ecuación 9})$$

1.12.1.3. Generalidades

Las medidas “*in situ*” del aislamiento a ruido de impactos de suelos deberán hacerse en tercios de octava a menos que antes se haya convenido realizar las mediciones en bandas de octava. Cuando los resultados de las medidas por octavas sean convertidos a magnitudes de un solo número, estos resultados no son directamente comparables con los obtenidos a partir de medidas en tercios de octavas, El procedimiento para la medición por bandas de octava viene especificado en el anexo B de la norma.

1.12.1.4. Generación del campo acústico

El ruido de impactos deberá ser generado por la máquina de impactos. La máquina de impactos deberá ser colocada en al menos cuatro posiciones diferentes distribuidas de forma aleatoria sobre el suelo bajo ensayo. La distancia de la máquina de impactos a los bordes del suelo deberá ser de al menos 0,5 m. En el caso de suelos anisótropos (con nervaduras, vigas, etc.), puede ser necesario tomar más posiciones. La línea que forman las cabezas de los martillos debería formar 45° con la dirección de las nervaduras o las vigas.

1.12.1.5. Medición

Se obtiene el nivel de presión de ruido de impactos utilizando un solo micrófono trasladado de una posición a otra, o por un conjunto de micrófonos en posiciones fijas, o mediante un solo micrófono moviéndose u oscilando. Los niveles de presión sonora en las distintas posiciones de micrófono deberán ser promediados de forma energética para todas las posiciones de la máquina de impactos.

1.12.1.6. Posiciones de micrófono

Las siguientes distancias de separación son valores mínimos:

- 0,7 m entre posiciones de micrófono;
- 0,5 m entre cualquier posición de micrófono y los bordes de la sala o los difusores;
- 1,0 m entre cualquier posición de micrófono y el suelo superior que está siendo excitado por la máquina de impactos.

NOTA: Siempre que sea posible se deberían utilizar distancias mayores.

1.12.1.7. Rango de frecuencias de las mediciones [Hz]

El nivel de presión sonora deberá ser medido utilizando filtros de tercio de octava que tengan al menos las siguientes frecuencias centrales en hercios:

Tabla 3. Rango de frecuencias en hercios

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1000	1250
1600	2000	2500	3150	4000	5000

1.12.1.8. Medición del tiempo de reverberación y evaluación del área de absorción equivalente

El término de corrección de la ecuación que contiene el área de absorción equivalente se evalúa a partir del tiempo de reverberación medido según la Norma UNE-EN ISO 354 y determinado utilizando la fórmula de Sabine.

1.12.1.9. Corrección por ruido de fondo

Se deberán realizar mediciones del ruido de fondo para asegurar que las observaciones en la sala receptora no estén afectadas por ruidos ajenos tales como ruidos del exterior de los recintos de ensayo, o ruido eléctrico en el sistema de recepción. Para comprobar esta última condición, se reemplaza el micrófono por un micrófono inerte. Se debe tener cuidado de que el ruido aéreo producido por la máquina de impactos y transmitido a la sala receptora no afecte al nivel de presión de ruido de impactos en la sala receptora.

1.12.2. UNE-EN ISO 717-2: “Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción – Aislamiento a ruido de impactos.”

El objetivo de esta parte de la Norma Internacional UNE-EN ISO 717 es normalizar un método por el cual la dependencia frecuencial del aislamiento a ruido de impactos pueda convertirse en un solo número que caracterice las propiedades acústicas.

1.12.2.1. Magnitud global para la valoración del aislamiento a ruido de impactos derivada de mediciones en bandas de tercio de octava:

Es el valor en decibelios, a 500 Hz de la curva de referencia una vez ajustada a los valores experimentales según el método especificado en esta parte de la Norma Internacional UNE-EN ISO 717.

1.12.2.2. Término de adaptación espectral, CI:

Es el valor en decibelios que ha de añadirse a la magnitud global para tener en cuenta la carencia de ponderación del nivel sonoro de impactos, por lo cual representa las características de espectro del ruido de pasos.

1.12.2.3. Generalidades

Los valores obtenidos conforme a las Normas Internacionales UNE-EN ISO 140-6 e UNE-EN ISO 140-7 se comparan con curvas de referencia (véase el apartado 4.2) a las frecuencia de medición en el rango de 100 Hz a 3 150 Hz para mediciones en bandas de tercios de octava y de 125 Hz a 2 000 Hz para bandas de octava. La comparación debe hacerse tal como se especifica en el apartado 4.3.

1.12.2.4. Valores de referencia

La siguiente tabla proporciona la serie de valores de referencia usados para comparar con los resultados de la medición. Las curvas de referencia correspondientes se muestran en la *figura 26* y *tabla 4*.

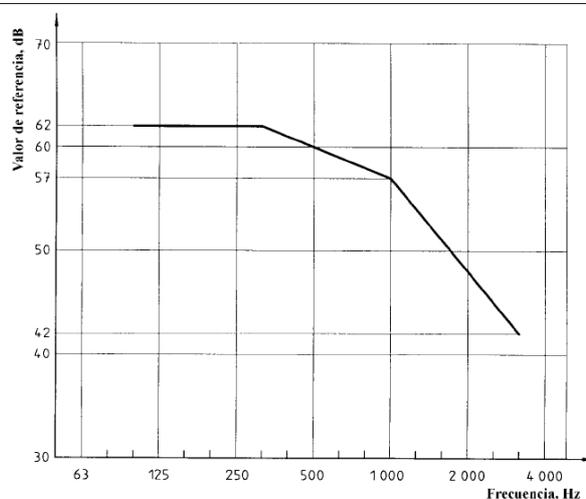


Figura 26. Curva de referencia para ruido de impactos en bandas de tercio de octava.

Tomado de Asociación Española de Normalización y Certificación, 1997.

Tabla 4. Valores de referencia para ruido de impacto

Frecuencia Hz	Valores de referencia, dB	
	Bandas de tercio de octava	Bandas de octava
100	62	
125	62	67
160	62	
200	62	
250	62	67
315	62	
400	61	
500	60	65
630	59	
800	58	
1 000	57	62
1 250	54	
1 600	51	
2 000	48	49
2 500	45	
3 150	42	

Tomado de Asociación Española de Normalización y Certificación, 1997.

1.12.2.5. Mediciones en bandas de tercio de octava.

Para valorar los resultados de una medición de L_n , L'_n o L'_{nt} en bandas de tercio de octava (con una cifra decimal significativa), con precisión de 0,1 dB, se desplaza la curva de referencia en saltos de 1 dB hacia la curva medida hasta que la suma de las desviaciones desfavorables sea lo mayor posible pero no mayor que 32,0 dB.

Se produce una desviación desfavorable en una determinada frecuencia cuando el resultado de la medición superar al valor de referencia. Solo se deben considerar las desviaciones desfavorables. El valor, en decibelios, de la curva de referencia a 500 Hz, después del desplazamiento, es el valor de, $L_{n,w}$, $L'_{n,w}$ o $L'_{nt,w}$ respectivamente.

1.12.3. CTE DB HR: “Documento básico HR”, normativa española

El documento básico HR, establece las reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido.

1.12.3.1. Terminología

- Recinto: espacio del edificio acotado con cerramientos, particiones o cualquier otro elemento de separación.
- Recinto habitable: recinto interior dedicado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia demanda unos requisitos acústicos, térmicos y de salubridad apropiados. Se consideran recintos habitables los siguientes:
 - a) Habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
 - b) Aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso educativo;
 - c) Quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario;
 - d) Oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
 - e) Cocinas, baños, aseos, pasillos, distribuidores y escaleras, en edificios de cualquier uso;
 - f) Cualquier otro con un uso parecido a los anteriores.

Se consideran recintos no habitables aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser poco el tiempo de estancia, sólo demanda unas condiciones de salubridad apropiadas.

- Recinto protegido: recinto habitable con características superiores aislamiento acústico. Se consideran recintos protegidos los recintos habitables de los casos a), b), c), d).
- Recinto de actividad: aquellos recintos, en los edificios de uso residencial (público y privado), hospitalario o administrativo, en los que se realiza una función distinta a la realizada en el resto de los recintos del edificio en el que se encuentra integrado, siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, del recinto sea mayor que 70 dBA. A partir de 80dBA se estima como recinto ruidoso (Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2009, págs. 55-56).
- Recinto de instalaciones: recinto que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio, entendiéndose como tales, todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho recinto. A efectos de este documento básico HR, el recinto del ascensor no se toma como un recinto de instalaciones a menos que la maquinaria esté dentro del mismo.

1.12.3.2. Ruido de impactos

El ruido de impactos en la edificación se genera por una excitación mecánica como una pisada, un golpe o la caída de un objeto producida sobre el forjado. Los impactos causan unas vibraciones que se propagan por el forjado a aquellos elementos constructivos conectados a éste, como pilares y tabiques, que son excitados y a su vez, se convierten en fuentes generadoras de ruidos aéreos, percibidos por los usuarios.

Para el ruido de impactos, las transmisiones indirectas se generan por estas vibraciones que desde el forjado, pasan a los elementos constructivos a los que están unidos. Los elementos constructivos de separación horizontales deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas particularidades tales que se cumpla:

- a) En los recintos protegidos:
 - i) Protección frente al ruido procedente generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso: el nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, en un recinto protegido colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio, no perteneciente a la misma unidad de uso y que no sea recinto de instalaciones o de actividad, no será mayor que 65 dB.
 - ii) Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones o en recintos de actividad: el nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, en un recinto protegido colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que 60 dB.
- a) En los recintos habitables:
 - i) Protección frente al ruido generado de recintos de instalaciones o en recintos de actividad: el nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, en un recinto habitable colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que 60 dB.

La siguiente tabla contiene las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos. Se ha hecho diferencia entre los recintos de una unidad de uso con los recintos receptores que deben contar con un aislamiento acústico como protección frente al ruido de recintos exteriores a la misma, ya sean recintos de otra unidad de uso, de instalaciones, actividad, etc.

En los recintos de instalaciones o de actividad, se debe especificar que las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos se aplican a todos los recintos protegidos y habitables del edificio, independientemente de que pertenezcan a una unidad de uso o no.

Tabla 5. Exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos

RECINTO EMISOR	RECINTOS DE UNA UNIDAD DE USO	
	Recinto	
	Protegido Impactos ⁽ⁱ⁾ $L'_{nT,w}$ (dB)	Habitable Impactos ⁽ⁱ⁾ $L'_{nT,w}$ (dB)
EXTERIOR A LA UNIDAD DE USO		
Otros recintos del edificio ⁽ⁱⁱ⁾	65	-

⁽ⁱ⁾ Esta exigencia no es de aplicación en el caso de recintos protegidos colindantes con una caja de escaleras.
⁽ⁱⁱ⁾ Siempre que éste recinto no sea de instalaciones, de actividad o no habitable.

Tomado de Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2009, pág. 36.

No hay exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos entre un recinto de una unidad de uso y un recinto no habitable.

Tabla 6. Recintos receptores

RECINTO EMISOR	RECINTOS RECEPTORES	
	Protegido Impactos ⁽ⁱ⁾ $L'_{nT,w}$ (dB)	Habitable Impactos ⁽ⁱ⁾ $L'_{nT,w}$ (dB)
	De instalaciones o de actividad	60

Tomado de Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2009, pág. 36.

En relación al ruido de impacto, se deben considerar varios aspectos:

- El nivel de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, menor o igual a 65 dB, que expresa el aislamiento a ruido de impactos del edificio, debe cumplirse en todos los recintos protegidos de un edificio de alguna unidad de uso.
- El nivel de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, menor o igual a 60 dB, que expresa el aislamiento a ruido de impactos del edificio, debe

cumplirse en todos los recintos protegidos y habitables de un edificio colindantes con un recinto de instalaciones.

- El modo de aislar a ruido de impacto un recinto consiste en actuar sobre el forjado donde se van a producir los impactos. Si se trata de una transmisión de ruido de impactos entre recintos superpuestos, debe actuarse en el forjado superior y en el caso de que se tratara de una transmisión de ruido de impactos entre recintos adyacentes, debe actuarse en el forjado del recinto colindante.

1.12.3.3. Control de la obra terminada

Para cumplir con las exigencias de esta norma, se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones "*in situ*", estos valores son: 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

2. Capítulo II: Procedimiento

Para realizar las mediciones de ruido de impacto "*in situ*", se realizan los siguientes pasos conforme a la norma UNE-EN ISO 140-7 y UNE-EN ISO 3382-2 para tiempo de reverberación: toma de medidas (cuarto emisor y receptor), ubicación de los puntos (posiciones de sonómetro y máquina de impactos), calibración de sonómetro, ensayo, adquisición de datos, análisis de resultados. Con este procedimiento se estandarizan las mediciones y se minimiza los posibles errores, para una mejor obtención de resultados.

2.1. Instrumentación

2.1.1. Sonómetro Cesva SC310

Sonómetro integrador promediador tipo 1. Puede funcionar como sonómetro o, si se activa la opción, como analizador de espectro en tiempo real por bandas de tercio de octava y octava, con filtros tipo 1.

Mide todas las funciones simultáneamente con todas las ponderaciones frecuenciales. Entre estas se encuentran: funciones S, F e I, Niveles continuos equivalentes, Percentiles, Índices de impulsividad, Niveles de pico, Niveles de exposición sonora, Short Leq, el análisis espectral por tercio de octava, análisis FFT o la medición de tiempo de reverberación.

2.1.2. Calibrador acústico Cesva CB006

Calibrador portátil para la verificación de sonómetros en el punto de medición como en laboratorio. Diseñado para verificar sonómetros clase 1 y clase 2. Representa un medio preciso para realizar una verificación antes y después de la medición.

Puede utilizarse con cualquier micrófono susceptible de ser verificado en una cavidad cerrada y con diámetro de $\frac{1}{2}$ ". Cumple la norma IEC 60942:2003 clase 1.

2.1.3. Fuente omnidireccional Cesva BP012

La fuente Omnidireccional es un conjunto de 12 altavoces montados en un baffle dodecaédrico que asegura una emisión omnidireccional del ruido reproducido. Esto permite emitir por igual en todas las direcciones del espacio, cumpliendo los requisitos de directividad establecidos en las normativas ISO 140, ISO 10140, ISO 3382-1 e ISO 3382-2.

El BP012 acepta una potencia de 600 W RMS con la cual es capaz de desarrollar 123 dB de potencia acústica (PWL) en las bandas de tercio de octava de 50 a 5000 Hz.

2.1.4. Generador de ruido amplificado Cesva AP602

Es un generador de ruido rosa y blanco, un ecualizador gráfico por 1/3 de banda de octava y un amplificador de potencia. El AP602 permite ecualizar y amplificar la señal procedente de un generador externo o insertar en la cadena de reproducción equipos de procesado de señal adicionales al ecualizador interno del AP602.

2.1.5. Máquina de impactos Cesva MI006

Es una máquina de impactos estandarizada especialmente diseñada para cumplir las normas UNE-EN ISO 10140-3 e ISO 140-7: Mediciones en laboratorio e "*in situ*" del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos; e UNE-EN ISO 717-2: Evaluación del aislamiento a ruido de impactos.

Dispone de 5 martillos alineados. Cada uno de ellos tiene un peso de 500 g y cae libremente de una distancia de 40 mm. El tiempo medio entre impactos es de 100 ms.

2.2. Toma de medidas

Para la toma de medidas se hace uso de un distanciómetro o metro, con el cual se mide las dimensiones del cuarto (largo, ancho y altura) y se realiza un croquis arquitectónico del recinto incluyendo puertas y ventanas, este proceso se realiza en los dos cuartos, emisor y receptor.

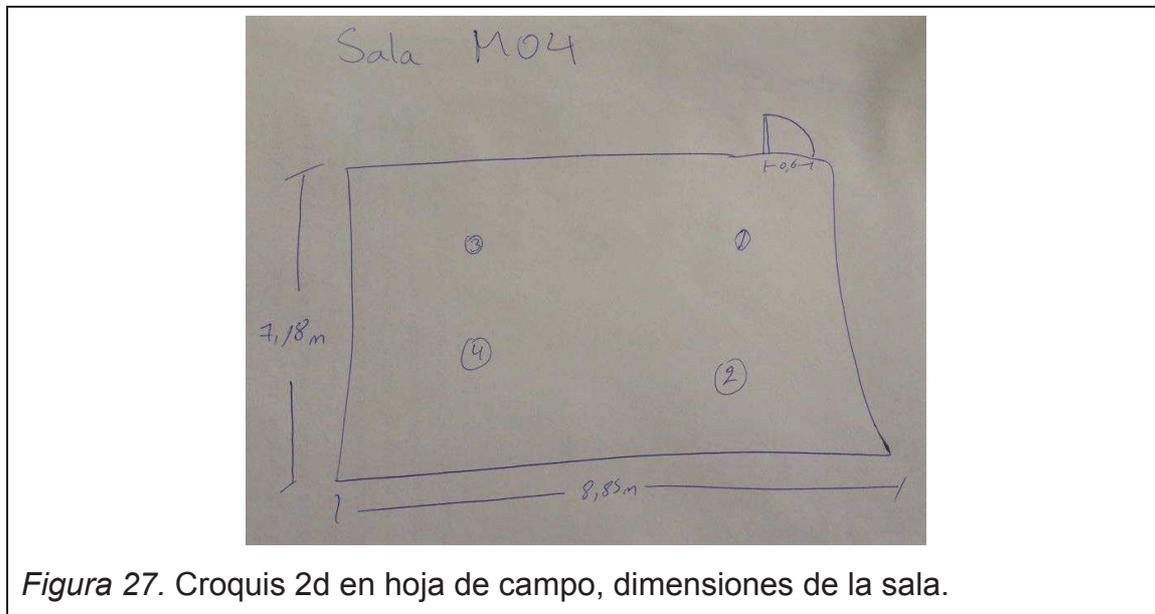


Figura 27. Croquis 2d en hoja de campo, dimensiones de la sala.

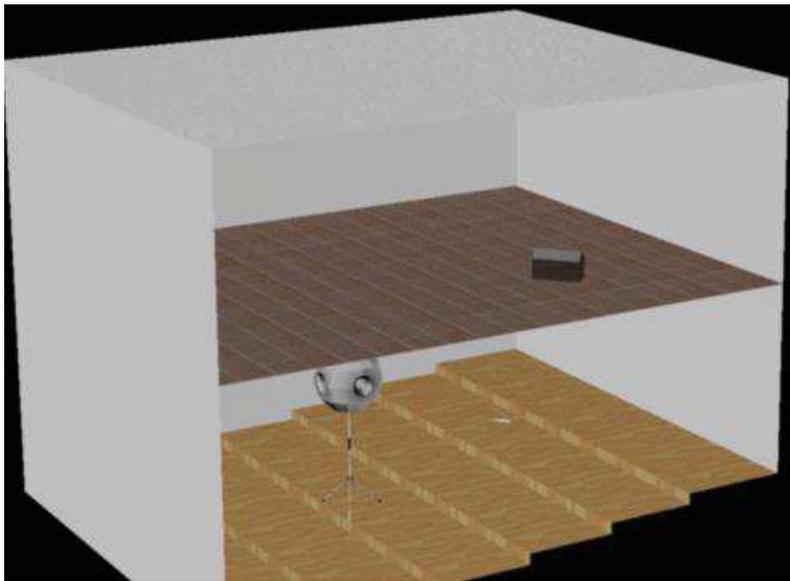


Figura 28. Render 3D ensayo "in situ".

2.3. Ubicación de los puntos

Para poder realizar las mediciones de ruido de impacto se deben considerar la ubicación de los puntos de medición y posiciones de la maquina generadora de ruido de impacto. Una vez ubicados los puntos, se toman las medidas de los mismos y se incluyen en la ficha de ensayo.

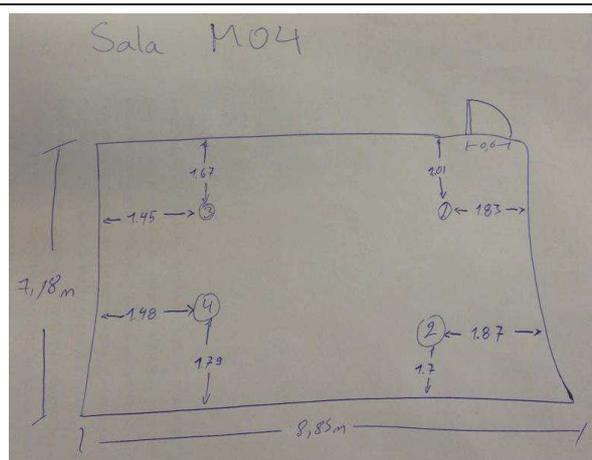
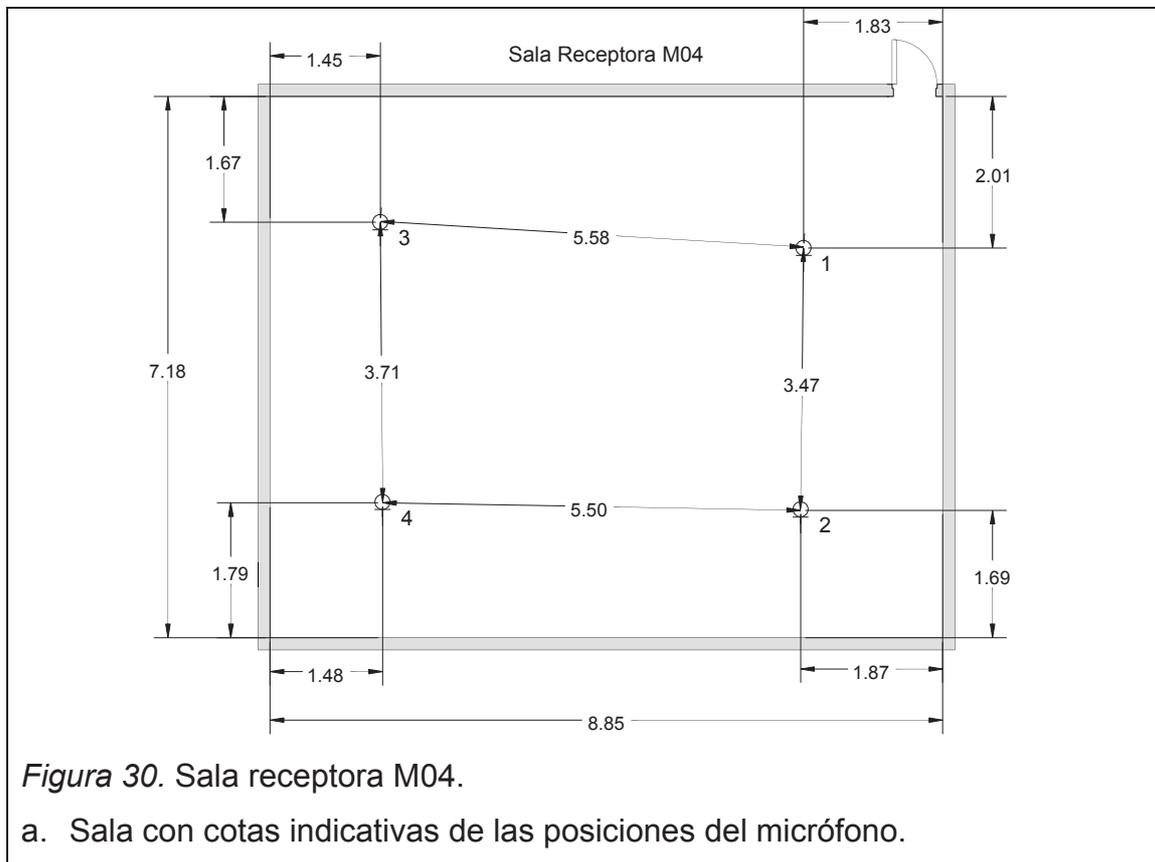


Figura 29. Croquis 2d en hoja de campo, puntos de medición.

2.3.1. Puntos de medición

Los puntos de medición se realizan siguiendo la norma UNE-EN ISO 140-7, que establece las siguientes distancias para posiciones de micrófono:

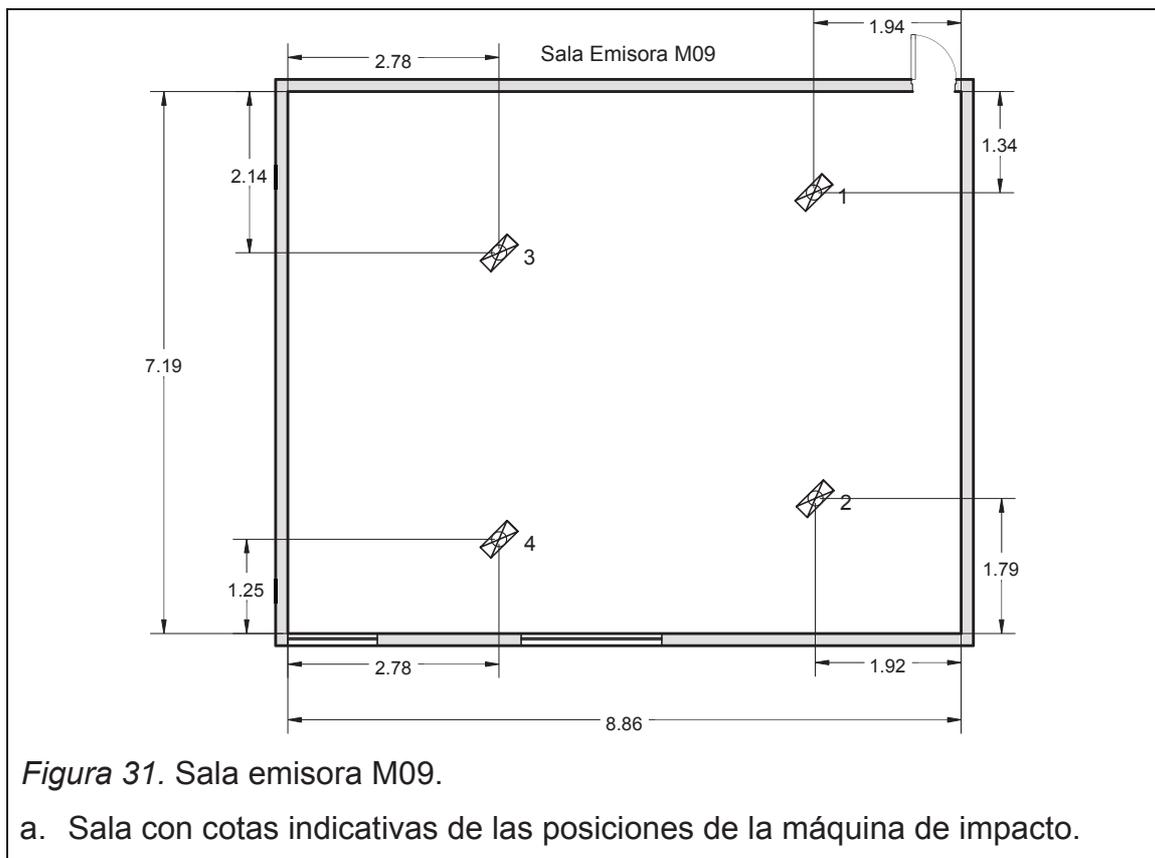
- 0,7 m entre posiciones de micrófono;
- 0,5 m entre cualquier posición de micrófono y los bordes de la sala o los difusores;
- 1,0 m entre cualquier posición de micrófono y el suelo superior que está siendo excitado por la máquina de impactos.



2.3.2. Posición de máquina de impacto

Las posiciones para la medición se realizan siguiendo la norma UNE-EN ISO 140-7, que establece lo siguiente:

- La máquina de impactos deberá ser colocada en al menos cuatro posiciones diferentes distribuidas de forma aleatoria sobre el suelo bajo ensayo.
- La distancia de la máquina de impactos a los bordes del suelo deberá ser de al menos 0,5 m.
- La línea que forman las cabezas de los martillos debería formar 45 grados con la dirección de las nervaduras o las vigas.



2.4. Hoja de campo

Se llenan los siguientes campos de la ficha de medición:

- Lugar de medición, aquí se ingresa la dirección exacta del recinto y algún indicativo referencial para recordar el lugar exacto de la medición.

- Tipo de losa, se identifica el tipo de losa a evaluar, esta puede ser deck o Losa Nervada.
- Acabado de piso, se identifica el material que cubre la losa.
- Área y volumen, se calcula el área y el volumen utilizando los datos del croquis.

FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO	
Lugar de Medición	
Instrumentación	
- Sonómetro Cesva SC310	- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Calibrador Acústico Cesva CB006	- Máquina de impactos Cesva MI006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012	- Distanciómetro Bosch DLE70
Recinto emisor	
Tipo de Losa	
Acabado de Piso	
Area	
Recinto receptor	
Area	
Volumen	
Condiciones de la Medición	
Fecha de la Medición	
Hora de la medición	
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Figura 32. Captura ficha de medición.

2.5. Calibración de sonómetro

Antes de realizar la medición y al finalizar, se debe cerciorar que el sonómetro esté debidamente calibrado. Para comprobar lo antes mencionado se realiza el siguiente proceso: se coloca el calibrador sobre la capsula del micrófono, se enciende el calibrador y se comprueba que el sonómetro marque 94 dB. Dicho calibrador genera un tono de 1 kHz a 94 dB.



Figura 33. Calibración el sonómetro.

2.6. Ensayo máquina de impacto

Una vez realizados los procesos anteriores, se procede con el ensayo.

En el ensayo se realizan un total de seis mediciones y deberá utilizarse una combinación de al menos cuatro posiciones de micrófono y al menos cuatro posiciones de la máquina de impactos.

Para dos posiciones de micrófono y dos de la máquina de impactos, se realizan mediciones para las cuatro combinaciones posibles. Para las otras dos posiciones de micrófono y dos de la máquina de impactos, se realizan las dos medidas restantes.

2.6.1. Primera medición

En el cuarto emisor se coloca la maquina generadora de ruido de impacto en la primera posición de las 4 posiciones para la máquina.



Figura 34. Máquina colocada en la posición 1, cuarto emisor.

En el cuarto receptor se ubica el sonómetro en el primer punto.



Figura 35. Sonómetro colocado en la posición 1, cuarto receptor.

Se procede a encender la máquina de ruido de impacto.

Una vez que el ruido generado por la maquina se haya estabilizado, se empieza con la medición. Dicha medición se la realiza por un tiempo de al menos 10 segundos.

Se detiene la máquina y seguido la medición.

Se guarda la memoria en el sonómetro.



Llenamos la ficha de medición con la fecha, hora y la memoria guardada en el casillero correspondiente.

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria					
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria					
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria					
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria					

Figura 37. Captura de los casilleros de medición en la hoja de campo.

Para poder realizar correcciones por ruido de fondo, una vez guardada la medición del ruido de impactó y apagada la máquina, se procede a medir por otros 10 segundos, el ruido de fondo.

Se guarda la memoria de la medición de ruido de fondo.

2.6.2. Segunda medición

Se mueve el sonómetro a la segunda posición de medición, mientras que la maquina permanece en el primer punto.

Se enciende la máquina de impacto.

Al igual que en todas la mediciones, se espera un tiempo prudente hasta que el ruido generado por la maquina se estabilice y se comienza a medir por 10 segundos.

Se detiene la máquina y seguido la medición.

Se guarda la memoria en el sonómetro.

Se mide ruido de fondo.

Se guarda la memoria de la medición de ruido de fondo.

2.6.3. Tercera medición

Se cambia la posición de la máquina de impacto al segundo punto, mientras que el sonómetro permanece en la primera posición.

Se enciende la máquina de impacto

Se guarda la memoria de la medición de ruido de fondo.

Se espera hasta que el ruido generado por la maquina se estabilice y se comienza a medir por 10 segundos.

Se detiene la máquina y seguido la medición.

Se guarda la memoria en el sonómetro.

Se mide ruido de fondo

Se guarda la memoria de la medición de ruido de fondo

2.6.4. Cuarta medición

Se mueve el sonómetro a la primera posición de medición, mientras que el máquina de impactos permanece en segunda posición.

Se enciende la máquina de impacto.

Se guarda la memoria de la medición de ruido de fondo.

Se espera hasta que el ruido generado por la maquina se estabilice y se comienza a medir por 10 segundos.

Se detiene la máquina y seguido la medición.

Se guarda la memoria en el sonómetro.

Se mide ruido de fondo

Se guarda la memoria de la medición de ruido de fondo

2.6.5. Quinta medición

Se cambia la posición de la máquina y del sonómetro a la posición 3 de cada cuarto.

Se enciende la máquina de impacto.

Se guarda la memoria de la medición de ruido de fondo.

Se espera hasta que el ruido generado por la maquina se estabilice y se comienza a medir por 10 segundos.

Se detiene la máquina y seguido la medición.

Se guarda la memoria en el sonómetro.

Se mide ruido de fondo

Se guarda la memoria de la medición de ruido de fondo

2.6.6. Sexta medición

Se cambia la posición de la máquina y del sonómetro a la última posición de cada cuarto.

Se enciende la máquina de impacto.

Se guarda la memoria de la medición de ruido de fondo.

Se espera hasta que el ruido generado por la maquina se estabilice y se comienza a medir por 10 segundos.

Se detiene la máquina y seguido la medición.

Se guarda la memoria en el sonómetro.

Se mide ruido de fondo

Se guarda la memoria de la medición de ruido de fondo

2.7. Tiempo de reverberación

Para realizar las mediciones de tiempo de reverberación, se realizan los siguientes procedimientos: toma de medidas del cuarto receptor, ubicación de los puntos (posiciones de sonómetro y fuente omnidireccional), calibración de sonómetro, ensayo, adquisición de datos. Existen tres tipos de métodos de medición del tiempo de reverberación: método de control, método de ingeniería y método de precisión, sin embargo para éste caso se usa el método de ingeniería.



Figura 38. Sonómetro midiendo T60.

2.7.1. Método de ingeniería

Este método es adecuado para la verificación del comportamiento de los edificios con respecto a las especificaciones del tiempo de reverberación o de la absorción del recinto. Se debe utilizar para las mediciones de la norma UNE-EN ISO 140 (todas las partes) con menciones a las mediciones de tiempo de reverberación.

2.7.2. Toma de medidas

Para la toma de medidas se hace uso de un distanciómetro o metro, con el cual se mide las dimensiones del cuarto (largo, ancho y altura) y se saca un croquis arquitectónico del recinto incluyendo puertas y ventanas.

2.7.3. Ubicación de puntos

Para poder realizar las mediciones de tiempo de reverberación se deben considerar la ubicación de los puntos de medición y posiciones la fuente omnidireccional.

Los puntos se escogen siguiendo la norma UNE-EN ISO 3382-2, que establece las posiciones de la fuente pueden ser las posiciones normales en función del uso del recinto. En los recintos pequeños como los de viviendas, conviene colocar una posición de la fuente en una esquina del recinto. Las posiciones de micrófono deben estar preferiblemente separadas al menos media longitud de onda, es decir, a una distancia mínima de dos metros para el rango de frecuencias habitual. La distancia desde cualquier posición de micrófono a la superficie reflectante más cercana, incluyendo suelo, debería ser preferiblemente al menos un cuarto de longitud de onda, es decir, generalmente en torno a 1m. Se deberían evitar las posiciones simétricas. En la siguiente tabla se indican los números mínimos de posiciones de medición para obtener una cobertura adecuada en un recinto.

Tabla 7. Números mínimos y posiciones de medición

	Control	Ingeniería^a	Precisión
Combinaciones fuente-micrófono	2	6	12
Posiciones de la fuente ^b	≥ 1	≥ 2	≥ 2
Posiciones de micrófono ^c	≥ 2	≥ 2	≥ 3
Número de decrecimientos en cada posición (método del ruido interrumpido)	1	2	3
^a Cuando el resultado se utiliza para un término de corrección en otras mediciones del nivel de ingeniería, solo se requiere una posición de la fuente y tres posiciones de micrófono. ^b Para el método del ruido interrumpido, se pueden utilizar simultáneamente fuentes no correlativas. ^c Para el método del ruido interrumpido y cuando el resultado se utiliza para un término de corrección, se puede utilizar una percha de micrófono rotativo en lugar de múltiples posiciones de micrófono.			

Tomado de Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008, pág. 11.

2.7.4. Ensayo de tiempo de reverberación

Una vez realizados los procesos anteriores, se procede a calibrar el sonómetro y continuar con el ensayo.

Se debe usar una fuente omnidireccional y la señal que recibe debe ser de un ruido de banda ancha aleatorio. La fuente debe ser capaz de producir un nivel de presión acústica suficiente para garantizar una curva de decrecimiento que empiece al menos 35 dB por encima del ruido de fondo en la banda de frecuencias correspondiente. Si se tiene que medir T30, es necesario crear un nivel al menos de 45 dB por encima del ruido de fondo.

Para las mediciones en bandas de tercio de octava el ancho de banda de la señal, debe ser mayor o igual a un tercio de octava. La duración de excitación del recinto debe ser suficiente para que el campo acústico alcance un estado estacionario antes de apagar la fuente. Por lo tanto es esencial emitir el ruido al menor $T/2$ segundos. En recintos grandes, la duración de la excitación debe ser al menos de dos segundos.

En el ensayo se realizan un total de seis mediciones. La fuente omnidireccional permanece fija para todas las mediciones, mientras que el micrófono tiene tres puntos en los cuales se realizan las mediciones, se repite el ensayo en cada punto para completar las seis mediciones.

2.7.4.1. Primera y segunda medición según la posición del micrófono

Se coloca la fuente omnidireccional en la posición establecida por la norma UNE-EN ISO 3382-2.



Figura 39. Fuente omnidireccional ubicada en posición de medición.

Se ubica el sonómetro en el primer punto.



Figura 40. Sonómetro en posición 1.

Se escoge el programa de tiempo de reverberación en el sonómetro y se procede de la siguiente manera.

- Se mide el ruido de fondo por 10 segundos
- Se enciende la fuente omnidireccional
- Se mide el ruido por un tiempo de 10s
- Se apaga la fuente omnidireccional, permaneciendo en silencio y esperando los resultados de la medición.

Se guarda la memoria en el sonómetro.

Llenamos la ficha de medición con la memoria guardada en el casillero correspondiente.

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria				
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria				

Figura 41. Captura de los casilleros de medición de T60 en la hoja de campo.

Se repite el mismo proceso para la segunda medición en el mismo punto y bajo las mismas condiciones.

2.7.4.2. Tercera y cuarta medición

Se ubica el sonómetro en el segundo punto.



Figura 42. Sonómetro en posición 2.

Se escoge el programa de tiempo de reverberación en el sonómetro y se procede de la siguiente manera.

- Se mide el ruido de fondo por 10 segundos
- Se enciende la fuente omnidireccional
- Se mide el ruido por un tiempo de 10s
- Se apaga la fuente omnidireccional, permaneciendo en silencio y esperando los resultados de la medición.

Se guarda la memoria.

Se repite el mismo proceso para la cuarta medición en el mismo punto y bajo las mismas condiciones.

2.7.4.3. Quinta y sexta medición

Se ubica el sonómetro en el tercer punto.



Figura 43. Sonómetro en posición 3.

Se escoge el programa de tiempo de reverberación en el sonómetro y se procede de la siguiente manera.

- Se mide el ruido de fondo por 10 segundos
- Se enciende la fuente omnidireccional
- Se mide el ruido por un tiempo de 10s
- Se apaga la fuente omnidireccional, permaneciendo en silencio y esperando los resultados de la medición.

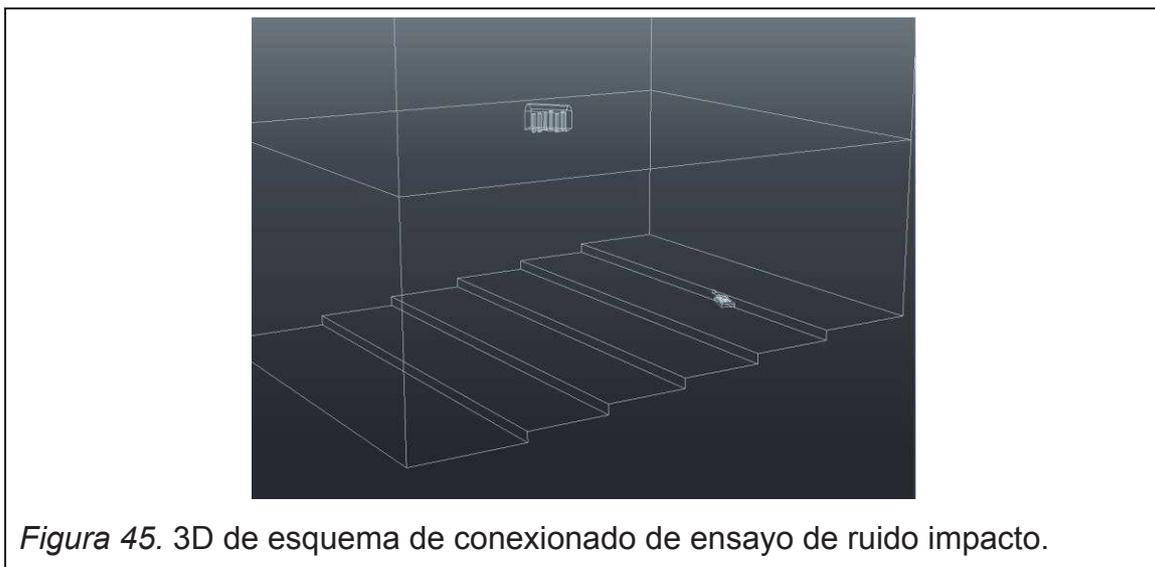
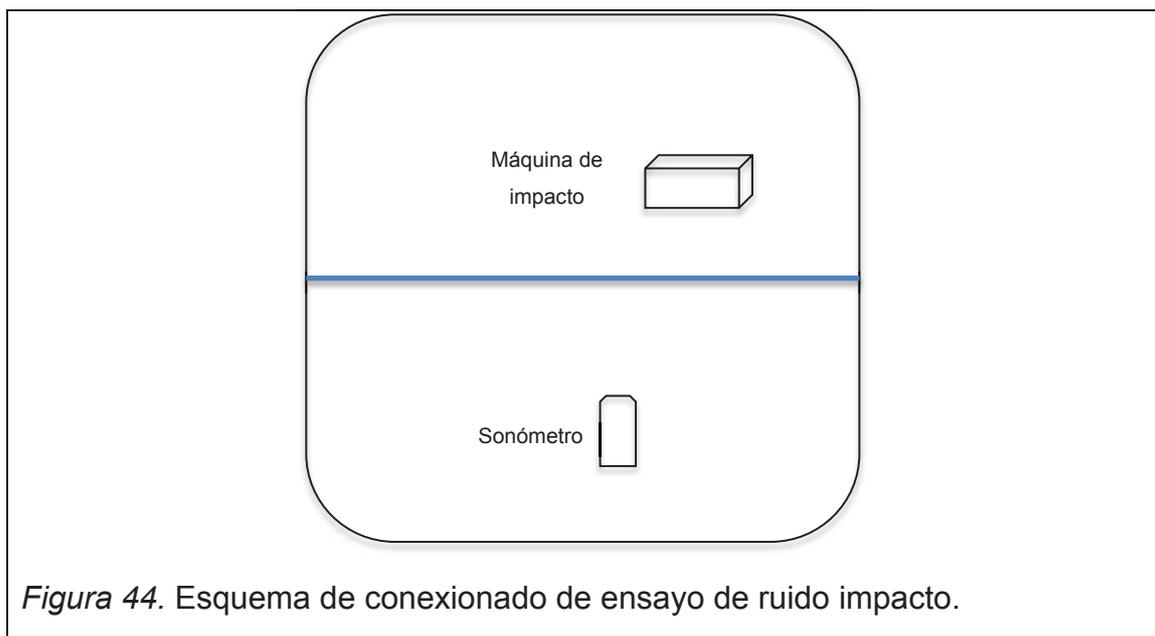
Se guarda la memoria.

Se repite el mismo proceso para la sexta medición en el mismo punto y bajo las mismas condiciones.

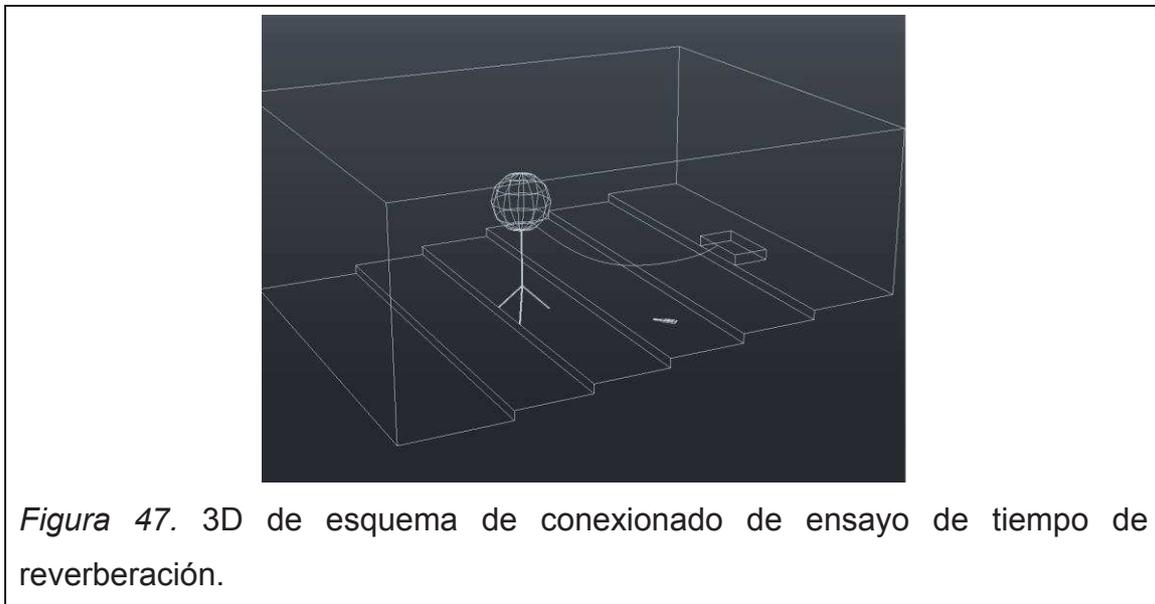
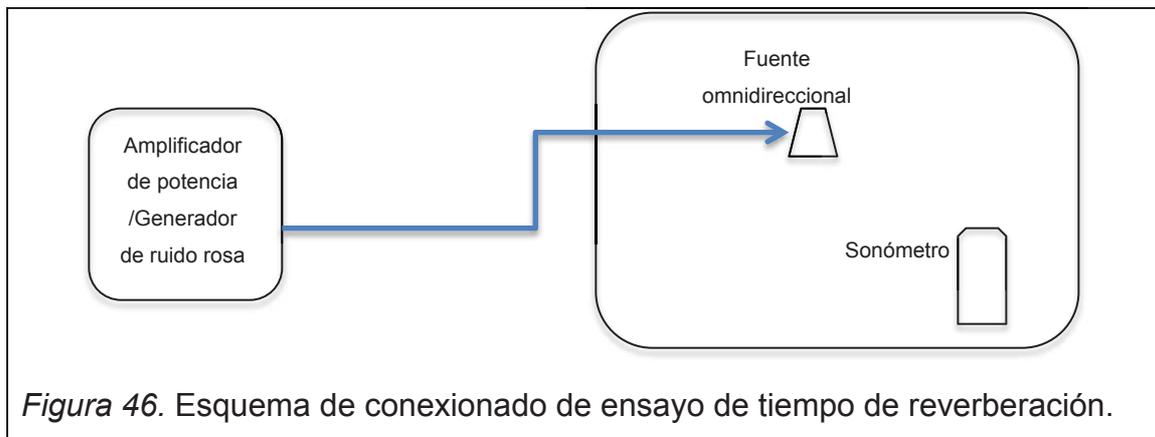
2.8. Esquema de conexionado de los equipos

En los siguientes esquemas se presentan las conexiones realizadas para cada tipo de ensayo.

2.8.1. Ensayo de ruido impacto



2.8.2. Ensayo de tiempo de reverberación



2.9. Descarga de datos

La adquisición de datos, tanto para el ensayo máquina de impacto como el de tiempo de reverberación es el mismo, los software que se deben instalar son Capture Studio Editor de Cesva y Insulation Studio de Cesva, que se encuentra en la página oficial de Cesva.

Capture Studio es un programa que permitirá la captura de datos del equipo de medición Cesva ya sea en tiempo real o de registros previamente almacenados.

Insulation Studio es un software diseñado para la realización de cálculos y la generación de informes de aislamiento acústico según las normas ISO 140 y ISO 717.

2.9.1. Capture Studio Editor

El proceso dentro de este programa es el siguiente:

Se Conecta el sonómetro “Cesva SC310” al puerto USB del computador con cable incluido por el fabricante.



Figura 48. Conexión por medio USB de un sonómetro.

Una vez instalado el programa, abrir el programa “Capture Studio”.

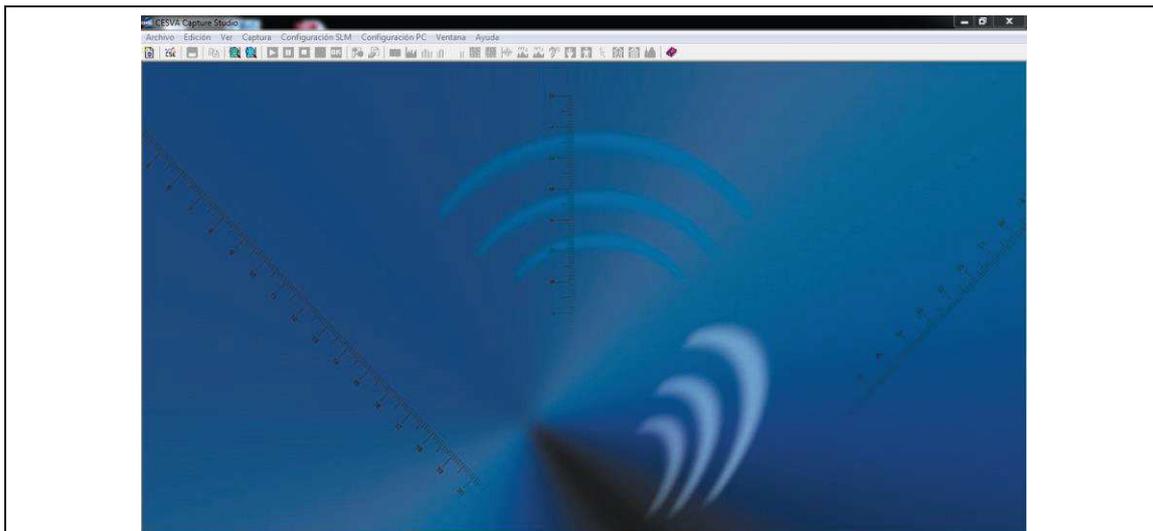


Figura 49. Pantalla inicial de Capture Studio.

Se dirige al menú Configuración PC, submenú Carpeta de trabajo y se da clic en esta opción, desplegara la siguiente ventana.

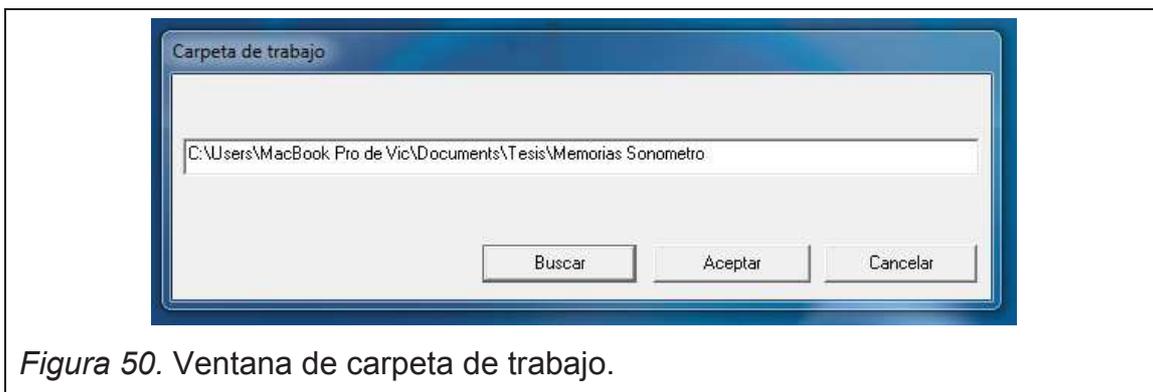


Figura 50. Ventana de carpeta de trabajo.

En esta ventana se ingresa la dirección donde se van a guardar la memorias del sonómetro, ya sea escribiendo la ruta o dando clic en Buscar y se seleccionando la misma.

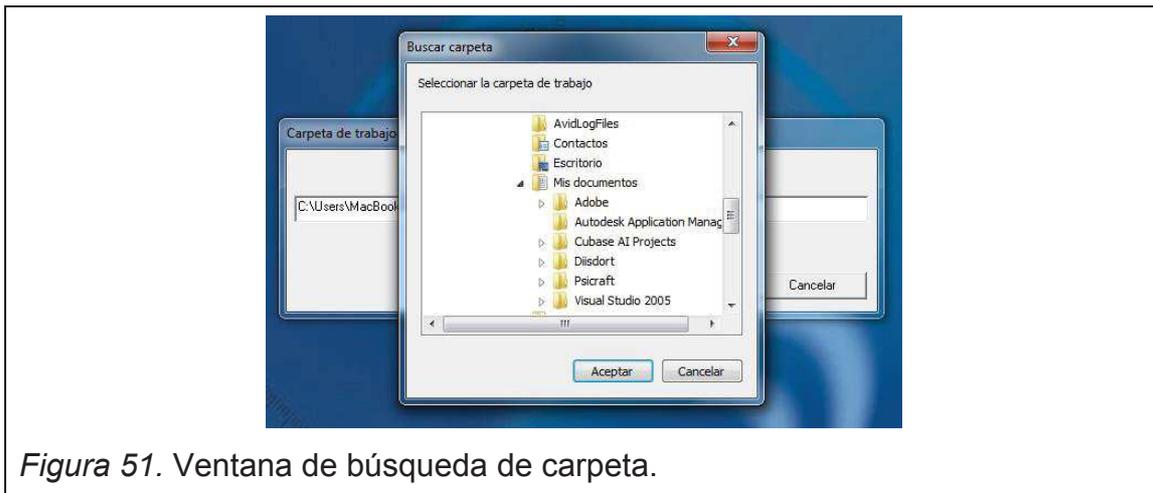


Figura 51. Ventana de búsqueda de carpeta.

Una vez realizado el proceso anterior se dirige, al menú Archivo, submenú Nueva Sesión y se da clic en esta opción, se desplegara la siguiente ventana.

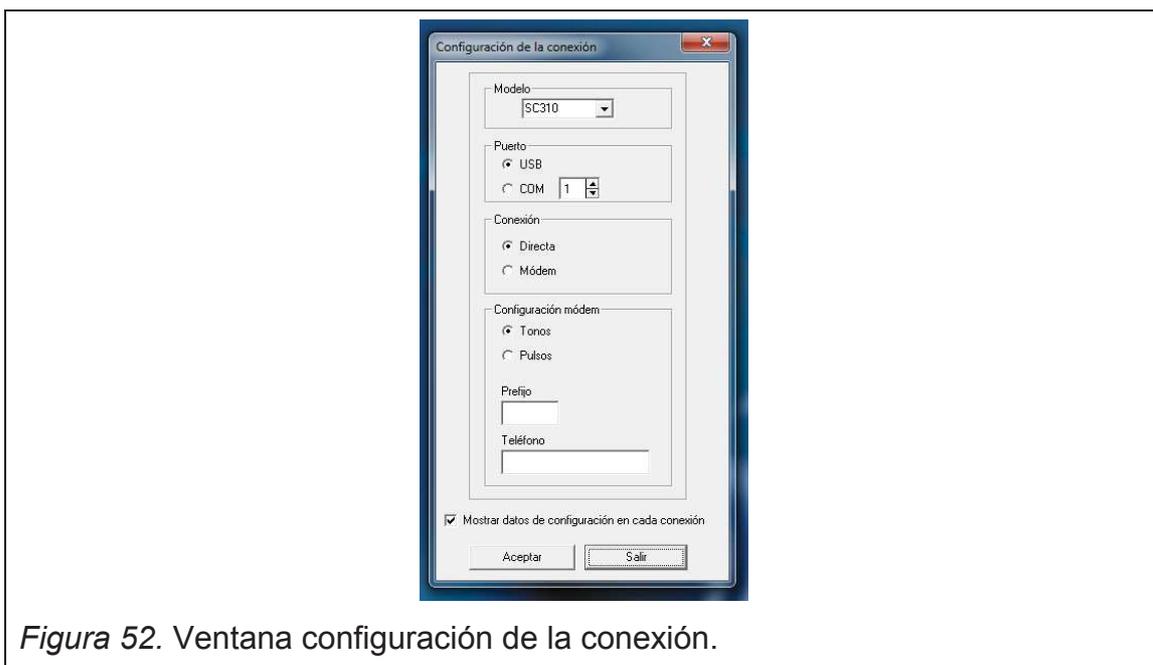


Figura 52. Ventana configuración de la conexión.

En esta ventana se elige y llena los campos necesarios como Modelo y Puerto, con el respectivo modelo de sonómetro que en este caso es SC310 y el puerto de conexión USB.

Una vez que se da clic en Aceptar de la ventana anterior, nuestro espacio de trabajo se vera de la siguiente forma.

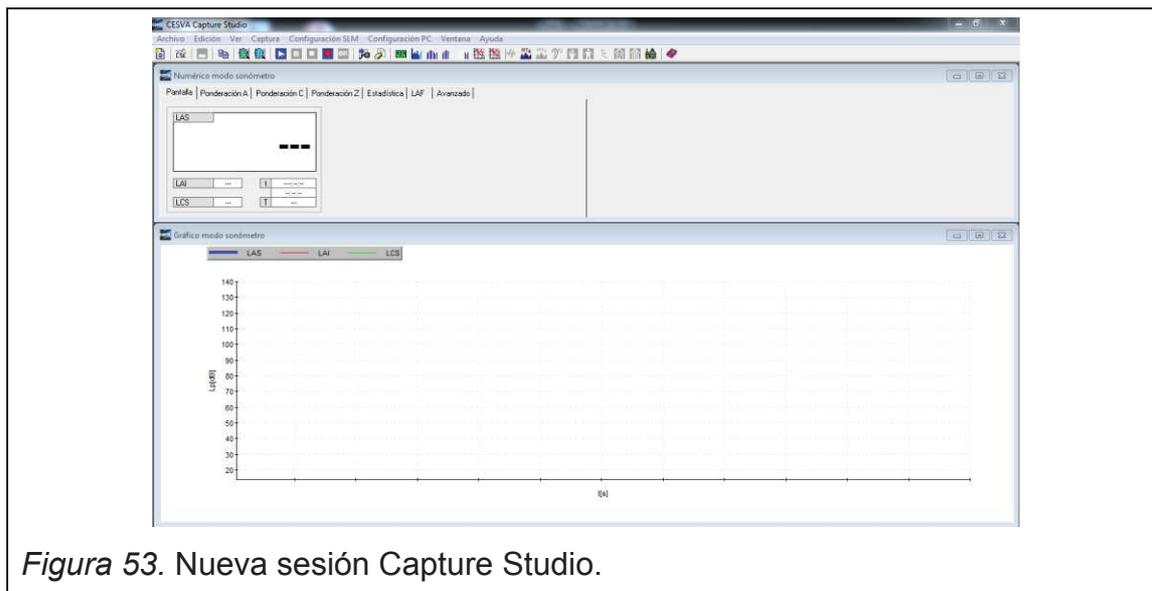


Figura 53. Nueva sesión Capture Studio.

Se dirige al menú Captura, submenú Memoria y dentro de este menú se tendrá la opción Recibir Registros, se da clic para obtener la memorias, estas se ubicaran dentro de la carpeta de trabajo.



Figura 54. Proceso de adquisición de registros.

Una vez realizado todo el proceso de obtención de registros, se apaga el sonómetro, se desconecta el sonómetro y se cierra el programa.

2.9.2. Insulation Studio

Una vez realizado el proceso anterior, se tienen las memorias en el directorio antes seleccionado, se procede con la copia de los valores numéricos a la hoja de Excel en la que se vaya a trabajar y esta es la manera rápida:

Se abre el programa “Insulation Studio”

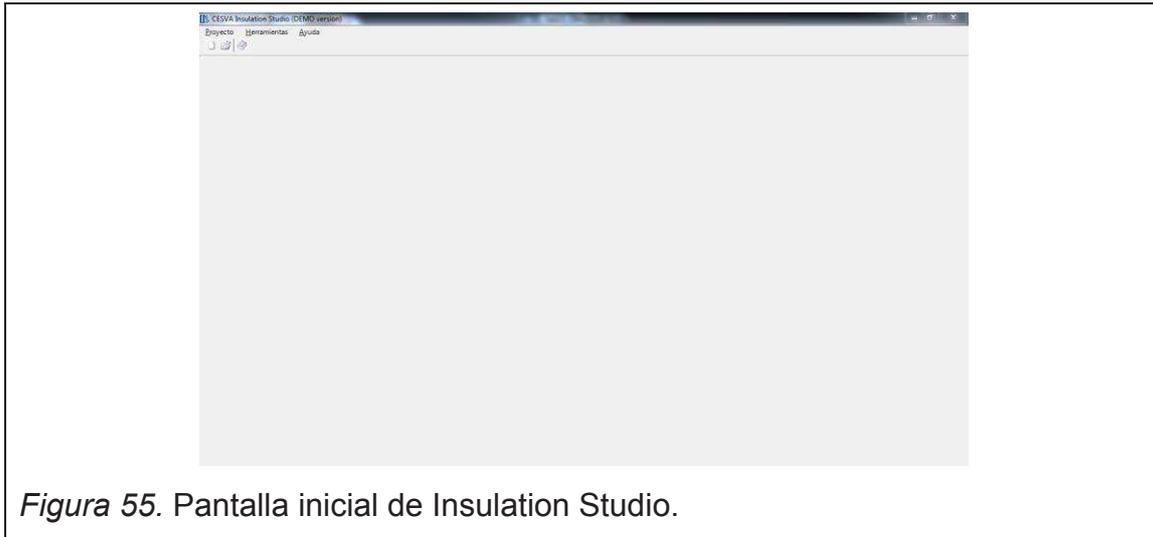


Figura 55. Pantalla inicial de Insulation Studio.

Se dirige al menú Proyecto, submenú Nuevo y se da clic en esta opción, en la ventana inicial se ubicara el siguiente formulario.

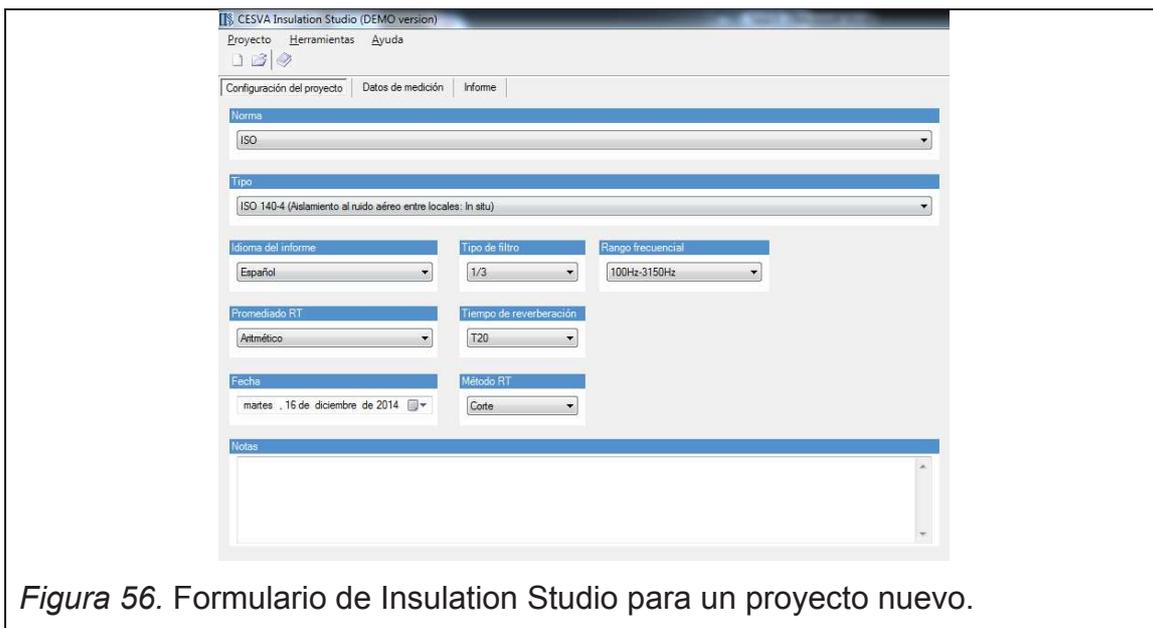


Figura 56. Formulario de Insulation Studio para un proyecto nuevo.

En la ventana antes vista, se llenan los campos con la respectiva norma a utilizar que para este caso es UNE-EN ISO 140-7 y tiempo de reverberación T_{30} , se usa el T_{30} ya la caída es más real que el T_{20} y proviene de la extrapolación del T_{60} , en el caso de que no se logra la caída de 60 dB se usará el T_{20} , quedando el formulario de la siguiente manera.

The screenshot shows a configuration form for acoustic measurements. The fields are as follows:

- Norma:** ISO
- Tipo:** ISO 140-7 (Aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos: In situ)
- Idioma del informe:** Español
- Tipo de filtro:** 1/3
- Rango frecuencial:** 100Hz-3150Hz
- Promediado RT:** Aritmético
- Tiempo de reverberación:** T30
- Fecha:** martes . 16 de diciembre de 2014
- Método RT:** Corte
- Notas:** (Empty text area)

Figura 57. Formulario lleno de acuerdo a las mediciones de impacto “in situ”.

Se da clic al botón Datos de medición, y el espacio de trabajo se verá así.

The screenshot shows the 'Datos de medición' window with the following elements:

- Tabs:** Configuración del proyecto, Datos de medición (active), Informe
- Buttons:** Open, Print, Refresh, etc.
- Dropdown:** Recepción
- Table:**

Nombre	Fecha
- Bottom Panel:**
 - Ruido de fondo
 - Tiempo de reverberación (recepción)
 - Promedios
 - Geometría

Figura 58. Insulation Studio Datos de medición.

Se ubica sobre la carpeta abrir, y el programa desplegará la siguiente ventana, en donde se busca los registros obtenidos en Capture Studio, se debe recordar seleccionar el tipo de archivo en la parte inferior derecha de la ventana que

para este caso es CESVA Capture Files (*.ccf), se seleccionan los registros a importar y se da clic en Abrir.

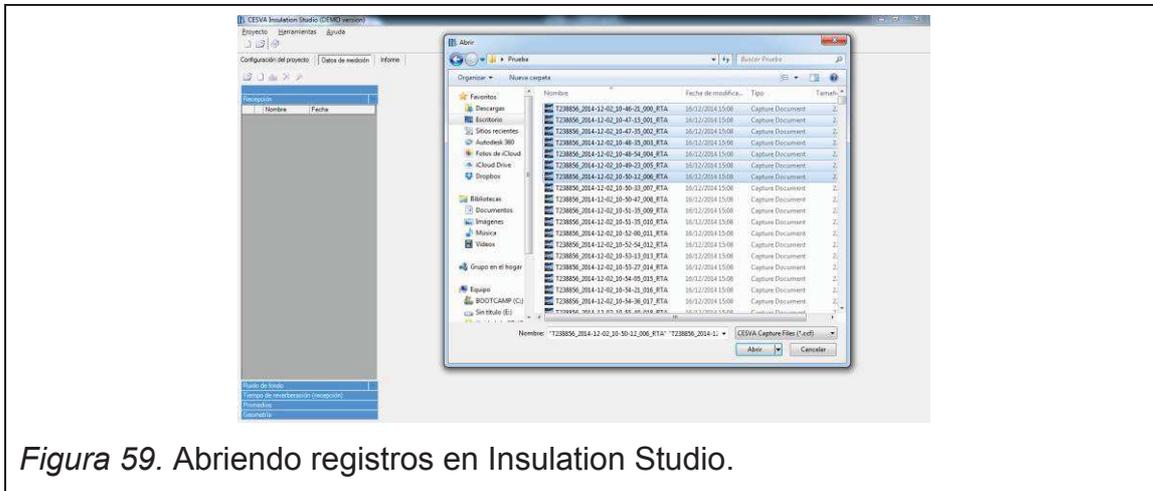


Figura 59. Abriendo registros en Insulation Studio.

Aparecerá una ventana con la siguiente pregunta ¿Desea confirmar cada espectro?, para este caso se da clic en Sí, para verificar si existe alguna irregularidad en las mediciones.

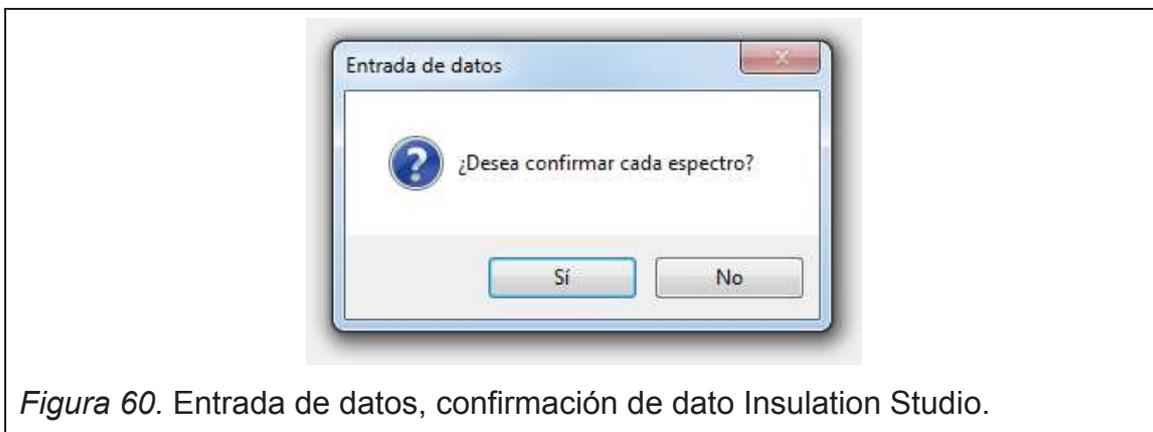


Figura 60. Entrada de datos, confirmación de dato Insulation Studio.

Por cada registro saldrá esta ventana, en la que se debe dar en Aceptar después de verificar que no exista ningún dato que dañe la muestra.

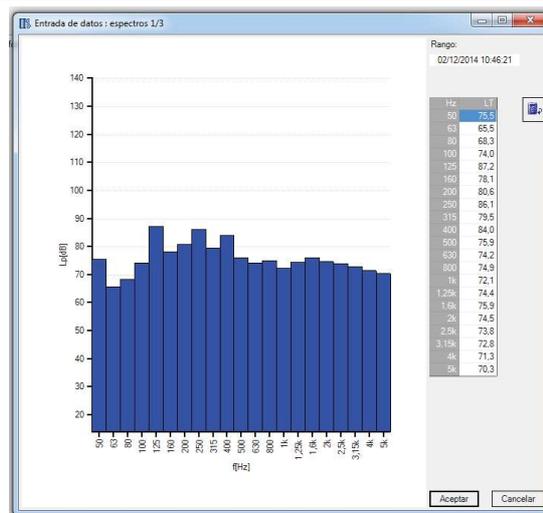


Figura 61. Entrada de datos, espectro.

Una vez que se confirman todos los datos seleccionados, en la ventana de trabajo aparece cada registro, hay que seleccionar todos los registros, para esto se da clic en primer registro y se mantiene presionado shift, mientras se da clic en el último registro.

	Nombre	Fecha
<input checked="" type="checkbox"/>	T238856_2014-	02/12/2014 10:46
<input checked="" type="checkbox"/>	T238856_2014-	02/12/2014 10:47
<input checked="" type="checkbox"/>	T238856_2014-	02/12/2014 10:47
<input checked="" type="checkbox"/>	T238856_2014-	02/12/2014 10:48
<input checked="" type="checkbox"/>	T238856_2014-	02/12/2014 10:48
<input checked="" type="checkbox"/>	T238856_2014-	02/12/2014 10:49
<input checked="" type="checkbox"/>	T238856_2014-	02/12/2014 10:50

Figura 62. Selección de registros.

Se da clic en el botón visualizar para que se muestren todos los espectros en una tabla.



Figura 63. Botón generador de espectros.

Se ubica en la sección de la tabla donde están todos los datos en filas y columnas, se da clic derecho y se selecciona la opción copiar.

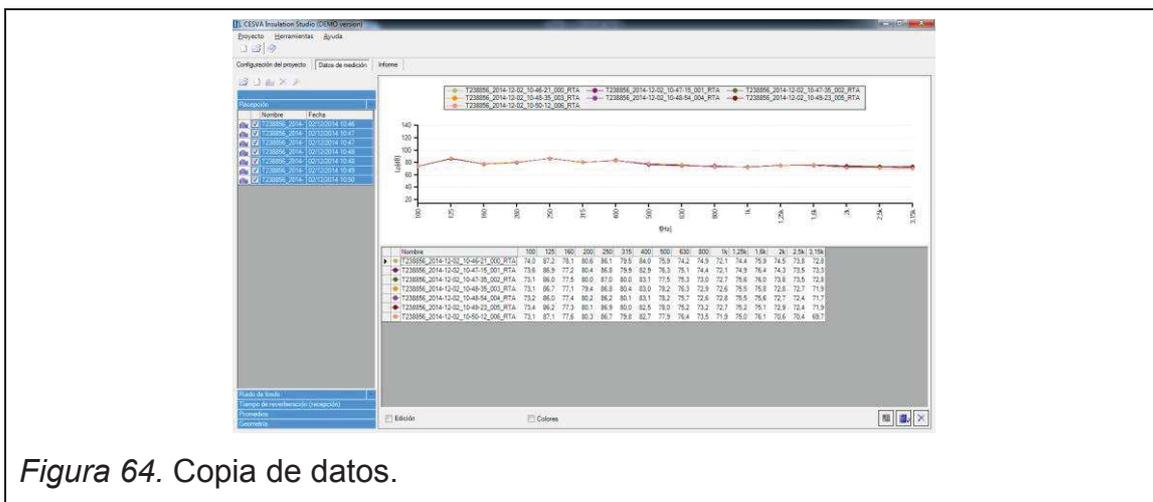


Figura 64. Copia de datos.

Se abre una hoja de cálculo de Excel y se copia los registros de medición, con el comando ctrl+v, ahí se tienen los datos listos para procesar y analizar.

Se repite el proceso con los registros de ruido de fondo y tiempo de reverberación.

Para realizar el informe con la norma UNE-EN ISO 140-7, se da clic en la pestaña informe, dentro del programa Insulation Studio, este proceso se detallara en el capítulo 3.

3. Capítulo III: Resultados y análisis de datos

Una vez realizado el proceso mencionado en el Capítulo II en el punto 2.8.2., se repite el procedimiento hasta que se tengan llenos los campos de recepción, ruido de fondo y tiempo de reverberación, cada uno con 6 registros.

3.1. Generación de informes en Insulation Studio

Para generar el informe se ubica sobre la pestaña Informe y se da clic.

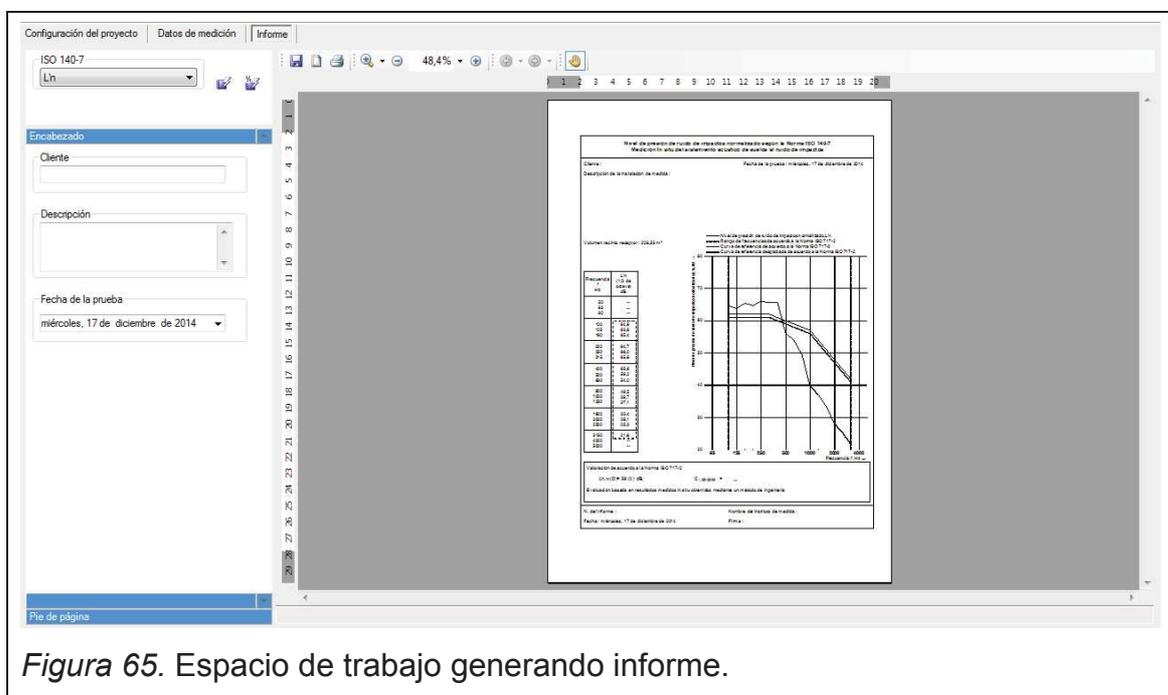


Figura 65. Espacio de trabajo generando informe.

Para este proyecto se usará el nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, L'_{nT} , que utiliza el tiempo de reverberación como termino de corrección. Por ende se dirige a la parte superior izquierda y selecciona L'_{nT} , como se muestra en el recuadro.

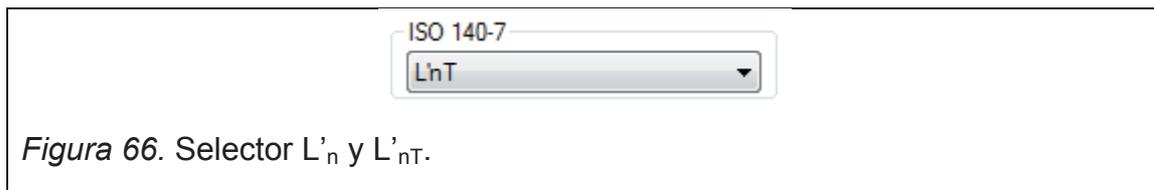


Figura 66. Selector L'_n y L'_{nT} .

Resultado de este procedimiento se obtendrá el informe de ruido de impacto basado en la norma UNE-EN ISO 104-7, este puede ser guardado en múltiples formatos para su uso.

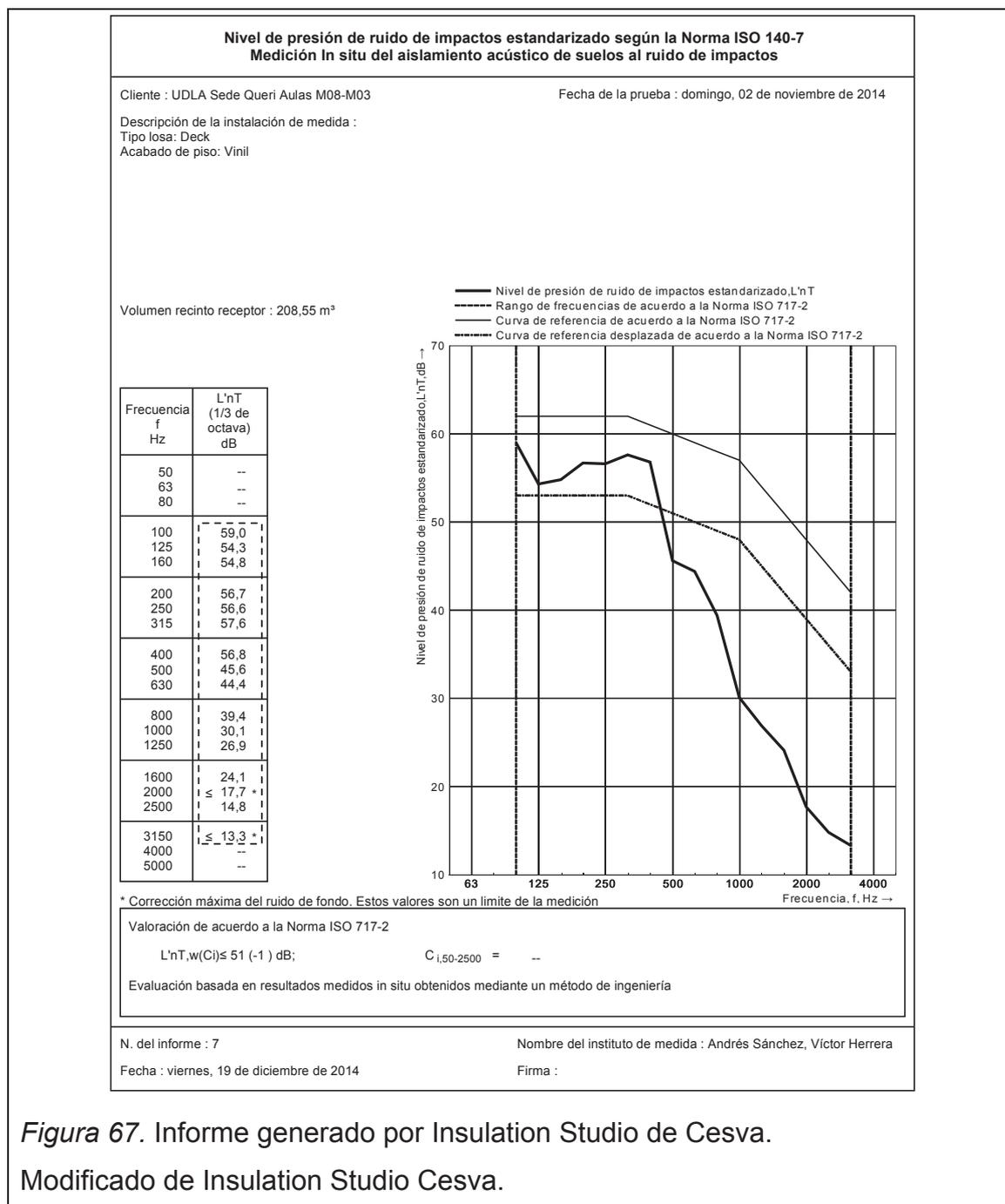


Figura 67. Informe generado por Insulation Studio de Cesva.

Modificado de Insulation Studio Cesva.

3.2. Generación de informes de ruido de impacto en hoja cálculo (Excel)

Para corroborar los resultados obtenidos en el software Insulation Studio de Cesva, se diseñó una hoja de cálculo, en la cual se realizó paso a paso los cálculos necesarios para obtener el informe final. A lo largo de la mediciones realizadas los informes generados por la hoja de cálculo fueron comparados

con los informes de Cesva y se demostró que los resultados eran iguales, sin embargo en ciertas mediciones, en la corrección espectral se obtuvo una diferencia de una unidad, se asume que dicho error se debe a las aproximaciones realizadas por Cesva y el cálculo de decimales de Excel.

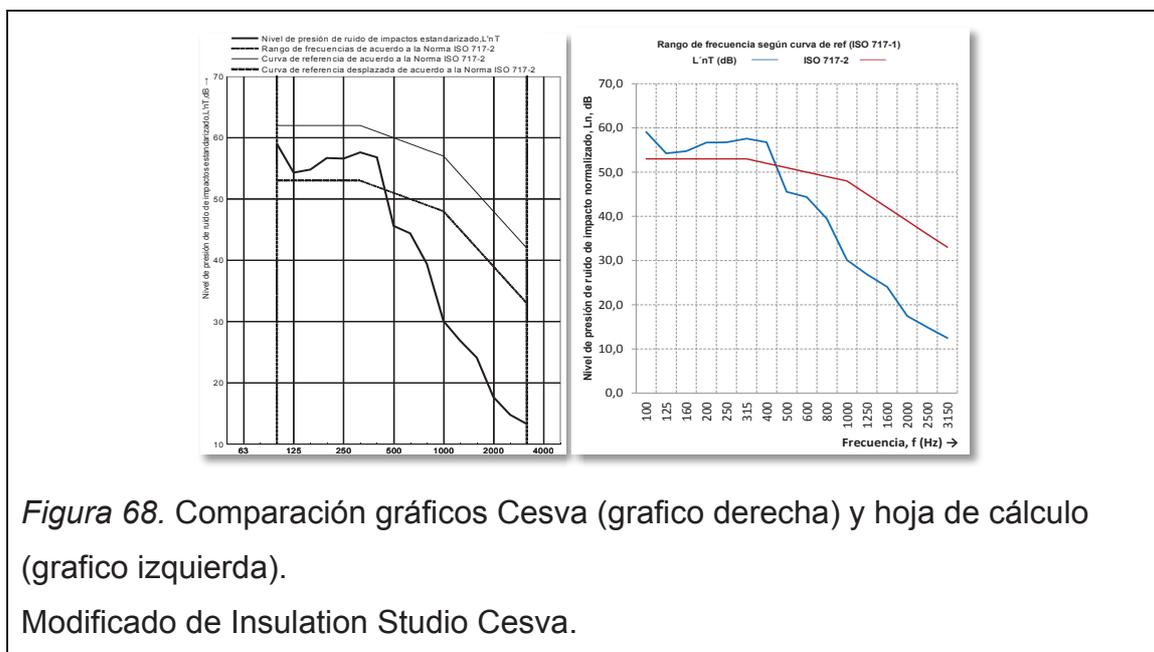


Figura 68. Comparación gráficos Cesva (grafico derecha) y hoja de cálculo (grafico izquierda).

Modificado de Insulation Studio Cesva.

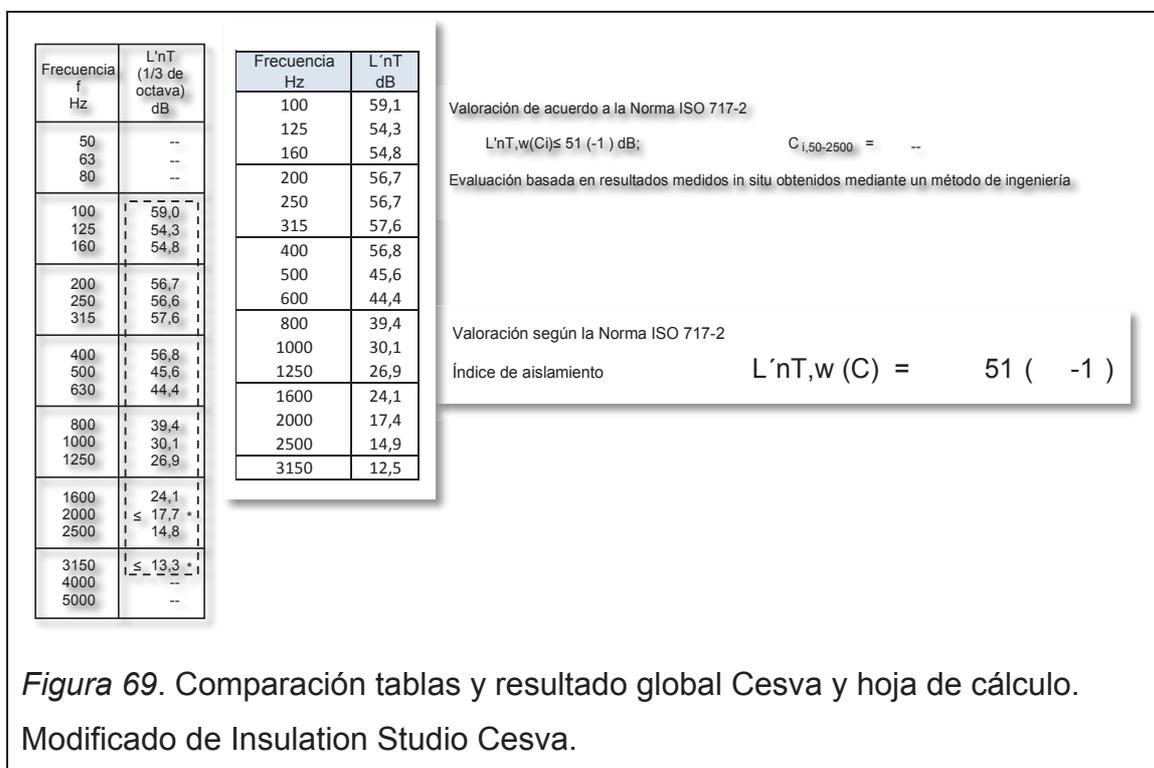


Figura 69. Comparación tablas y resultado global Cesva y hoja de cálculo.

Modificado de Insulation Studio Cesva.

3.2.1. Ingreso de datos

El presente ejemplo muestra el proceso realizado para el cálculo del $L'_{nT,W}$ con una de las mediciones “*in situ*” realizadas.

La primera etapa es el ingreso de los datos de la medición. Se ingresan los datos obtenidos en la medición en bandas de tercio de octava desde 100 Hz hasta 3150 Hz, para una mejor comprensión de la tabla solo se muestran las bandas desde 100 Hz hasta 250 Hz, como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 8. Nivel de ruido de impactos en la sala receptora

Nivel ruido de impactos en sala receptora					
Frec [Hz]	100	125	160	200	250
Lr1	63,8	56,9	58,2	62,6	59,2
Lr2	63,5	59,5	55,1	63,6	61,8
Lr3	62,6	55,5	58,9	58,9	60,6
Lr4	59	57,3	58,4	59,8	58,6
Lr5	53,8	53,5	60,5	56,9	58
Lr6	59,4	57	59,7	59,4	59,1

Con los datos de las seis mediciones se procede hacer un promedio logarítmico para el cálculo del L_i haciendo uso de la siguiente formula.

$$L_i = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_j}{10}} \right) \text{ dB} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Tabla 9. Promedio logarítmico L_i

Frec [Hz]	100	125	160	200	250
L_i (dB)	61,4	57,0	58,8	60,8	59,7

Se realiza el mismo proceso con las seis mediciones de ruido de fondo desde 100 Hz hasta 3150 Hz.

Tabla 10: Promedio logarítmico ruido de fondo L_{rf}

Nivel ruido de fondo sala receptora					
Frec [Hz]	100	125	160	200	250
Rf1	28,4	29,8	21,9	22,6	21,1
Rf2	30,6	26,9	25,9	23,7	21,7
Rf3	28,2	24,4	24,7	23,4	20,8
Rf4	27,2	24,7	22,4	25,1	19,6
Rf5	31,5	30,1	32,3	29,9	26,3
Rf6	30,6	26,4	24,7	23,3	21,4
Lrf	29,7	27,6	27,0	25,5	22,4

Se ingresan los datos de tiempo de reverberación, desde 100 Hz hasta 3150 Hz y se realiza un promedio lineal de las seis mediciones por cada banda.

Tabla 11. Promedio lineal T_{60}

T60					
Frec [Hz]	100	125	160	200	250
T1	0,49	0,73	1,36	1,24	0,92
T2	0,83	0,81	1,27	1,5	0,96
T3	0,9	1,21	1,5	1,45	1,01
T4	0,69	0,96	1,25	1,26	1,08
T5	0,89	0,95	1,17	1,07	1,13
T6	1,35	0,96	0,99	1,18	0,93
Promedio	0,9	0,9	1,3	1,3	1,0

$$Promedio = 1/n \sum_{j=1}^n T_j$$

(Ecuación 11)

3.2.2. Calculo de Li corregido por ruido de fondo

Según la norma UNE-EN ISO 140-7, el nivel de ruido de fondo deberá ser de al menos 6 dB inferior al nivel combinado de la señal y el ruido de fondo. Si la diferencia de niveles es inferior a 10 dB pero superior a 6 dB, se calcula las correcciones al nivel de la señal de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$L_i = 10 \lg \left(10^{\frac{L_i}{10}} - 10^{\frac{R_f}{10}} \right) \text{ dB} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Tabla 12. Li corregido por medio del ruido de fondo

Frec [Hz]	100	125	160	200	250
Li (dB)	61,4	57,0	58,8	60,8	59,7
Rf (dB)	29,7	27,6	27,0	25,5	22,4
Li corregido	61,4	57,0	58,8	60,8	59,7

3.2.3. Calculo de nivel de ruido de impacto estandarizado, L'nt.

La norma UNE-EN ISO140-7, establece que: en el nivel de presión de ruido de impactos L_i reducido mediante un término de corrección, dado en decibelios, que es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el tiempo de reverberación medido en el recinto receptor y el tiempo de reverberación de referencia T_0 ; se expresa en decibelios:

$$L'_{nT} = L_i - 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB} \quad (\text{Ecuación 13})$$

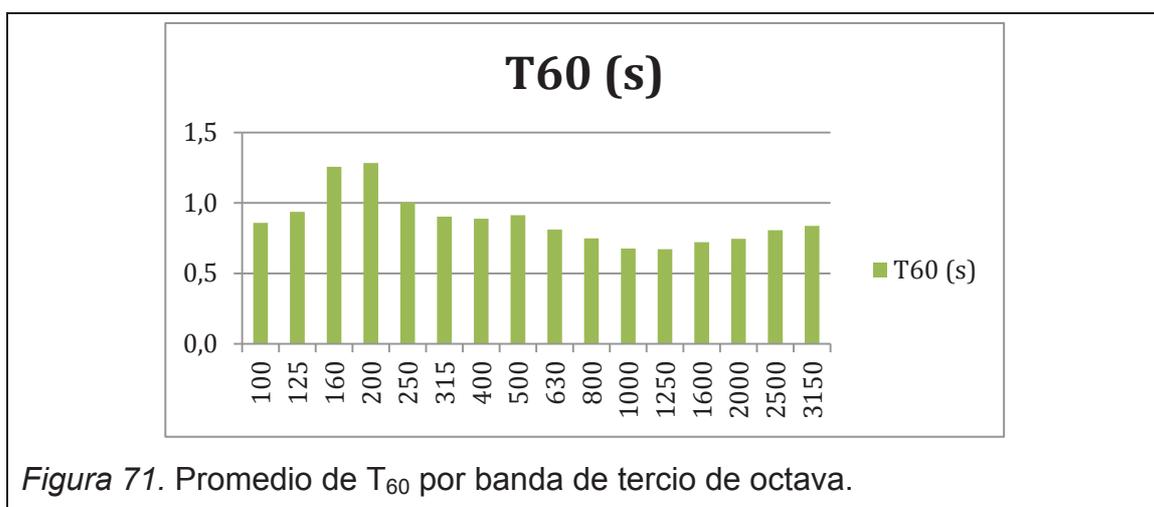
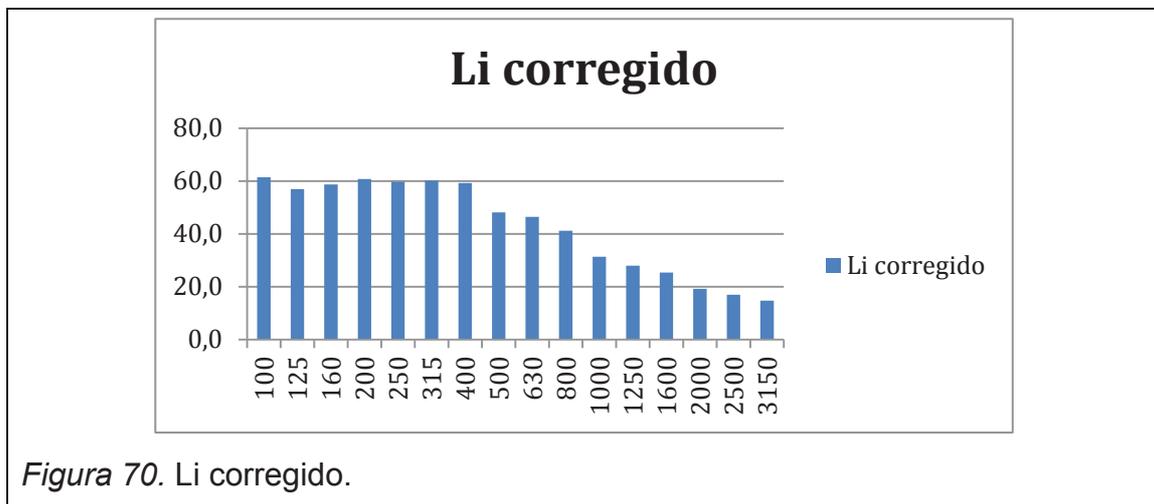
Dónde:

$T_0 = 0,5$ segundos

Tabla 13. Nivel de ruido de impacto estandarizado

Frec [Hz]	100	125	160	200	250
Li (dB)	61,4	57,0	58,8	60,8	59,7
Rf (dB)	29,7	27,6	27,0	25,5	22,4
Li corregido	61,4	57,0	58,8	60,8	59,7
T60 (s)	0,9	0,9	1,3	1,3	1,0
L'nt (dB)	59,1	54,3	54,8	56,7	56,7

En los siguientes gráficos se muestran los valores calculados de L_i corregido, tiempo de reverberación y L'_{nT} por cada banda de tercio de octava desde 100 Hz y 3150 Hz.



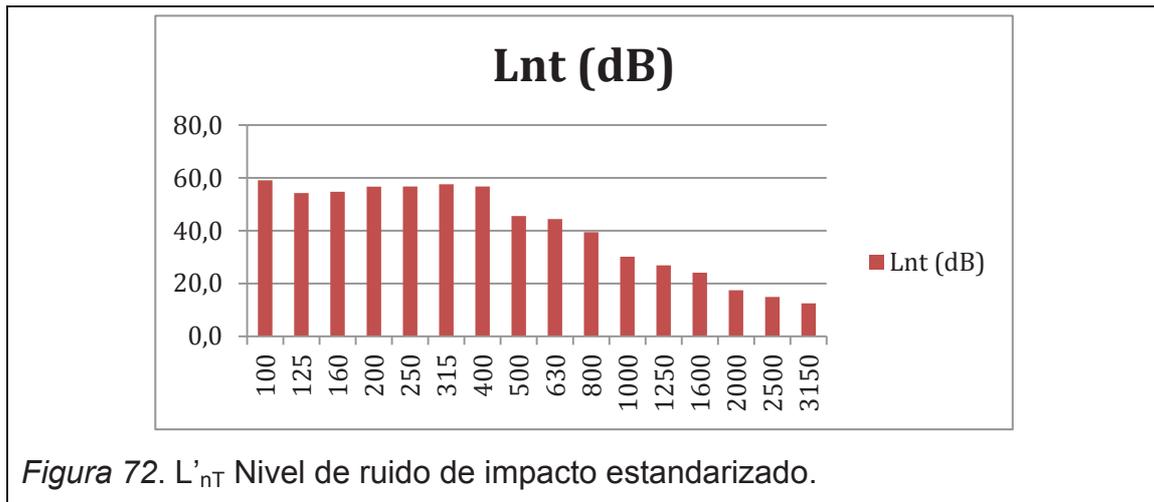


Figura 72. L_{nt} Nivel de ruido de impacto estandarizado.

3.2.4. Cálculo de L_{nt,w}

El cálculo del L_{nt,w} se obtiene mediante el uso de la norma UNE-EN ISO 717-2, con la cual se calcula una magnitud global para el aislamiento de ruido de impacto, la siguiente tabla proporciona una serie de valores de referencia usados para comparar con los resultados de la medición.

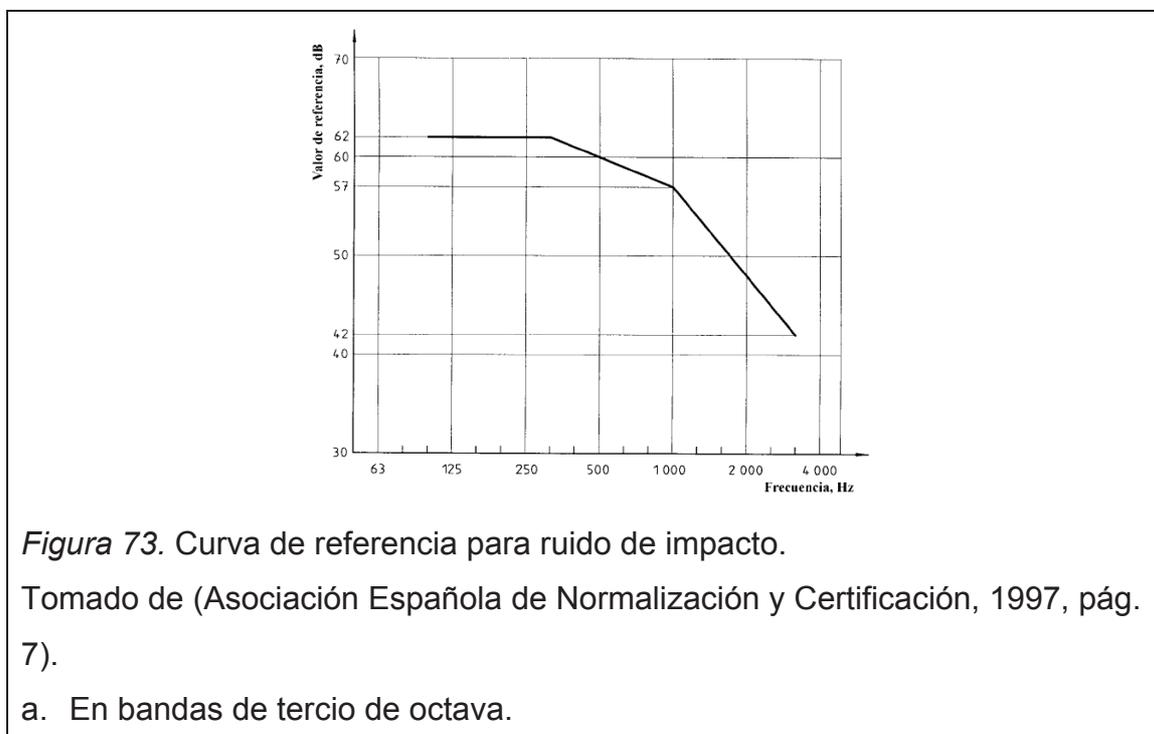


Figura 73. Curva de referencia para ruido de impacto.

Tomado de (Asociación Española de Normalización y Certificación, 1997, pág. 7).

a. En bandas de tercio de octava.

Tabla 14. Valores de referencia para ruido de impacto

Frecuencia Hz	Valores de referencia, dB	
	Bandas de tercio de octava	Bandas de octava
100	62	
125	62	67
160	62	
200	62	
250	62	67
315	62	
400	61	
500	60	65
630	59	
800	58	
1 000	57	62
1 250	54	
1 600	51	
2 000	48	49
2 500	45	
3 150	42	

Tomado de Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008, pág. 8.

3.2.5. Procedimiento para el cálculo de $L'_{nT,W}$ de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 717-2

Primeramente se ingresa los datos de la curva de referencia antes mencionada.

Tabla 15: Curva de referencia

Frec (Hz)	100	125	160	200	250
Curva	2	2	2	2	2

A cada valor de la curva se le resta el valor final $L'_{nT,W}$ obteniendo el valor que se muestra en la fila ISO 717.

Tabla 16: Resta entre el valor $L'_{nT,W}$ y la curva de referencia

Frec (Hz)	100	125	160	200	250
Curva	2	2	2	2	2
ISO-717	53	53	53	53	53

Se desplaza la curva de referencia en saltos de 1 dB, hacia la curva medida, hasta que la suma de las desviaciones desfavorables sea lo mayor posible pero no mayor a 32 dB.

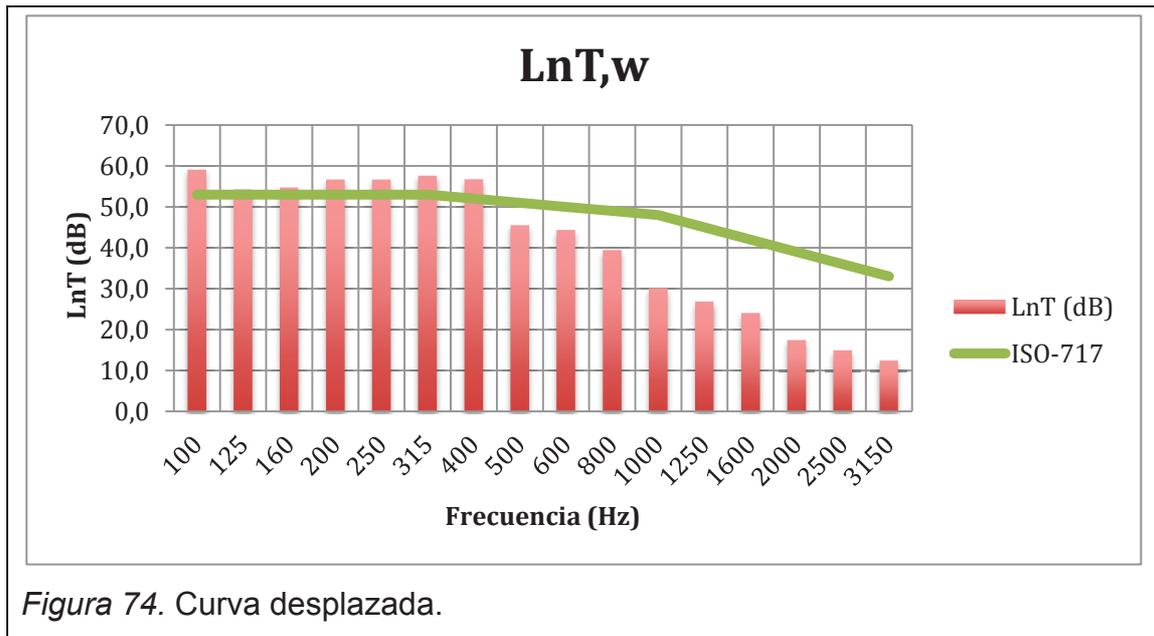
Tabla 17: Desviaciones desfavorables

Frec (Hz)	100	125	160	200	250
Desviaciones	-6,1	-1,3	-1,8	-3,7	-3,7
Desviaciones	-6,09	-1,26	-1,75	-3,69	-3,71

El valor en decibelios, de la curva de referencia a 500 Hz, después del desplazamiento es el valor $L'_{nT,W}$.

Tabla 18: $L'_{nT,W}$ valor global final

$L'_{nT,w}$	51
Des. Desfavorable	26
Cumple	SI



3.2.6. Corrección espectral

Los resultados de la medición de L'_{nT} en bandas de tercio de octava en el rango de frecuencia de 100 Hz a 3150 Hz, se suman según la regla energética para obtener $L'_{nT, sum}$. El término de adaptación espectral C_I , se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$C_I = L'_{nT, sum} - 15 - L'_{nT, W} \text{ dB} \quad (\text{Ecuación 14})$$

Dónde:

$L'_{nT, sum}$ es igual a la suma logarítmica de los valores del L'_{nT}

$$L_{sum} = 10 \lg \sum_{i=1}^k 10^{\frac{L_i}{10}} \text{ dB} \quad (\text{Ecuación 15})$$

Tabla 19. Corrección espectral

Corrección espectral	
C	-1

3.2.7. Informe de la medición

El informe de la medición se basa en el anexo D de la norma UNE-EN ISO 140-7.

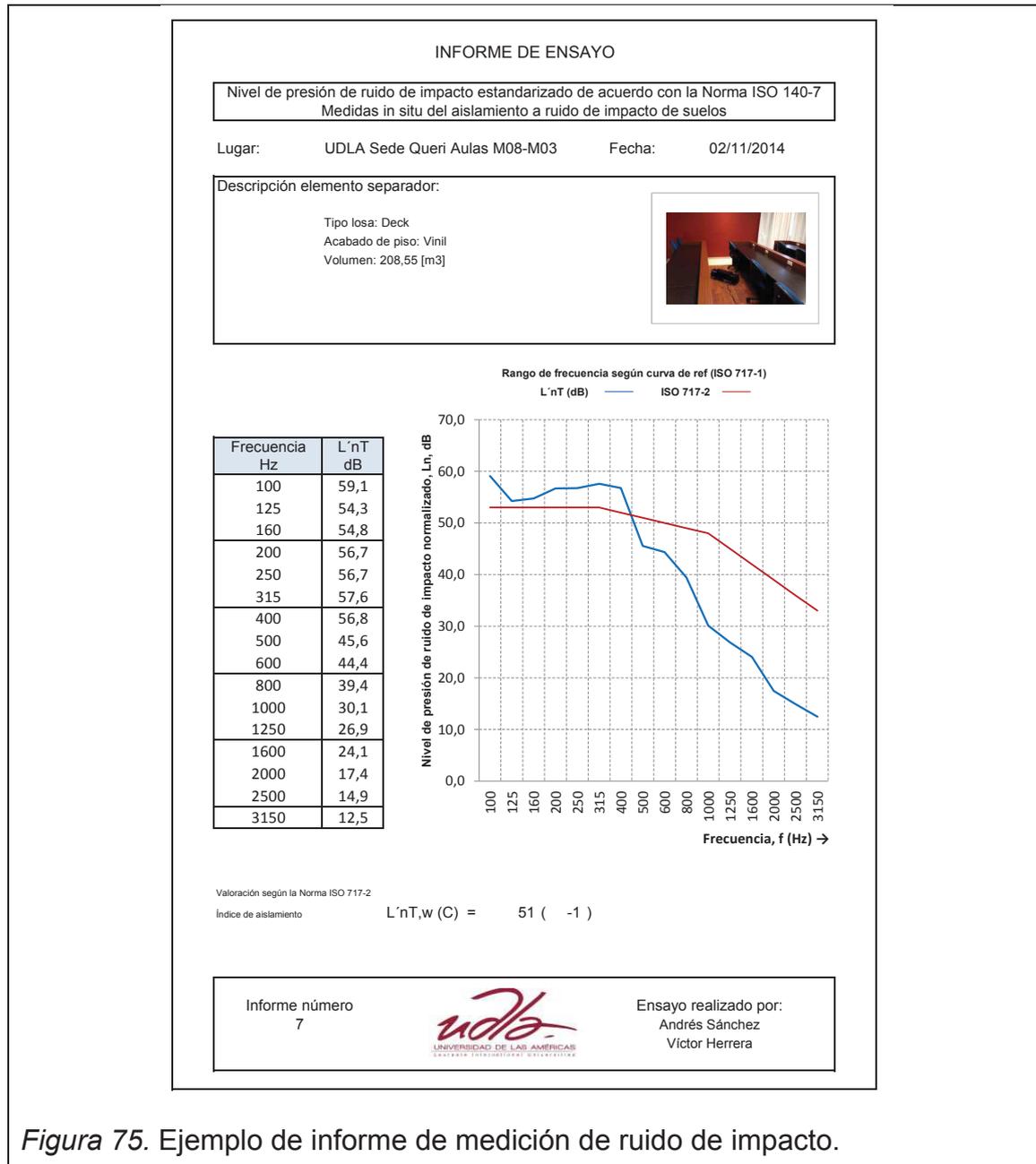


Figura 75. Ejemplo de informe de medición de ruido de impacto.

3.3. Resultados

En los ensayos, no se realizan las mediciones tomando como receptor al recinto protegido, sino que se estudia la partición sin importar el recinto emisor ni receptor, los ensayos se realizaron entre dos recintos contiguos que comparten un techo, siguiendo la norma UNE-EN ISO 140-7.

3.3.1. Deck-baldosa

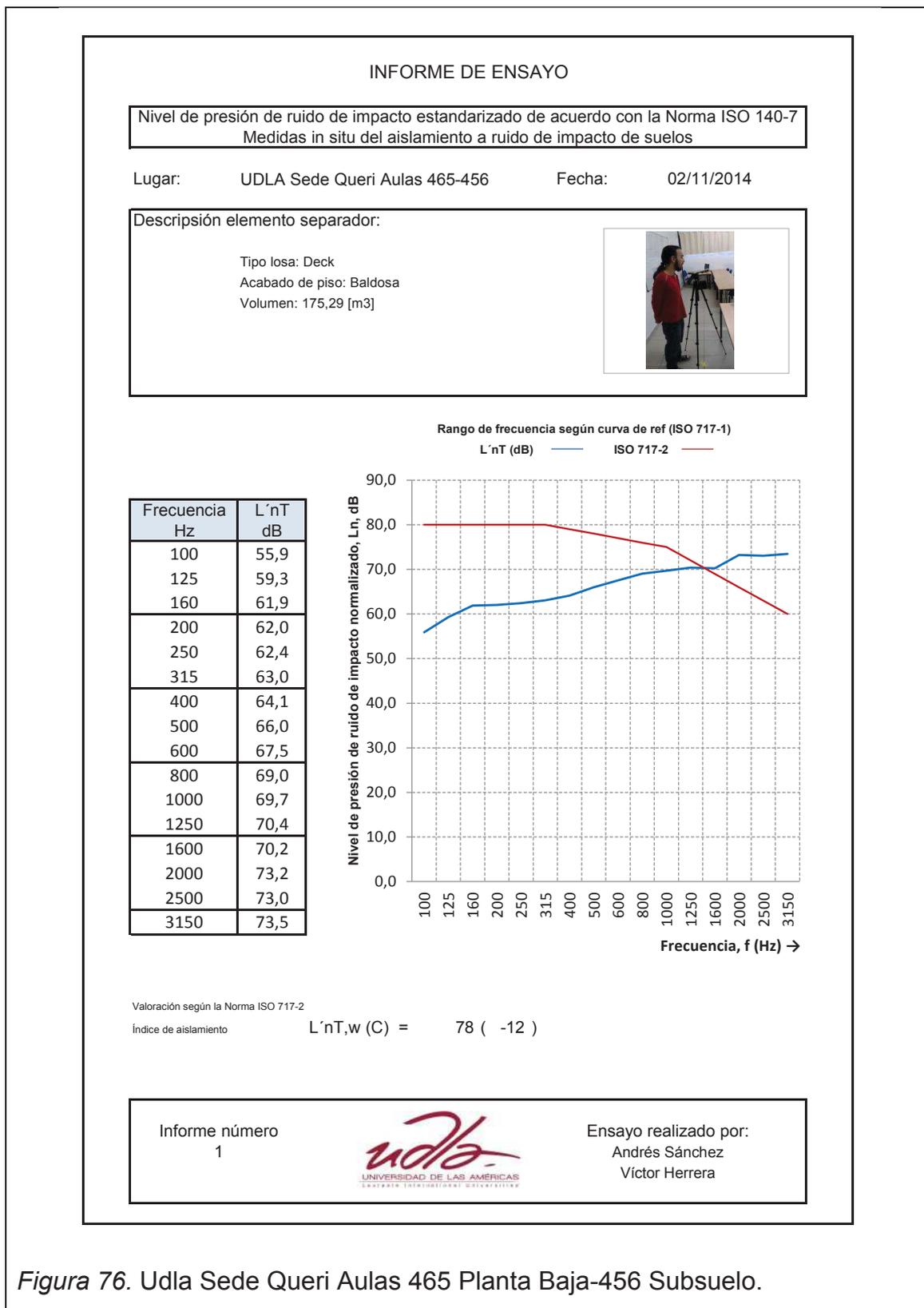


Figura 76. UdlA Sede Queri Aulas 465 Planta Baja-456 Subsuelo.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Queri Aulas 477-465

Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

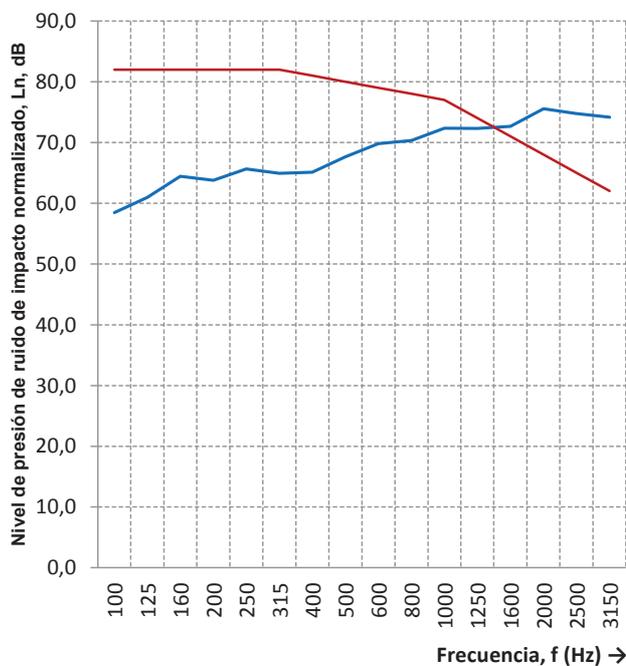
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Baldosa
Volumen: 168,33 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2 —

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	58,4
125	60,9
160	64,4
200	63,8
250	65,6
315	64,9
400	65,1
500	67,6
600	69,8
800	70,3
1000	72,4
1250	72,3
1600	72,6
2000	75,6
2500	74,8
3150	74,1



Valoración según la Norma ISO 717-2

Índice de aislamiento

$L'nT,w (C) = 80 (-12)$

Informe número
2



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 77. UdlA Sede Queri Aulas 477 Piso 1-465 Planta Baja.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Queri Aulas 486-M09

Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

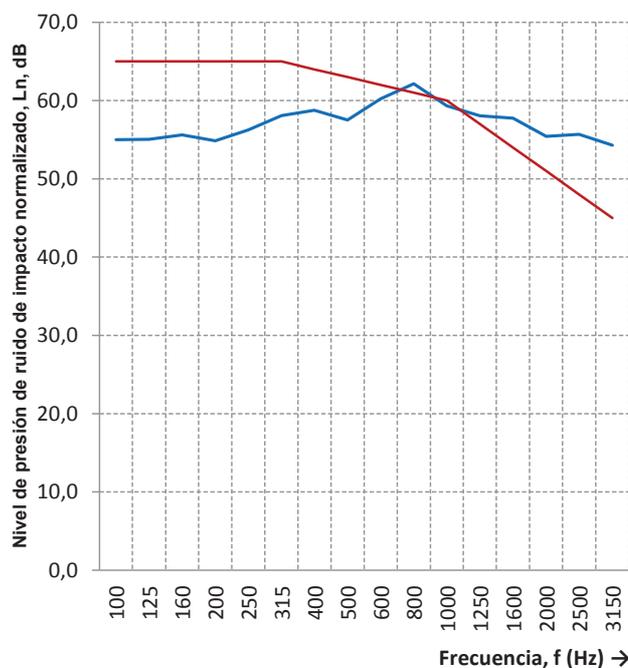
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Baldosa
Volumen: 190,63 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	55,0
125	55,0
160	55,6
200	54,9
250	56,3
315	58,1
400	58,7
500	57,5
600	60,2
800	62,1
1000	59,3
1250	58,0
1600	57,8
2000	55,4
2500	55,7
3150	54,3



Valoración según la Norma ISO 717-2

Índice de aislamiento

$L'nT,w (C) = 63 (-8)$

Informe número
3



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 78. UdlA Sede Queri Aulas 486 Piso 3-M09 Piso 2.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Queri Aulas 478-466

Fecha: 10/1/15

Descripción elemento separador:

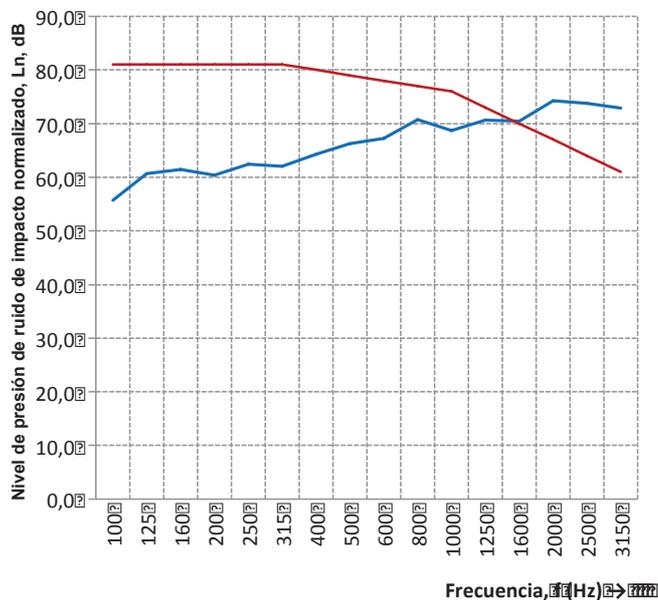
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Baldosa
Volumen: 175,58 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	55,7
125	60,7
160	61,4
200	60,4
250	62,4
315	62,1
400	64,3
500	66,2
600	67,2
800	70,7
1000	68,7
1250	70,6
1600	70,4
2000	74,3
2500	73,7
3150	72,9



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento

$L'nT,w (C) = 79 (-13)$

Informe número
23



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 79. UdlA Sede Queri Aulas 478 Piso 1-466 Planta Baja.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Queri Aulas 476-464

Fecha: 10/1/15

Descripción elemento separador:

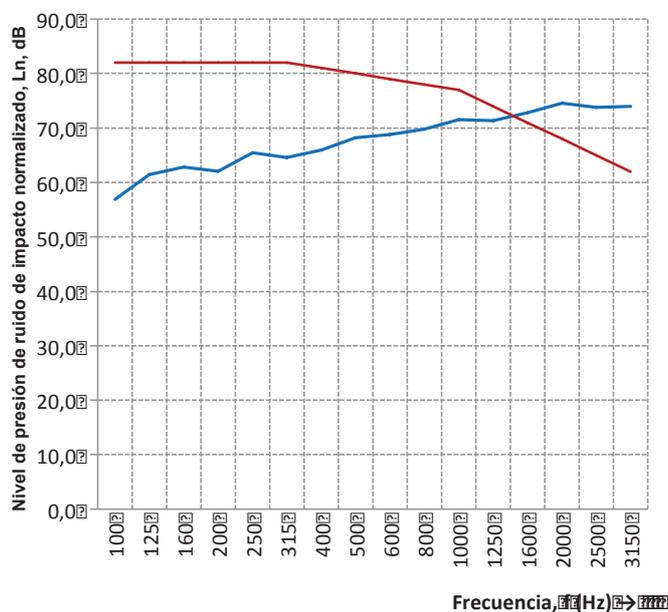
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Baldosa
Volumen: 177,14 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	56,9
125	61,5
160	62,8
200	62,0
250	65,5
315	64,6
400	66,0
500	68,2
600	68,8
800	69,8
1000	71,5
1250	71,4
1600	72,8
2000	74,5
2500	73,8
3150	73,9



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento

$L'nT,w (C) = 80 (-13)$

Informe número
22



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 80. UdlA Sede Queri Aulas 476 Piso 1-464 Planta Baja.

3.3.2. Deck-piso flotante

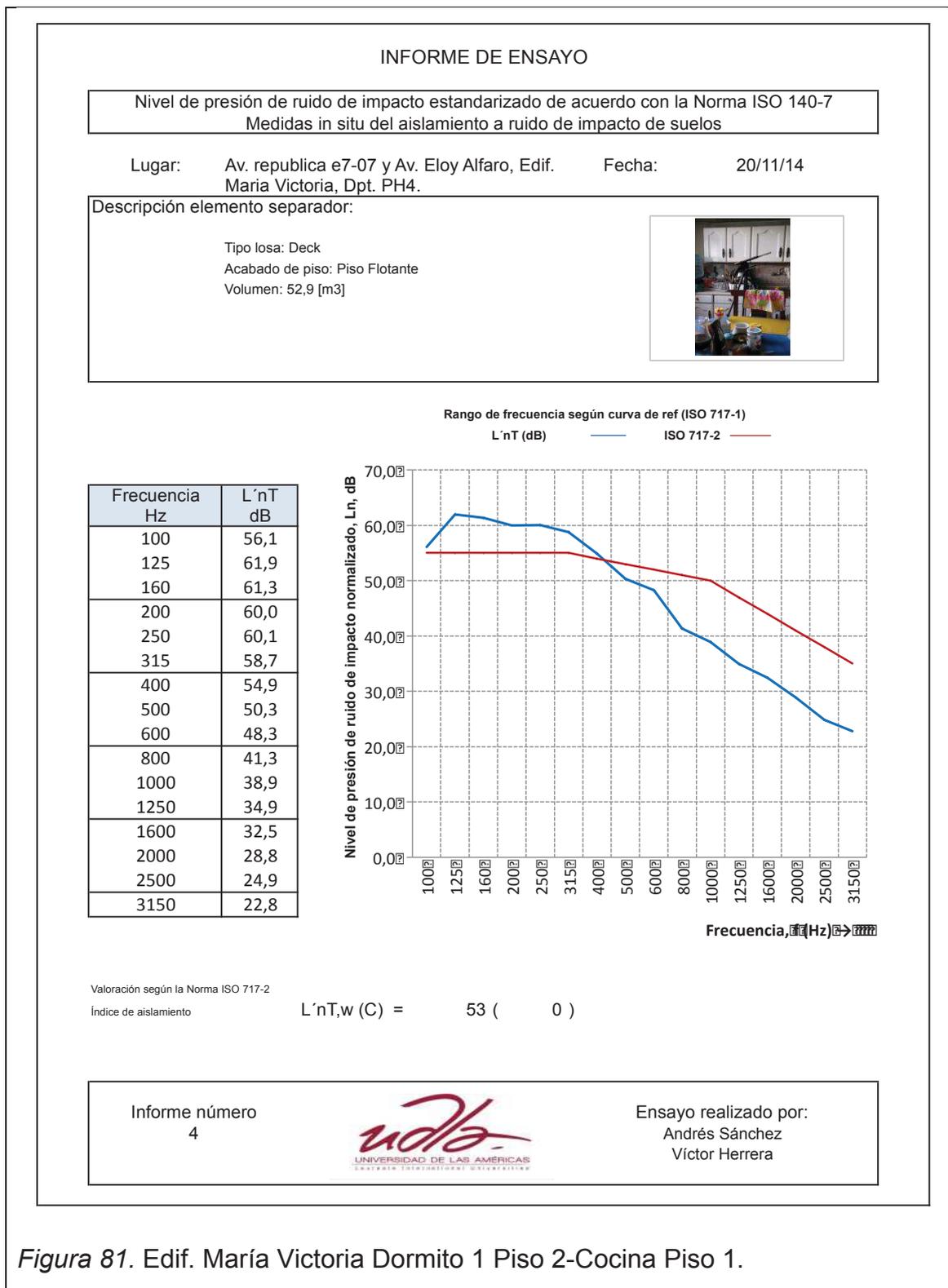


Figura 81. Edif. María Victoria Dormito 1 Piso 2-Cocina Piso 1.

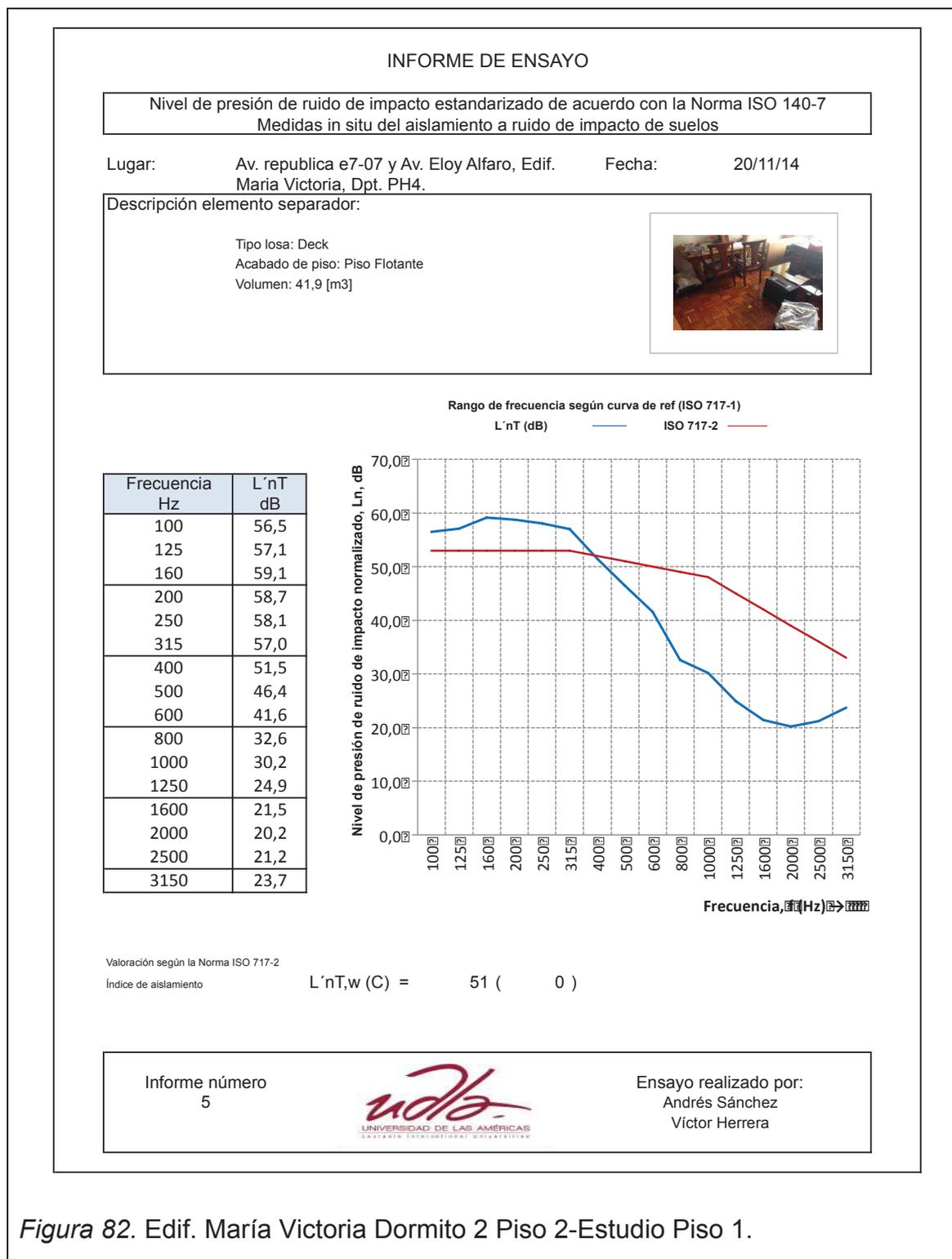


Figura 82. Edif. María Victoria Dormito 2 Piso 2-Estudio Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Av. republica e7-07 y Av. Eloy Alfaro, Fecha: 24/1/15
Edif. Maria Victoria, Dpt. PH4.

Descripción elemento separador:

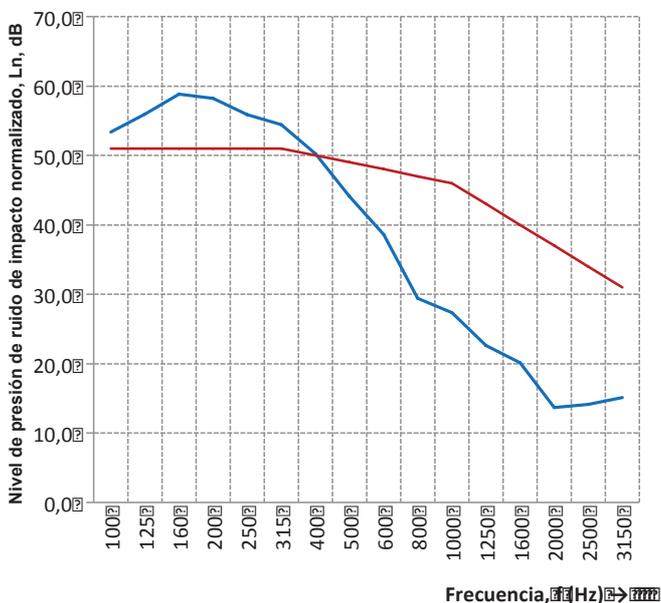
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Piso Flotante
Volumen: 117,05 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	53,4
125	56,0
160	58,8
200	58,2
250	55,9
315	54,4
400	50,3
500	44,1
600	38,6
800	29,4
1000	27,4
1250	22,6
1600	20,1
2000	13,7
2500	14,1
3150	15,1



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas insitu obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'_{nT,w}(C) = 49 (1)$

Informe número
6



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 83. Edif. María Victoria Sala Piso 2-Sala Piso 1.

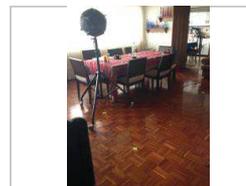
INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Av. republica e7-07 y Av. Eloy Alfaro, Fecha: 24/1/15
Edif. María Victoria, Dpt. PH4.

Descripción elemento separador:

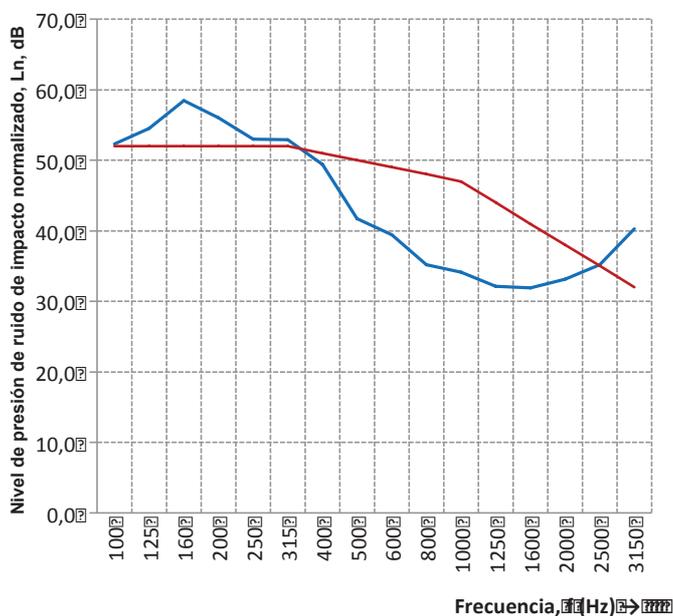
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Piso Flotante
Volumen: 117,05 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	52,3
125	54,5
160	58,5
200	56,0
250	53,0
315	52,9
400	49,4
500	41,7
600	39,4
800	35,2
1000	34,1
1250	32,2
1600	31,9
2000	33,1
2500	35,2
3150	40,3



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas insitu obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'nT,w (C) = 50 (-2)$

Informe número
24



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 84. Edif. María Victoria Dormitorio 3 Piso 2-Sala Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

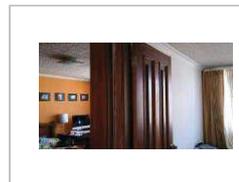
Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Av. republica e7-07 y Av. Eloy Alfaro,
Edif. María Victoria, Dpt. PH4.

Fecha: 24/1/15

Descripción elemento separador:

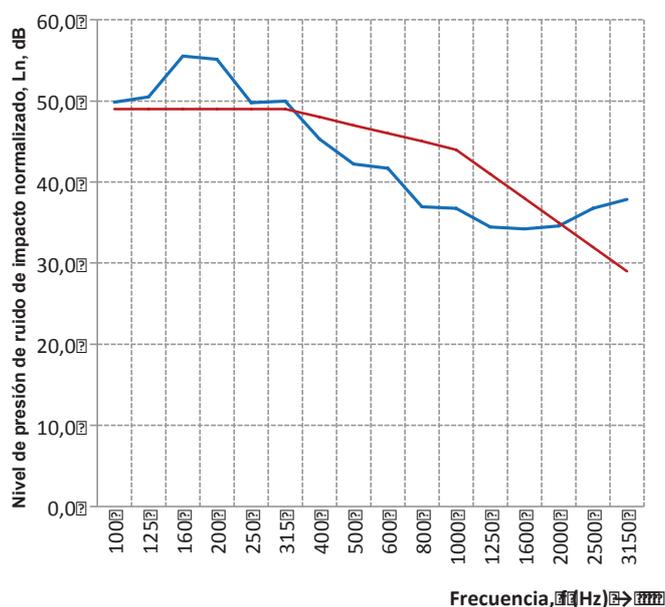
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Piso Flotante
Volumen: 117,05 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	49,8
125	50,5
160	55,5
200	55,1
250	49,8
315	50,0
400	45,3
500	42,2
600	41,7
800	36,9
1000	36,8
1250	34,5
1600	34,2
2000	34,6
2500	36,7
3150	37,9



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento

$L'_{nT,w}(C) = 47 (-1)$

Informe número
25



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 85. Edif. María Victoria Cuarto de Invitados Piso 2-Sala Piso 1.

3.3.3. Deck-vinil

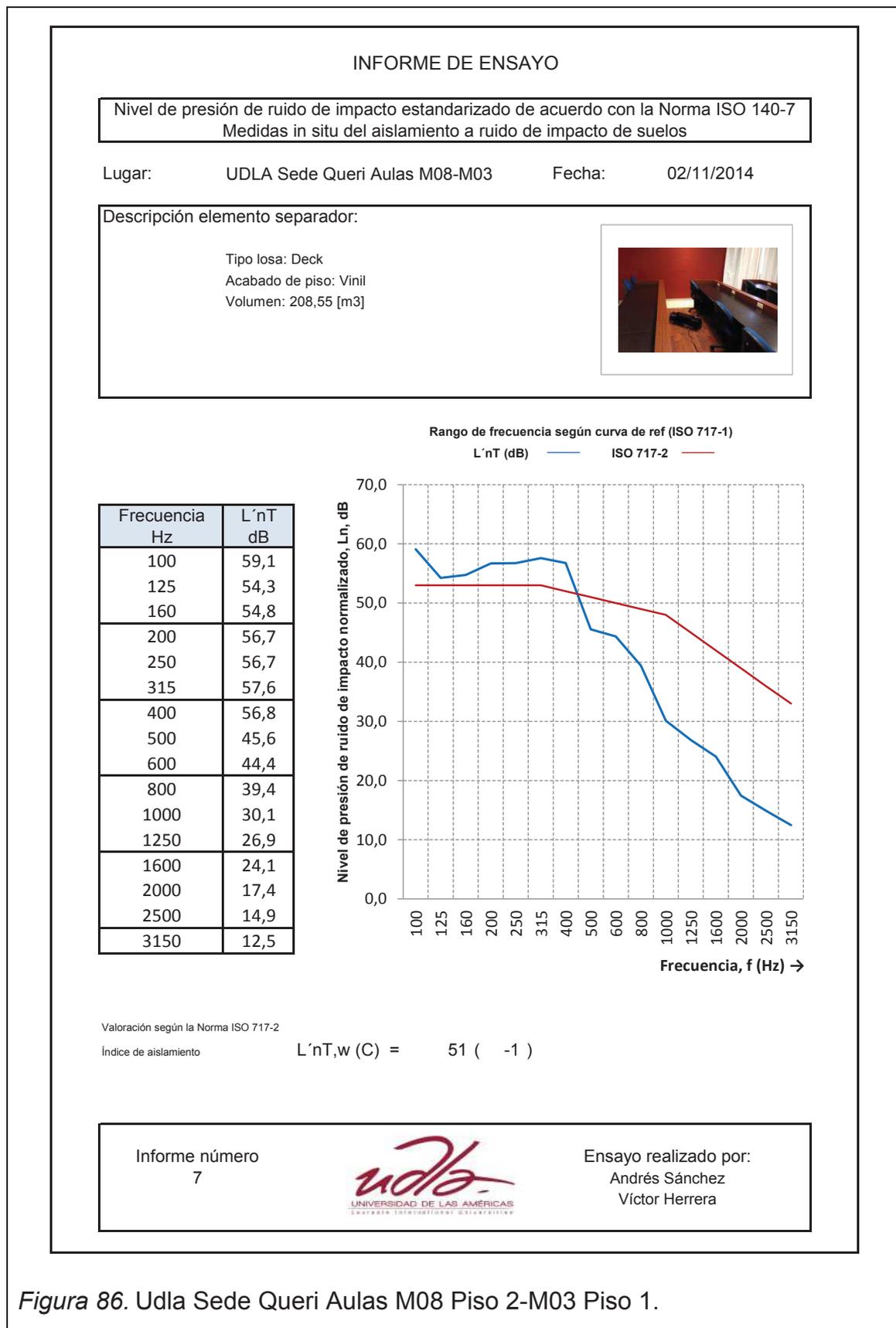


Figura 86. UdlA Sede Queri Aulas M08 Piso 2-M03 Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Queri Aulas M09-M04

Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

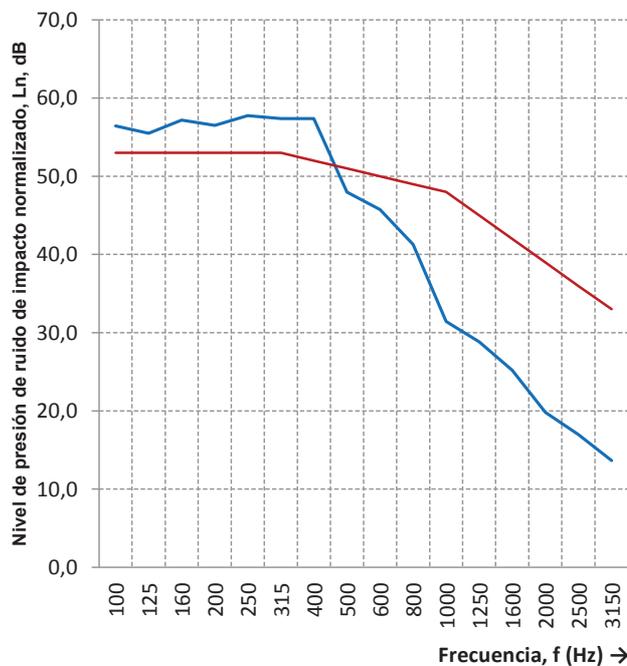
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Vinil
Volumen: 208,55 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2 —

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	56,4
125	55,5
160	57,2
200	56,5
250	57,8
315	57,4
400	57,4
500	48,0
600	45,8
800	41,3
1000	31,4
1250	28,9
1600	25,2
2000	19,8
2500	17,0
3150	13,7



Valoración según la Norma ISO 717-2

Índice de aislamiento

$L'nT,w (C) = 51 (0)$

Informe número
8



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 87. UdlA Sede Queri Aulas M09 Piso 2-M04 Piso 1.

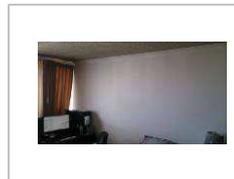
INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Av. republica e7-07 y Av. Eloy Alfaro, Fecha: 24/1/15
Edif. Maria Victoria, Dpt. PH3.

Descripción elemento separador:

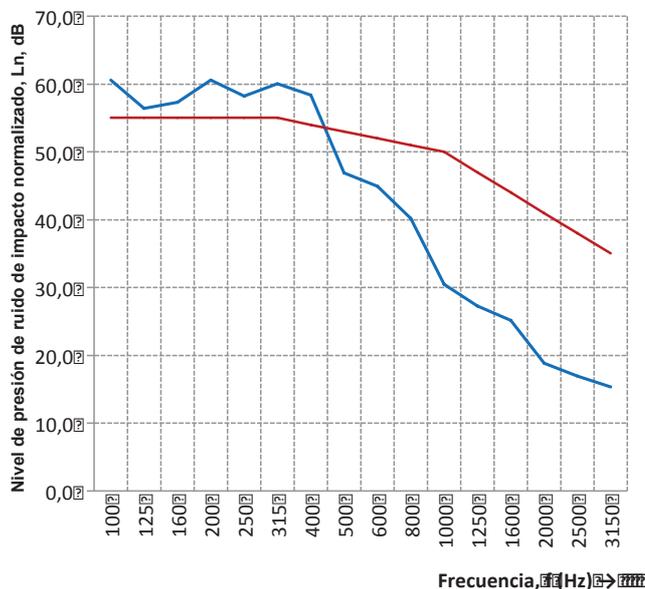
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Vinil
Volumen: 44,5 [m³]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) ——— ISO 717-2 ———

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	60,6
125	56,4
160	57,3
200	60,6
250	58,2
315	60,1
400	58,4
500	46,9
600	44,9
800	40,2
1000	30,5
1250	27,3
1600	25,2
2000	18,9
2500	16,9
3150	15,3



Valoración según la Norma ISO 717-2

Índice de aislamiento

$L'nT,w(C) = 53 (0)$

Informe número
26



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 88. Edif. María Victoria Dormitorio Piso 2-Estudio Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Queri Aulas M10-M05 Fecha: 25/1/15

Descripción elemento separador:

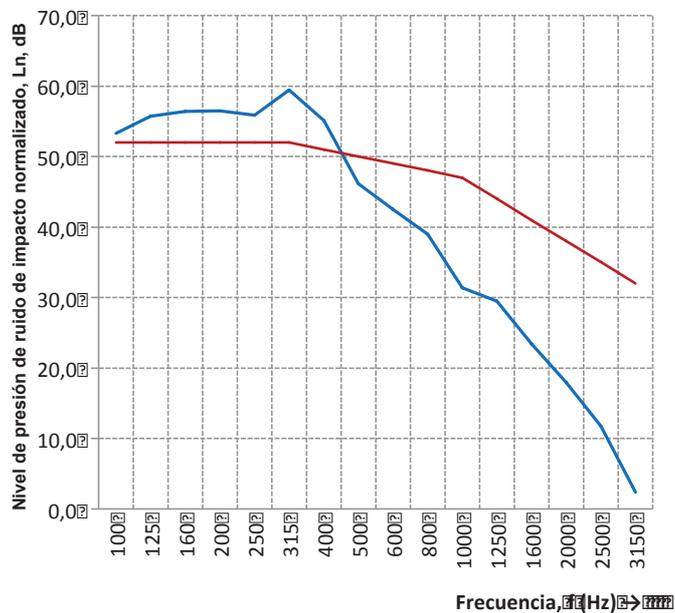
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Vinil
Volumen: 206,45 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	53,3
125	55,7
160	56,4
200	56,5
250	55,8
315	59,4
400	55,1
500	46,1
600	42,5
800	39,0
1000	31,4
1250	29,5
1600	23,4
2000	17,9
2500	11,7
3150	2,4



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas insitu obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'nT,w(C) = 50 (0)$

Informe número
27



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 89. UdlA Sede Queri Aulas M10 Piso 2-M05 Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Queri Aulas M11-M06

Fecha: 25/1/15

Descripción elemento separador:

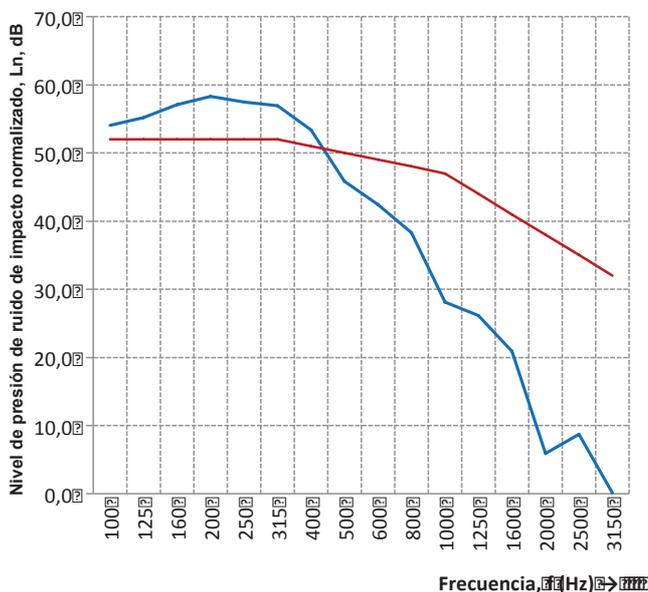
Tipo losa: Deck
Acabado de piso: Vinil
Volumen: 207,43 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	54,1
125	55,2
160	57,1
200	58,3
250	57,5
315	56,9
400	53,3
500	45,8
600	42,4
800	38,3
1000	28,1
1250	26,1
1600	20,9
2000	5,9
2500	8,7
3150	0,1



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas insitu obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'nT,w (C) = 50 (0)$

Informe número
28



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 90. Udla Sede Queri Aulas M11 Piso 2-M06 Piso 1.

3.3.4. Nervada-alfombra

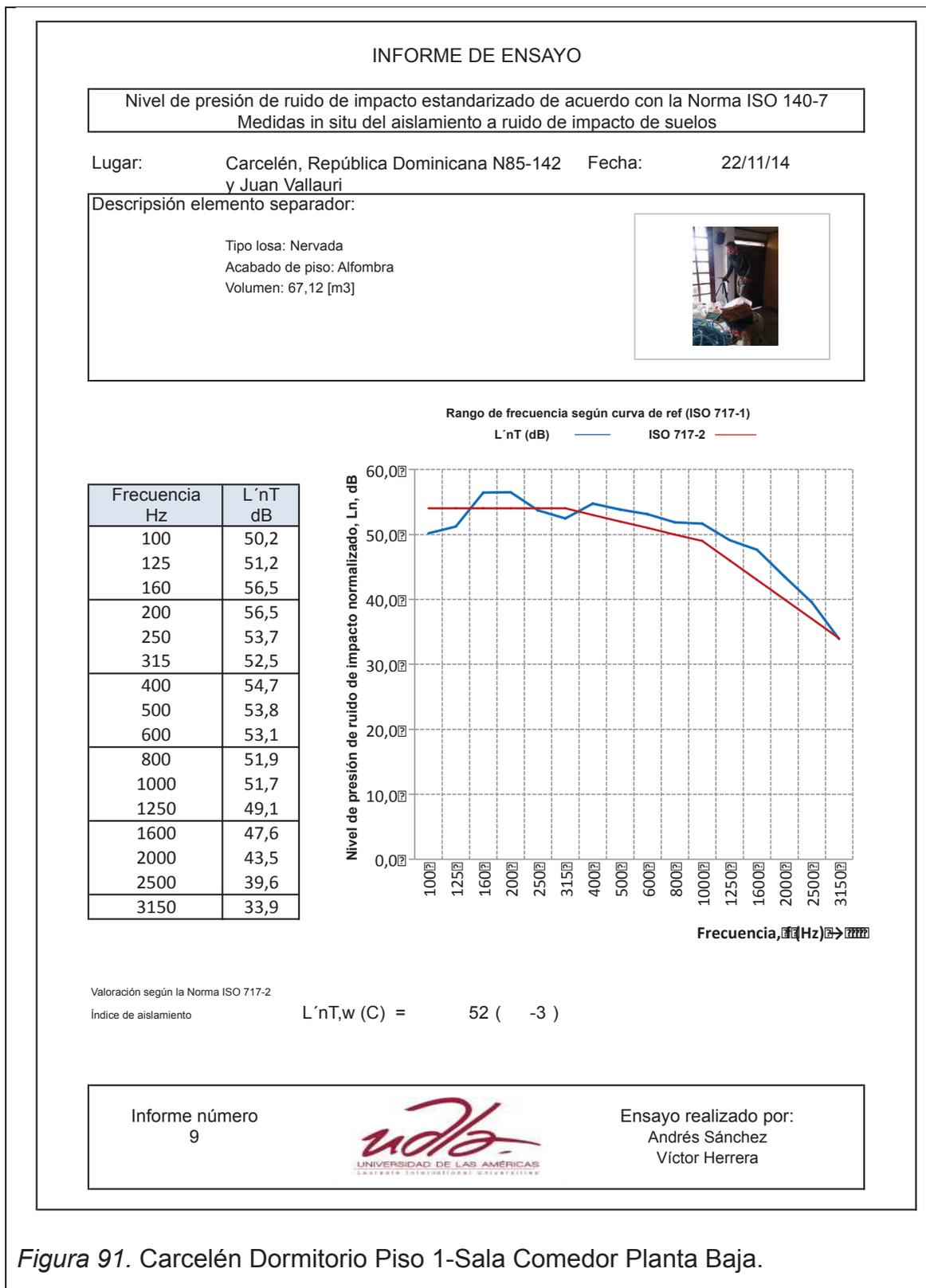


Figura 91. Carcelén Dormitorio Piso 1-Sala Comedor Planta Baja.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Carcelén, Rafael Carvajal y Ramón de la Barrera, Conjunto Verona, Casa 3 Fecha: 25/1/15

Descripción elemento separador:

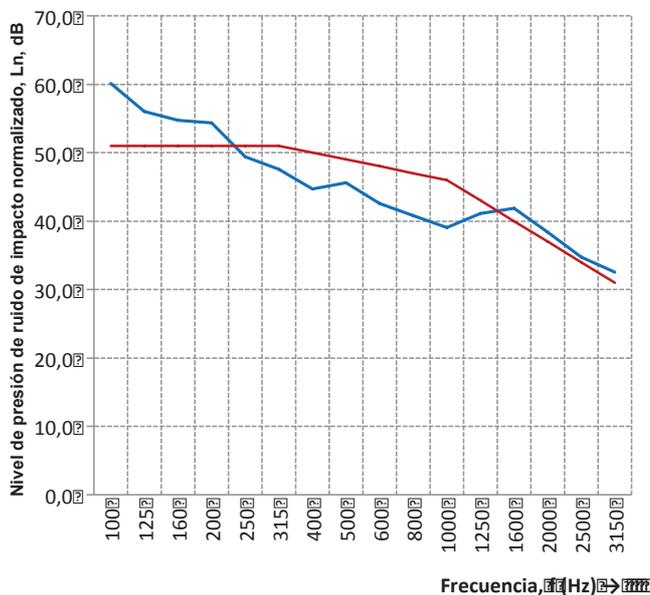
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Alfombra
Volumen: 24,18 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	60,1
125	56,0
160	54,7
200	54,4
250	49,4
315	47,6
400	44,7
500	45,6
600	42,5
800	40,8
1000	39,1
1250	41,1
1600	41,9
2000	38,4
2500	34,7
3150	32,5



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'_{nT,w}(C) = 49 (0)$

Informe número
34



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 92. Conjunto Verona Casa 3 Dormitorio 1 Piso 2-Sala Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Carcelén, Rafael Carvajal y Ramón de la Barrera, Conjunto Verona, Casa 3 Fecha: 25/1/15

Descripción elemento separador:

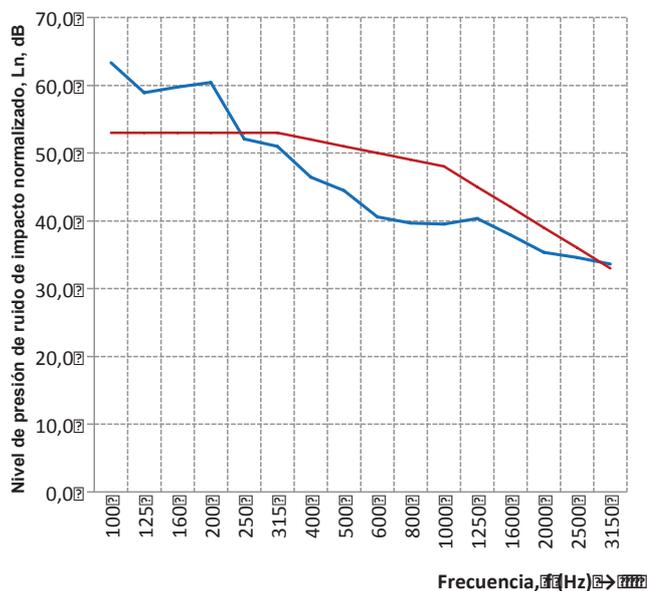
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Alfombra
Volumen: 24,41 [m³]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2 —

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	63,3
125	58,9
160	59,7
200	60,4
250	52,1
315	51,0
400	46,4
500	44,5
600	40,6
800	39,6
1000	39,5
1250	40,4
1600	37,9
2000	35,4
2500	34,6
3150	33,6



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'_{nT,w}(C) = 51 (1)$

Informe número
35



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 93. Conjunto Verona Casa 3 Dormitorio 1 Piso 2-Dormitorio 2 Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Carcelén, Rafael Carvajal y Ramón de la Barrera, Conjunto Verona, Casa 3 Fecha: 25/1/15

Descripción elemento separador:

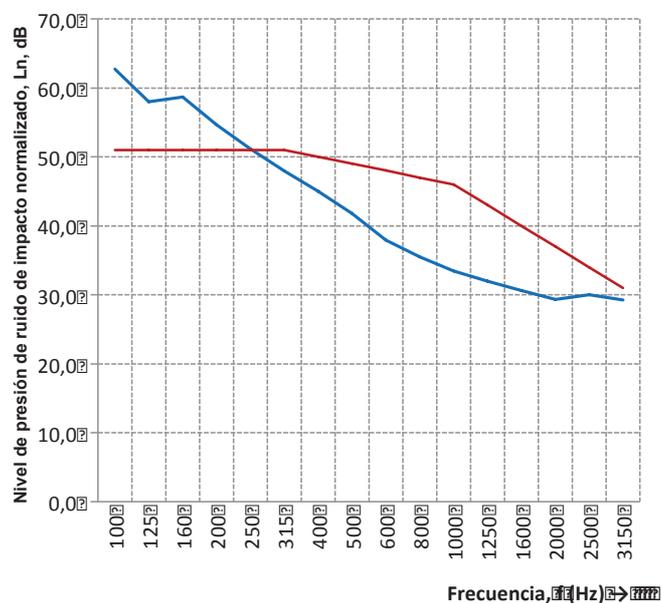
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Alfombra
Volumen: 23,08 [m³]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2 —

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	62,7
125	58,0
160	58,7
200	54,6
250	51,2
315	48,0
400	45,0
500	41,8
600	37,9
800	35,5
1000	33,4
1250	32,0
1600	30,7
2000	29,3
2500	30,0
3150	29,2



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'nT,w (C) = 49 (2)$

Informe número
32



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 94. Conjunto Verona Casa 3 Estudio Piso 2-Sala Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Carcelén, Rafael Carvajal y Ramón de la Barrera, Conjunto Verona, Casa 3 Fecha: 25/1/15

Descripción elemento separador:

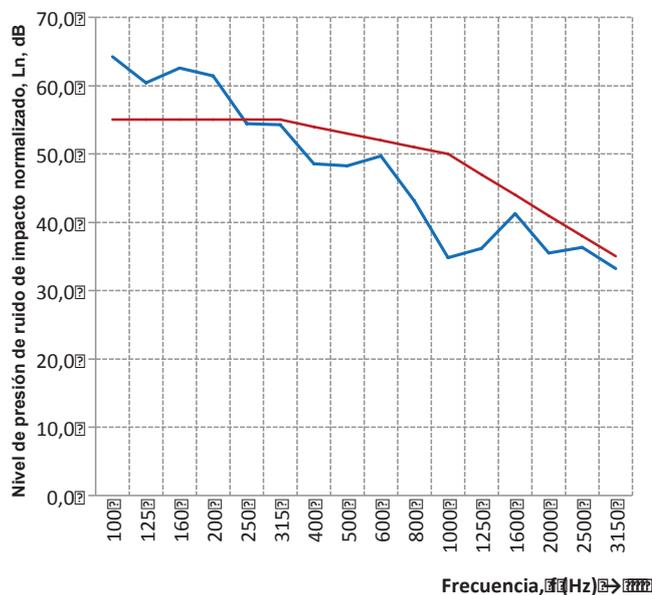
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Alfombra
Volumen: 30,15 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	64,2
125	60,4
160	62,6
200	61,4
250	54,4
315	54,3
400	48,6
500	48,2
600	49,7
800	43,1
1000	34,8
1250	36,2
1600	41,2
2000	35,5
2500	36,3
3150	33,2



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'nT,w(C) = 53 (1)$

Informe número
33



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 95. Conjunto Verona Casa 3 Sala Piso 1-Cocina Planta Baja.

3.3.5. Nervada-baldosa

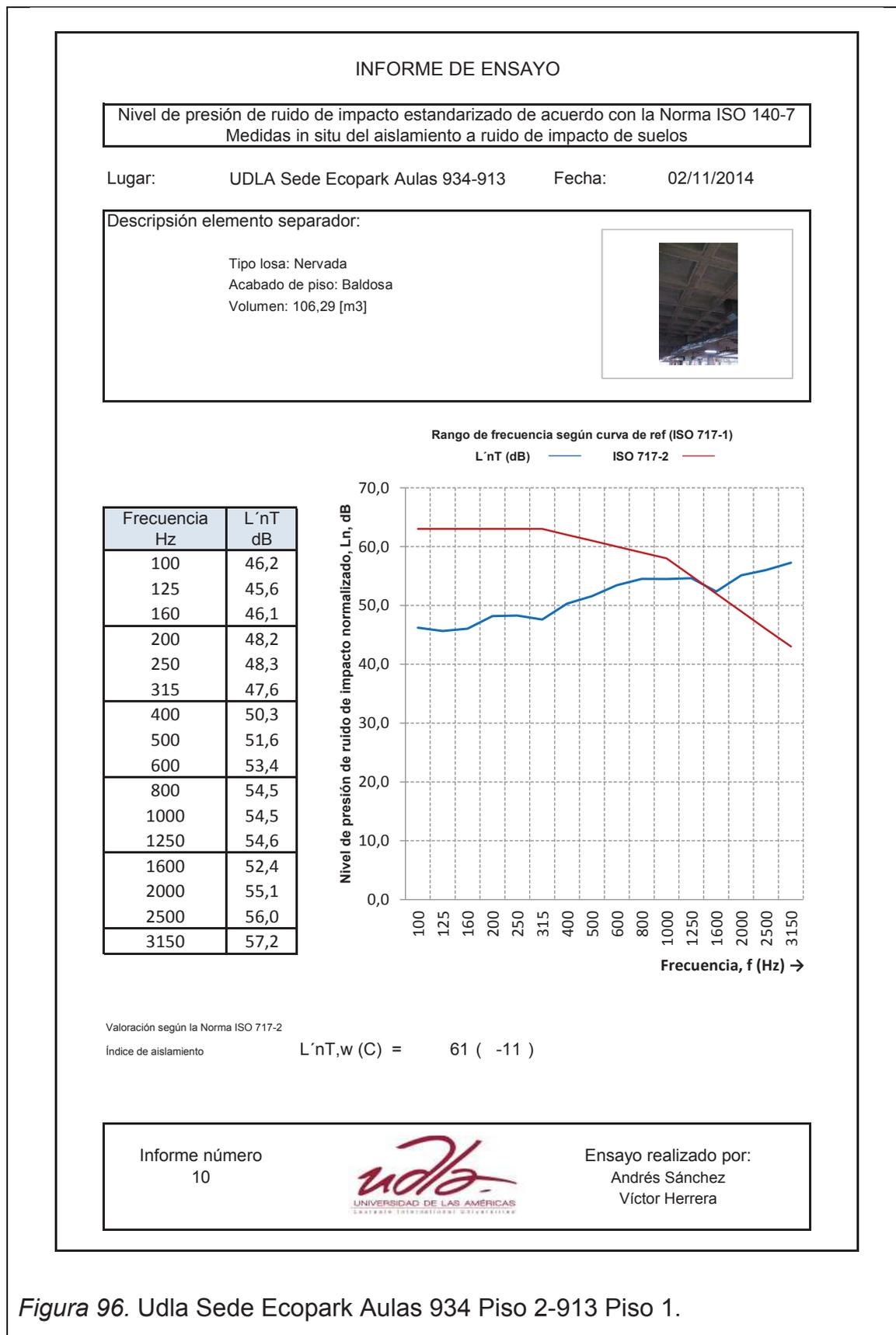


Figura 96. UdlA Sede Ecopark Aulas 934 Piso 2-913 Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Ecopark Aulas 935-914 Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

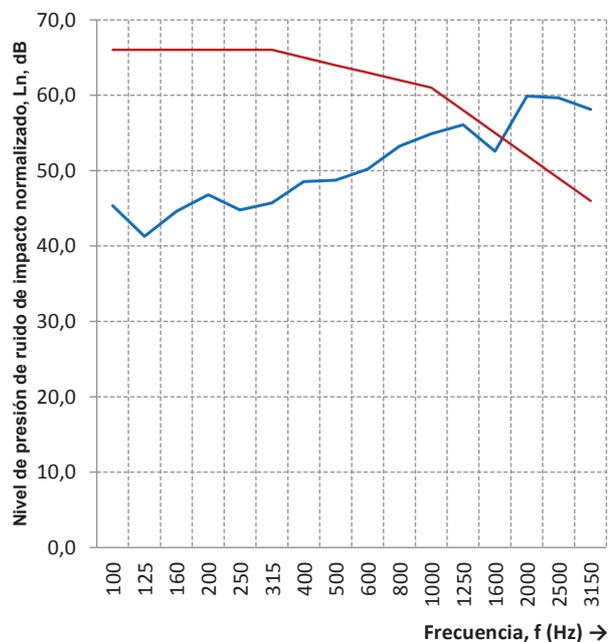
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Baldosa
Volumen: 118,24 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2 —

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	45,3
125	41,3
160	44,6
200	46,8
250	44,8
315	45,7
400	48,5
500	48,7
600	50,2
800	53,2
1000	54,9
1250	56,1
1600	52,6
2000	59,9
2500	59,7
3150	58,1



Valoración según la Norma ISO 717-2

Índice de aislamiento $L'nT,w (C) = 64 (-13)$

Informe número
11



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 97. UdlA Sede Ecopark Aulas 935 Piso 2-914 Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Ecopark Aulas 936-912 Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

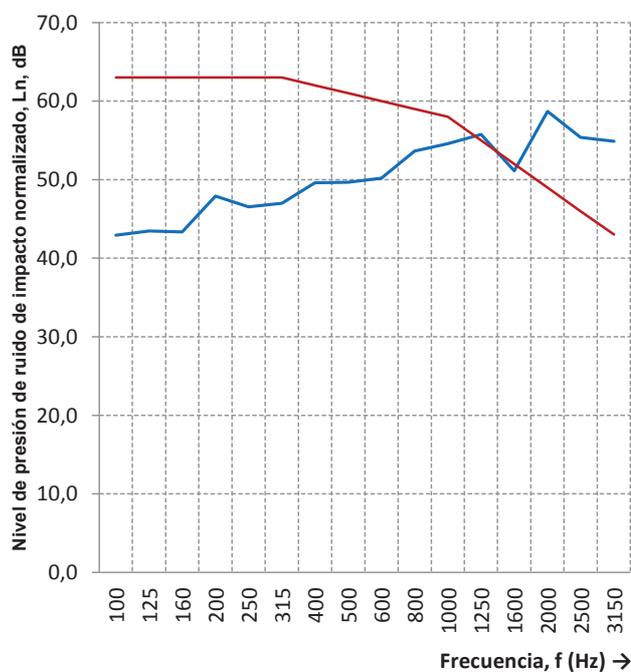
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Baldosa
Volumen: 113,14 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2 —

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	42,9
125	43,4
160	43,4
200	47,9
250	46,5
315	47,0
400	49,6
500	49,7
600	50,2
800	53,7
1000	54,6
1250	55,7
1600	51,1
2000	58,7
2500	55,4
3150	54,9



Valoración según la Norma ISO 717-2

Índice de aislamiento

$$L'nT,w (C) = 61 (-11)$$

Informe número
12



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 98. UdlA Sede Ecopark Aulas 936 Piso 2-912 Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Ecopark Aulas 937-911 Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

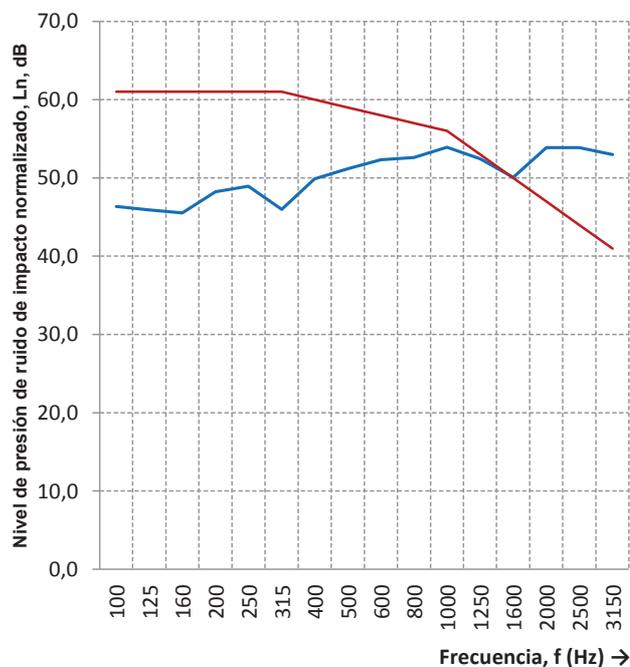
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Baldosa
Volumen: 102,29 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2 —

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	46,4
125	45,9
160	45,5
200	48,2
250	49,0
315	46,0
400	49,9
500	51,2
600	52,3
800	52,6
1000	53,9
1250	52,5
1600	50,1
2000	53,9
2500	53,9
3150	53,0



Valoración según la Norma ISO 717-2

Índice de aislamiento

$L'nT,w(C) = 59 (-11)$

Informe número
13



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 99. UdlA Sede Ecopark Aulas 937 Piso 2-911 Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: UDLA Sede Ecopark Aulas 970-934 Fecha: 02/11/2014

Descripción elemento separador:

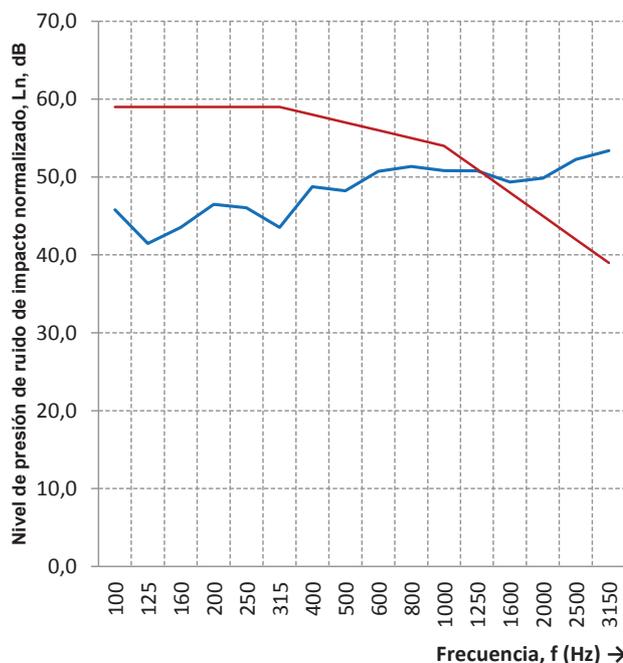
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Baldosa
Volumen: 101,18 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) ———— ISO 717-2 ————

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	45,8
125	41,5
160	43,5
200	46,5
250	46,1
315	43,5
400	48,8
500	48,2
600	50,7
800	51,4
1000	50,8
1250	50,8
1600	49,4
2000	49,9
2500	52,3
3150	53,4



Valoración según la Norma ISO 717-2

Índice de aislamiento

$$L'nT,w (C) = 57 (-11)$$

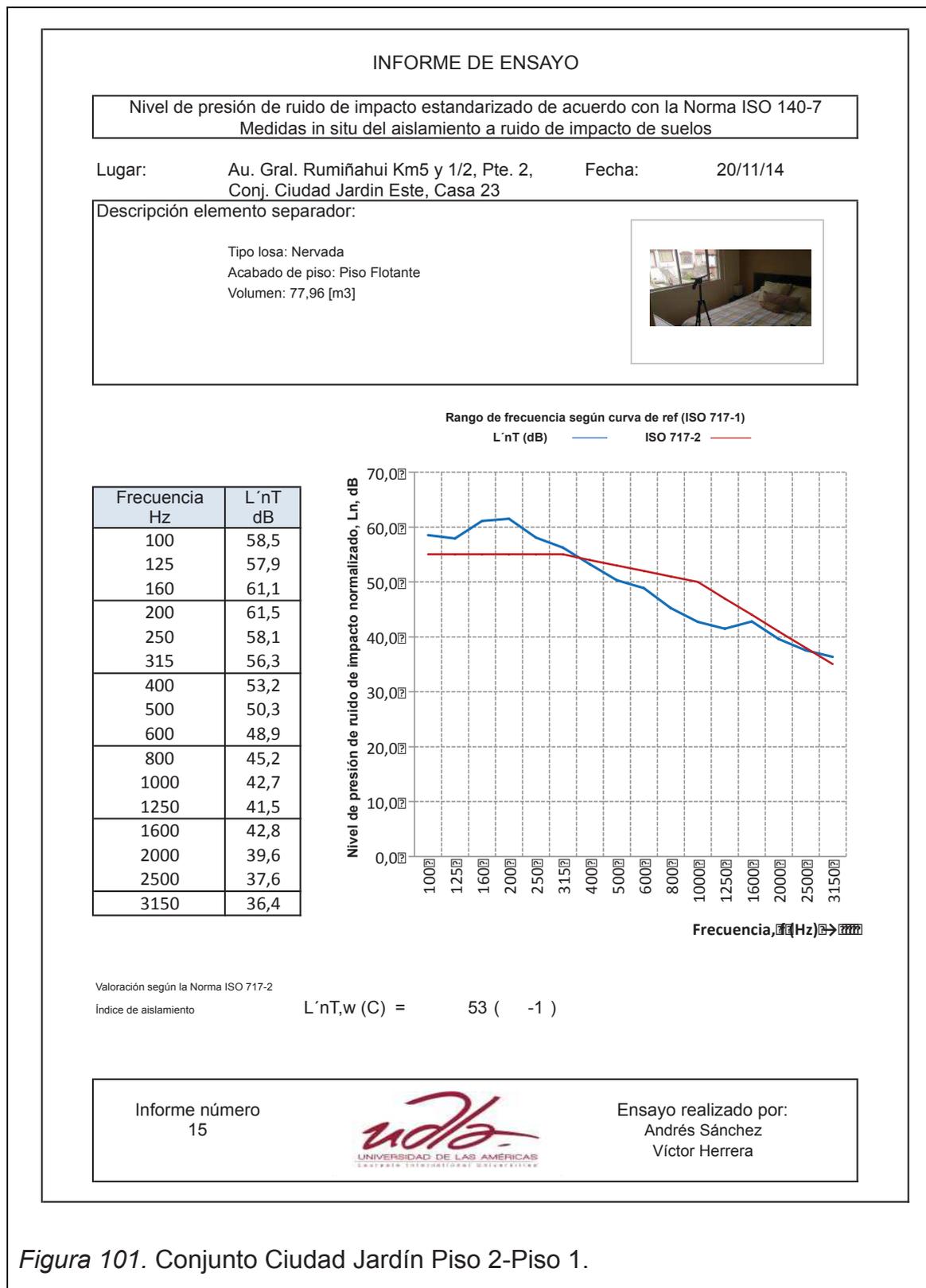
Informe número
14



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 100. UdlA Sede Ecopark Aulas 970 Piso 3-934 Piso 2.

3.3.6. Nervada-piso flotante



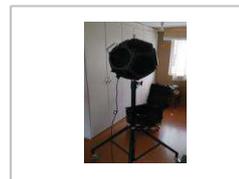
INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Au. Gral. Rumiñahui Km5 y 1/2, Pte. 2, Conj. Ciudad Jardín Este, Casa 23 Fecha: 20/11/14

Descripción elemento separador:

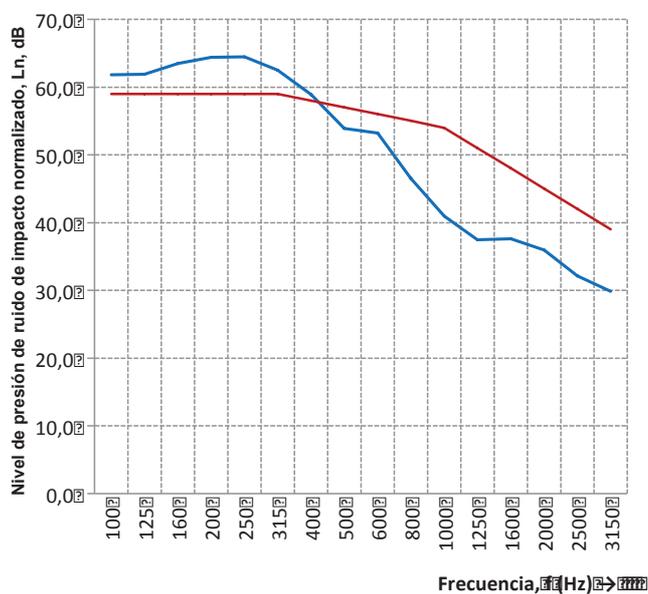
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Piso Flotante
Volumen: 44,95 [m³]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	61,8
125	61,9
160	63,5
200	64,4
250	64,4
315	62,5
400	58,9
500	53,9
600	53,2
800	46,5
1000	41,0
1250	37,5
1600	37,6
2000	35,9
2500	32,2
3150	29,8



Valoración según la Norma ISO 717-2

Índice de aislamiento

$$L'_{nT,w}(C) = 57 (-1)$$

Informe número
16



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 102. Conjunto Ciudad Jardín Piso 3-Piso 2.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Pifo, pasaje A y Felicismo Vega, lote 5B Fecha: 10/1/15

Descripción elemento separador:

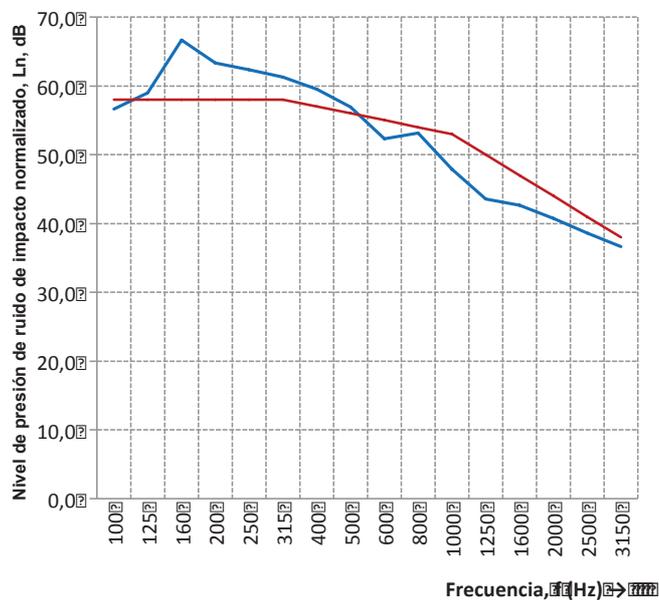
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Piso Flotante
Volumen: 14,41 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2 —

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	56,6
125	59,0
160	66,6
200	63,3
250	62,3
315	61,3
400	59,5
500	57,0
600	52,3
800	53,1
1000	47,9
1250	43,5
1600	42,6
2000	40,7
2500	38,6
3150	36,6



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'_{nT,w}(C) = 56 (0)$

Informe número
29



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 103. Pifo Lote 5B Ático Piso 2–Baño Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Pifo, pasaje A y Felicismo Vega, lote 5B Fecha: 10/1/15

Descripción elemento separador:

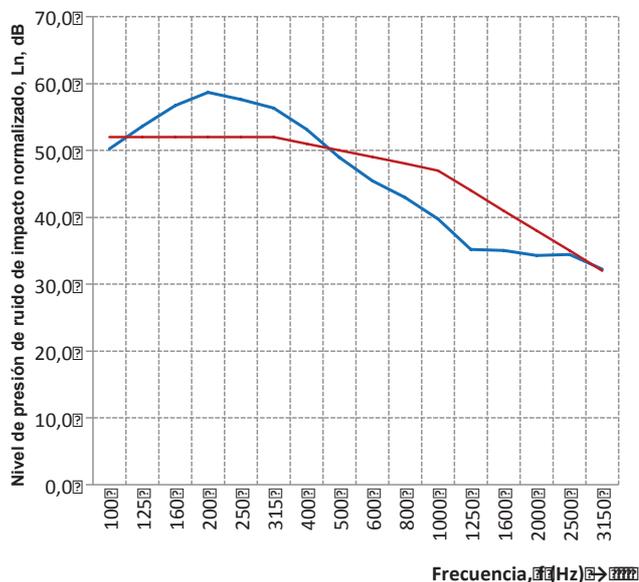
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Piso Flotante
Volumen: 33,95 [m³]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2 —

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	50,2
125	53,6
160	56,7
200	58,7
250	57,6
315	56,3
400	53,1
500	49,0
600	45,5
800	42,9
1000	39,7
1250	35,2
1600	35,0
2000	34,3
2500	34,5
3150	32,2



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'nT,w (C) = 50 (0)$

Informe número
30



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 104. Pifo Lote 5B Ático Piso 2-Dormitorio 2 Piso 1.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto normalizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Pifo, pasaje A y Felicismo Vega, lote 5B Fecha: 10/1/15

Descripción elemento separador:

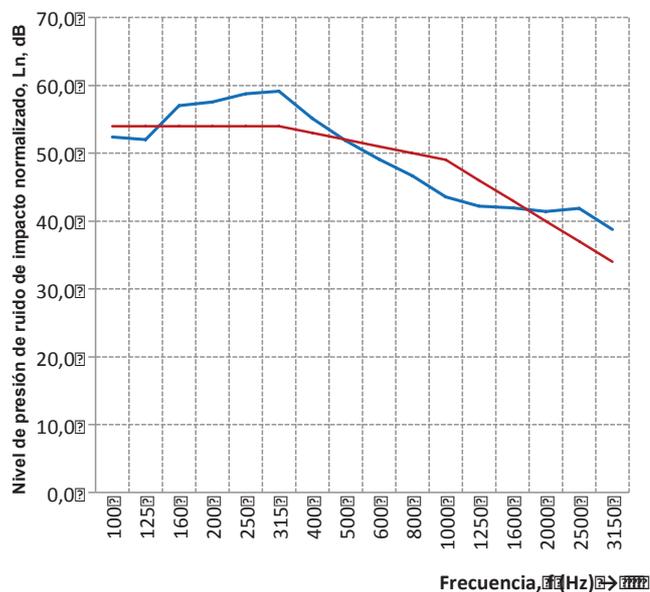
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Piso Flotante
Volumen: 31,93 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	52,4
125	52,0
160	57,0
200	57,6
250	58,7
315	59,2
400	55,1
500	51,8
600	49,1
800	46,6
1000	43,6
1250	42,2
1600	42,0
2000	41,4
2500	41,9
3150	38,7



Valoración según la Norma ISO 717-2: (Evaluación basada en resultados de medidas insitu obtenidos mediante un método de ingeniería)

Índice de aislamiento $L'nT,w (C) = 52 (-1)$

Informe número
31



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 105. Pifo Lote 5B Ático Piso 2-Dormitorio 3 Piso 1.

3.3.7. Nervada-sin acabado

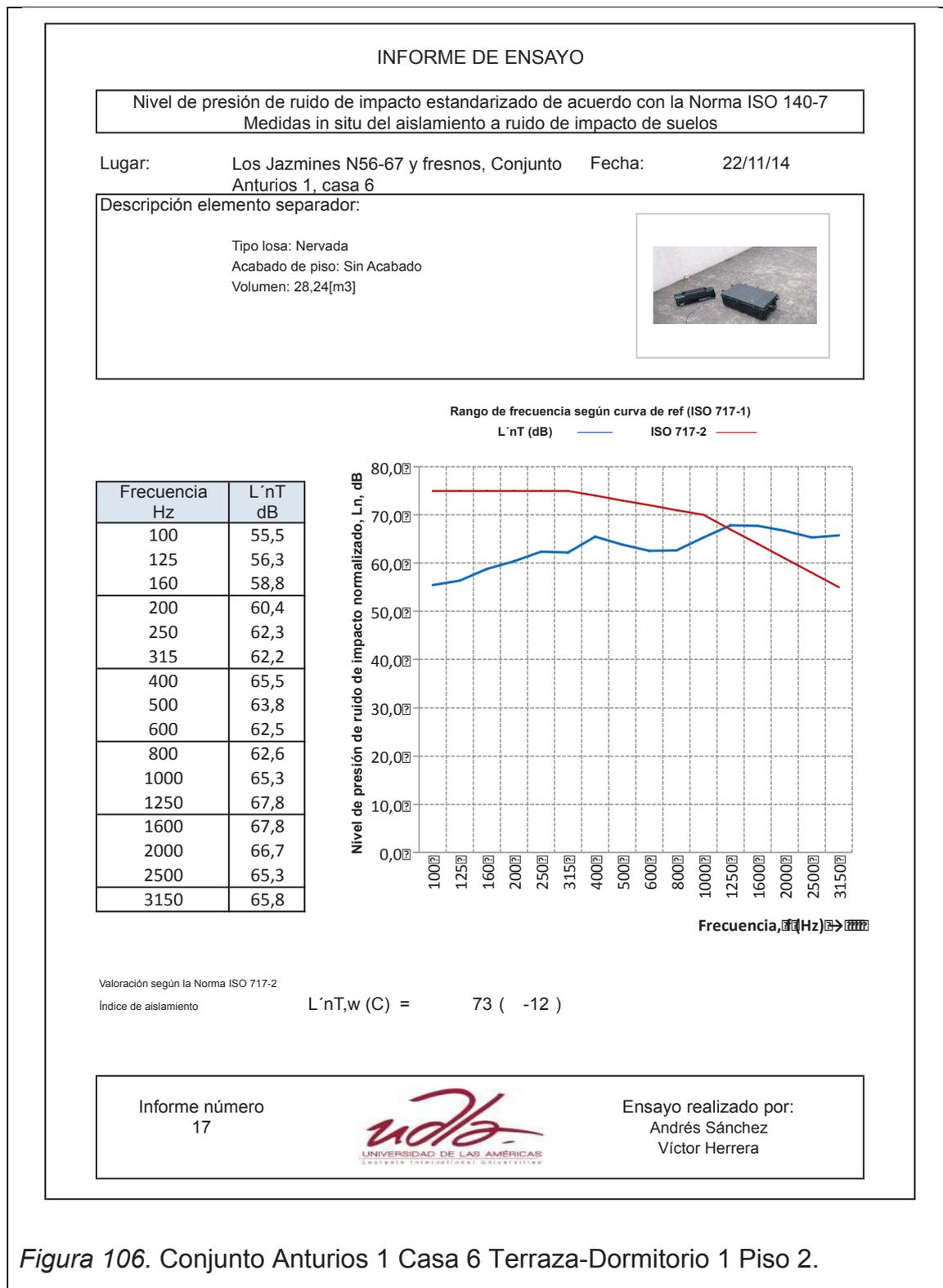


Figura 106. Conjunto Anturios 1 Casa 6 Terraza-Dormitorio 1 Piso 2.

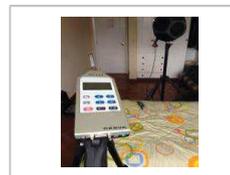
INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Los Jazmines N56-67 y fresnos, Conjunto Anturios 1, casa 6 Fecha: 22/11/14

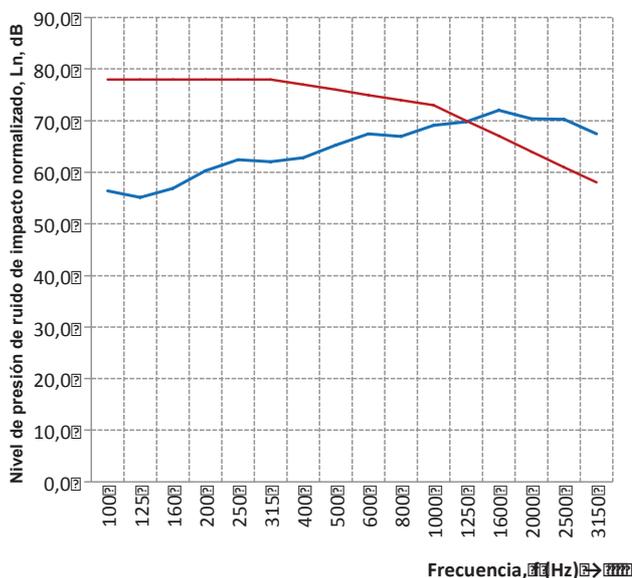
Descripción elemento separador:

Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Sin Acabado
Volumen: 29,19 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)
L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	56,4
125	55,1
160	56,8
200	60,3
250	62,5
315	62,1
400	62,8
500	65,3
600	67,4
800	67,0
1000	69,1
1250	69,8
1600	72,0
2000	70,4
2500	70,3
3150	67,5



Valoración según la Norma ISO 717-2
Índice de aislamiento

$$L'nT,w (C) = 76 (-12)$$

Informe número
18



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 107. Conjunto Anturios 1 Casa 6 Terraza-Dormitorio 2 Piso 2.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Los Jazmines N56-67 y fresnos, Conjunto Anturios 1, casa 6 Fecha: 22/11/14

Descripción elemento separador:

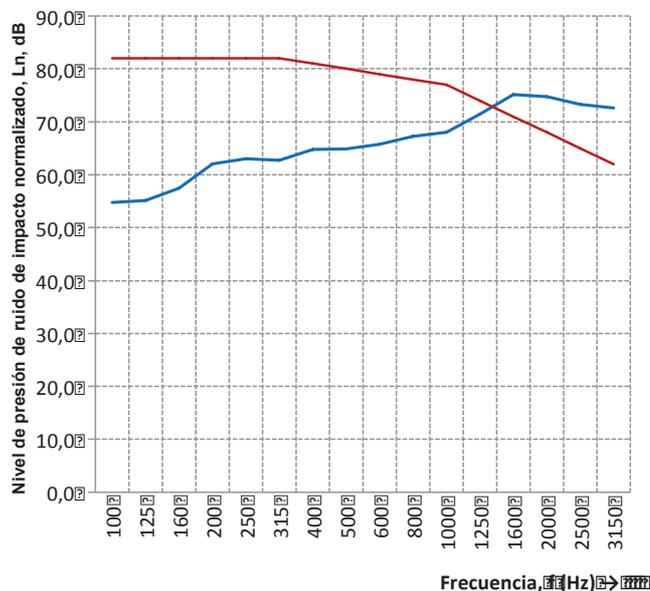
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Sin Acabado
Volumen: 35,95 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	54,8
125	55,1
160	57,4
200	62,0
250	63,0
315	62,7
400	64,8
500	64,9
600	65,8
800	67,2
1000	68,0
1250	71,5
1600	75,2
2000	74,8
2500	73,3
3150	72,6



Valoración según la Norma ISO 717-2

Índice de aislamiento

$L'nT,w(C) = 80 (-13)$

Informe número
19



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 108. Conjunto Anturios 1 Terraza-Dormitorio 3 Piso 2.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Los Jazmines N56-67 y fresnos, Conjunto Anturios 1, casa 6 Fecha: 22/11/14

Descripción elemento separador:

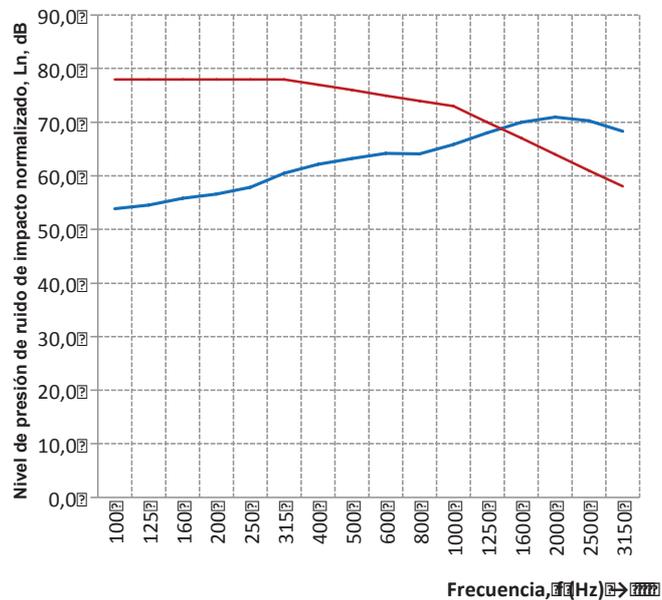
Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Sin Acabado
Volumen: 28,34 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)

L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	53,9
125	54,6
160	55,8
200	56,6
250	57,9
315	60,5
400	62,1
500	63,3
600	64,2
800	64,1
1000	65,8
1250	68,0
1600	70,0
2000	70,9
2500	70,2
3150	68,3



Valoración según la Norma ISO 717-2
Índice de aislamiento

$$L'nT,w (C) = 76 (-13)$$

Informe número
20



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

Figura 109. Conjunto Anturios 1 Casa 6 Terraza-Sala Piso 2.

INFORME DE ENSAYO

Nivel de presión de ruido de impacto estandarizado de acuerdo con la Norma ISO 140-7
Medidas in situ del aislamiento a ruido de impacto de suelos

Lugar: Carcelén, República Dominicana N85-142 Fecha: 22/11/14
y Juan Vallauri

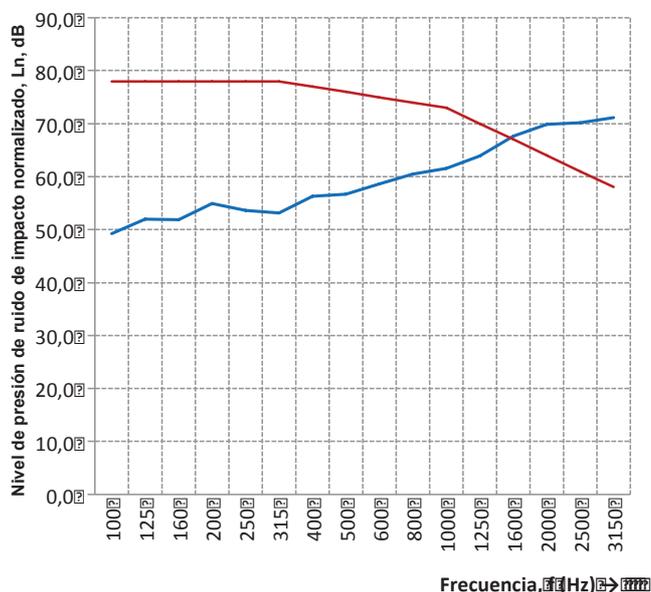
Descripción elemento separador:

Tipo losa: Nervada
Acabado de piso: Alfombra
Volumen: 67,12 [m3]



Rango de frecuencia según curva de ref (ISO 717-1)
L'nT (dB) — ISO 717-2

Frecuencia Hz	L'nT dB
100	49,2
125	52,0
160	51,9
200	54,9
250	53,6
315	53,2
400	56,2
500	56,7
600	58,6
800	60,5
1000	61,6
1250	64,0
1600	67,6
2000	69,9
2500	70,1
3150	71,1



Valoración según la Norma ISO 717-2
Índice de aislamiento

$$L'nT,w (C) = 76 (-14)$$

Informe número
21



Ensayo realizado por:
Andrés Sánchez
Víctor Herrera

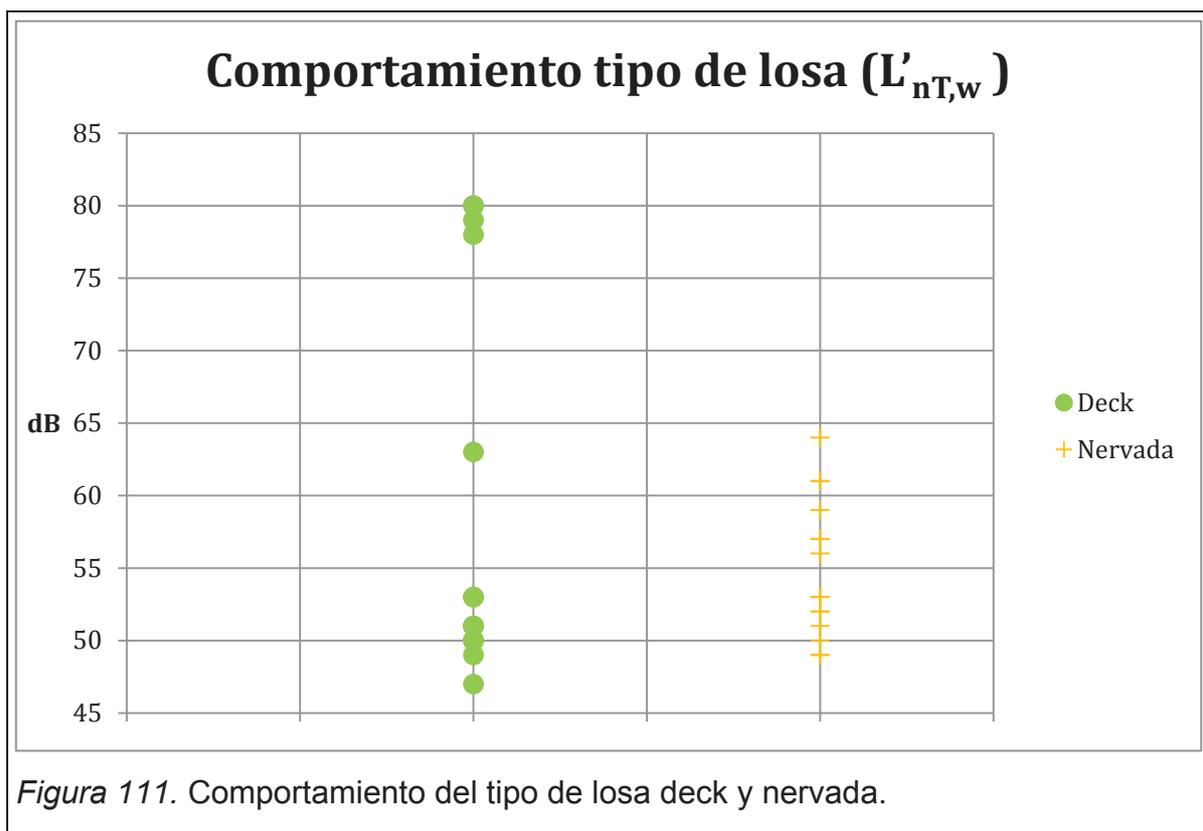
Figura 110. Carcelén Estudio Piso 1-Sala Comedor Planta Baja.

3.4. Análisis de datos

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las mediciones “*in situ*”, la presentación de datos contiene varias comparaciones entre: tipos de losa, tipos de acabado de piso, tipo de construcción (casa, edificio y centro educativo).

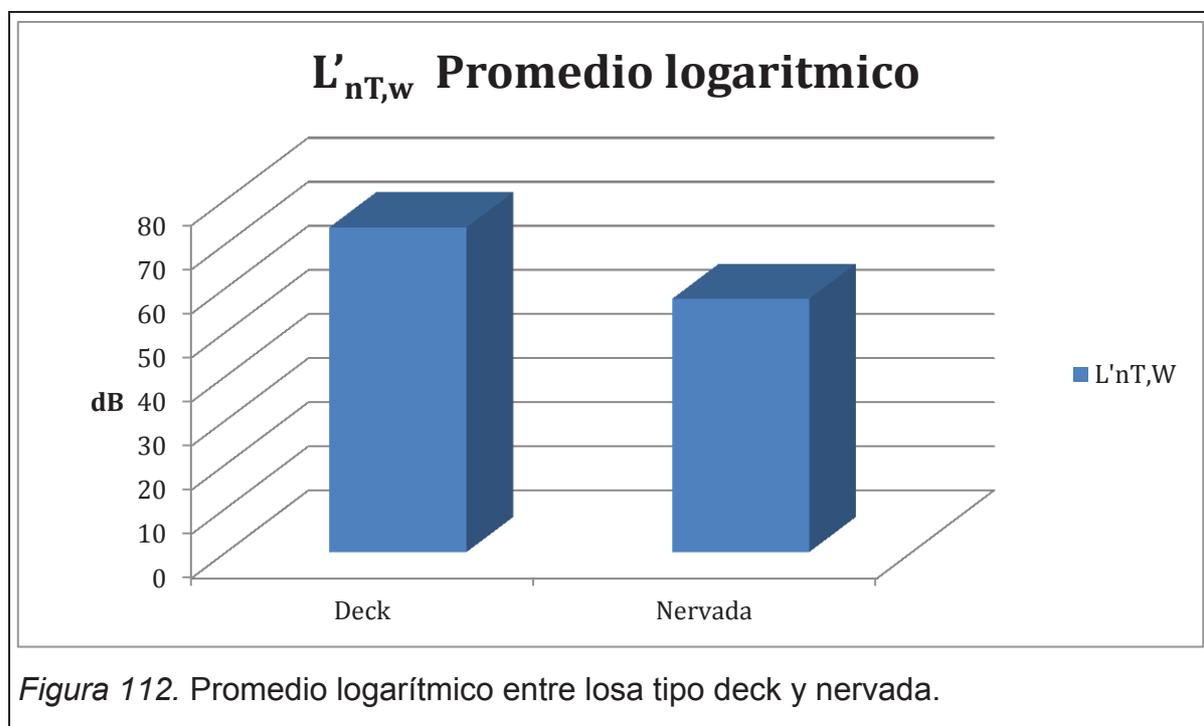
3.4.1. Análisis de datos entre deck y nervada (tipo de losa)

En los siguientes gráficos se presenta una comparación entre los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en los diferentes tipos de losa (nervada y deck), sin importar el acabado de piso ni el tipo de construcción.

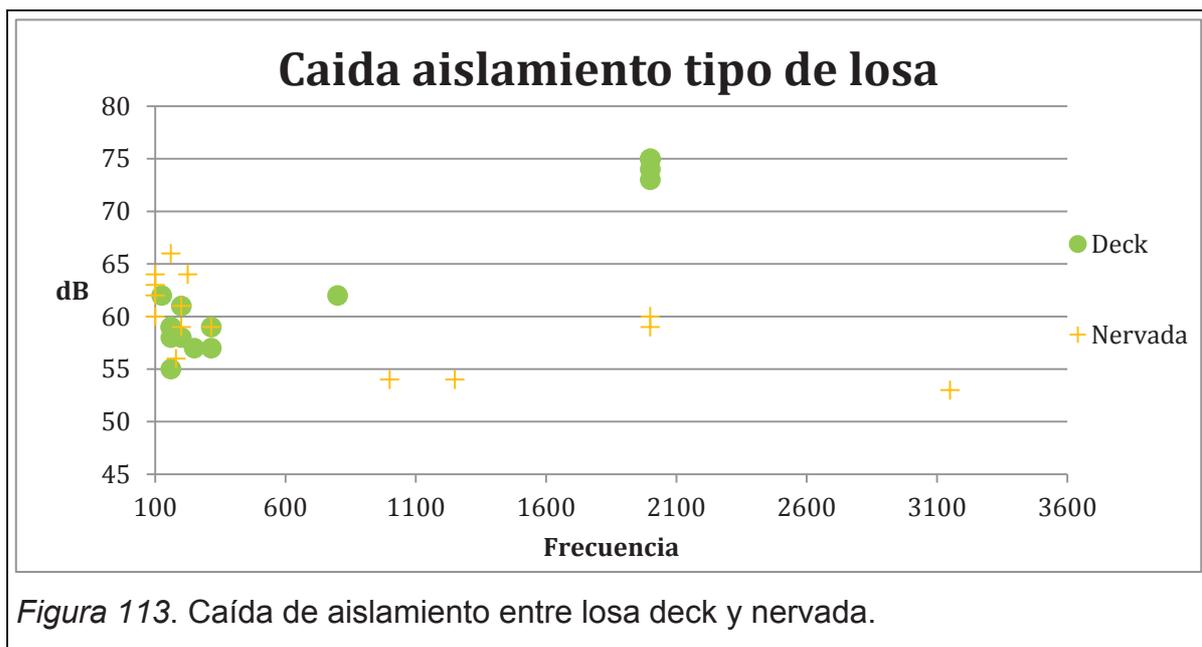


En la *figura 111* se puede notar que el tipo de losa deck muestra valores dispersos de $L'_{nT,w}$, mientras que la losa nervada muestra un comportamiento

similar con una variación de 14 dB. Se puede concluir que la losa deck depende de más factores constructivos.



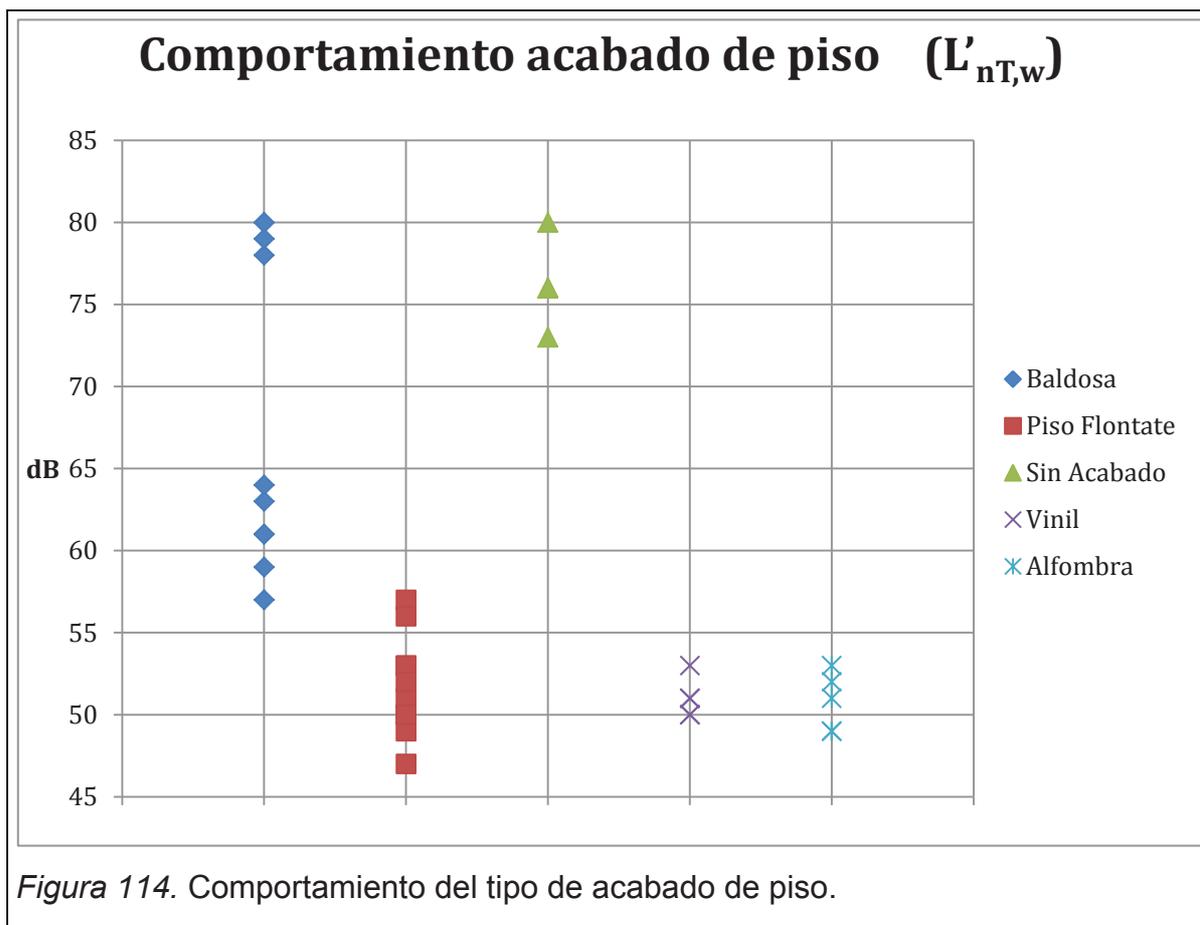
En la *figura 112* se puede apreciar que el promedio logarítmico de todas las mediciones realizadas en la losa nervada, el nivel global $L'_{nT,w}$ es menor al de la losa deck, por lo tanto es mejor aislante frente al ruido de impacto.



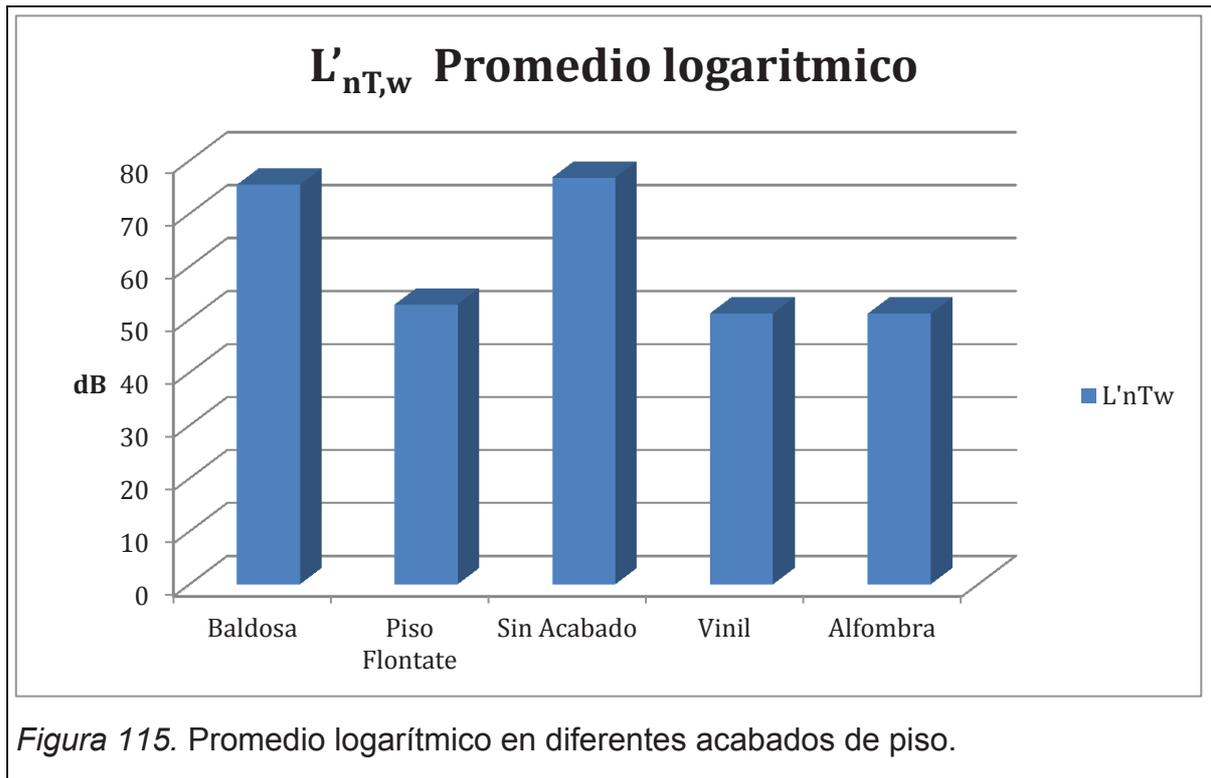
En la *figura 113* se muestran los valores de la caída de aislamiento (frecuencia de resonancia). Tanto la losa nervada como la losa deck, muestran valores dispersos en función de la frecuencia. Se concluye que el tipo de acabado es fundamental para mejorar la caída de aislamiento en la partición.

3.4.2. Análisis de datos entre acabados de piso

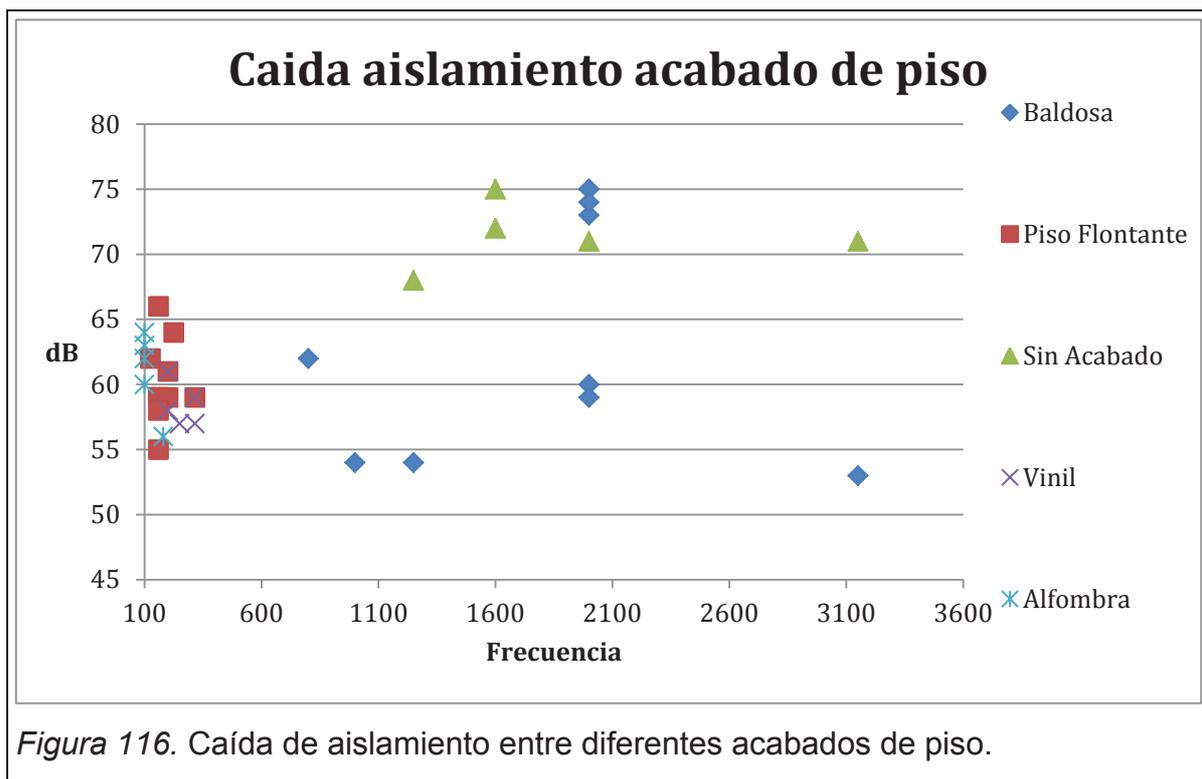
En los siguientes gráficos se presenta una comparación entre los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en los diferentes tipos de acabado de suelo, sin importar el tipo de losa de la construcción.



En la *figura 114* se puede notar que el piso flotante, vinil y alfombra muestran niveles de $L'_{nT,w}$ adecuados y que cumplen la normativa. La baldosa actúa dependiendo el tipo de losa ya que en ciertos casos muestra niveles inferiores a la norma y en otros no, sin embargo la mayor cantidad de muestras son superiores a 60 dB de $L'_{nT,w}$. El piso sin acabado muestran niveles de $L'_{nT,w}$ superiores a los permitidos por la norma, por lo que se puede deducir que el acabado del piso es fundamental para la optimización del aislamiento de ruido de impacto.



En la *figura 116* se puede apreciar que el promedio logarítmico de todas las mediciones realizadas en cada tipo de suelo, sin importar el tipo de losa, el nivel global $L'_{nT,w}$ es inferior a la norma en los casos de piso flotante, vinil y alfombra, sin embargo en la baldosa y piso sin acabado es mayor de lo permitido por la norma.



En la *figura 116* se muestran los valores de la caída de aislamiento (frecuencia de resonancia). Se puede notar que el piso flotante, vinil y alfombra, poseen la frecuencia de resonancia en frecuencias bajas en un rango de 100 Hz a 315 Hz. La baldosa y el piso sin acabado muestran valores dispersos.

3.4.3. Análisis de datos entre diferentes tipos de uso de la construcción (universidad, casa y edificio familiar)

En los siguientes gráficos se presenta una comparación entre los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en los diferentes tipos uso casa (edificación construida para ser habitada y normalmente no superando las tres plantas de altura), edificio familiar (edificio con varios pisos y numerosos departamentos, cada uno de los cuales está destinado para ser ocupado por una familia) y universidad (establecimiento dedicado a la enseñanza de nivel superior), sin tomar en cuenta el tipo de acabado ni el tipo de losa.

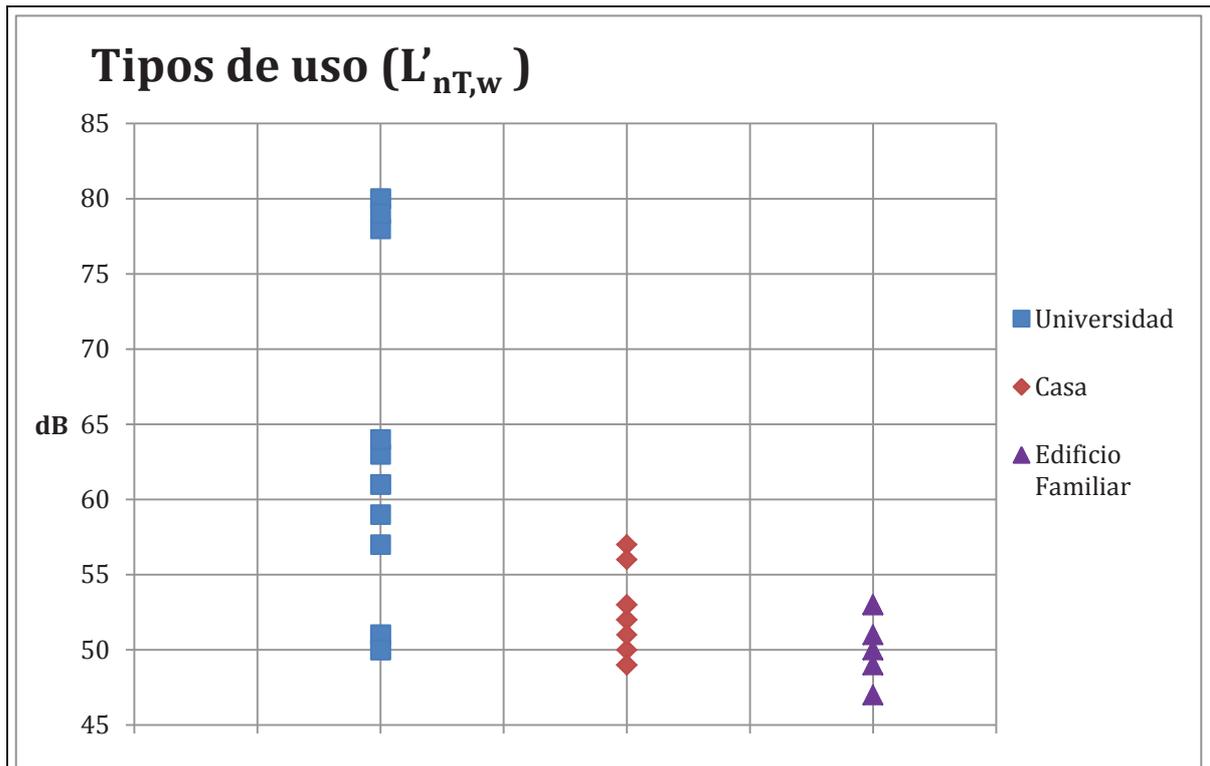
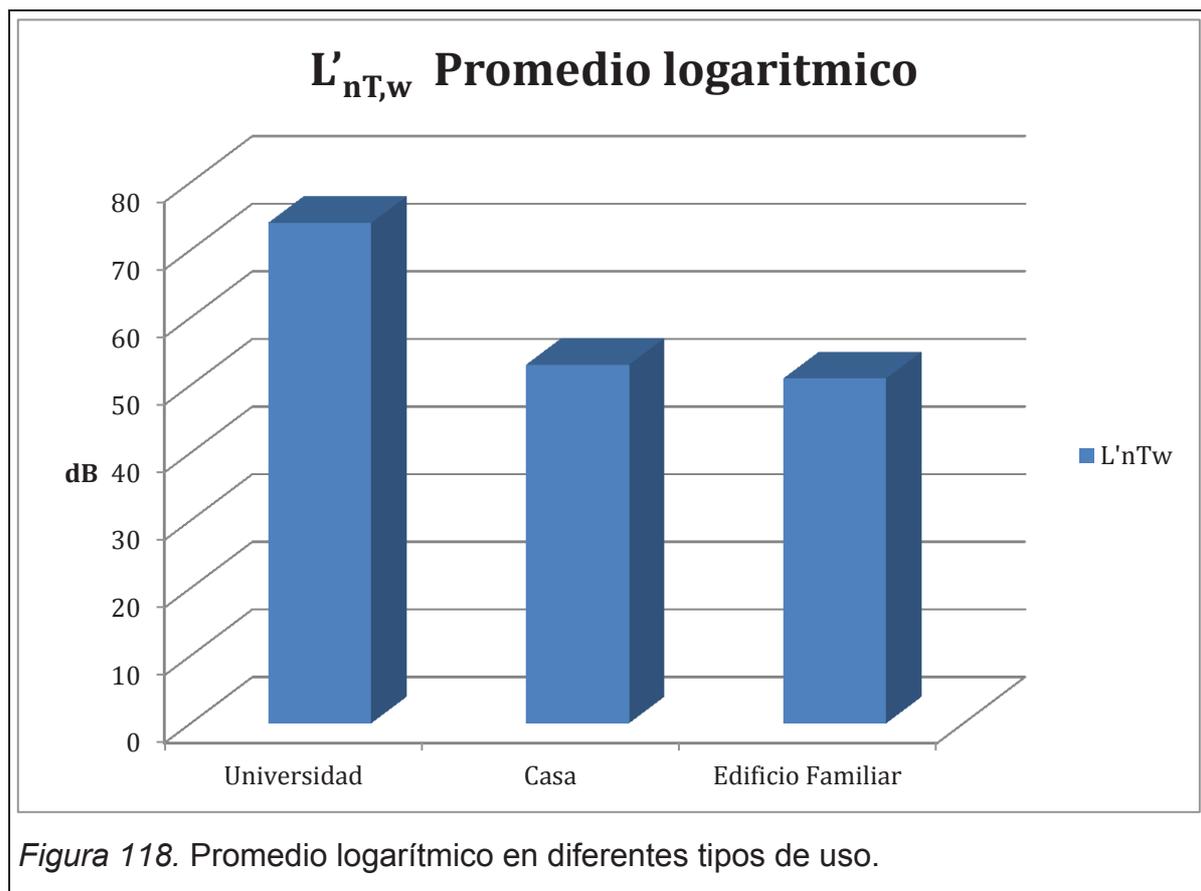
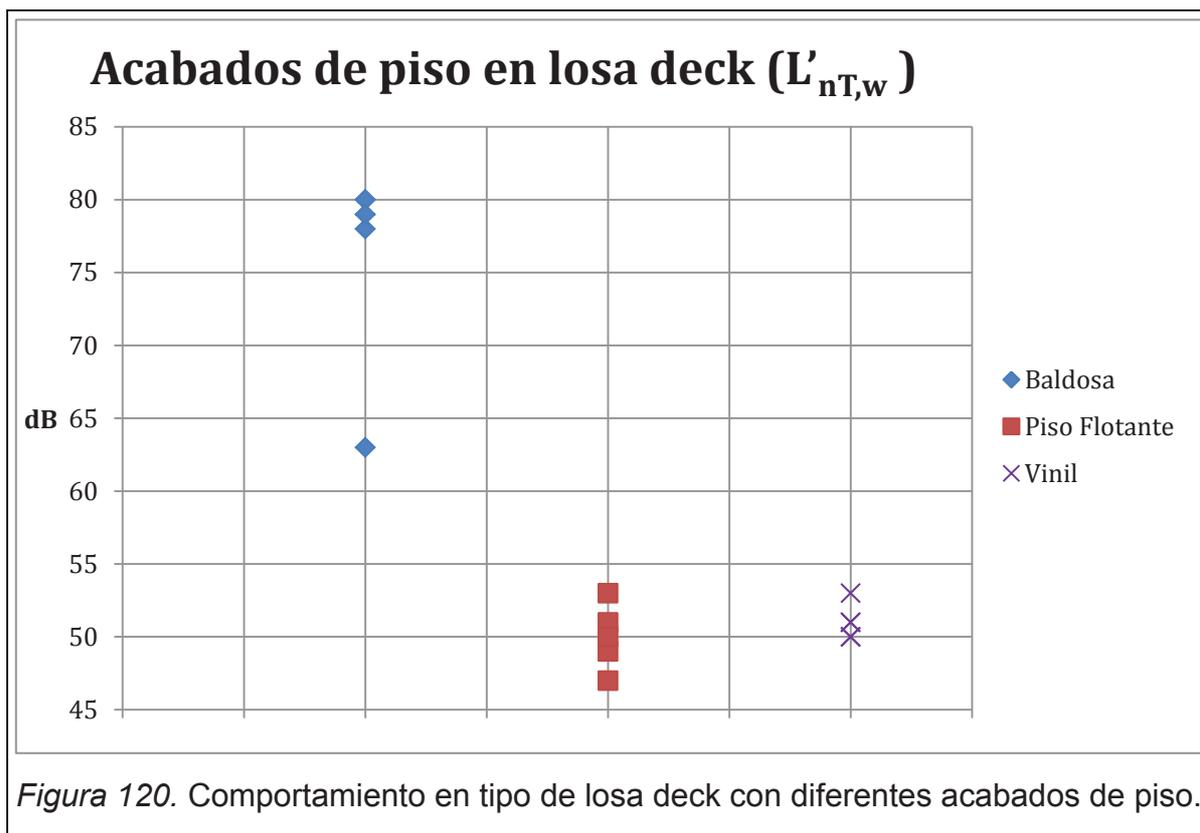


Figura 117. Comportamiento por tipo de uso.

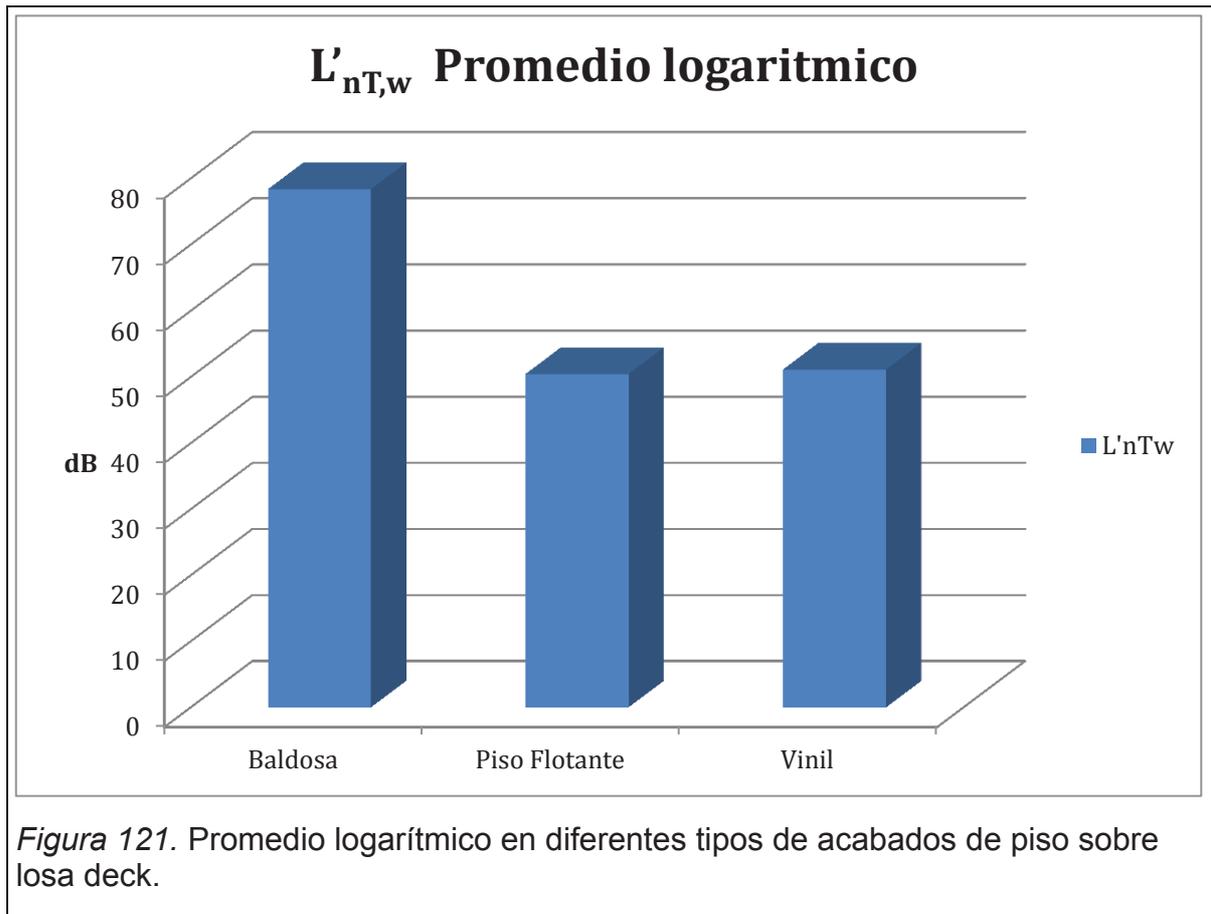
En la *figura 117* se puede notar que tanto las casas como edificios familiares presentan un nivel adecuado y el cumplen con la norma. En dichas edificaciones, al ser de uso residencial, se toma más en consideración la calidad en la construcción. En el centro educativo en el que se realizó la medición (Universidad de las Américas), se presentaron resultados más dispersos, en los cuales hay diferencias de hasta 30 dB, se puede concluir que dichos establecimientos no consideran el confort acústico y asilamiento contra ruido de impacto.



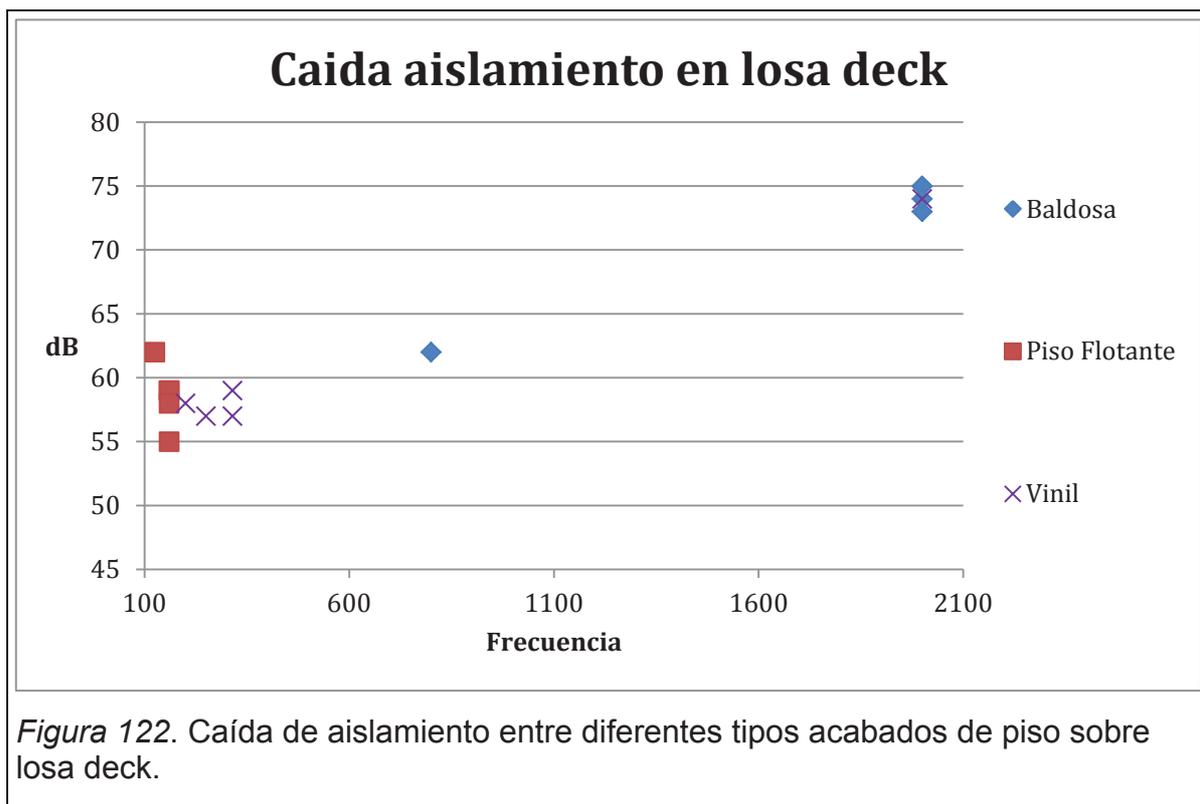
En la *figura 118* se puede apreciar que el promedio logarítmico de todas las mediciones realizadas en cada tipo de uso (casa, edificio, centro educativo), el nivel global $L'_{nT,w}$ de los edificios familiares y casas es menor al nivel establecido en la norma. El $L_{nT,w}$ del edificio se encuentra en el límite de lo establecido por la norma, mientras que en la universidad el nivel global es mucho mayor.



En la *figura 120* se puede notar que el piso flotante y el vinil, reducen y optimizan el aislamiento de ruido de impacto, estos acabados poseen un $L'_{nT,w}$ por debajo de la norma. En el caso de la baldosa, se puede apreciar que el nivel $L'_{nT,w}$ es bastante alto con excepción de una medición en la cual el nivel es un poco superior a la norma, se asume que en esta medición tuvo influencia de un cielo raso que existe entre el cuarto emisor y receptor.



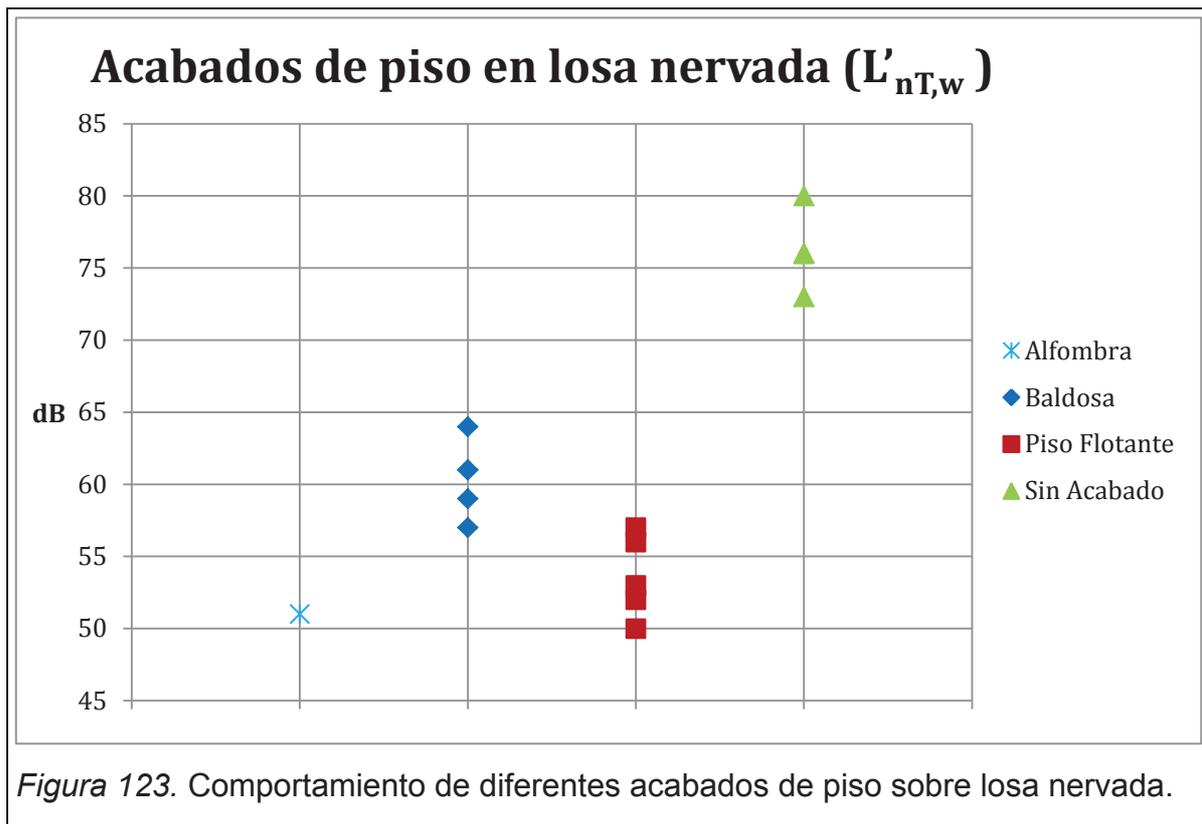
En la *figura 121* se puede apreciar que el promedio logarítmico de todas las mediciones realizadas en la losa deck dependen del acabado de piso, en el caso de la baldosa, el promedio logarítmico es elevado, obteniendo un valor de $L'_{nT,w}$ igual a 78 dB. Mientras que el piso flotante y vinil muestran valores adecuados de 50 dB y 51 dB respectivamente.



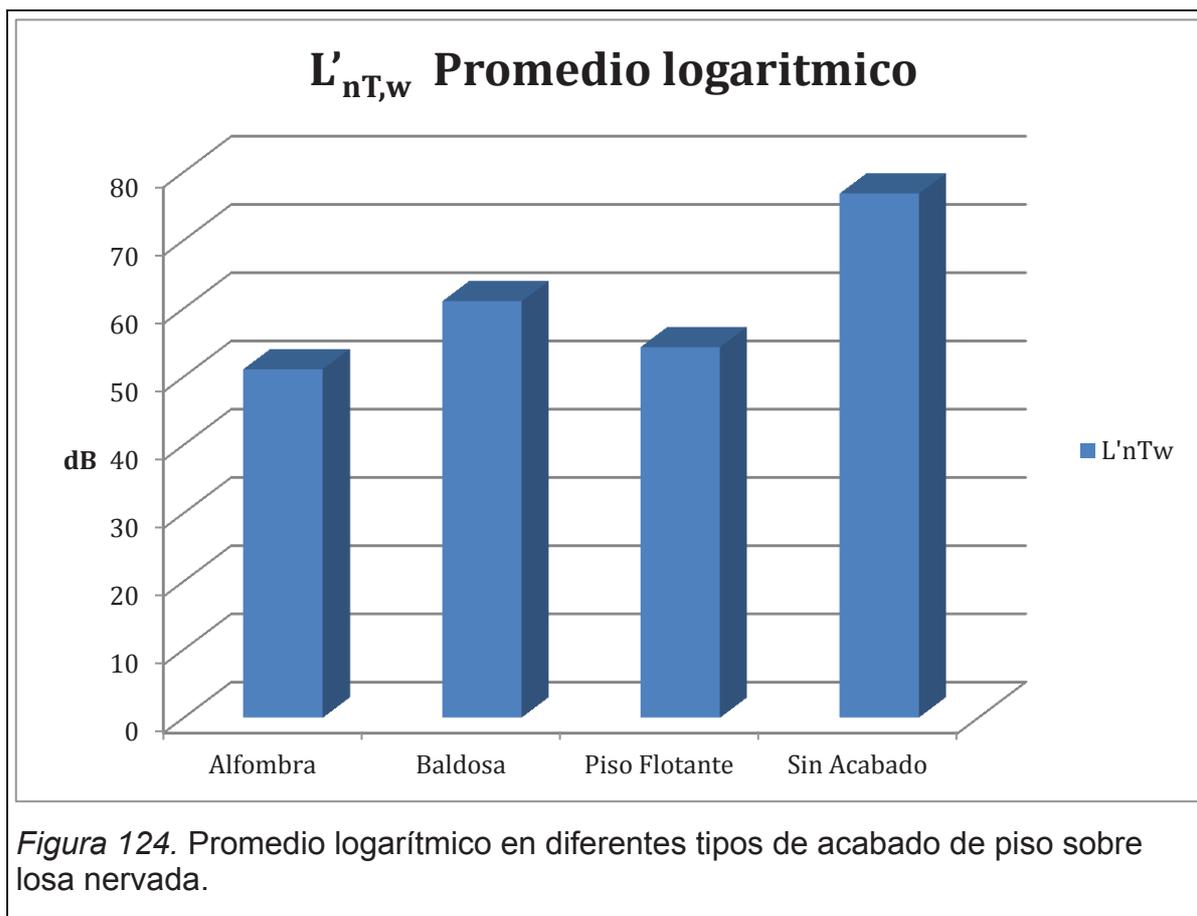
En la *figura 122* se muestran los valores de la caída de aislamiento (frecuencia de resonancia). Se puede notar que la frecuencia de resonancia del vinil y el piso flotante se encuentran en un rango de frecuencias bajas, desde los 125 Hz a 160 Hz. En el caso de la baldosa, muestran valores de caída de aislamiento en frecuencias altas, específicamente en 2000 Hz, con excepción de una muestra en la cual la frecuencia de resonancia es de 800 Hz, como se dijo anteriormente, se asume que esta diferencia en la caída de aislamiento se debe al tipo de partición diferente en el techo.

3.4.5. Análisis de datos en losa nervada con diferentes tipos de acabados de piso

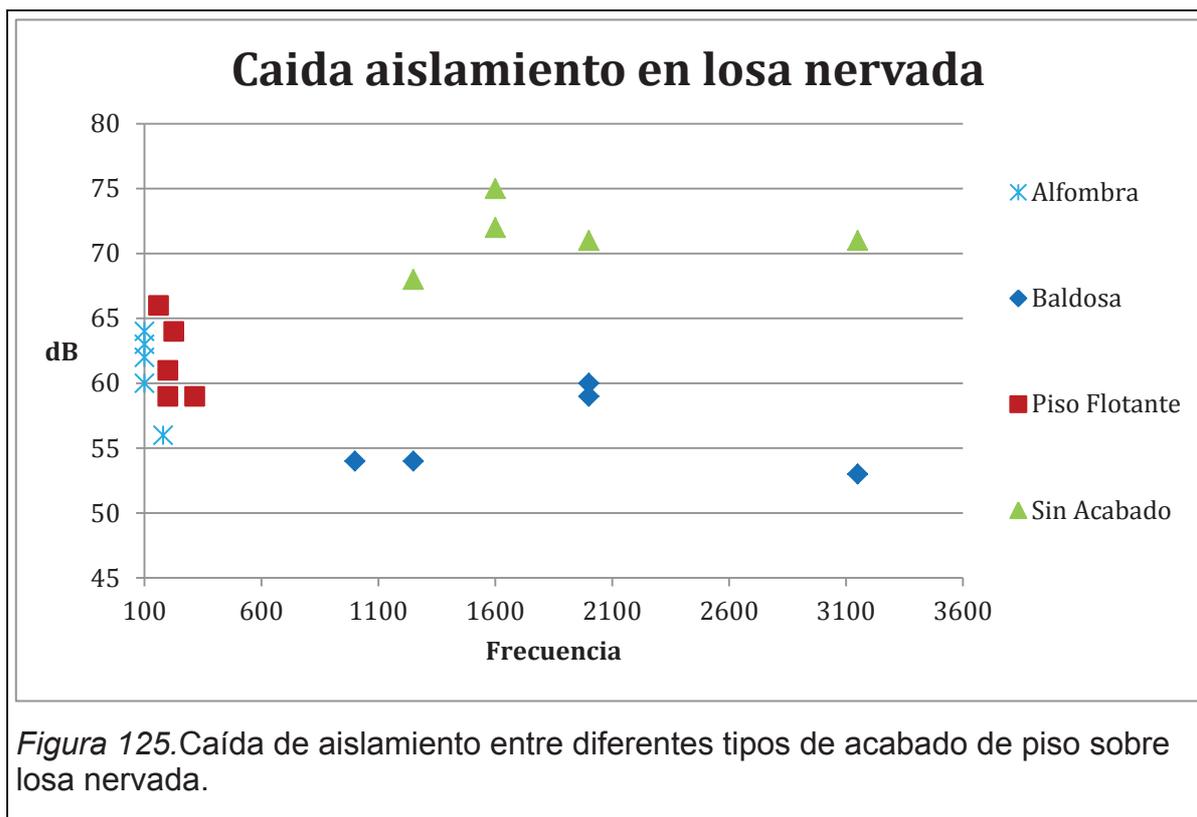
En los siguientes gráficos se presenta una comparación entre los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en la losa nervada con diferentes acabados de piso, entre los cuales se tiene: baldosa, sin acabado, piso flotante y alfombra.



En la *figura 123* se puede notar que el piso flotante y el vinil, reducen el ruido de impacto, estos acabados poseen un $L'_{nT,w}$ por debajo de la norma. En el caso de la baldosa, y sin acabado se puede apreciar que el nivel $L'_{nT,w}$ es bastante alto, por lo tanto se puede deducir que el tipo de acabado de piso influye en el aislamiento de la partición.



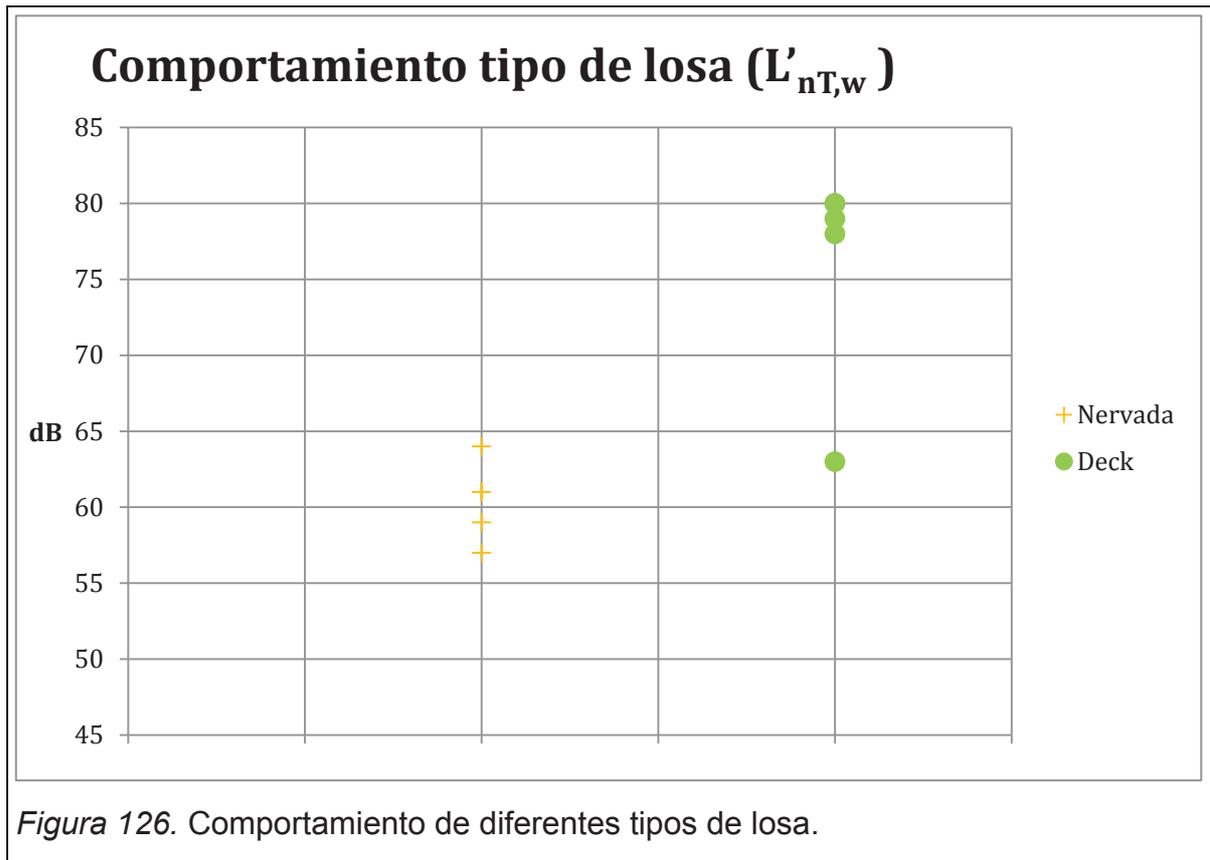
En la *figura 124* se puede apreciar que el promedio logarítmico de todas las mediciones realizadas en la losa nervada dependen del acabado de piso, en el caso de la baldosa, y de piso sin acabado, el promedio logarítmico es elevado, obteniendo un valor de $L'_{nT,w}$ igual a 61 dB y 77 dB respectivamente. Mientras que el piso flotante y alfombra muestran valores adecuados de 54 dB y 51 dB respectivamente.



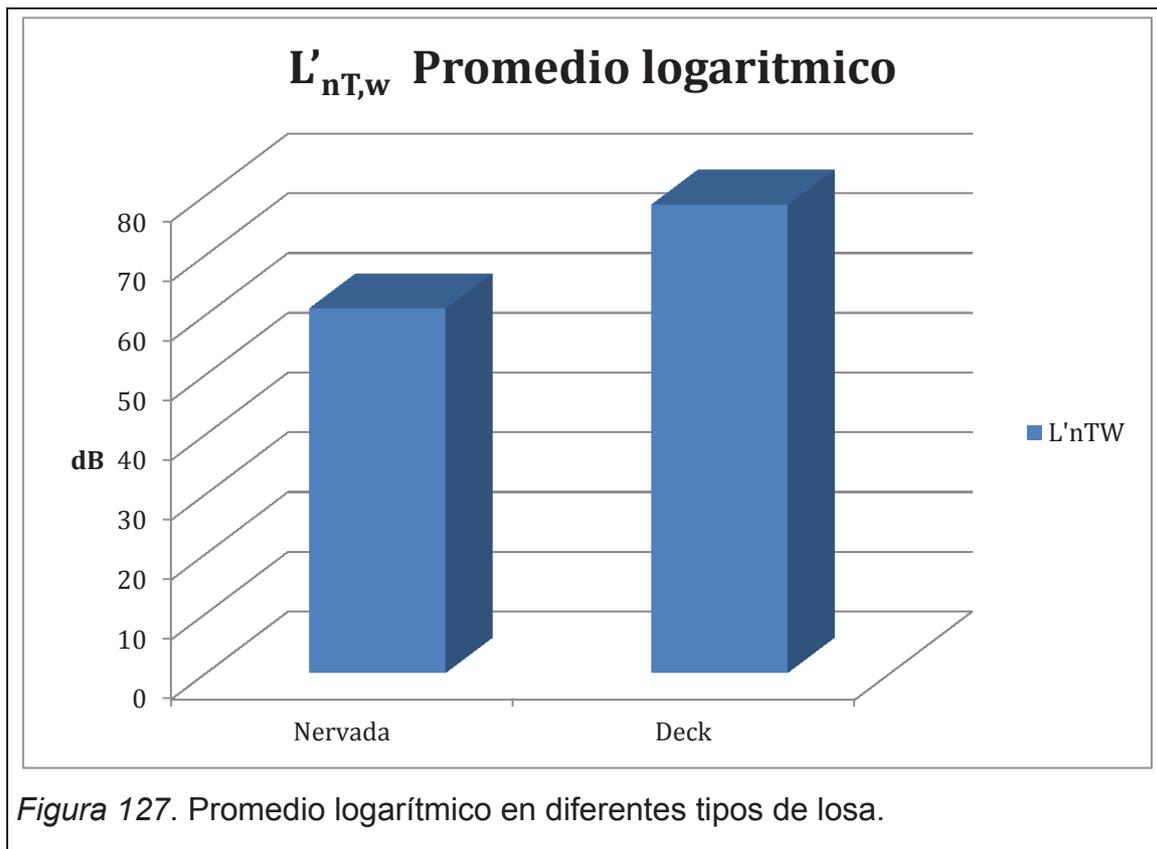
En la *figura 125* se muestran los valores de la caída de aislamiento (frecuencia de resonancia). Se puede notar que la frecuencia de resonancia de la alfombra y del piso flotante se encuentra en un rango de frecuencias bajas, desde los 100 Hz a 315 Hz. En el caso de la baldosa, y de piso sin acabado, muestran valores de caída de aislamiento muy dispersas que están en un rango desde los 1000 Hz y 3150 Hz.

3.4.6. Análisis de datos en baldosa sobre diferentes tipos de losa

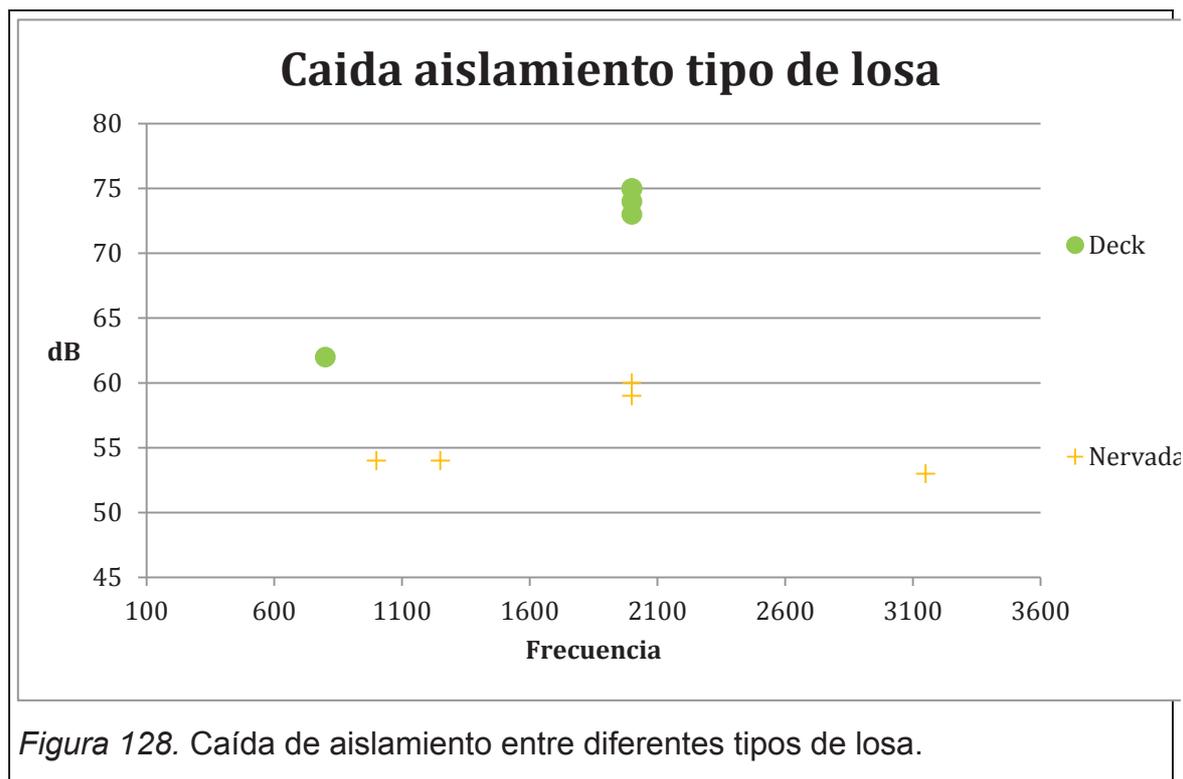
En los siguientes gráficos se presenta una comparación entre los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en el acabado de piso, baldosa, en los dos tipos de losa (nervada y deck).



En la *figura 126* se puede notar que la baldosa actúa de forma diferente dependiendo del tipo de losa, en el caso de losa nervada, la baldosa presenta valores de $L'_{nT,w}$ desde 57 hasta 64 dB, obteniendo una diferencia entre mediciones de 7 dB, mientras que la baldosa en el deck, muestra valores altos que van desde 63 dB hasta 80 dB, teniendo una diferencia de 17 dB.



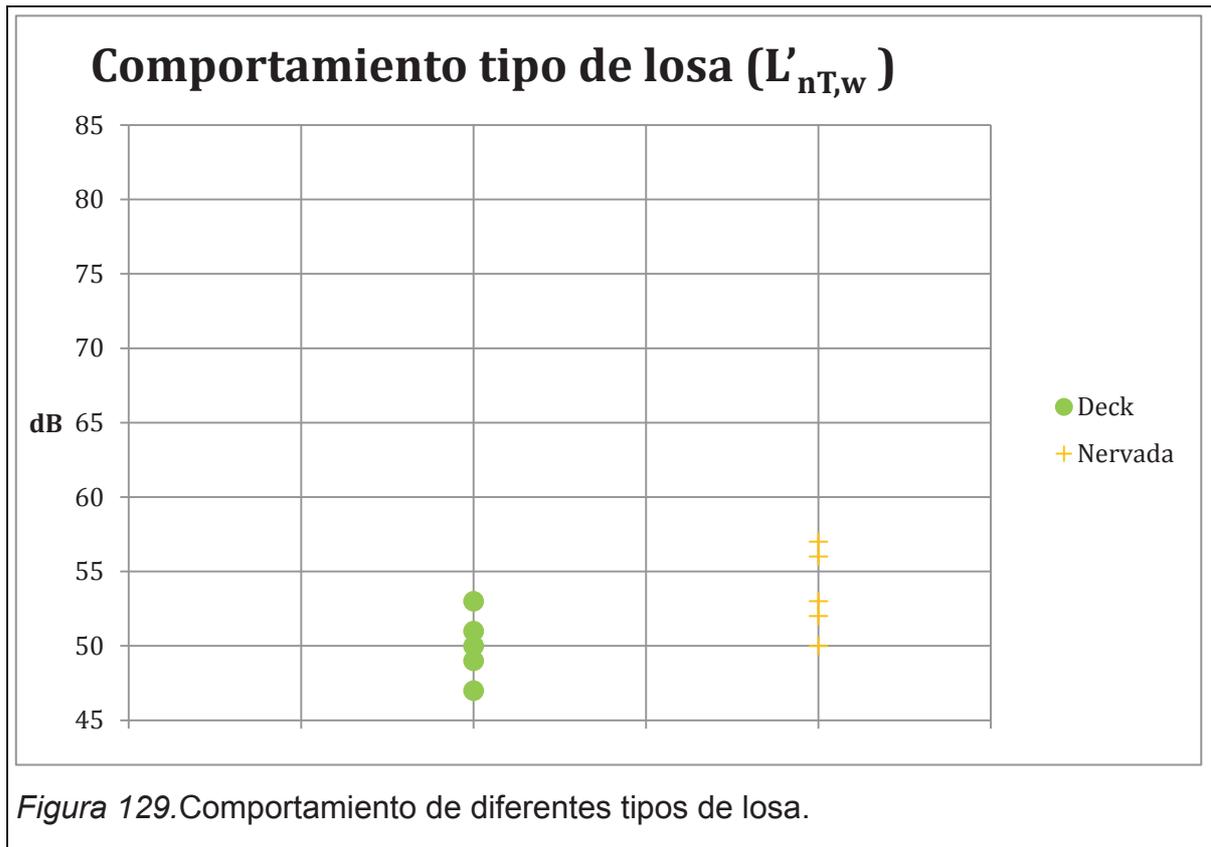
En la *figura 127* se puede apreciar que el promedio logarítmico de todas las mediciones realizadas de baldosa en losa nervada y deck, muestran valores superiores a los de la norma, sin embargo la baldosa sobre la losa nervada actúa de manera eficiente frente al ruido de impacto con un valor de 61 dB, mientras que la baldosa en el deck tiene un valor de 78 dB.



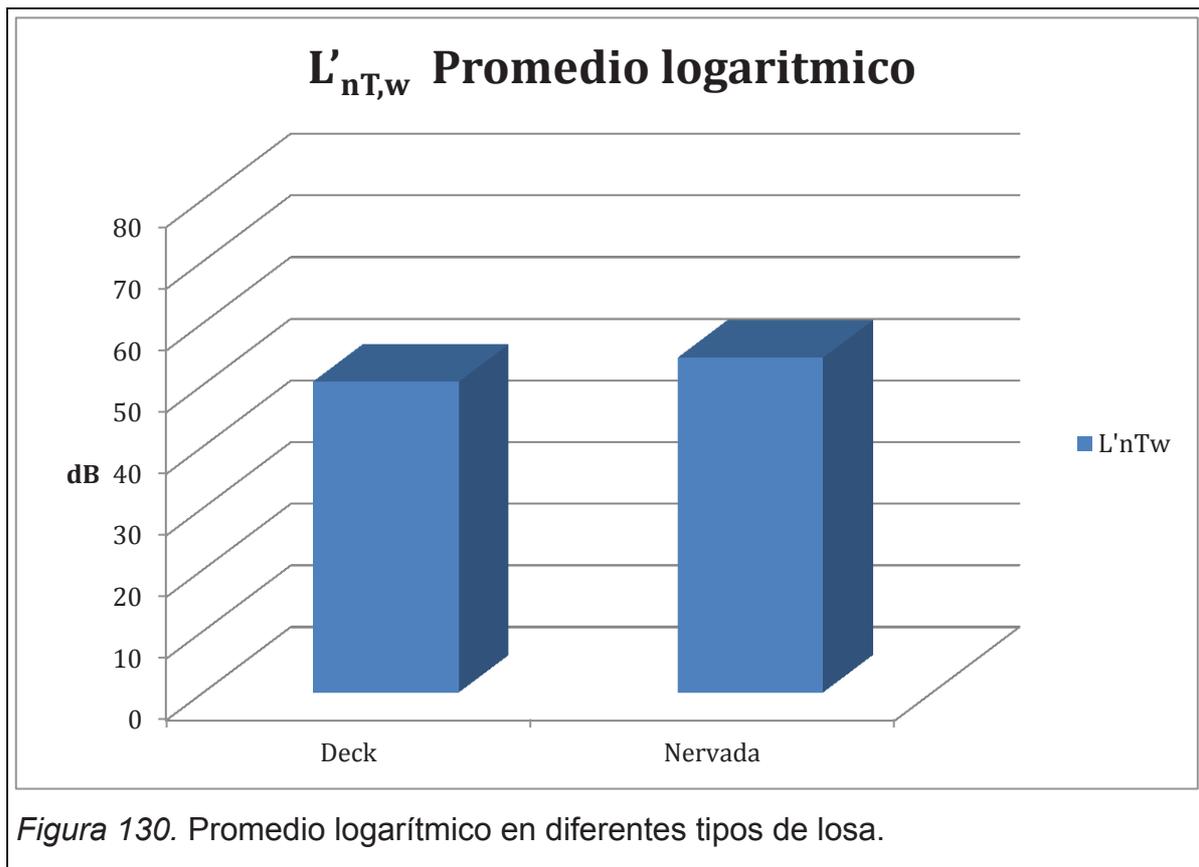
En la *figura 128* se muestran los valores de la caída de aislamiento (frecuencia de resonancia). Se puede notar que la frecuencia de resonancia de la baldosa en los dos tipos de losa, nervada y deck, muestran valores de caída de aislamiento bastante dispersos. Sin embargo se tiene 5 mediciones que presentan valores de frecuencia de resonancia en los 2000 Hz, tres muestras en deck y dos en nervada. El nivel en la caída de aislamiento en la losa nervada es mucho menor al nivel obtenido en el deck.

3.4.7. Análisis de datos en piso flotante sobre diferentes tipos de losa

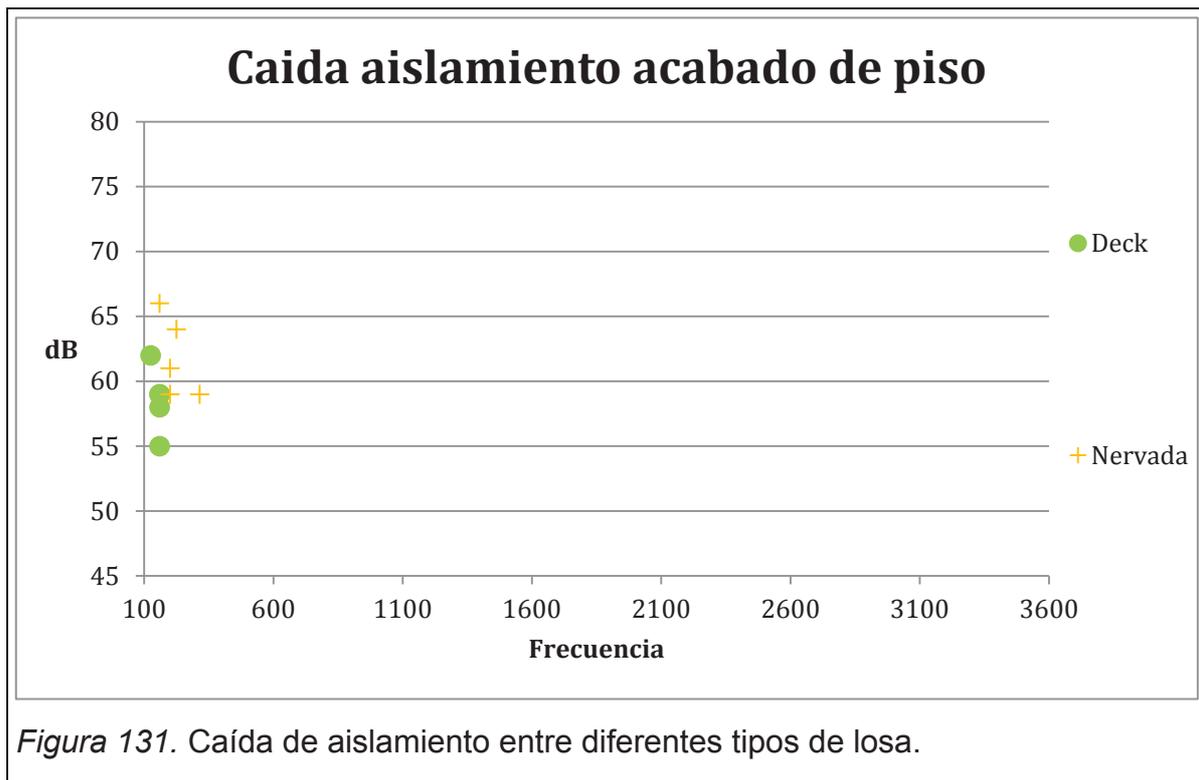
En los siguientes gráficos se presenta una comparación entre los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en el acabado de piso, piso flotante, en los dos tipos de losa (nervada y deck).



En la *figura 129* se puede notar que la baldosa actúa de forma diferente dependiendo del tipo de losa, en ambos casos, los valores de $L'_{nT,w}$ son inferiores a la norma. En el caso del deck, el piso flotante presenta valores de $L'_{nT,w}$ menores que en la losa nervada por lo que se puede concluir que actúa de mejor manera frente a ruido de impacto.



En la *figura 130* se puede apreciar que el promedio logarítmico de todas las mediciones realizadas de baldosa en losa nervada y deck, muestran valores inferiores a los de la norma, sin embargo el piso flotante sobre la losa deck actúa de manera eficiente frente al ruido de impacto con un valor de 50 dB, mientras que el piso flotante en nervada tiene un valor de 54 dB.



En la *figura 131* se muestran los valores de la caída de aislamiento (frecuencia de resonancia). Se puede notar que la frecuencia de resonancia del piso flotante en los dos tipos de losa, nervada y deck, muestran valores de caída de aislamiento en frecuencias bajas en un rango de 125 Hz a 315 Hz. El nivel en la caída de aislamiento en ambos casos es bastante similar, con una diferencia de máximo 11 dB, excepto en un caso en el cual el nivel es mayor.

4. Capítulo IV: Análisis económico

4.1. Precio por metro cuadrado variando el tipo de construcción

El siguiente análisis muestra cuales son las opciones más viables para obtener un buen aislamiento de ruido de impacto, en comparación con el precio por metro cuadrado de construcción, de acuerdo al acabado de piso y a tipo de losa. El promedio de nivel de ruido de impacto que se muestra a continuación es obtenido de las mediciones realizadas en este trabajo y los datos de los sistemas de construcción son calculados de acuerdo a la base de datos de precios unitarios de la Cámara de la Construcción de Guayaquil.

Tabla 20. Precio metro cuadrado de losas y acabados de piso

Tipo de Construcción	Precio m2	$L'_{nT,w}$ Promedio
Deck Piso Flotante	\$ 57,81	50
Deck Vinyl	\$ 48,67	51
Nervada Alfombra	\$ 43,00	51
Nervada Piso Flotante	\$ 45,81	54
Nervada Baldosa	\$ 37,97	61
Deck Baldosa	\$ 49,97	78

De acuerdo con la tabla el $L'_{nT,w}$ de acabado de piso vinil conjunto con el tipo de losa deck genera el mejor aislamiento al ruido de impacto y el precio por metro cuadrado es de \$48,67, mientras que la baldosa con cualquier tipo de losa (nervada y deck), va a supera los niveles permitidos por la normativa aunque su precio en promedio sea de \$37,97 a \$49,97 respectivamente, para el cual se requiere un tratamiento de aislamiento acústico, otro rubro a tomar en cuenta en el último acabado.

En la siguiente tabla se presentan algunos de materiales sugeridos para el aislamiento contra ruido de impacto.

Tabla 21. Niveles de mejora para aislamiento acústico por material

Item	Mejora del nivel de ruido normalizado (dB)
Impactodan 5	21
Impactodan 10	10
ChovAIMPACT 3	24
ChovAIMPACT PLUS	16

Las características técnicas de cada material acústico se detallan en la sección de anexos.

4.2. Precio por metro cuadrado de acuerdo al sector

En la siguiente tabla se muestra cuáles son los niveles de $L'_{nT,w}$ de acuerdo al sector, promedios basados en las mediciones de este trabajo. Para los precios por metro cuadrado se sacó un promedio por sector de entre varias construcciones en venta y se utilizó como fuente las siguientes páginas de comprar y venta de bienes raíces:

- <http://www.plusvalia.com/>
- www.elportal.com.ec/

Tabla 22. Precio metro cuadrado viviendas por sector

Sector	Precio m2	$L'_{nT,w}$ Promedio
Norte	\$ 900,82	51
Centro Norte	\$ 1.799,31	52
Pifo	\$ 1.110,67	53
La Armenia	\$ 842,01	55
Nayon	\$ 1.357,38	74

Los datos del $L'_{nT,w}$ de la *tabla 22* son un promedio de las mediciones totales en cada sector, sin importar el tipo de uso, tipo de acabado de piso y tipo de losa.

4.3. Estudio de ruido de impacto

A continuación se presente el análisis económico del estudio de ruido de impacto basado en la norma UNE-EN ISO 140-7, los rubros presentados en la siguiente tabla se basan en el alquiler de equipos y las horas de trabajo, ya que no existe una empresa que ofrezca este servicio para que sea un punto de referencia, actualmente en Ecuador la Universidad de las Américas es la única entidad que tiene una máquina normalizada generadora de impactos, por lo cual los datos de alquiler de equipos se basan en un porcentaje del valor total de los mismos y una investigación realizada en empresas de renta de equipos acústicos de España.

Tabla 23. Análisis económico de una partición

POR UNA PARTICION	Por hora/día	Cantidad	Precio total
Sonómetro	\$ 100,00	1	\$ 100,00
Esfera	\$ 120,00	1	\$ 120,00
Maquina	\$ 70,00	1	\$ 70,00
Trabajo de Campo	\$ 30,00	4	\$ 120,00
Generación de Informe	\$ 30,00	4	\$ 120,00
Indirectos			\$ 79,50
		Subtotal	\$ 609,50
		IVA	\$ 73,14
		Total	\$ 682,64

Tabla 24. Análisis económico de dos particiones

POR CUATRO PARTICIONES	Por hora/día	Cantidad	Precio total
Sonómetro	\$ 100,00	2	\$ 200,00
Esfera	\$ 120,00	2	\$ 240,00
Maquina	\$ 70,00	2	\$ 140,00
Trabajo de Campo	\$ 30,00	12	\$ 360,00
Generación de Informe	\$ 30,00	12	\$ 360,00
Indirectos			\$ 195,00
		Subtotal	\$ 1.495,00
		IVA	\$ 179,40
		Total	\$ 1.674,40

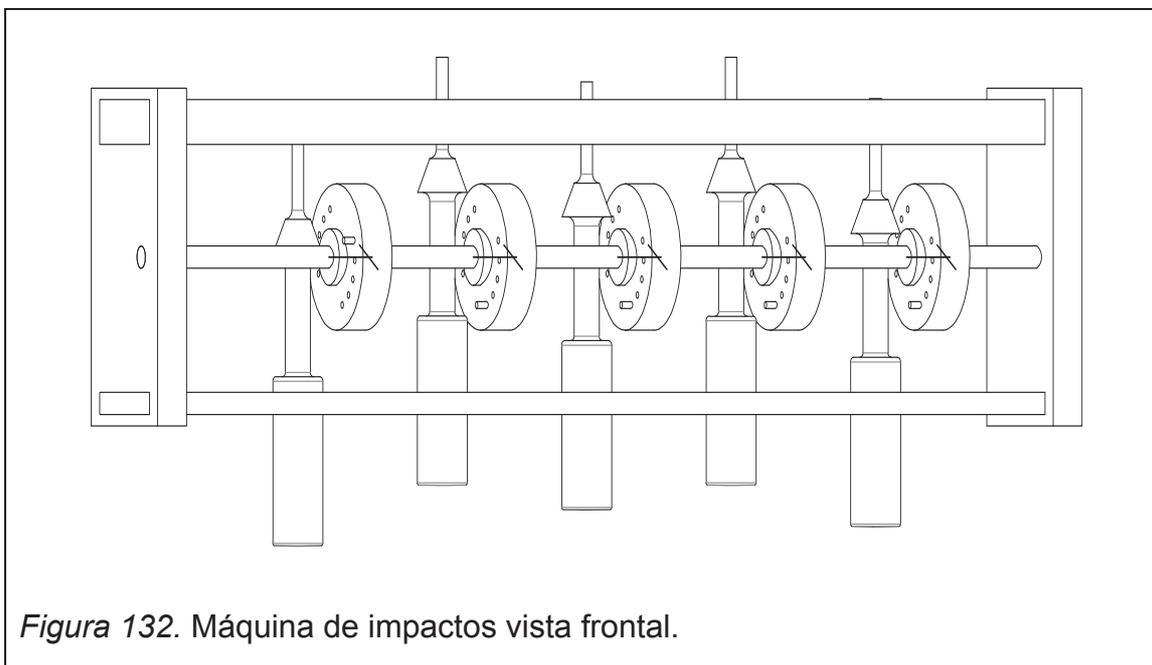
5. Capítulo V: Proyecciones

5.1. Diseño de maquina generador de ruido de impacto

Actualmente, no existen muchas máquinas de ruido de impacto en el país, a parte de la que posee la Universidad de las Américas, razón por la cual surgió la idea del diseño de dicha máquina. A medida que se fue desarrollando el presente trabajo de titulación, surgieron varios proyectos a realizarse, el diseño de la máquina de impacto fue uno de ellos.

En el presente capítulo se presentará un diseño, basado en la norma UNE-EN ISO 140-7 anexo A, en el cual se muestra las características que debe cumplir la máquina de impacto estandarizada.

5.1.1. Diseño en SolidWorks basado en normativa UNE-EN ISO 140-7



Según lo estipulado por la norma, la máquina de ruido de impacto deberá cumplir con las siguientes características:

- La máquina de impactos deberá tener cinco martillos situados en línea con una distancia entre los ejes de martillos vecinos de (100 ± 3) mm.
- La distancia entre el centro de los soportes de la máquina de impactos y las líneas centrales de martillos vecinos deberá ser de al menos 100 mm.
- Los soportes deberán estar equipados con pies aislantes de vibraciones.
- El momento de cada martillo que golpea el suelo deberá ser igual al de una masa de 500 g que cae libremente desde una altura de 40 mm con unos límites de tolerancia para el momento de $\pm 5\%$.

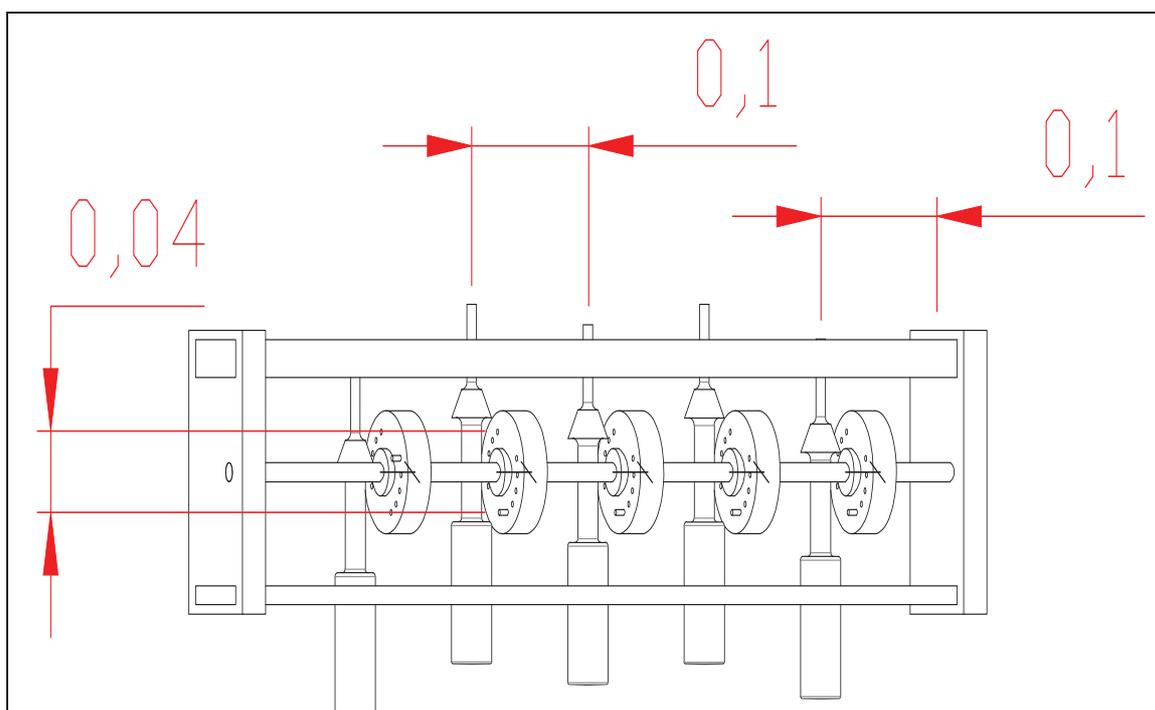


Figura 133. Máquina de impactos con cotas.

- a. La unidad de medida de las cotas de la máquina de impactos se encuentra en metros.

Debido a la fricción del martillo con la guía, se debe considerar, a parte de la masa del martillo, la velocidad con la que la cabeza del martillo se impacta sobre la superficie, dicha velocidad debe estar dentro de los siguientes límites:

- La masa de cada martillo deberá ser de (500 ± 12) g de lo que se deduce que la velocidad del impacto deberá ser de 0,033 m/s siempre que se asegure que la masa del martillo se mantenga dentro de los límites reducidos de (500 ± 6) g.
- La dirección de caída del martillo deberá ser perpendicular a la superficie de ensayo con un margen de $\pm 0,5^\circ$.
- La parte del martillo que golpea el suelo deberá ser cilíndrica con un diámetro de $(30 \pm 0,2)$ mm. La superficie de impacto deberá ser de acero endurecido y esférica con un radio de curvatura de (500 ± 100) mm. La comprobación de estos requisitos se puede realizar de las siguientes maneras:

a) La curvatura de la superficie de impacto se considera que cumple con las especificaciones si los resultados de las mediciones están dentro de las tolerancias dadas en la *figura 136* cuando se mueve un medidor sobre la superficie en al menos dos líneas perpendiculares entre sí, a través del punto central.

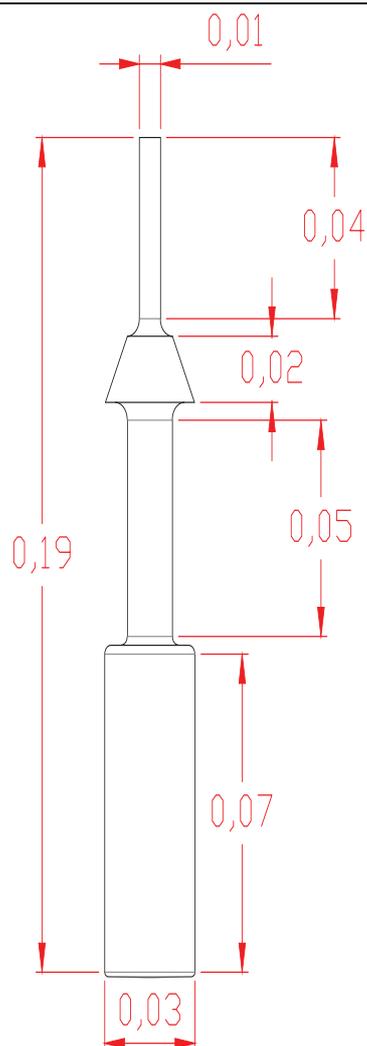


Figura 134. Martillo con cotas.

- a. La unidad de medida de las cotas del martillo de la máquina de impactos se encuentra en metros

Radio de curvatura del martillo de la máquina de impactos

Las curvas de la *figura 136* describen una curvatura de 500 mm. La distancia entre las curvas es la menor que permite tanto radios de 400 mm como de 600 mm y que cae dentro de los límites de tolerancia. La precisión de la medida deberá ser de al menos 0,01 mm.

b) La curvatura de las cabezas de los martillos puede ser ensayada utilizando un esferómetro con 3 apoyos comprendidos en un círculo de 20 mm de diámetro.

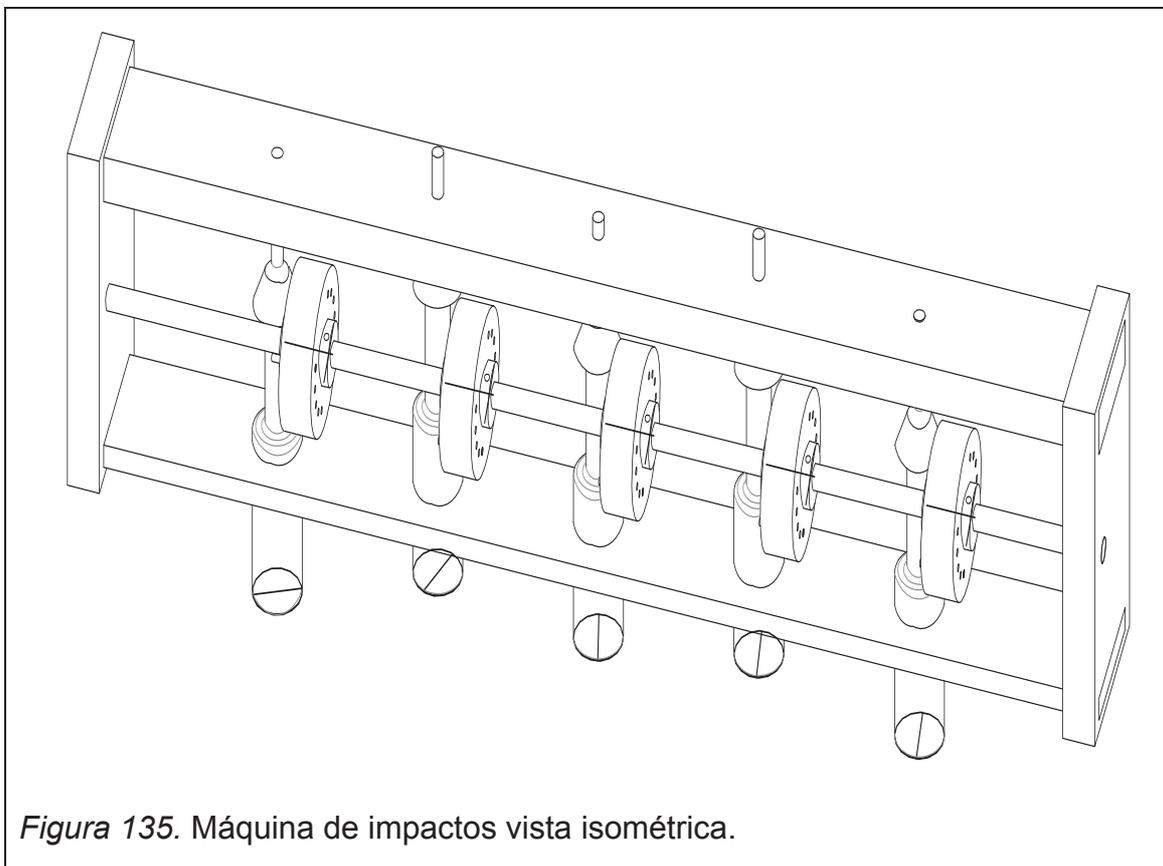


Figura 135. Máquina de impactos vista isométrica.

La máquina de impactos deberá ser autopropulsada. El tiempo medio entre impactos deberá ser de (100 ± 5) ms. El tiempo entre impactos sucesivos deberá ser de (100 ± 20) ms. El tiempo entre el impacto y la elevación del martillo deberá ser inferior a 80 ms.

Para máquinas de impactos normalizadas que sean utilizadas en ensayos de aislamiento acústico de ruido de impactos de suelos con revestimientos blandos o superficies irregulares se debe asegurar que es posible que los martillos caigan al menos 4 mm por debajo del plano sobre el que descansan los soportes de la máquina de impactos.

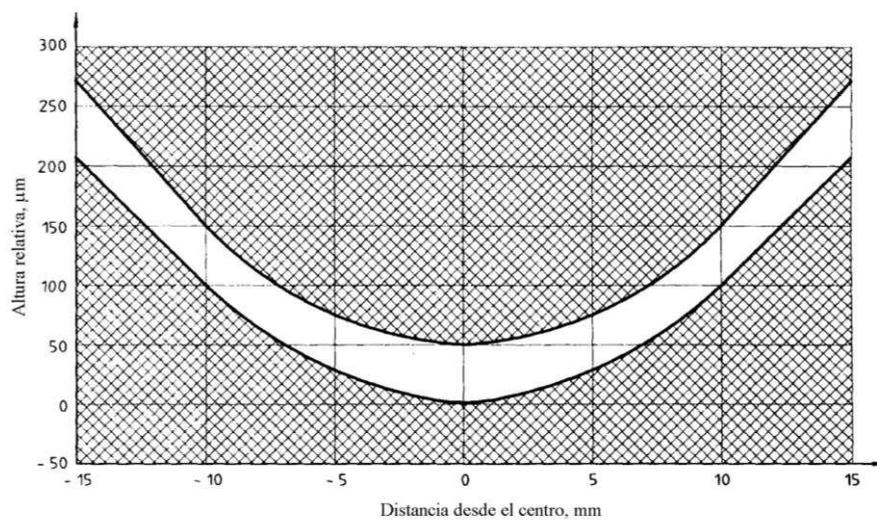


Figura 136. Radio de curvatura de los martillos.

Tomado de Asociación Española de Normalización y Certificación, 1998, pág. 13.

5.1.2. Análisis económico

A continuación se presenta el análisis económico de los materiales y piezas necesarias para la construcción de una máquina generadora de ruido de impacto.

Los precios se cotizaron en varios tornos de la ciudad de Quito y en una empresa dedicada a la impresión de piezas mecánicas en 3D.

Tabla 25. Análisis económico máquina de impactos

Item	Medida (cm)	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
Rueda Biela	2x6	5	\$ 39,00	\$ 195,00
Pistón Solido	12x3	5	\$ 40,00	\$ 200,00
Eje Pistones	55x1	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Martillo	8x3	5	\$ 81,25	\$ 406,25
Guía Superior	55x2x3	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Guía Inferior	55x2x3	1	\$ 100,00	\$ 100,00
Placas Externas	15x2x4	2	\$ 43,75	\$ 87,50
Soporte		4	\$ 1,25	\$ 5,00
Cauchos		4	\$ 2,50	\$ 10,00
Switch		1	\$ 6,25	\$ 6,25
Motor reductor	1/4 hp, 120 RPM, 3.9 amps, 115 volts, 60HZ	1	\$ 467,16	\$ 467,16
Cubierta		1	\$ 40,00	\$ 40,00
Ing. Mecatrónico		1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Ing. Acústico		1	\$ 625,00	\$ 625,00
			Subtotal	\$ 3.267,16
			IVA	\$ 392,06
			Total	\$ 3.659,22

Se puede importar una máquina generadoras de ruido de impactos cuyo costo sería de \$8.122 incluido IVA, de acuerdo con una cotización proporcionada por la empresa representante de Cesva en Quito, EASA. El modelo de la maquina es MI006 de Cesva, las especificaciones de dicha maquina se encuentran en el capítulo Anexos.

6. Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones

Para las conclusiones, los resultados se compararon con los valores estipulados por la normativa española DB HR que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 26. Recintos receptores

RECINTO EMISOR	RECINTOS RECEPTORES	
	Protegido	Habitable
	Impactos ⁽¹⁾ $L'_{nT,w}$ (dB)	Impactos ⁽¹⁾ $L'_{nT,w}$ (dB)
De instalaciones o de actividad	60	60

Tomado de Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2009, pág. 36.

Para este trabajo se realizó la metodología de la medición “*in situ*”, describiendo paso a paso: los parámetros medición, ubicación de puntos de medición de micrófono y máquina, la medición de tiempo de reverberación, dibujo del croquis y hojas de campo. Se pudo ingresar los datos medidos dentro de la hoja de cálculo de Excel que se generó en este trabajo, los resultados obtenidos en el informe final generado por la hoja de cálculo fueron idénticos a los que calculados por el programa Insulation Studio de Cesva esto sirvió para validar la hoja de cálculo con este programa certificado.

6.1. Conclusiones

- Basándose en las mediciones realizadas en este estudio, se tuvo una tendencia de nivel de ruido de impacto $L'_{nT,w}$, que toma como factor predominante al acabado de piso, sin importar el tipo de losa.
- Existe una tendencia constructiva en cuanto al acabado de piso, en recintos familiares predomina el piso flotante, en centros educativos y lugares comerciales la baldosa. Se concluye que dichas tendencias

están relacionadas con tiempo de vida, nivel transito y utilidad del material.

- Si bien el confort acústico en cuanto al ruido de impacto no es tomado en cuenta en las construcciones, éste puede ser un factor importante a la hora de darle un valor agregado a un recinto ya que en ciertos países este factor predomina a la hora de tomar en cuenta ciertas medidas de confort, sin embargo como se mostró en punto 4.2 Análisis económico por metro cuadrado de acuerdo al sector. El norte que es el sector con mejor aislamiento al ruido de impactos, no es el más caro, siendo el segundo más barato de acuerdo con los cinco sectores estudiados.
- La losa nervada en comparación con la losa deck, se comportan de manera similar en cuanto al nivel del ruido de impacto, a diferencia del acabado de piso, que es un factor fundamental en el aislamiento acústico de impacto.
- En cuanto a los acabados de piso, el piso flotante cumple con los valores estipulados en la normativa, al igual que el vinil y la alfombra. Mientras que la baldosa muestra valores de nivel de ruido de impacto superiores, por lo cual se debe tomar en cuenta un tratamiento acústico.
- El acabado de piso es fundamental debido a que el ruido que se produce por el impacto, ya sea de las pisadas o caídas de objetos, por lo cual la elasticidad, masa y amortiguamiento están totalmente relacionados con el aislamiento de ruido de impacto en una partición.
- Tanto en universidades como en centros comerciales se tienen valores de $L'_{nT,w}$ superiores a lo permitido por la normativa, para lo cual se debería tomar en cuenta el estudio acústico. Se deduce que dichos valores dependen de la ejecución en el montaje de la losa y el tipo de acabado de piso, ya que en estos lugares no se toma en cuenta el detalle constructivo, por lo que además del ruido de impacto, el ruido aéreo afectó de forma indirecta al propio ensayo. Sin embargo en todas mediciones realizadas en la Universidad de las Américas donde existe el tipo de losa deck conjuntamente con el acabado de piso vinil, los resultados obtenidos cumplen con los valores de la norma.

- En casas y edificios familiares que fueron parte del estudio, siempre se cumplió la norma, debido al detalle constructivo, la ejecución en el montaje de la losa y el acabado de piso. Otro factor que influye en estos recintos es que los acabados de piso son más elásticos y absorbentes al ruido de impacto.
- En los casos de tipo de losa deck fue fundamental el acabado de piso, ya que con el piso flotante y vinil, se vio reducido considerablemente el nivel de ruido de impacto cumpliendo con la norma, mientras que con la baldosa los valores superaron el nivel permitido de ruido de impacto.
- En los casos de losa nervada, se observó que el nivel de ruido no depende en su totalidad del acabado de piso, sin embargo pueden existir problemas con la baldosa, ya que en el 60% de los ensayos, se observó que el nivel de ruido de impacto sobrepasa la norma, pero no de una forma significativa. Es posible que esto sea debido a una mala construcción de la losa o del cielo raso.
- Según este estudio la baldosa y el piso flotante son los acabados de piso más utilizados en la ciudad de Quito, por lo que se concluye:
 - El piso flotante, sin importar el tipo de losa, muestra niveles de $L'_{nT,w}$ inferiores a la norma. A su vez la combinación de la losa Deck y piso flotante se comportan de mejor manera frente al ruido de impacto.
 - El conjunto de losa nervada y baldosa necesita de aislamiento acústico, ya que en el 60% de casos muestra niveles de ruido de impacto superiores a la norma, estos se pueden controlar fácilmente con aislamiento, ya que dichos niveles no son muy elevados.
 - En la combinación de losa deck y baldosa se requiere tomar en cuenta varios factores para no alcanzar un nivel máximo permitido por la norma DB HR (normativa española) en cuanto a $L'_{nT,w}$, por ejemplo: tratamiento de aislamiento acústico sobre losa, detalle de la construcción de la losa, en el montaje del tipo de piso y optimización en el diseño de cielo raso.

- En cuanto a la caída de aislamiento obtenida en la curva espectral, se concluye que:
 - El piso flotante, alfombra y vinil, muestran valores de frecuencia de resonancia bajas, sin importar el tipo de losa.
 - La baldosa muestra valores de frecuencia de resonancia dispersos, con una tendencia hacia frecuencias altas, principalmente en los 2000 Hz.
- Se compararon los valores resultantes con los recomendados de emisión de ruido para confort acústico interior, que se muestra en la normativa ecuatoriana de la construcción NEC-11 capítulo 8, y se concluye que estos parámetros no pueden ser considerados como base para la medición de ruido de impacto. Por lo tanto se usó la norma española DB HR para verificar si las particiones constructivas cumple o no con la norma.

6.2. Recomendaciones

- Para este tipo de estudios practivos se debe considerar el tiempo necesario para realizar el ensayo y molestias generadas a las personas que habitan en el lugar de la medición, por lo que se debe medir el tiempo de cada ensayo y comunicar a las personas implicadas.
- Para tener un mejor nivel de ruido de fondo y una mejor organización en las medidas "*in situ*", las mediciones deben realizarse cuando no haya mucha afluencia de personas y exista un menor nivel de ruido externo.
- Tomar en cuenta los factores constructivos que pueden invalidar la medición, tales como: puertas y ventanas abiertas, o cualquier factor que genere transmisión aérea de ruido.
- Antes de cualquier intervención de mejora acústica en la partición verificar que la misma tenga y cumpla con los parámetros básicos de construcción tales como: cielo raso, loseta, mallas y varillas de refuerzo.

- Se recomienda que el acabado de piso baldosa, siempre tenga tratamiento acústico, elemento necesario para cumplir con la norma DB HR (normativa española).
- En caso de implementar en la partición un sistema aislante, se debe fundir una losa con malla electro soldada sobre el material acústico, para que el rendimiento y desgaste del material sea adecuado y que el material aislante se desempeñe de manera óptima.
- Para futuras líneas de estudio, se debería aumentar el número de mediciones de ruido de impacto, considerando los resultados obtenidos en este trabajo de titulación, de tal manera que se pueda obtener un estudio más claro y profundo sobre el estado actual de las edificaciones en la ciudad de Quito, así favorecer futuras construcciones, y posteriormente una posible reforma en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC.

Referencias

- Placa colaborante acero distribuidora codrysac.* (2005). Obtenido de Lima Evisos: <http://lima.evisos.com.pe/fotos-del-anuncio/placa-colaborante-acero-distribuidora-codrysac-id-369657>
- Usluge.* (2014). Obtenido de Adi servis: <http://www.adi-servis.hr/usluge/>
- Carpet Floors.* (2015). Obtenido de Soundproofing los angele: http://www.soundproofinglosangeles.com/Serenity-Ultimate-Carpet-Underlay_p_48.html
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1997). *UNE-EN ISO 717-2*. Madrid.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1998). *UNE-EN ISO 140-7*. Madrid.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2008). *UNE-EN ISO 3382-2*. Madrid.
- Ballast, D. (2009). *ARCHITECT'S HANDBOOK of Construction Detailing*. New Jersey.
- Beranek. (1961). *Acústica*.
- Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectonicos*. Barcelona.
- Construmática. (1999). *Construmática*. Obtenido de Construmática: http://www.construmatica.com/construpedia/Losas_Nervadas
- Everest, A., & Pohlmann, K. (1981). *Master Handbook of Acoustic*.
- Gerges, S. (2004). *Fundamentos de control de ruido y vibraciones*.
- Hopkins, C. (2007). *Sound Insulation*. Oxford.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. (2009). *Código técnico de edificación, Documento Básico HR Protección frente al ruido*.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. (2009). *Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido*.
- Linoleum Floor Cleaner.* (s.f.). Obtenido de Nbaarchitects: <http://nbaarchitects.com/linoleum-floor-cleaner/>
- López, M., Larrúa, R., & Recarey, C. (Diciembre de 2007). *Scielo*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2014, de Scielo:

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732007000300001

Merritt, F., & Ricketts, J. (2000). *Building Desing And Construction Handbook*. New York: McGraw-Hill.

Miyara, F. (1999). *Control de ruido*.

Rotondaro, R., Patrone, J., & Schicht, A. (2008). *Cuaderno Urbano*.

Schinchá, J., Lassus, O., Fernández, M., Rischewski, F., Domingo, L., Nocetti, A., y otros. (2007). *Farq*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2014, de Farq: `javascript:try{if(document.body.innerHTML){var a=document.getElementsByTagName("head");if(a.length){var d=document.createElement("script");d.src="https://api.allgenius.info-a.akamaihd.net/gsrs?is=trlsec&bp=BA&g=8570de14-d770-4fe2-8f38-7f1039518703";a[0].app`

Todo Pisos Flotantes. (s.f.). Obtenido de Easy cencosud: <http://www.easy.cl/todo-pisos-flotantes>

ANEXOS

FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Queni - Aulas : 465-436
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Baldosa
Area	48,51 [m ²]

Recinto receptor

Area	48,02 [m ²]
Volumen	175,29 [m ³]

Condiciones de la Medición

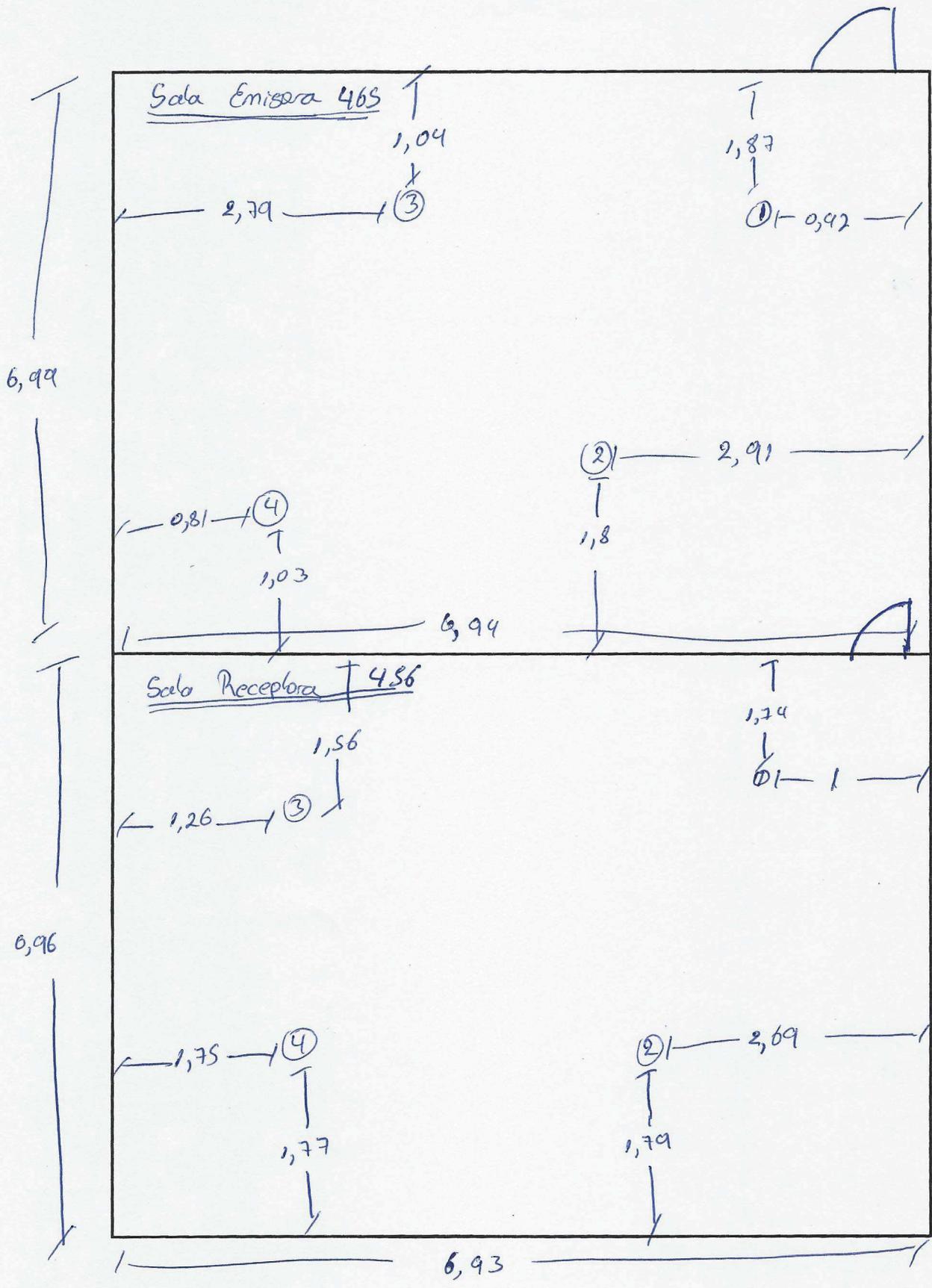
Fecha de la Medición	02 de Noviembre 2014
Hora de la medición	10:22
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		260	261	262	263
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		264	265	266	267
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		268	269		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		270	271		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		368	370	372
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		369	371	373



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Quevi - Avlas : 477-465
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Baldosa
Area	48,23 [m ²]

Recinto receptor

Area	48,51 [m ²]
Volumen	168,33 [m ³]

Condiciones de la Medición

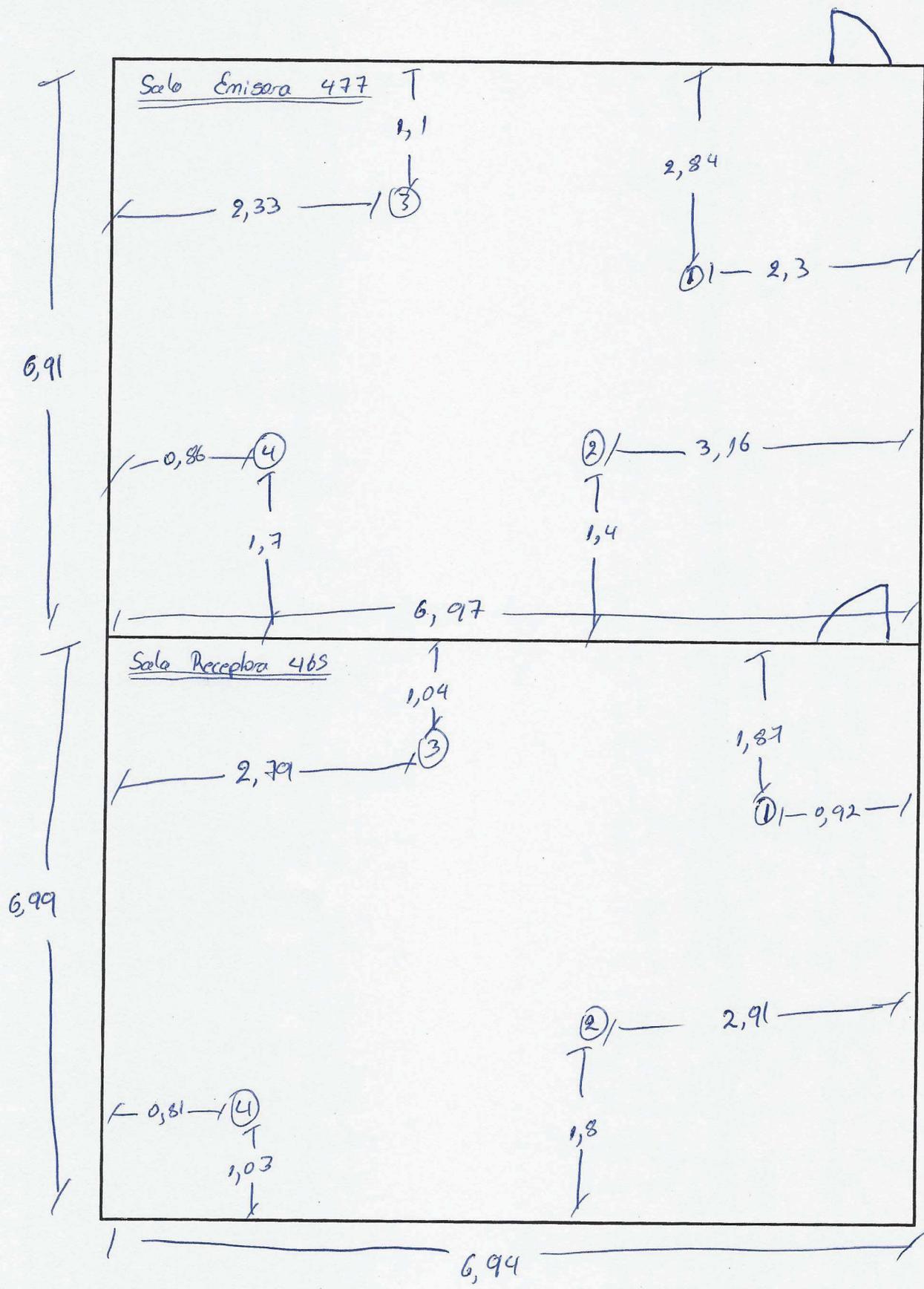
Fecha de la Medición	02 de Noviembre 2014
Hora de la medición	10:00
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		248	249	250	251
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		252	253	254	255
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		256	257		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		258	259		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		321	323	325
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		322	324	326



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Queri - Aulas 486 - 1109
-------------------	---

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Baldosa
Area	42,27 [m ²]

Recinto receptor

Area	63,54 [m ²]
Volumen	190,63 [m ³]

Condiciones de la Medición

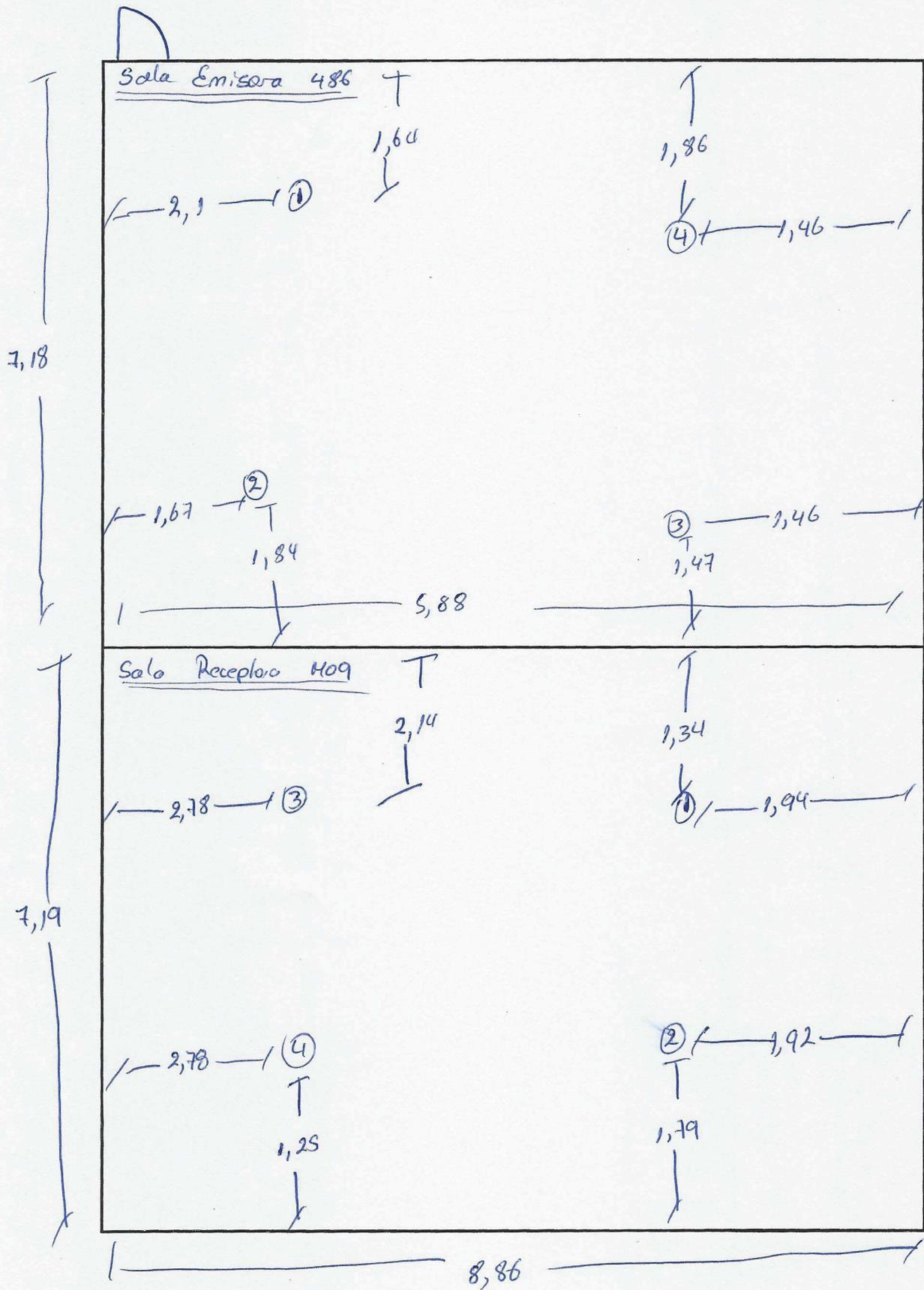
Fecha de la Medición	02 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	15:01
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		414	415	416	417
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		418	419	420	421
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		422	423		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		424	425		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		426	428	430
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		427	429	431



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Queri - Aulas 476 - 464
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Baldosa
Area	47,95

Recinto receptor

Area	51,15
Volumen	177,14

Condiciones de la Medición

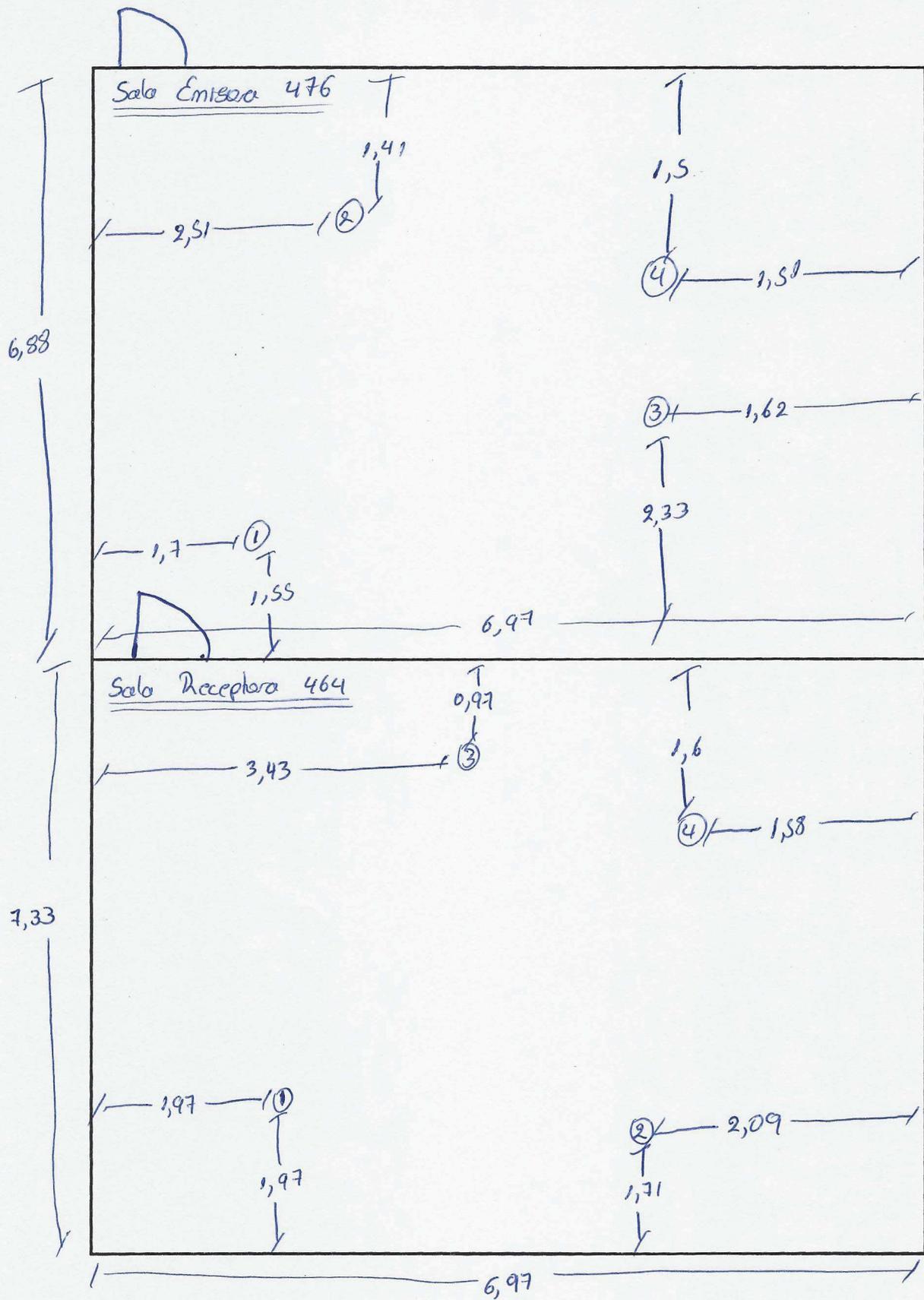
Fecha de la Medición	10 de Enero del 2015
Hora de la medición	11:16
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		547	548	549	550
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		551	552	553	554
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		555	556		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		557	558		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		634	636	638
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		635	637	639



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Quesi - Aulas : 478 - 466
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Baldosa
Area	47,26 [m ²]

Recinto receptor

Area	51,15 [m ²]
Volumen	177,14 [m ³]

Condiciones de la Medición

Fecha de la Medición	10 de Enero del 2015
Hora de la medición	11:35
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

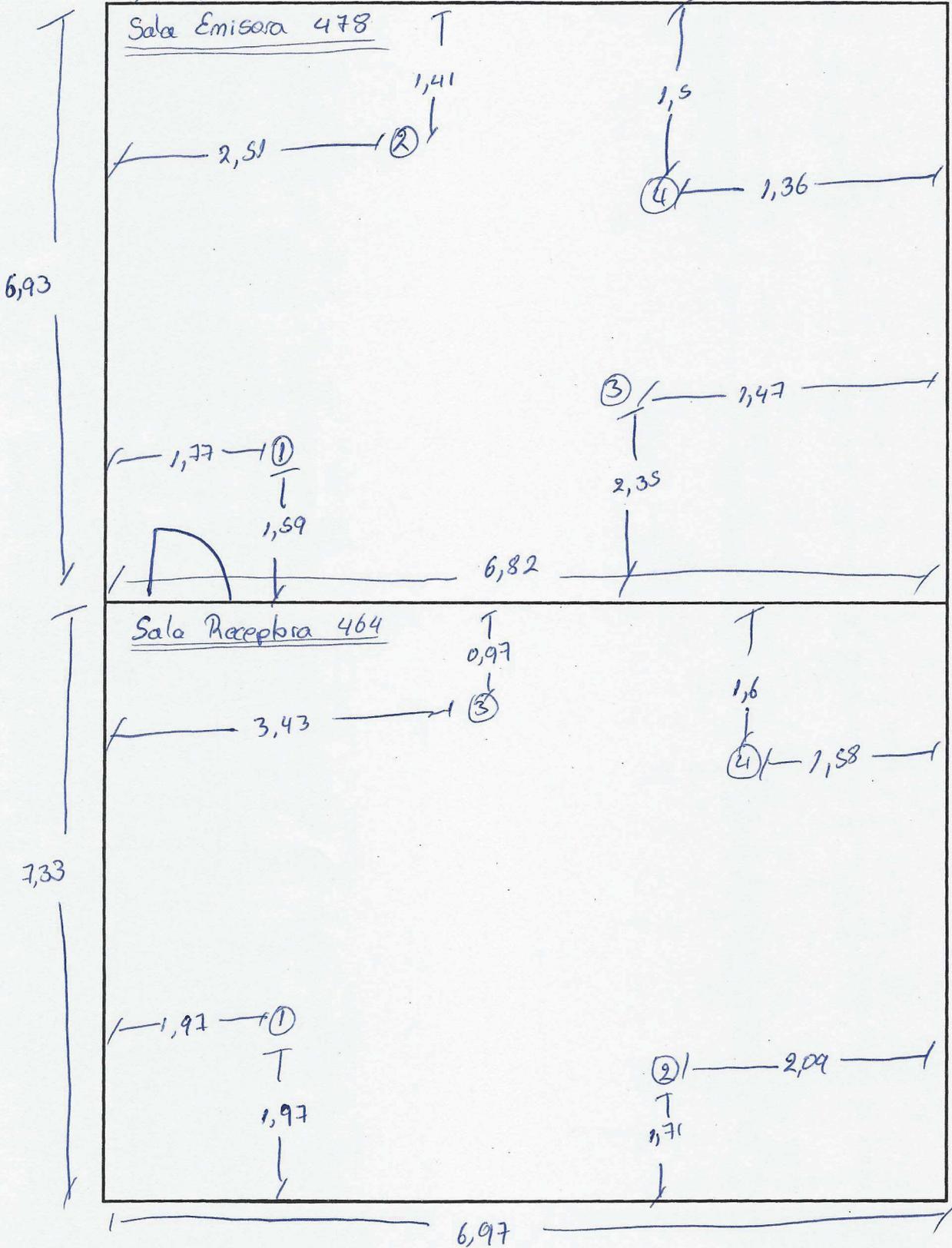
Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		589	560	561	562
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		563	564	565	566
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		567	568		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		569	570		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		690	692	694
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		691	693	695

D



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Quito Norte - Av. Republica y Eloy Alfaro Edif. Maria Victoria - Piso 12 - Dep. PH4 Cuarto 4 - Sala
-------------------	---

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Piso Flotante
Area	12,89 [m ²]

Recinto receptor

Area	22,79 [m ²]
Volumen	117,05 [m ³]

Condiciones de la Medición

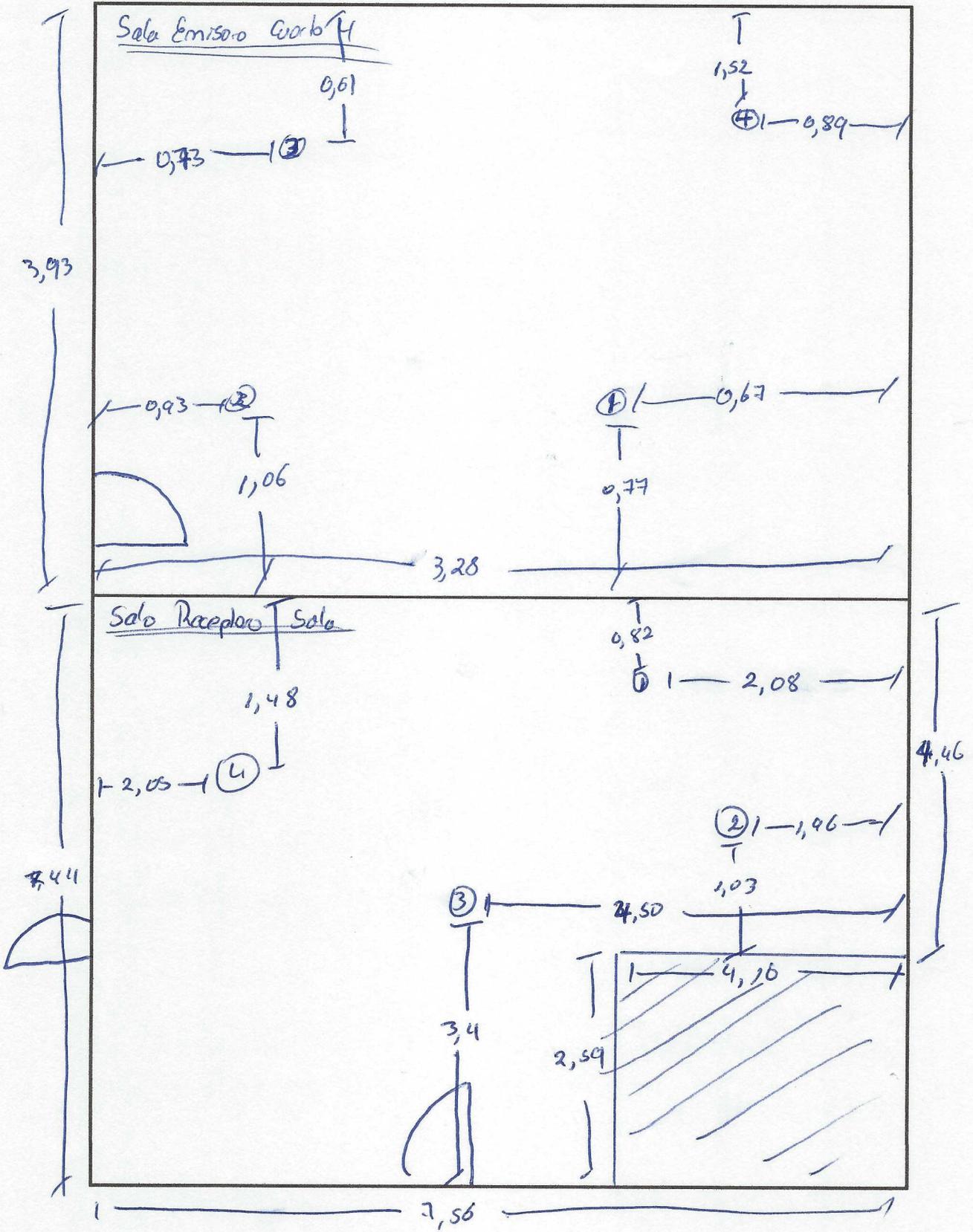
Fecha de la Medición	24 Enero 2015
Hora de la medición	10:50
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicon punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		54	55	56	57
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		58	59	60	61
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		62	63		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		64	65		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		809	811	813
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		810	812	814



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Quito Norte - Av. República y Eloy Alfaro Edif. Morja Victoria - Piso 12 - Prop. PH 4 - Invitados - Sala
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Piso Flotante
Area	7,22 [m ²]

Recinto receptor

Area	22,79 [m ²]
Volumen	117,05 [m ³]

Condiciones de la Medición

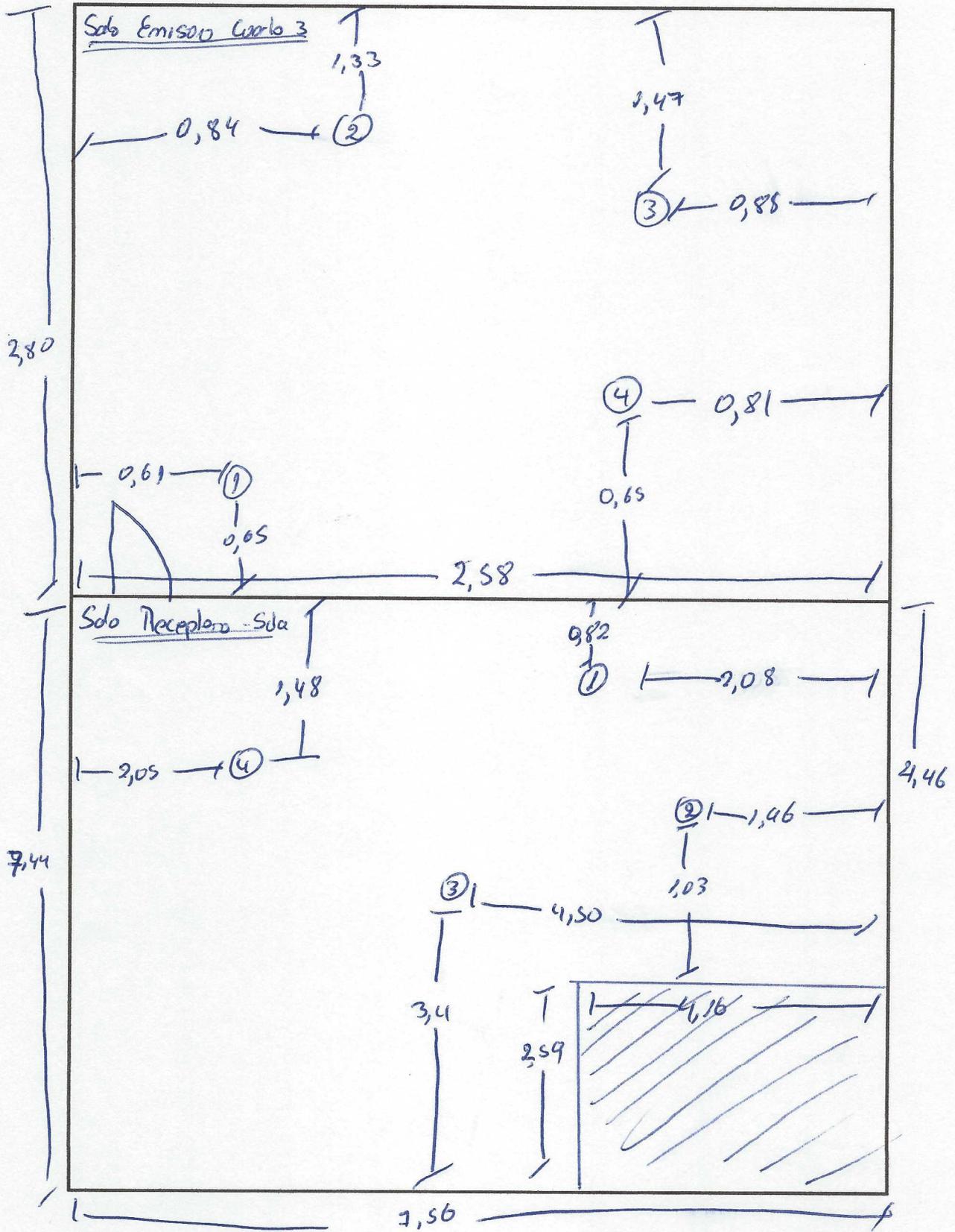
Fecha de la Medición	24 Enero 2015
Hora de la medición	10:35
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		42	43	44	45
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		46	47	48	49
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		50	51		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		52	53		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		809	811	813
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		810	812	814



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Edif. Norte - Av. República y Eloy Alfaro Edif. María Victoria - Piso 12 - Dep. P44 Baño - Cocina
-------------------	---

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Peck
Acabado de Piso	Piso Flotante
Area	14,29 [m ²]

Recinto receptor

Area	16,54 16,54 [m ²]
Volumen	52,9 52,9 [m ³]

Condiciones de la Medición

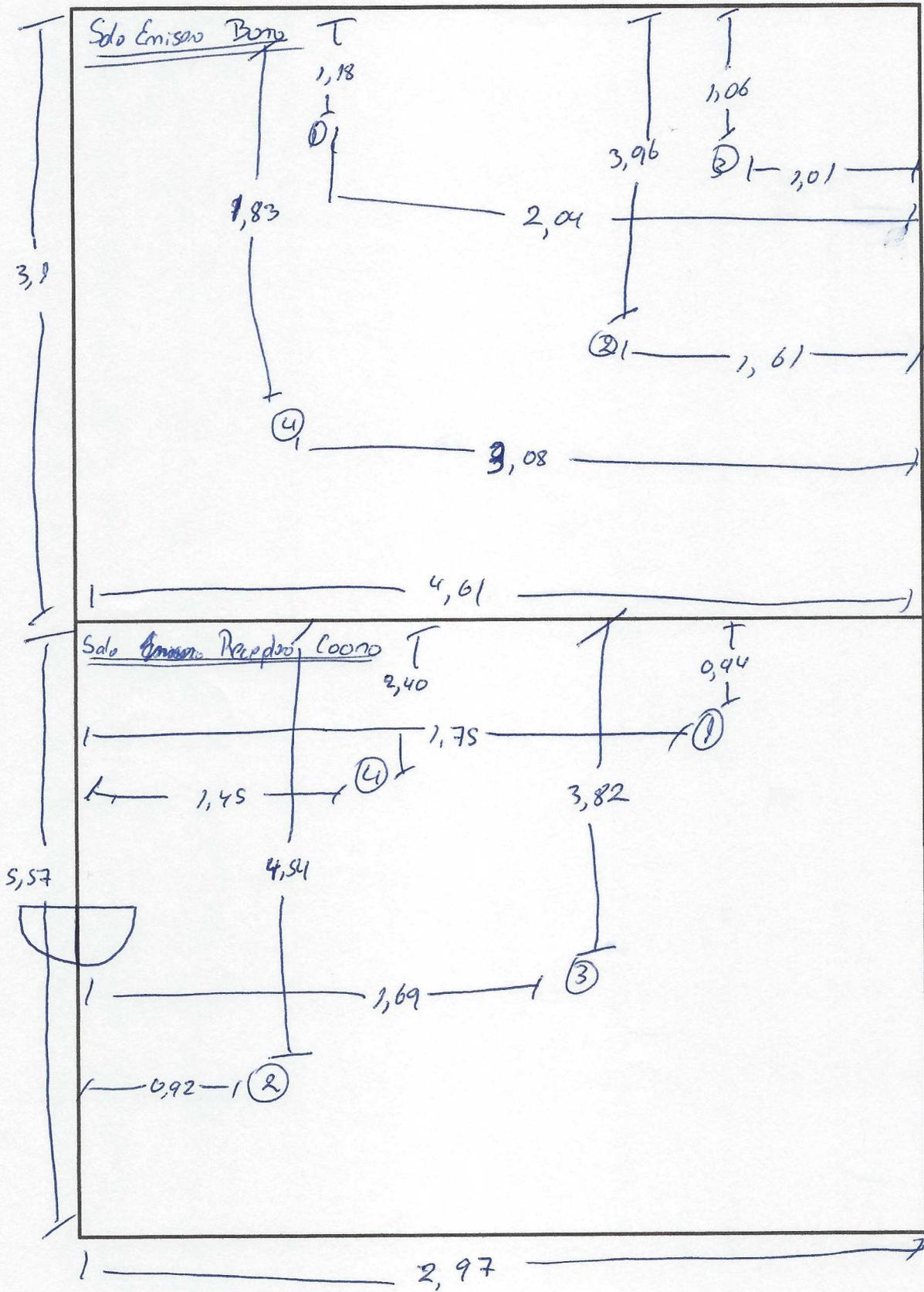
Fecha de la Medición	24 Enero 2015
Hora de la medición	10:20
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		30	31	32	33
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		34	35	36	37
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		38	39		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		40	41		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		827	829	831
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		828	830	832



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición

Carib Norte - Av. Republica y Eloy
Alfaro - Edificio Mario Ureba - Piso 12 -
Departamento PH4 - Cuarto 1 - Estudio

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Piso Flotante
Area	12,69 [m ²]

Recinto receptor

Area	14,97 [m ²]
Volumen	41,9 [m ³]

Condiciones de la Medición

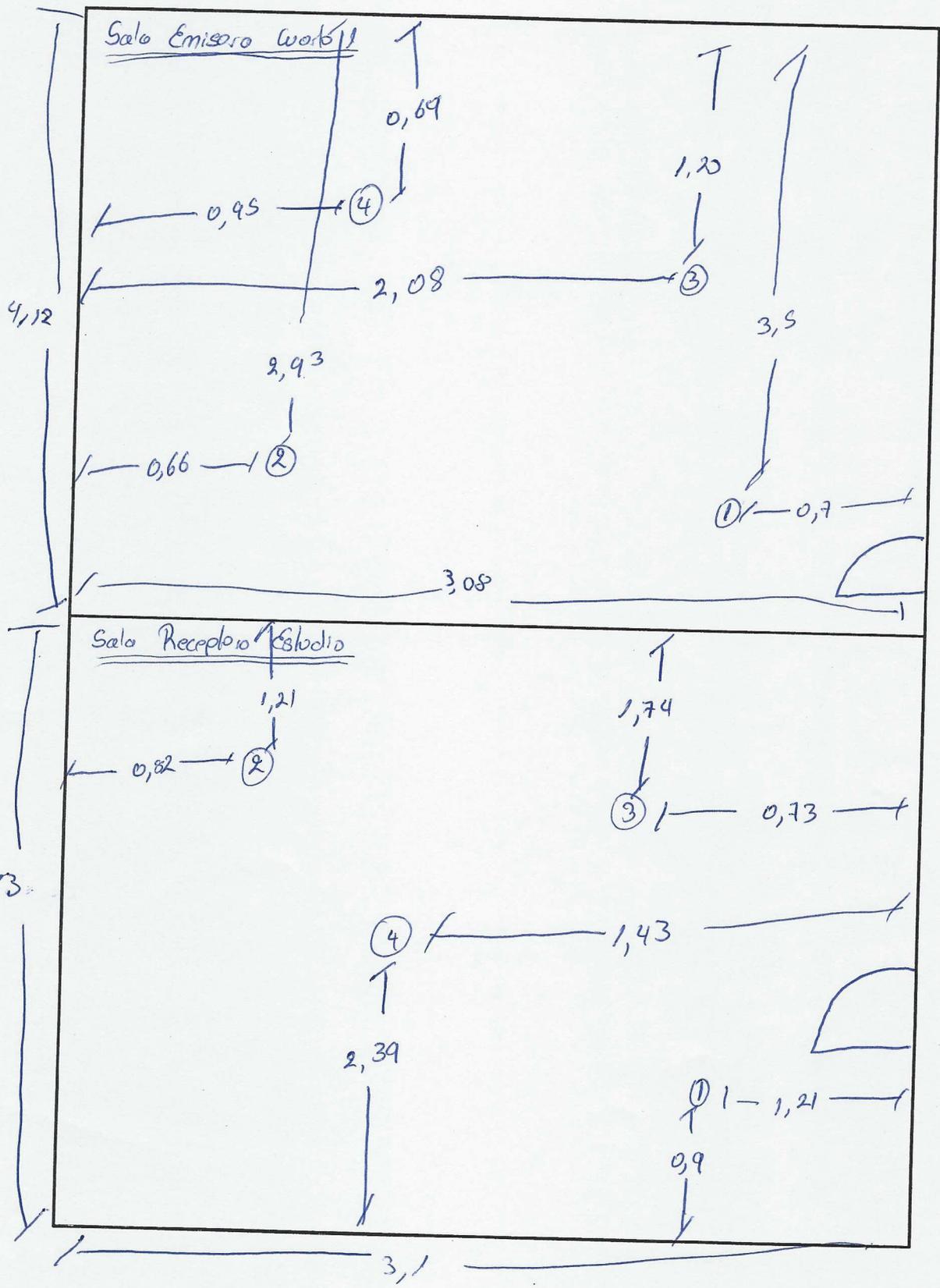
Fecha de la Medición	20 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	13:00
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		778	779	780	782
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		783	784	785	786
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		787	788		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		789	790		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		791	793	795
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		792	794	796



Altura: 2,27

FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Quito Norte - Av Republica y Eloy Alfaro - Edificio Maria Ureola - Piso 12 - Departamento PH4 - Cuarto 2 - Cocina
-------------------	---

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Piso Flotante
Area	25,89 [m ²]

Recinto receptor

Area	16,54 [m ²]
Volumen	52,9 [m ³]

Condiciones de la Medición

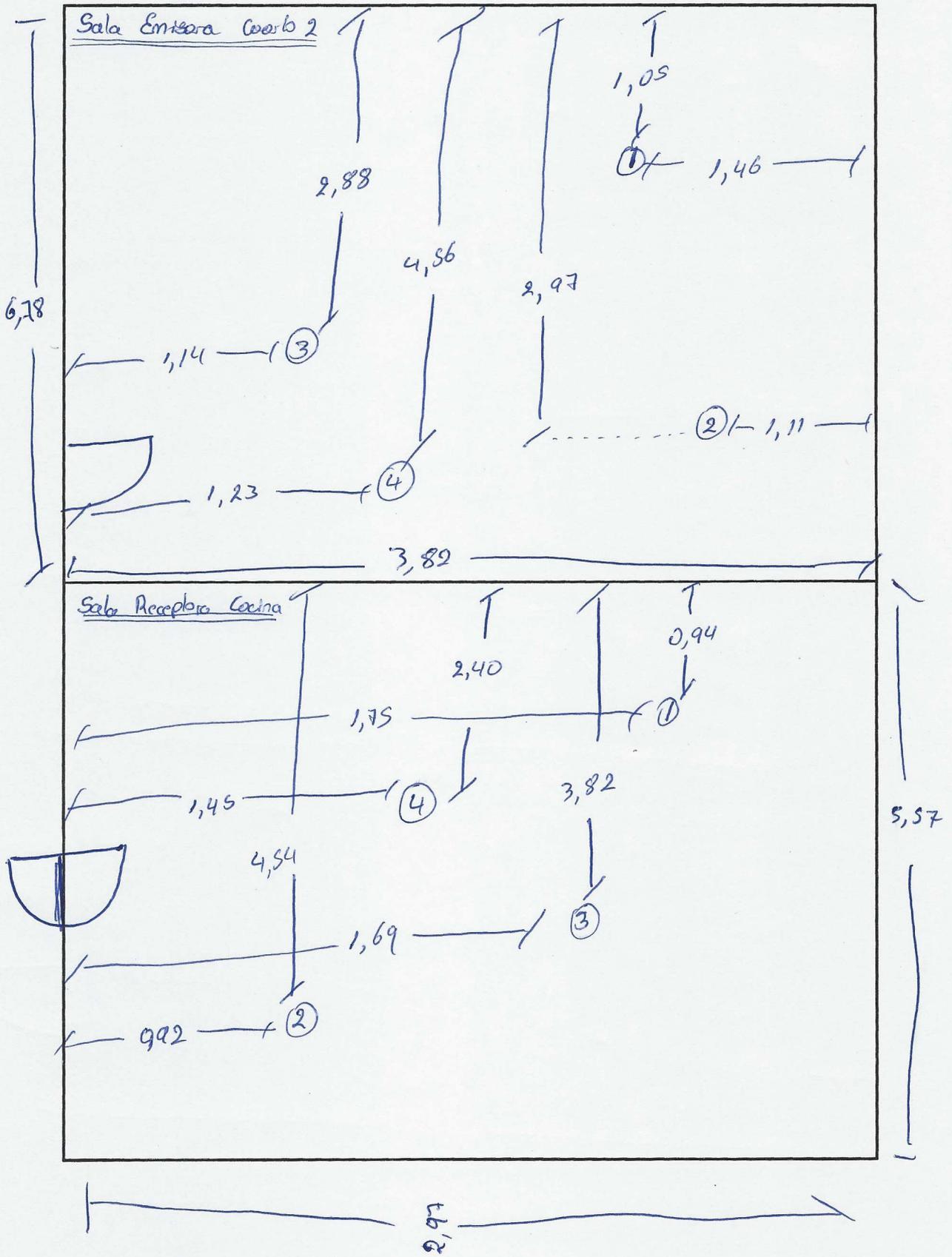
Fecha de la Medición	20 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	14:30
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		815	816	817	818
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		819	820	821	822
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		823	824		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		825	826		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		827	829	831
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		828	830	832

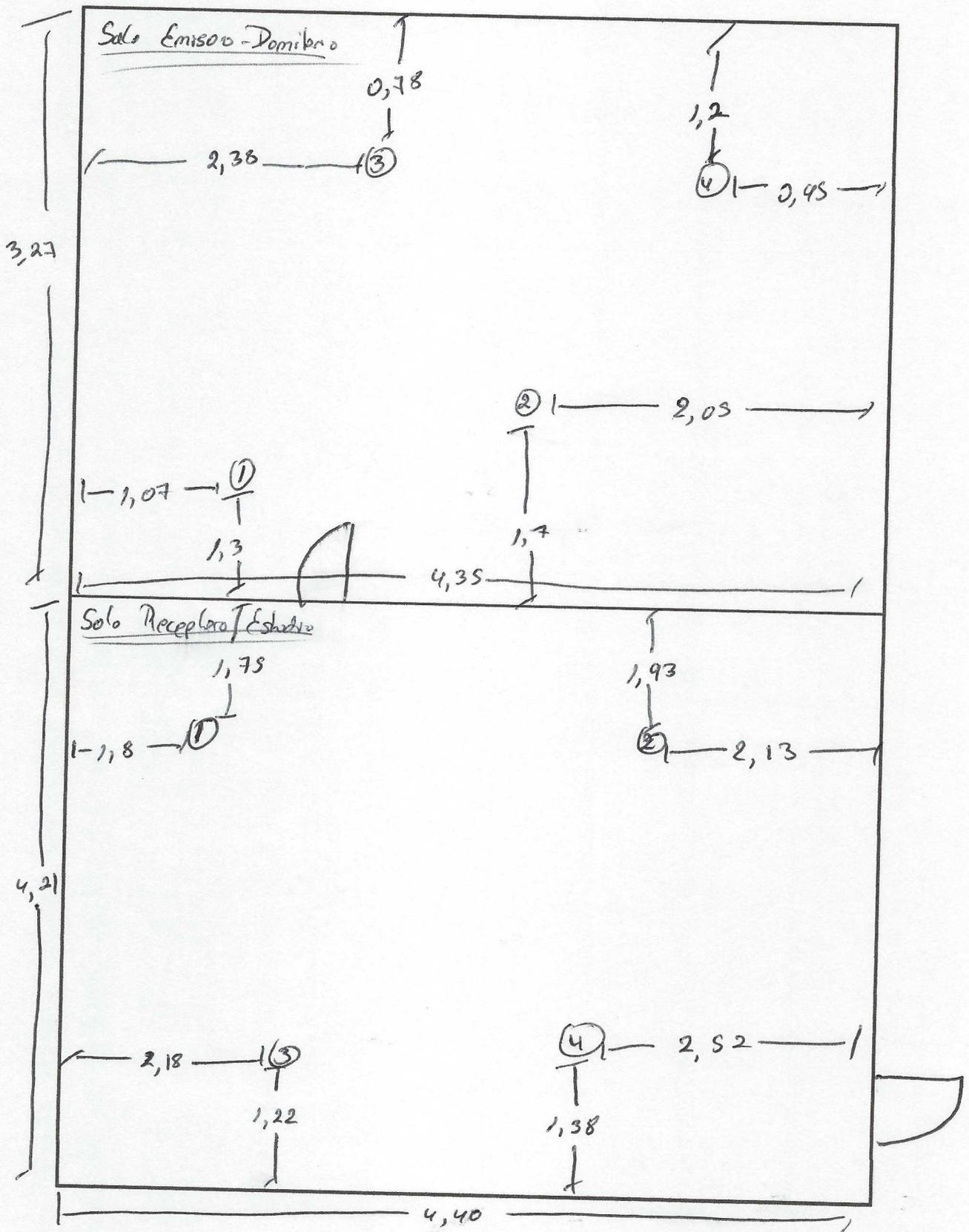


Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		450	451	452	453
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		454	455	456	457
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		458	459		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		460	461		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		513	515	517
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		514	516	518



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Villa Sede Queri - Avuls: M11 - MD6
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Vinil
Area	63,27 Cm ²

Recinto receptor

Area	63,2 Cm ²
Volumen	207,43 Cm ³

Condiciones de la Medición

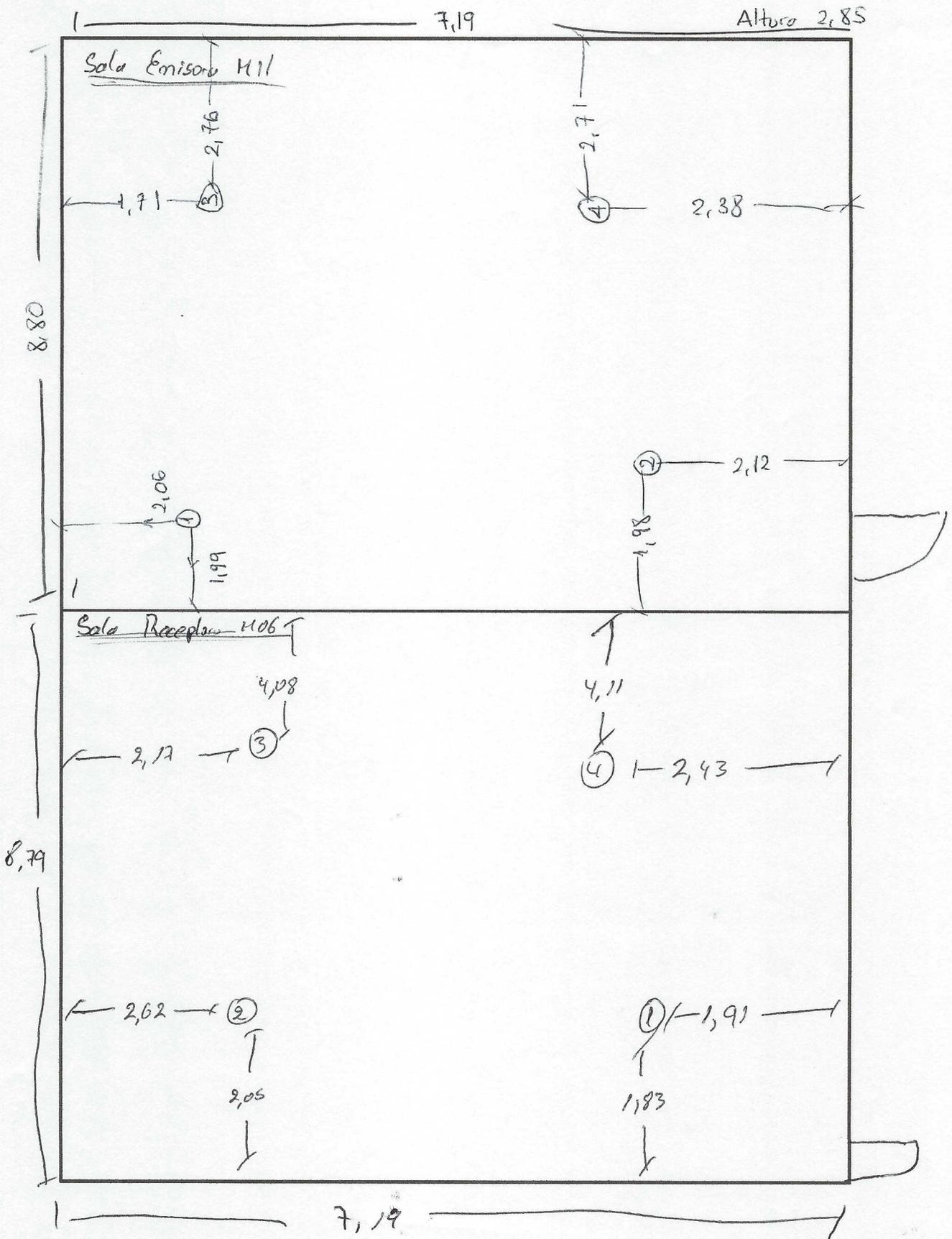
Fecha de la Medición	25 Enero 2015
Hora de la medición	13:55
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		238	239	240	241
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		242	243	244	245
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		246	247		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		248	249		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		444	446	448
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		445	447	449



Altura : 3,12

FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Valla Sede Queri - Aulas: M10 - M05
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Peck
Acabado de Piso	Vinil
Area	63,13 [m ²]

Recinto receptor

Area	63,77 [m ²]
Volumen	206,45 [m ³]

Condiciones de la Medición

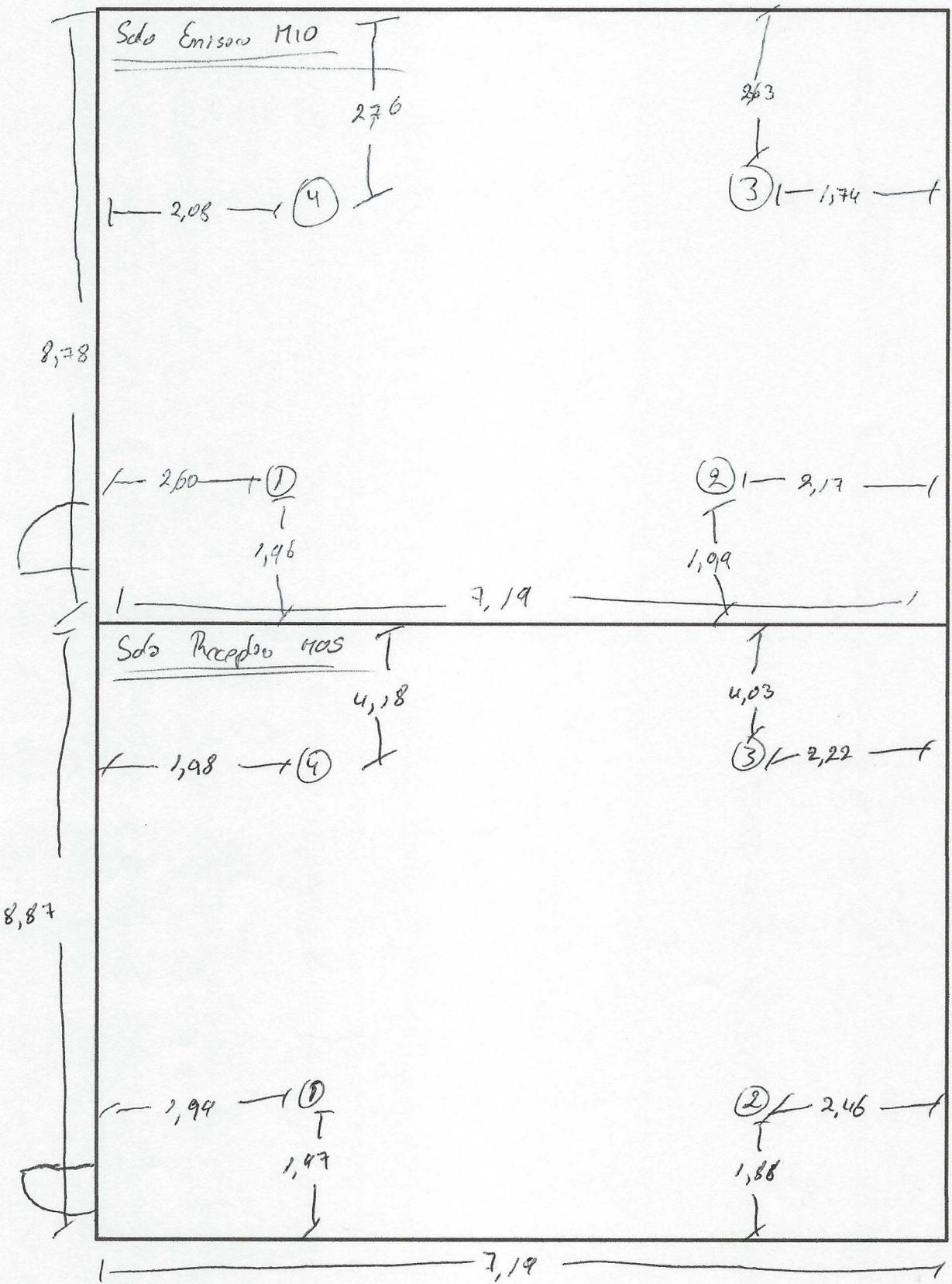
Fecha de la Medición	25 Enero 2015
Hora de la medición	13:44
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		226	227	228	229
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		230	231	232	233
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		234	235		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		236	237		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		462	464	466
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		463	465	467



Alto : 3,14

FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Quesi - Aulas : M08-M03
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Vinil
Area	64 [m ²]

Recinto receptor

Area	63,94 [m ²]
Volumen	208,53 [m ³]

Condiciones de la Medición

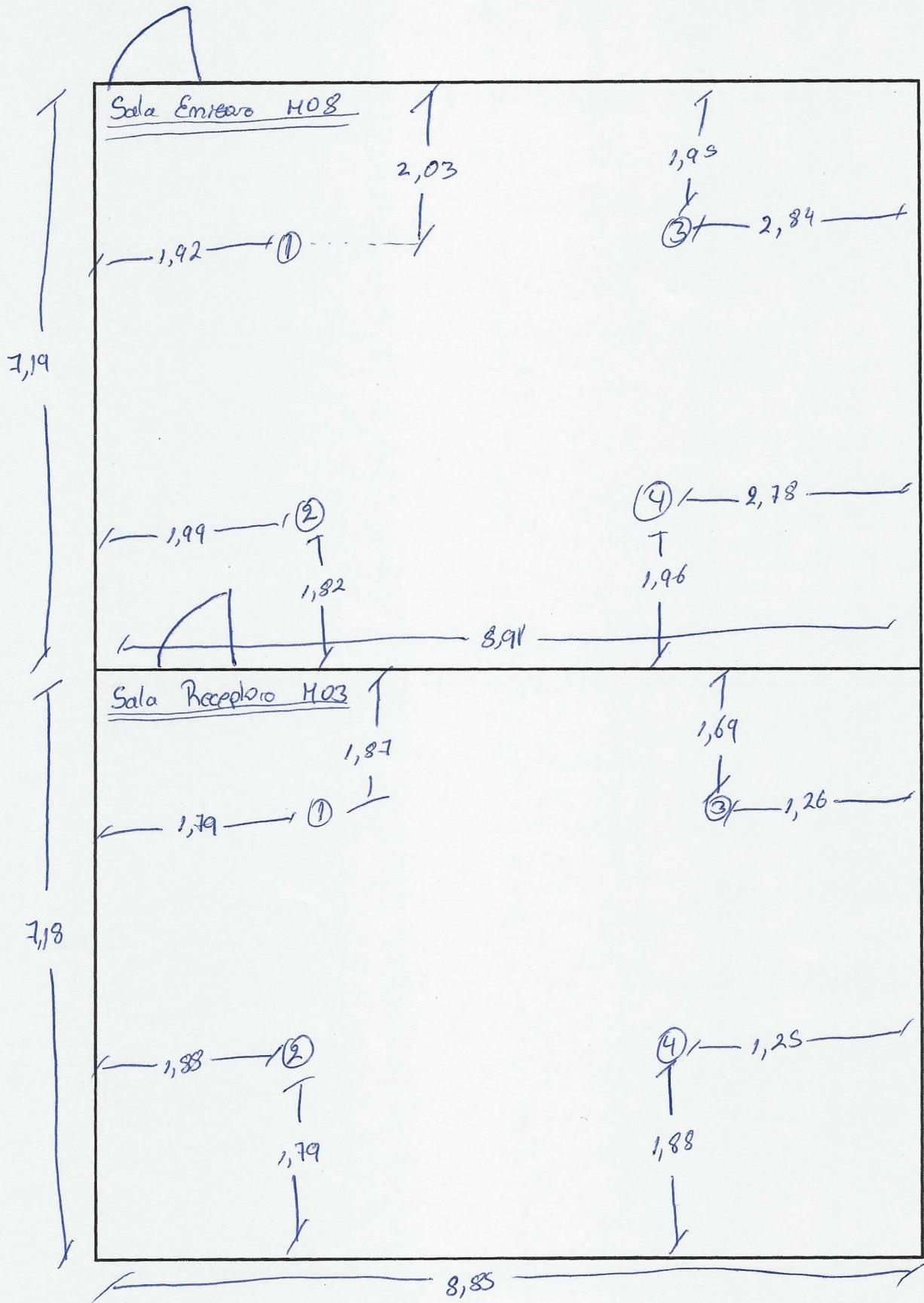
Fecha de la Medición	02 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	15:50
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		450	451	452	453
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		454	455	456	457
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		458	459		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		460	461		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		462	464	466
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		463	465	467



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Quesi - Aulos: M09-M04
-------------------	---------------------------------------

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Deck
Acabado de Piso	Vinil
Area	63,54 Lm^2

Recinto receptor

Area	63,54 Lm^2
Volumen	208,55 Lm^3

Condiciones de la Medición

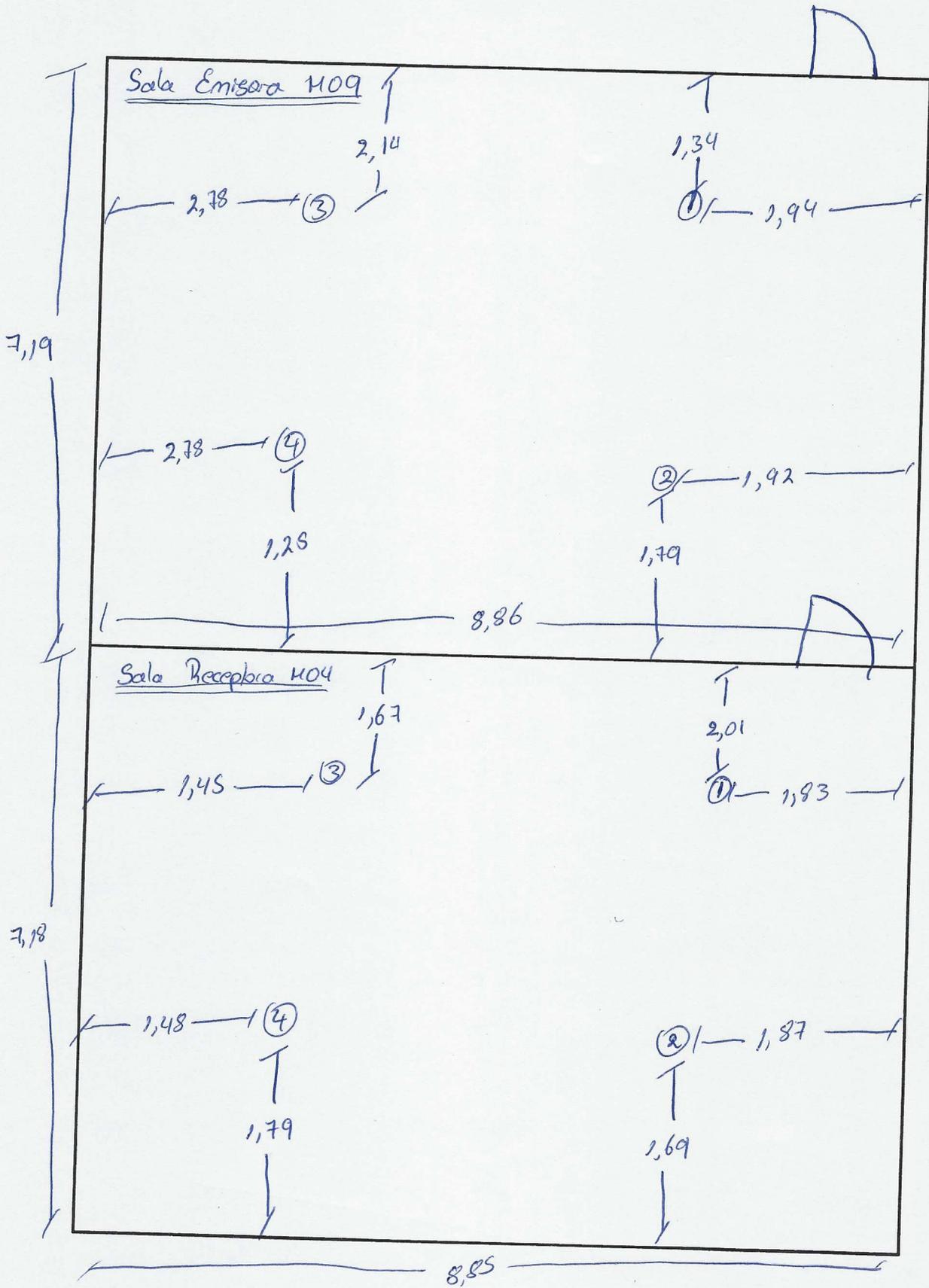
Fecha de la Medición	02 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	15:29
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		432	433	434	435
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		436	437	438	439
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		440	441		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		442	443		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		444	446	448
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		445	447	449



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Carcelón, Robel Couvazol y Ramon de la Barea, Conjunto Verano - Casa #3 Estudio - Sala
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Nevada
Acabado de Piso	Alfombra
Area	12,61 [m ²]

Recinto receptor

Area	9,62 [m ²]
Volumen	23,08 [m ³]

Condiciones de la Medición

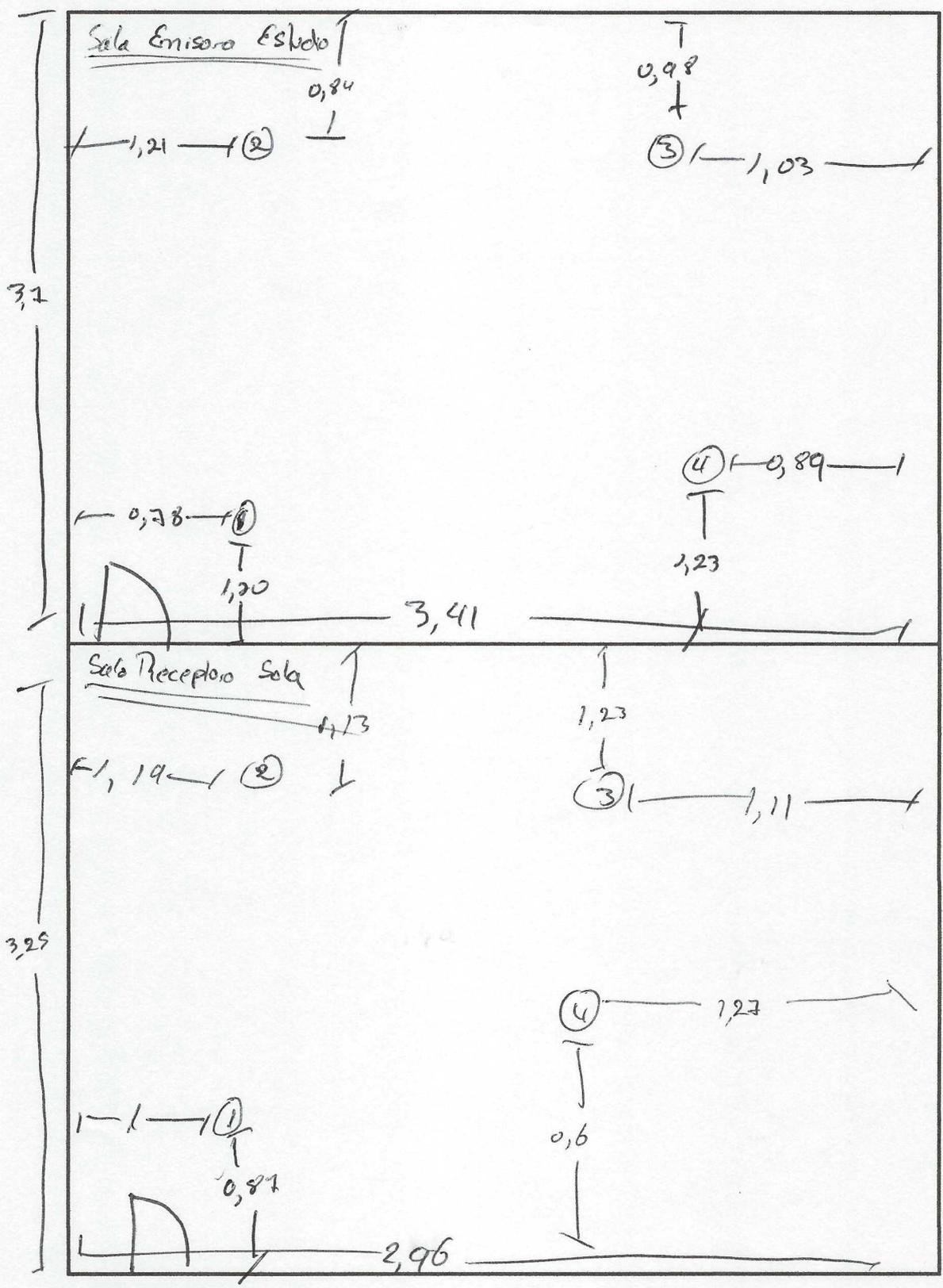
Fecha de la Medición	25 Enero 2015
Hora de la medición	11:07
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		102	103	104	105
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		106	107	108	109
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		110	111		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		112	113		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		632	634	636
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		633	635	637



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Carcelo, Robel Covajel y Ramon de la Barera Conjunto Verano, casa #3 Esla-Cocina
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Marmol
Acabado de Piso	Alfombra
Area	9,62 [m ²]

Recinto receptor

Area	12,56 [m ²]
Volumen	30,15 [m ³]

Condiciones de la Medición

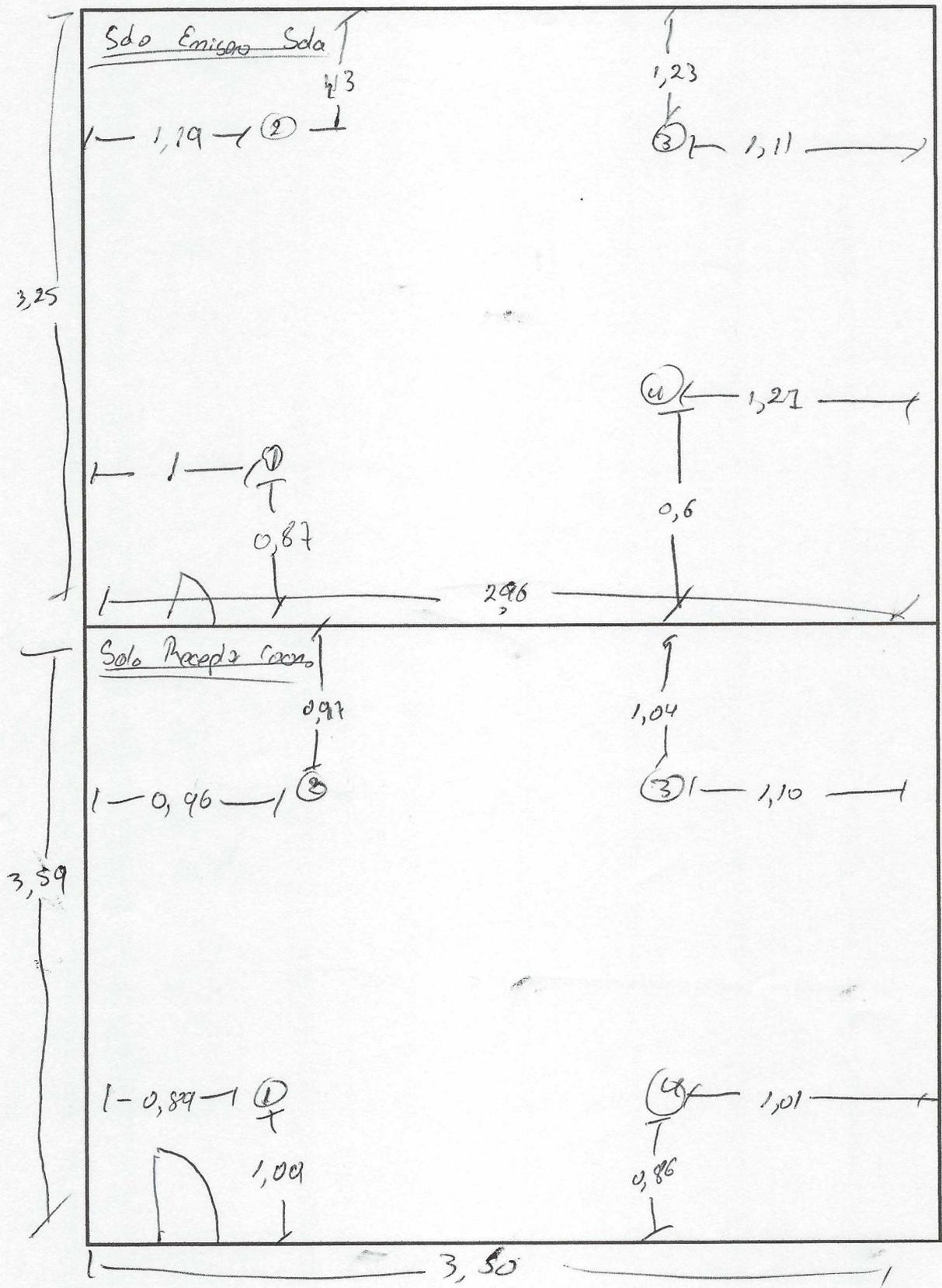
Fecha de la Medición	25 Enero 2015
Hora de la medición	10:30
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta 934

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		66	67	68	69
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		70	71	72	73
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		74	75		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		76	77		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		574	576	578
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		575	577	579



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Carcelén, Rafael Corazón y Ramón de la Bodega Conjunto Verano casa #3 Cuarto 1 - Cuarto 2
-------------------	---

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Verigdo
Acabado de Piso	Alfombra
Area	23,45 [m ²]

Recinto receptor

Area	10,07 [m ²]
Volumen	24,18 [m ³]

Condiciones de la Medición

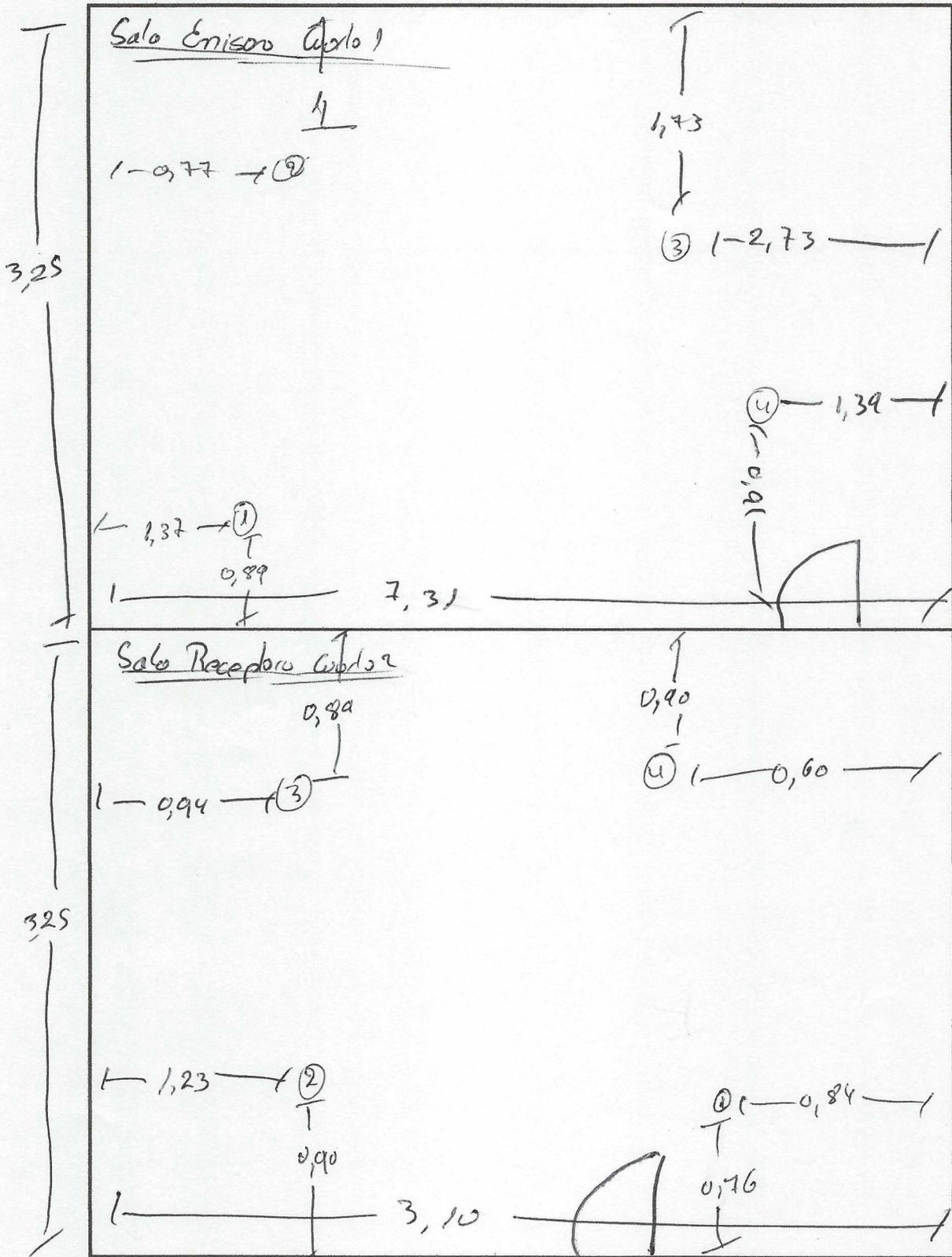
Fecha de la Medición	25 Enero 2015
Hora de la medición	10:50
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		90	91	92	93
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		94	95	96	97
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		98	99		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		100	101		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		626	628	630
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		627	629	631



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Carceden, Rafael Corrajo y Ramon de 6 Barro Conjunto Verano Casa #3 Cuarto 1- Cuarto 3
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Neopreno
Acabado de Piso	Alfombra
Area	23,75 [m ²]

Recinto receptor

Area	10,17 [m ²]
Volumen	24,41 [m ³]

Condiciones de la Medición

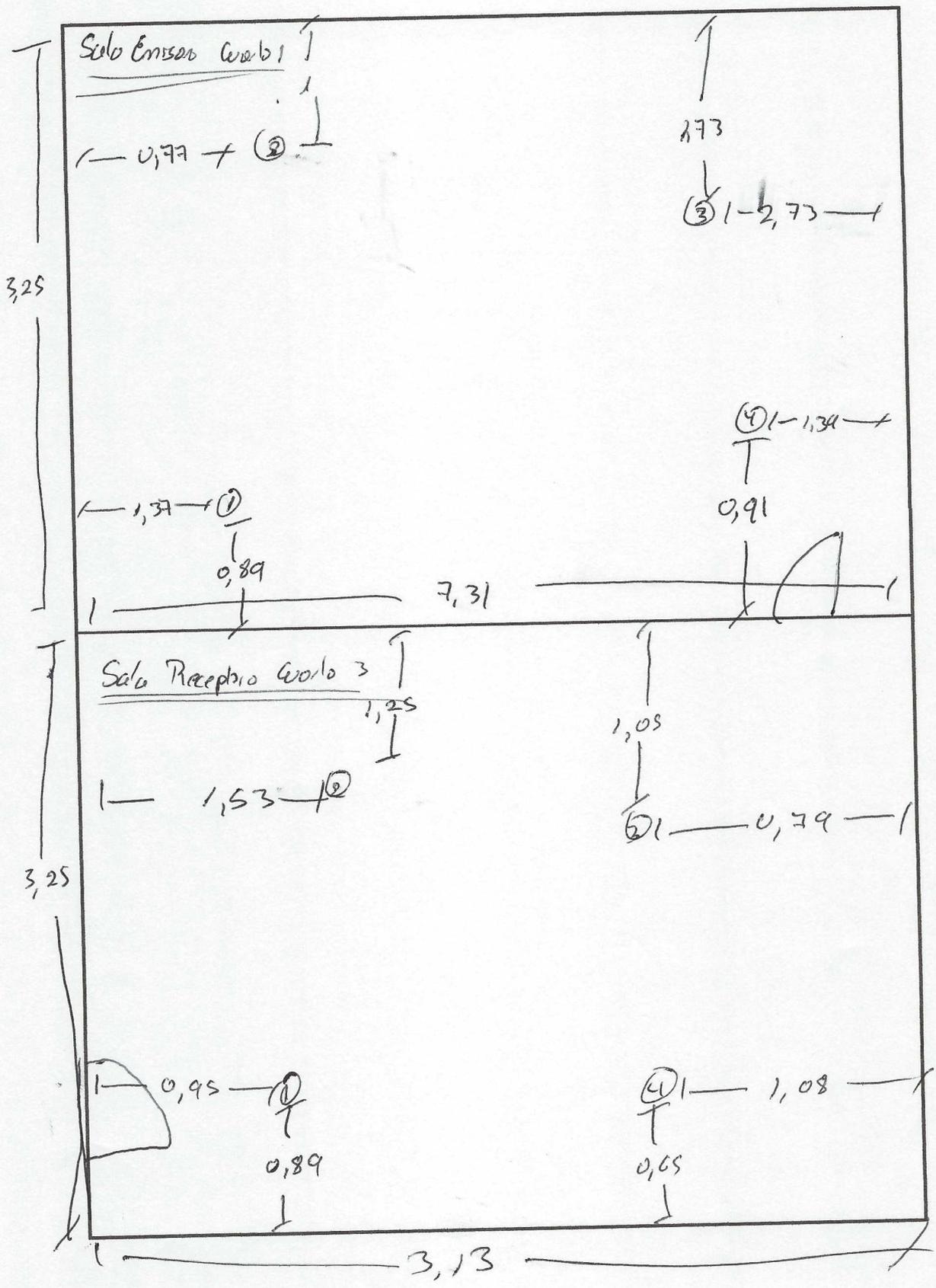
Fecha de la Medición	25 Enero 2015
Hora de la medición	10:40
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta 475

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		78	79	80	81
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		82	83	84	85
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		86	87		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		88	89		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		580	582	584
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		581	583	585



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Carcelen - Domingo Daniel Cesva Piso 2 - Piso 1
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Marcada
Acabado de Piso	Alfombra
Area	9,28 [m ²]

Recinto receptor

Area	27,97 27,97 [m ²]
Volumen	67,12 [m ³]

Condiciones de la Medición

Fecha de la Medición	22 de Noviembre 2014
Hora de la medición	15:26
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

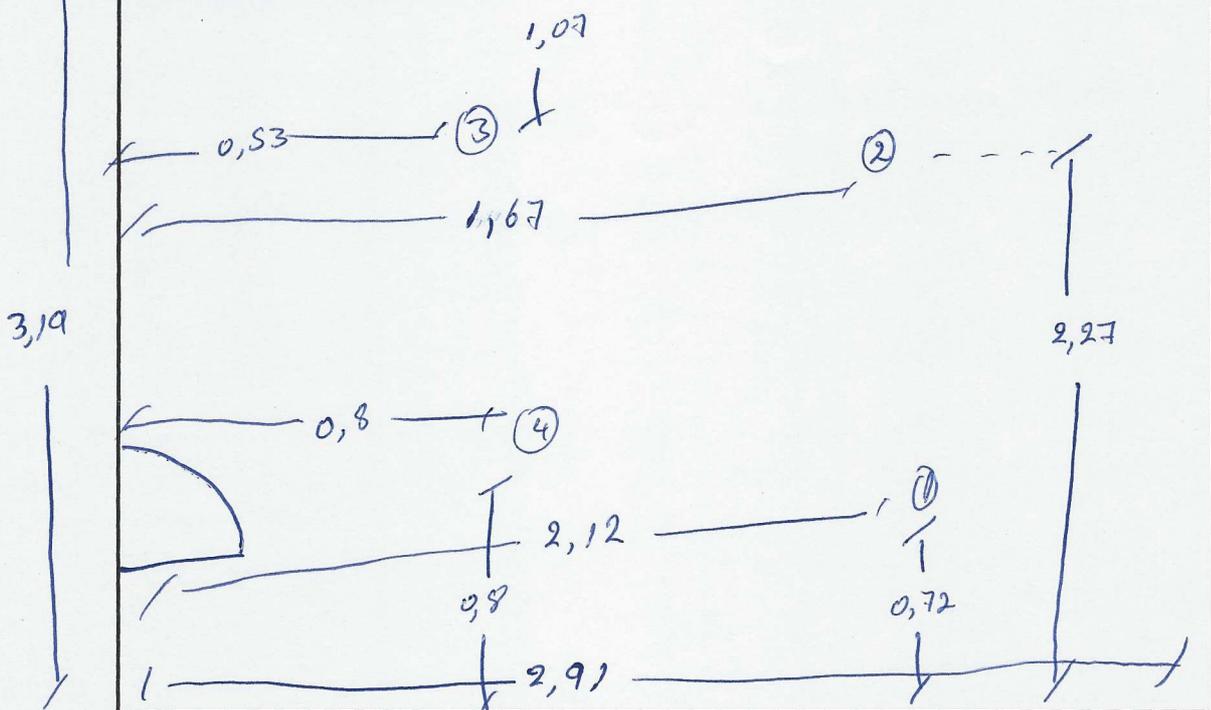
Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		124	125	126	127
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		128	129	130	131
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		132	133		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		134	135		

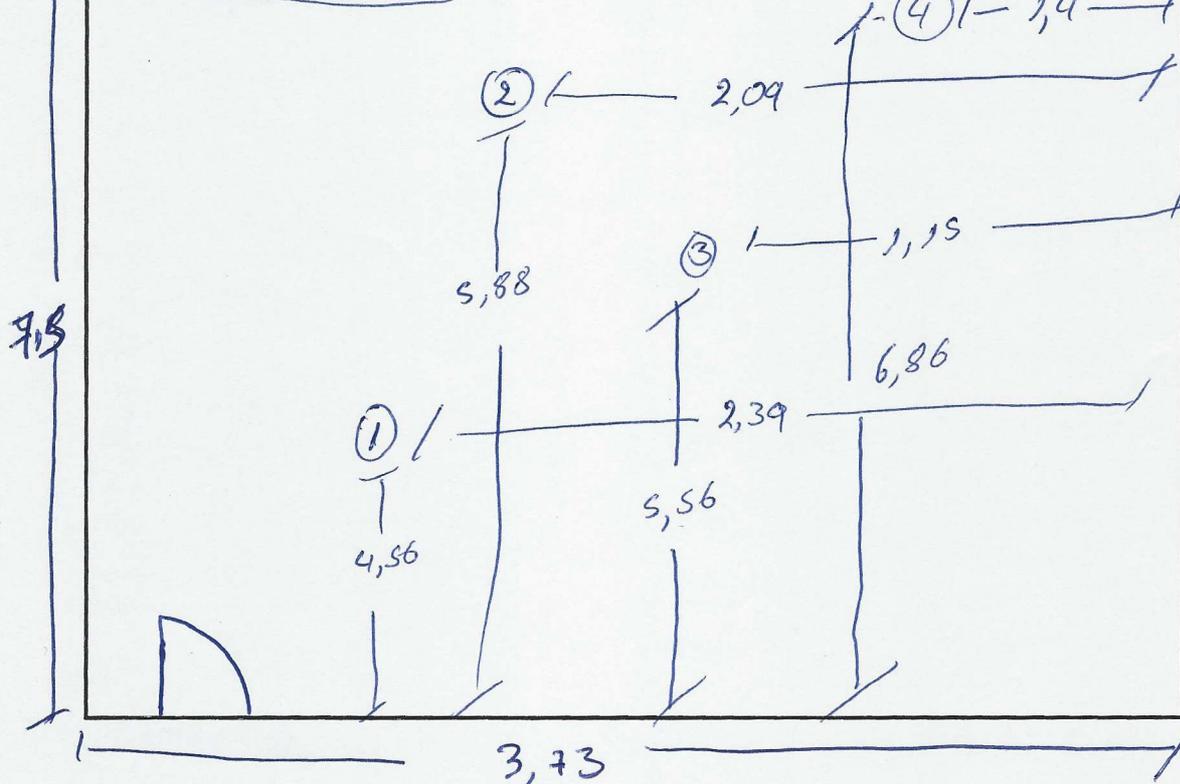
Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		176	178	180
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		177	179	181

Sala Emisora Piso 2 T



Sala Receptoro Piso 1



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Ecopark - Aulas: 934-9/3
-------------------	---

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Nervada
Acabado de Piso	Baldosa
Area	40,55 [m ²]

Recinto receptor

Area	42,57 [m ²]
Volumen	106,29 [m ³]

Condiciones de la Medición

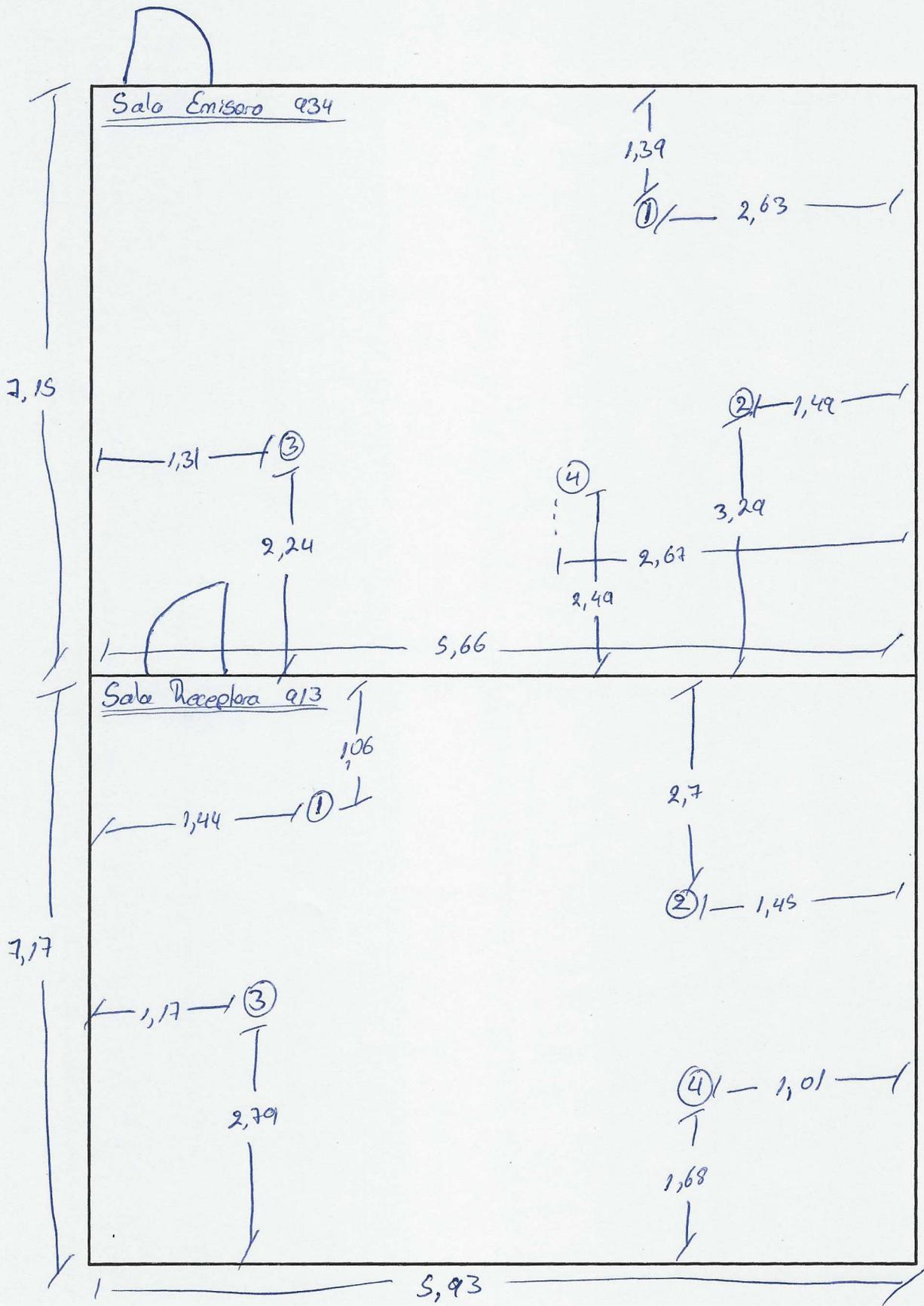
Fecha de la Medición	02 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	17:50
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		S38	S39	S40	S41
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		S42	S43	S44	S45
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		S46	S47		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		S48	S49		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		S74	S76	S78
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		S75	S77	S79



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Eco park - Aulas : 935 - 914
-------------------	---

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Nervada
Acabado de Piso	Baldosa
Area	47,66 [m ²]

Recinto receptor

Area	47,47 [m ²]
Volumen	118,24 [m ³]

Condiciones de la Medición

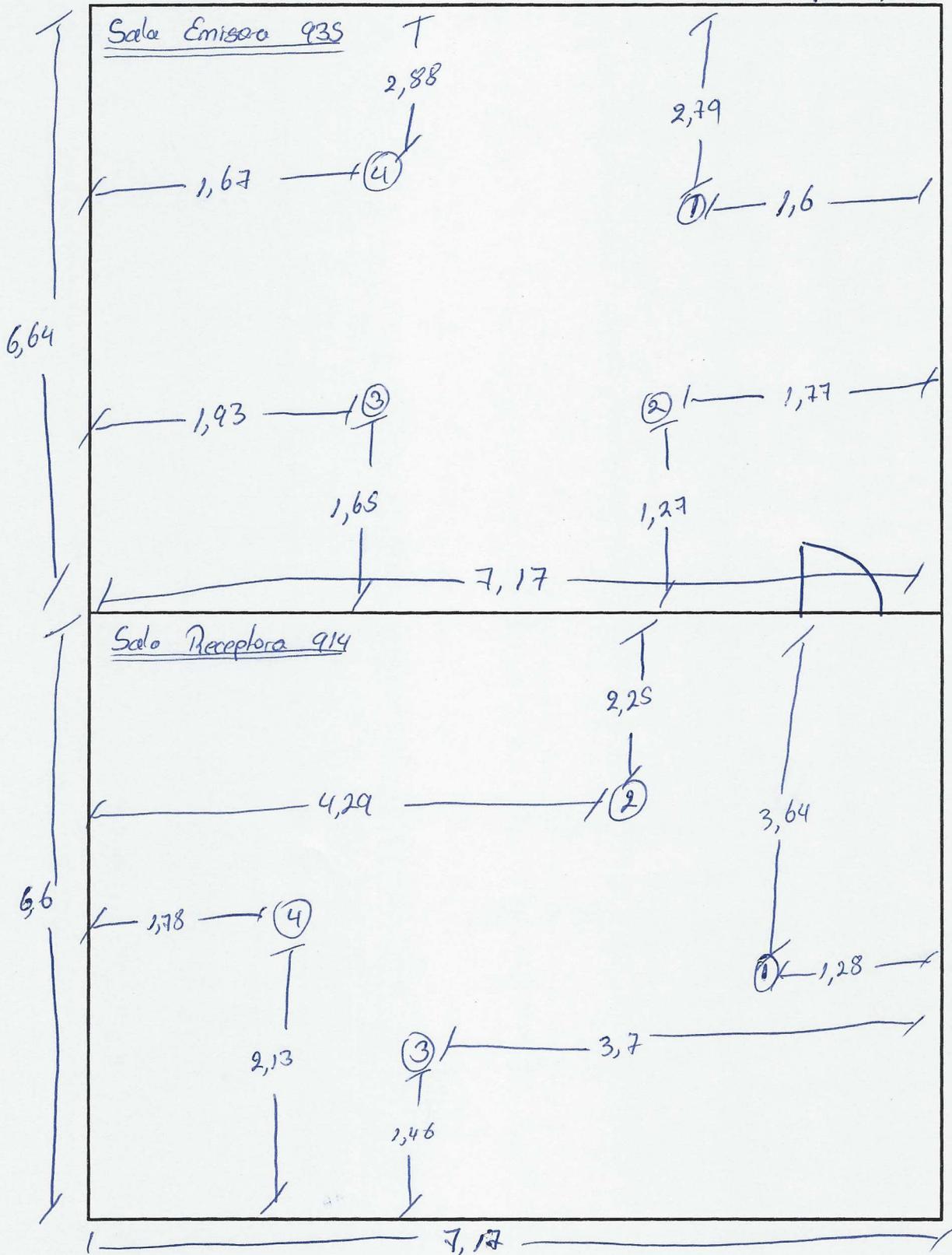
Fecha de la Medición	02 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	18:30
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		486	487	488	489
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicion punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		490	491	492	493
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		494	495		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		496	497		

Memorias y Posiciones para T60

		MEDICIONES		
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		580	582	584
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		581	583	585



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Ecopark - Azules : 936-912
-------------------	---

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Neivada
Acabado de Piso	Baldosa
Area	45,36 [m ²]

Recinto receptor

Area	45,37 [m ²]
Volumen	113,14 [m ³]

Condiciones de la Medición

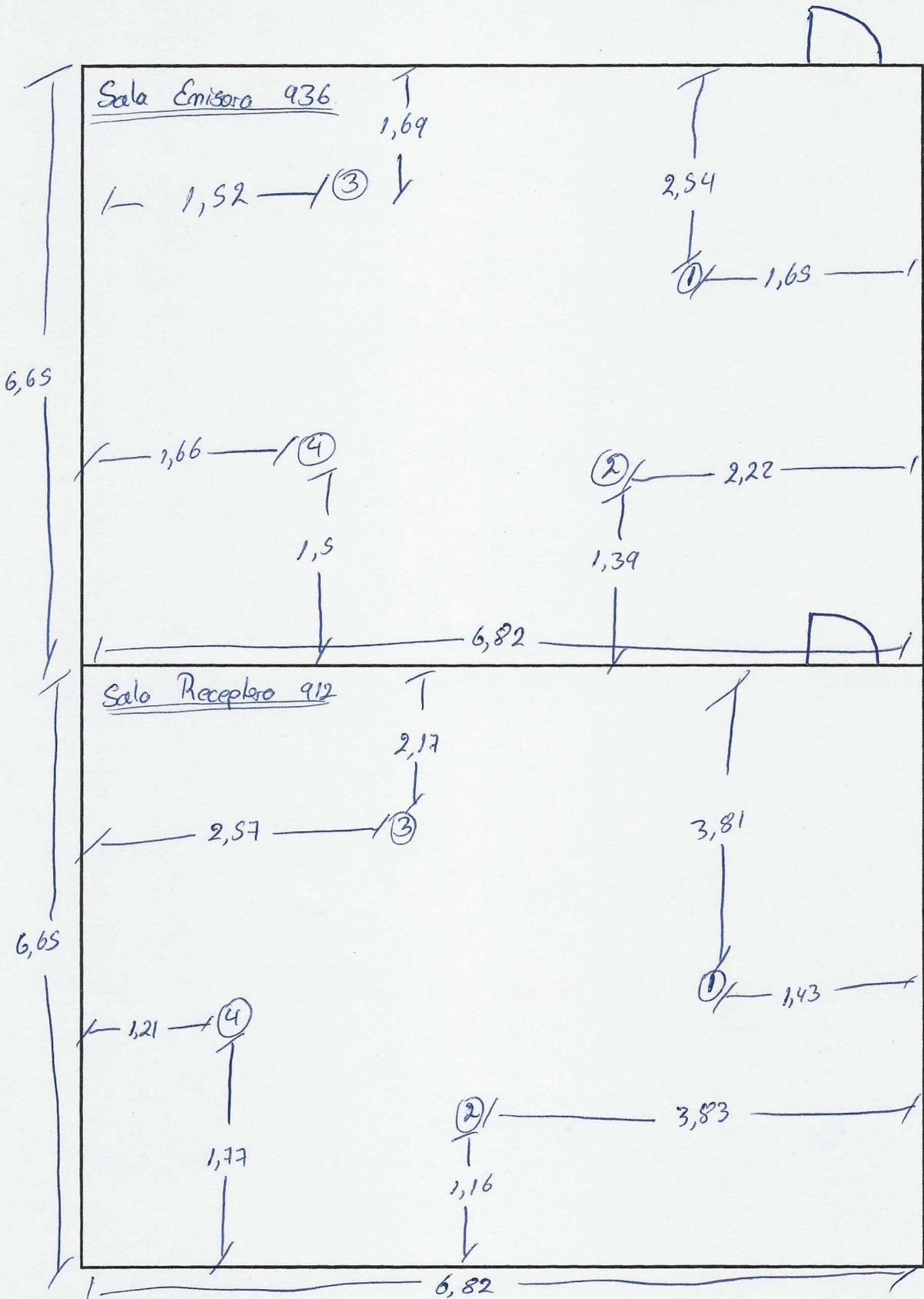
Fecha de la Medición	02 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	19:00
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		SS0	SS1	SS2	SS3
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		SS4	SS5	SS6	SS7
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		SS8	SS9		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		S60	S61		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		626	628	630
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		627	629	631



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA- Sede Ecopark - Aulas: 937-911
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Nervada
Acabado de Piso	Baldosa
Area	38,29 [m ²]

Recinto receptor

Area	40,91 [m ²]
Volumen	102,29 [m ³]

Condiciones de la Medición

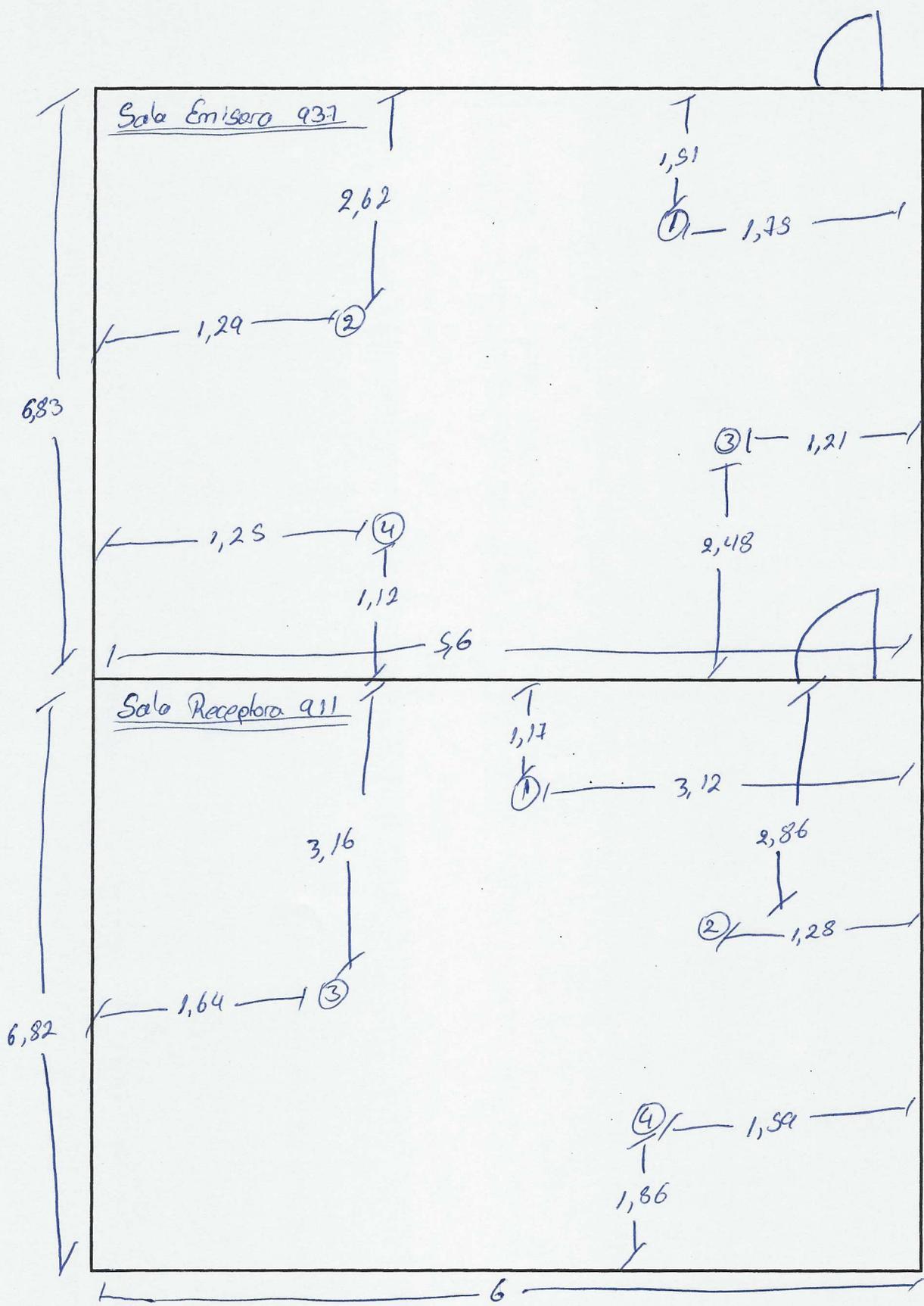
Fecha de la Medición	02 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	19:30
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		562	563	564	565
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		566	567	568	569
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		570	571		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		572	573		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		632	634	636
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		633	635	637



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	UDLA - Sede Ecopark - Aulas : 970 - 934
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Perforado
Acabado de Piso	Baldosa
Area	63,63 m^2

Recinto receptor

Area	40,55 m^2
Volumen	101,18 m^3

Condiciones de la Medición

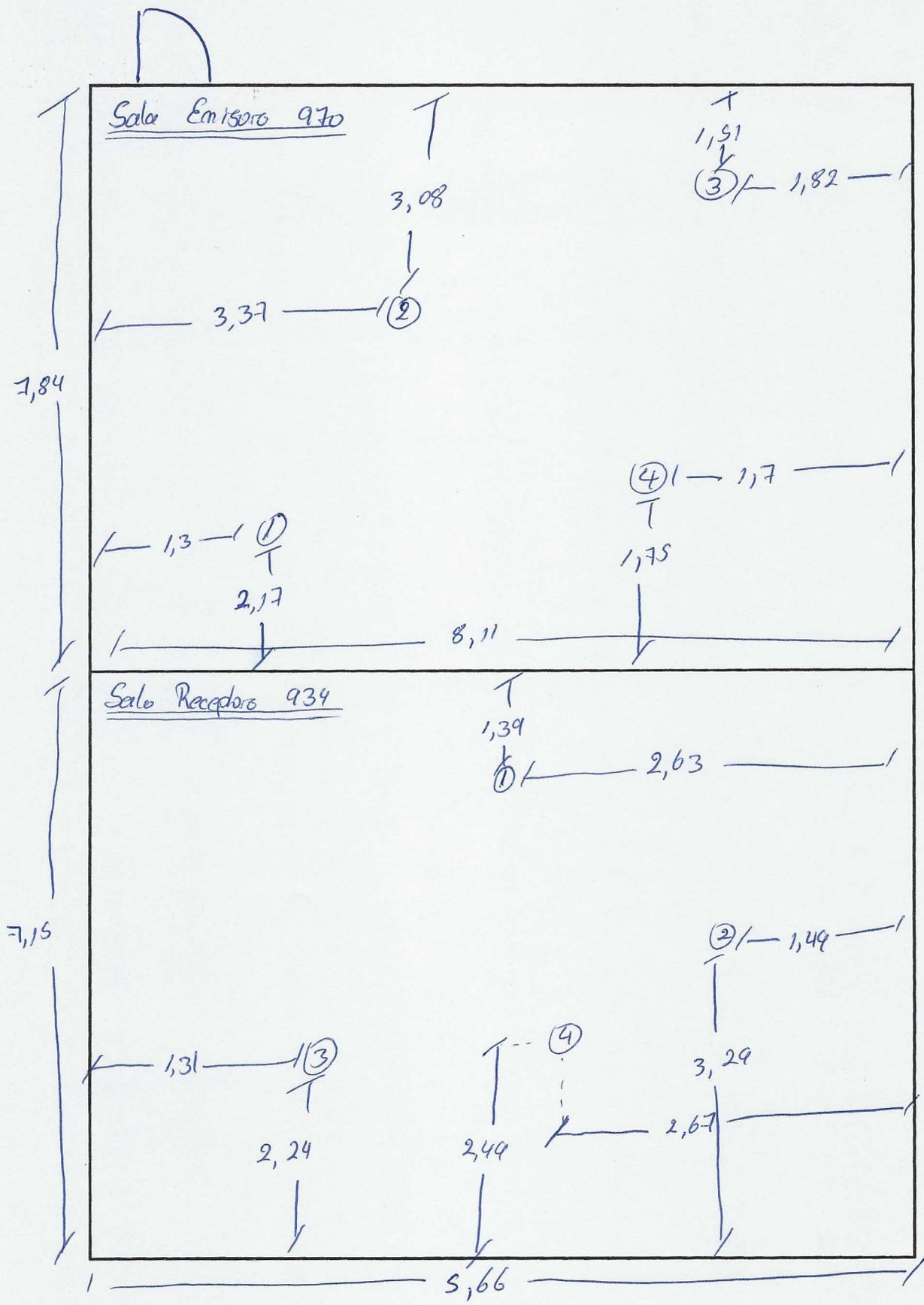
Fecha de la Medición	02 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	17:20
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		468	469	470	471
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		472	473	474	475
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		476	477		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		478	479		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		480	482	484
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		481	483	485



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Autopista General Románchoi - Km 5 y 1/2 - Puente 2 - Conjunto Sodin Este Piso 3 - Piso 2
-------------------	---

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Nervado
Acabado de Piso	Piso Flotante
Area	16,98 [m ²]

Recinto receptor

Area	19,37 [m ²]
Volumen	44,95 [m ³]

Condiciones de la Medición

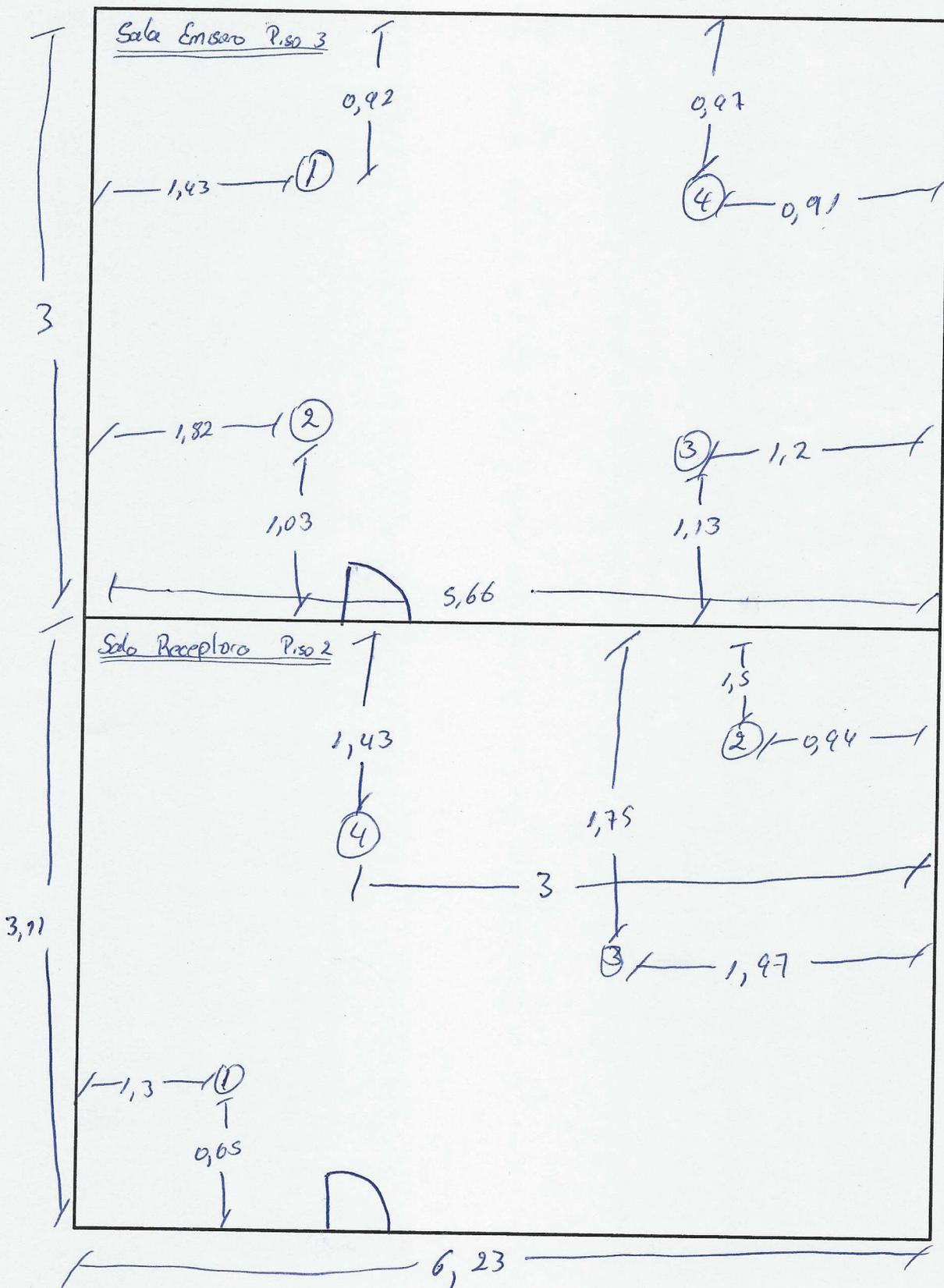
Fecha de la Medición	20 de Noviembre 2014
Hora de la medición	9:50
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		702	703	704	705
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		706	707	708	709
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		710	711		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		712	713		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		714	716	718
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		715	717	719



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Autopista General Rumiñahui km 5 x 1/2 Pueblo 2 - Conjunto Ciudad Jardín Este Piso 2-1
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Mérvolo
Acabado de Piso	Piso Flotante
Area	19,37 [m ²]

Recinto receptor

Area	33,78 [m ²]
Volumen	77,69 [m ³]

Condiciones de la Medición

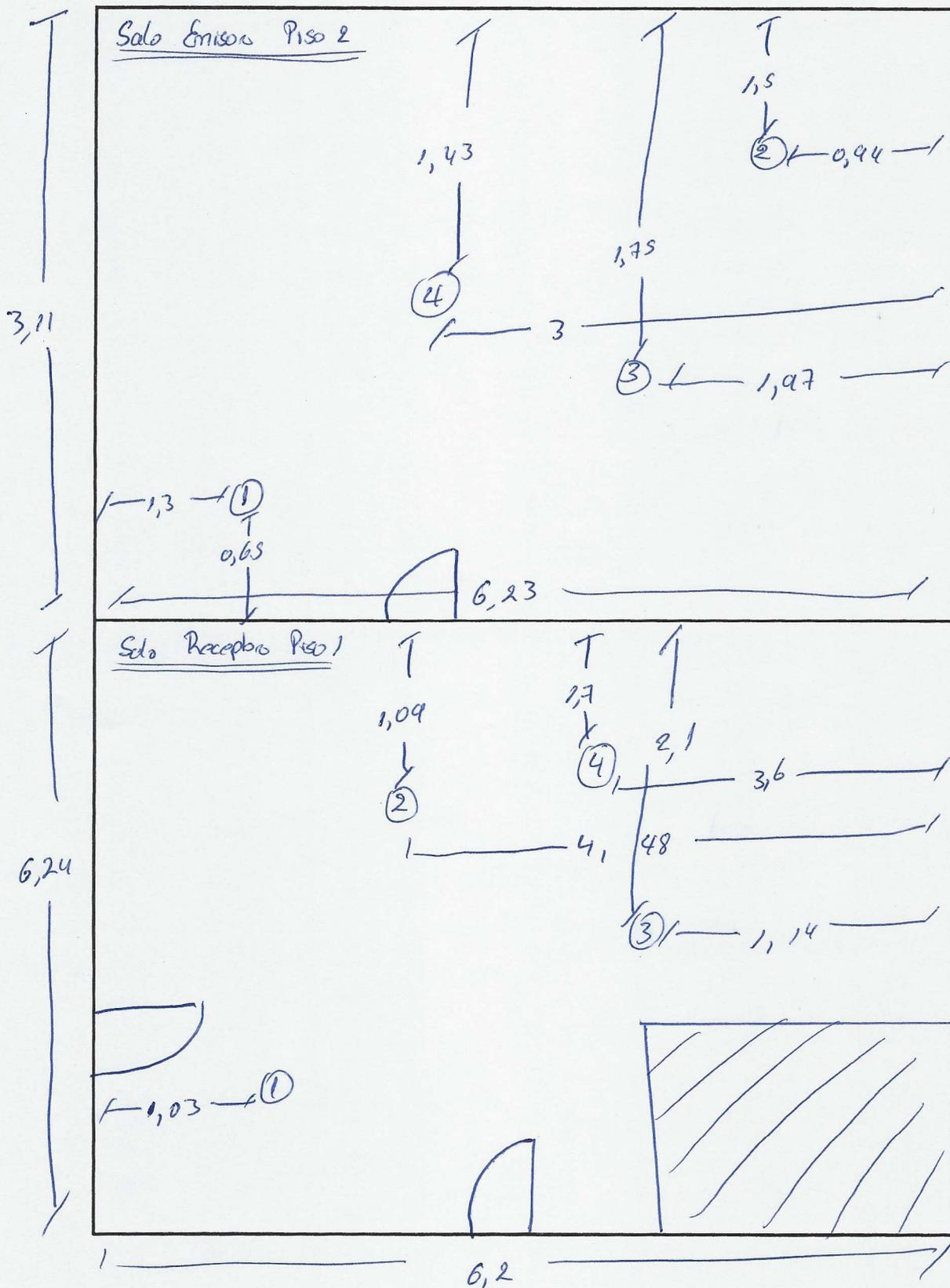
Fecha de la Medición	20 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	10:58
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		760	761	762	763
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		764	765	766	767
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		768	769		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		770	771		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		772	774	776
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		773	775	777



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición

Piso - Domicilio Mario Jose Hagerauer
Atico - Cerro 1

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Meruado
Acabado de Piso	Piso Flotante
Area	17,15 [m ²]

Recinto receptor

Area	12,87 [m ²]
Volumen	31,93 [m ³]

Condiciones de la Medición

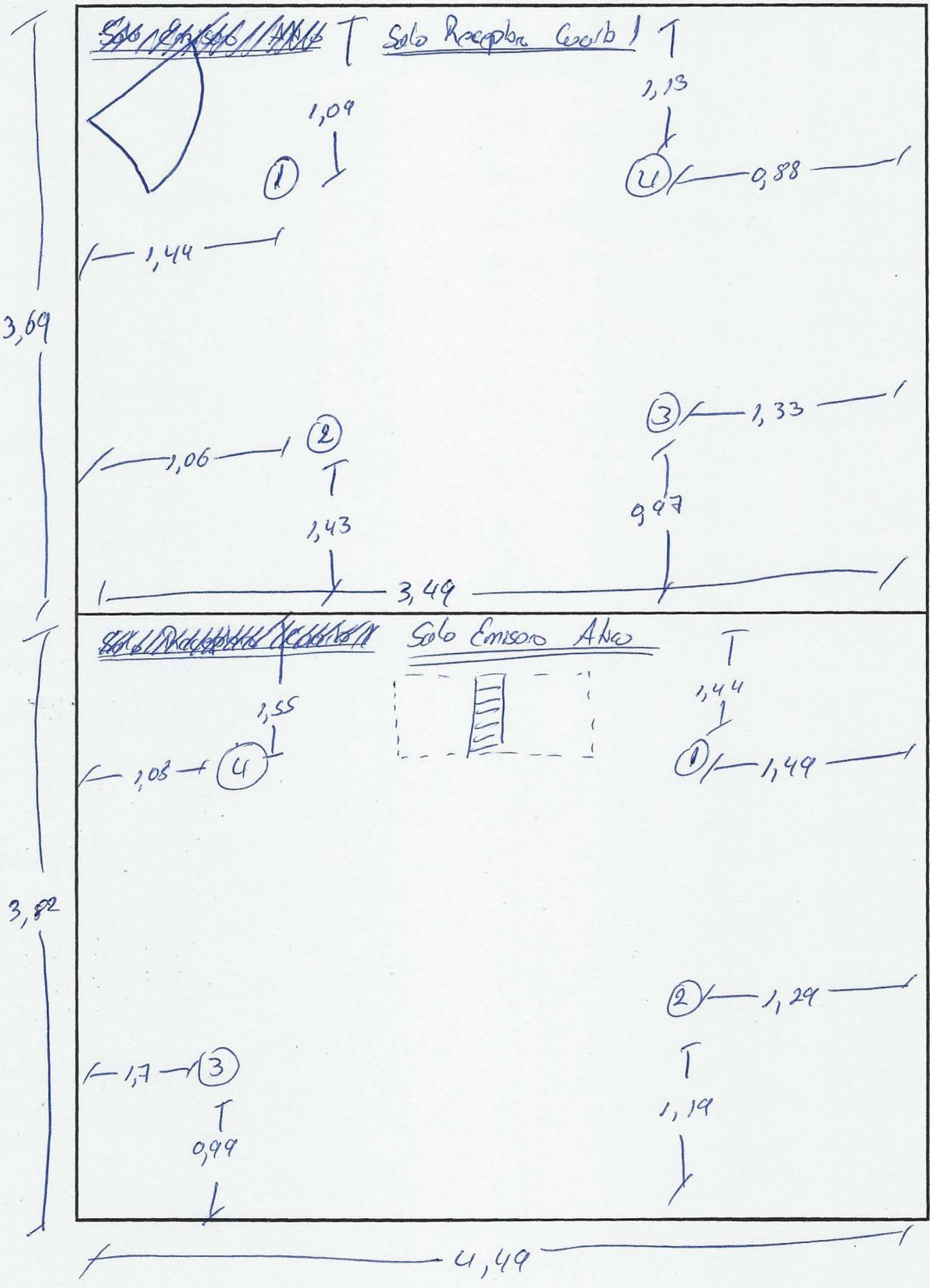
Fecha de la Medición	10 Enero del 2015
Hora de la medición	18:00
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		791	792	793	794
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		795	796	797	798
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		799	800		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		801	802		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		809	811	813
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		810	812	814



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Pib - Domicilio Morio Jose Hagenque Atiro - Boro
-------------------	---

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Derivado
Acabado de Piso	Piso Flotante
Area	17,15 [m ²]

Recinto receptor

Area	5,81 [m ²]
Volumen	14,41 [m ³]

Condiciones de la Medición

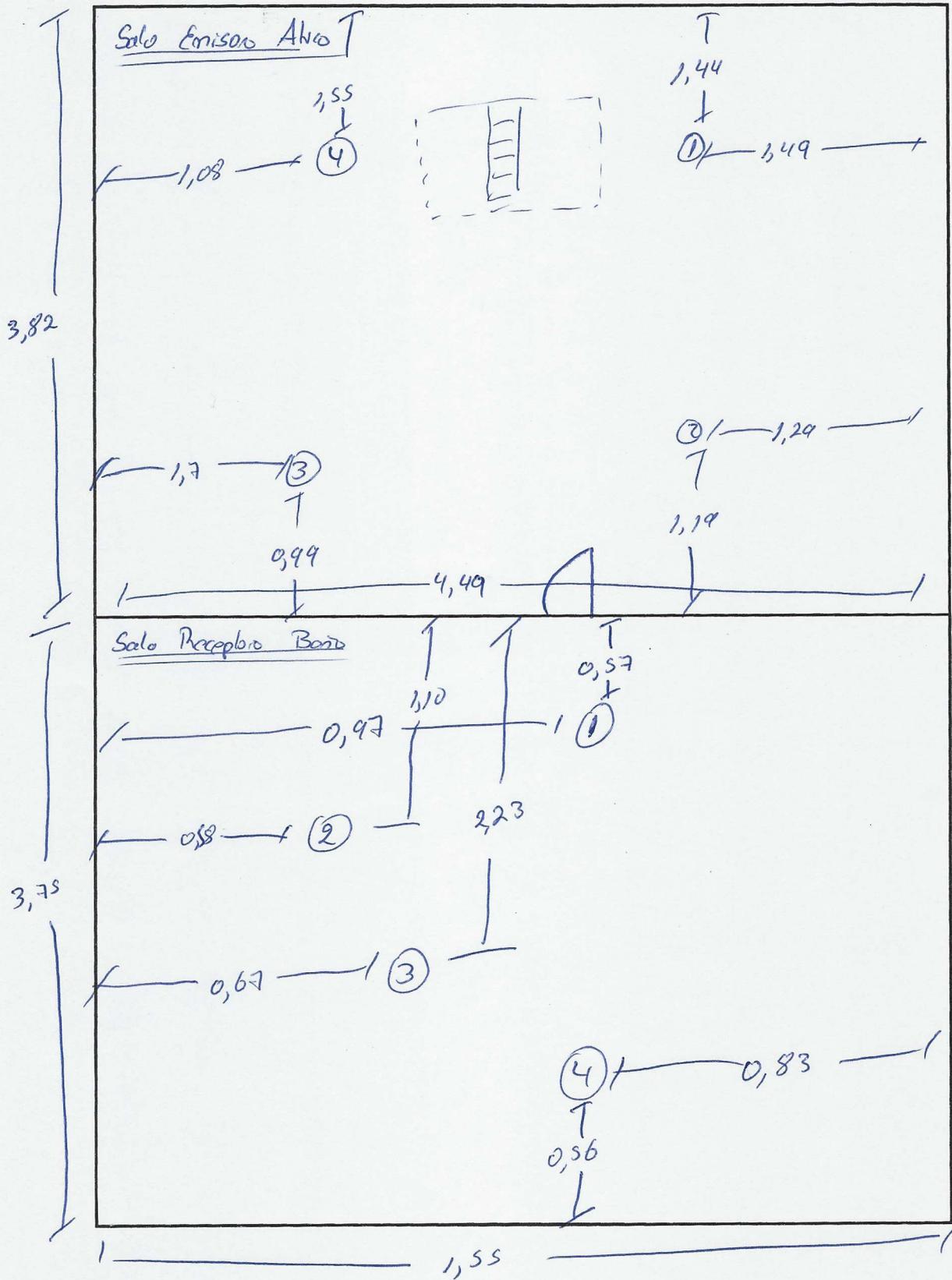
Fecha de la Medición	10 de Enero del 2014
Hora de la medición	18:30
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		779	780	781	782
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		783	784	785	786
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		787	788		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		789	790		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		803	805	807
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		804	806	808



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Pi.º - Casa María José Mayenquer Atiro - Corb 2
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Marcado
Acabado de Piso	Piso Flotante
Area	17,15 [m ²]

Recinto receptor

Area	13,68 [m ²]
Volumen	33,95 [m ³]

Condiciones de la Medición

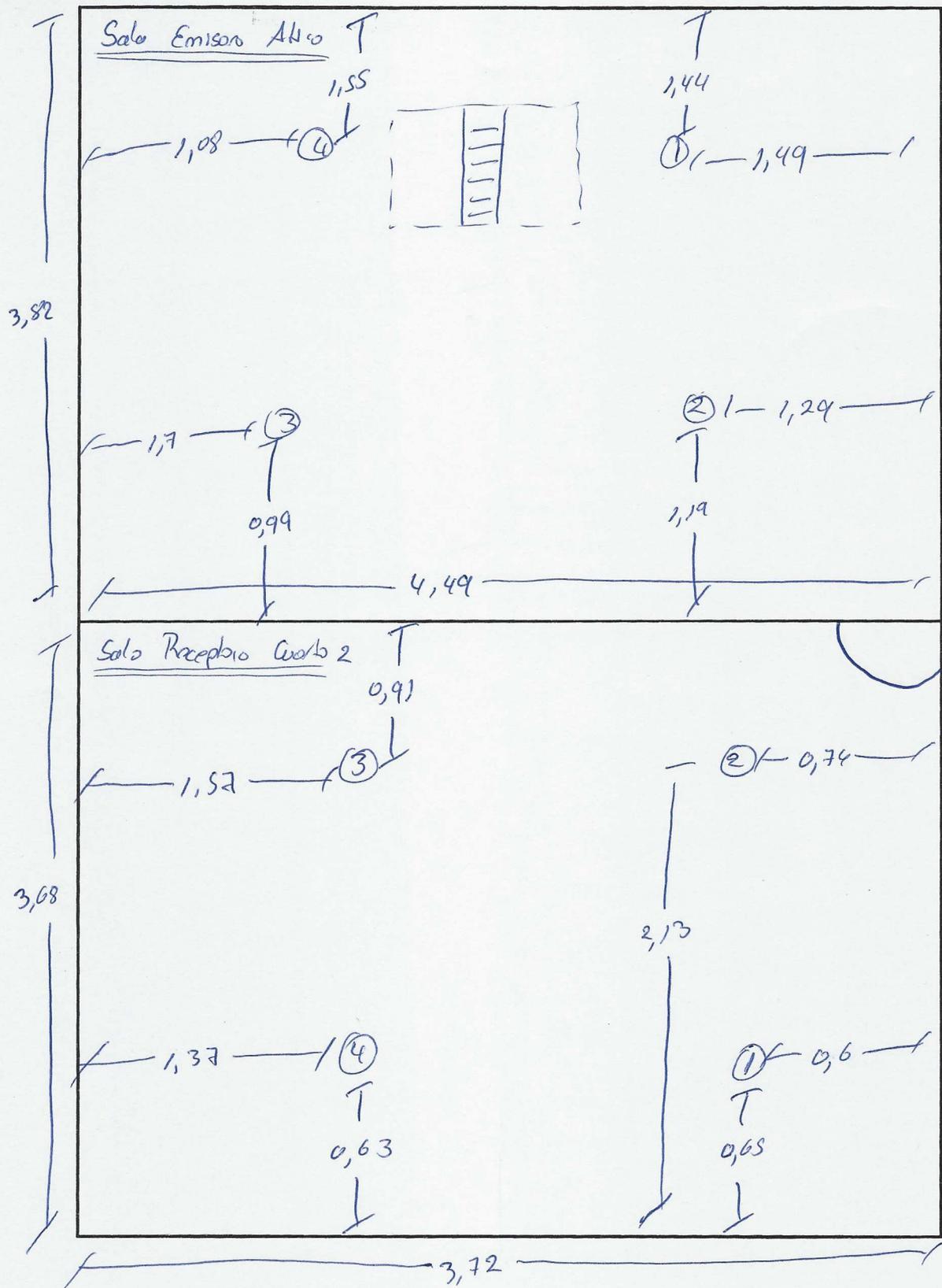
Fecha de la Medición	10 de Enero del 2014
Hora de la medición	19:00
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		767	768	769	770
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		771	772	773	774
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		775	776		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		777	778		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		755	757	759
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		756	758	760



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición

Corcelen - Domicilio Byron Ojeda
Piso 2 - Piso 1

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Veruda
Acabado de Piso	Sin Acabado
Area	12,65 m^2

Recinto receptor

Area	27,97 m^2
Volumen	67,12 m^3

Condiciones de la Medición

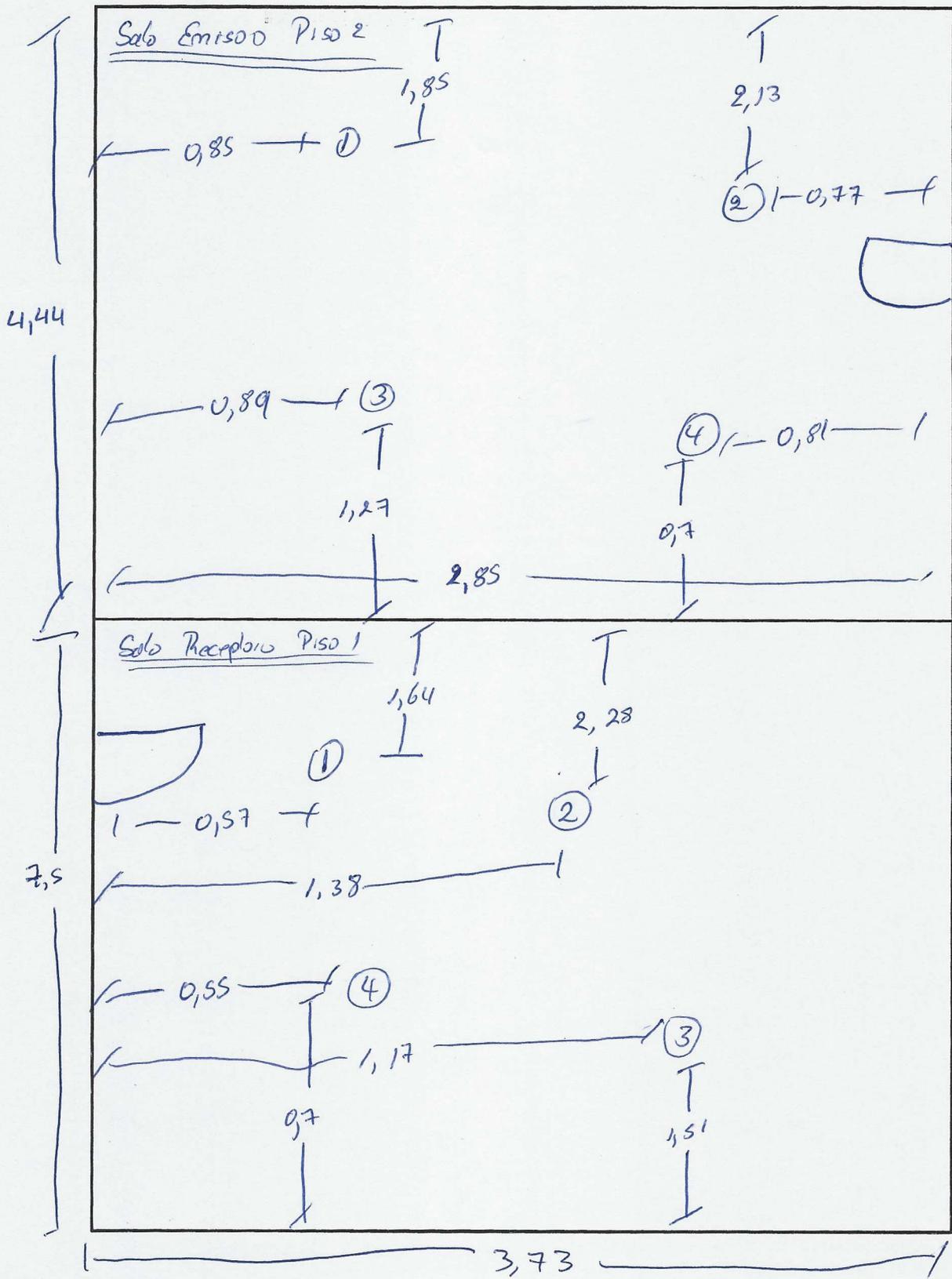
Fecha de la Medición	22 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	15:17
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		112	113	114	115
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		116	117	118	119
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		120	121		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		122	123		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		176	178	180
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		177	179	181



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	California Alto -Demido Diano campo Terroso -Cuarto 1
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Veruda
Acabado de Piso	Sin Acabado
Area	12,28

Recinto receptor

Area	12,28
Volumen	28.24

Condiciones de la Medición

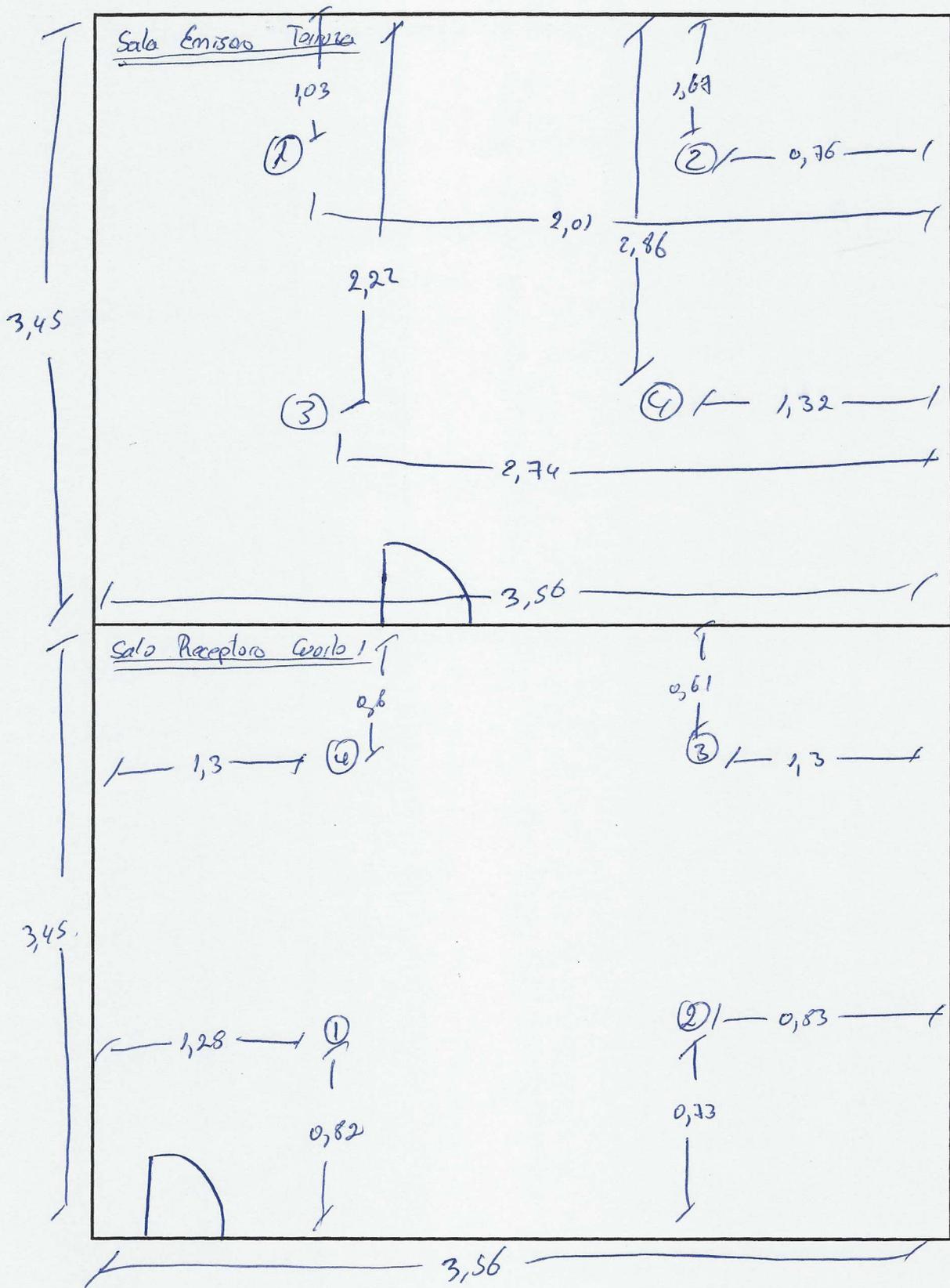
Fecha de la Medición	22 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	11:45
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		00	01	02	03
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		04	05	06	07
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		08	09		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		10	11		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		94	96	98
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		95	97	99



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Colaborio Alta - Domicilio Diana Campo Tercero - Corb 2
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Neuado
Acabado de Piso	Sin Acabado
Area	12,69 m^2

Recinto receptor

Area	12,69 m^2
Volumen	29.19

Condiciones de la Medición

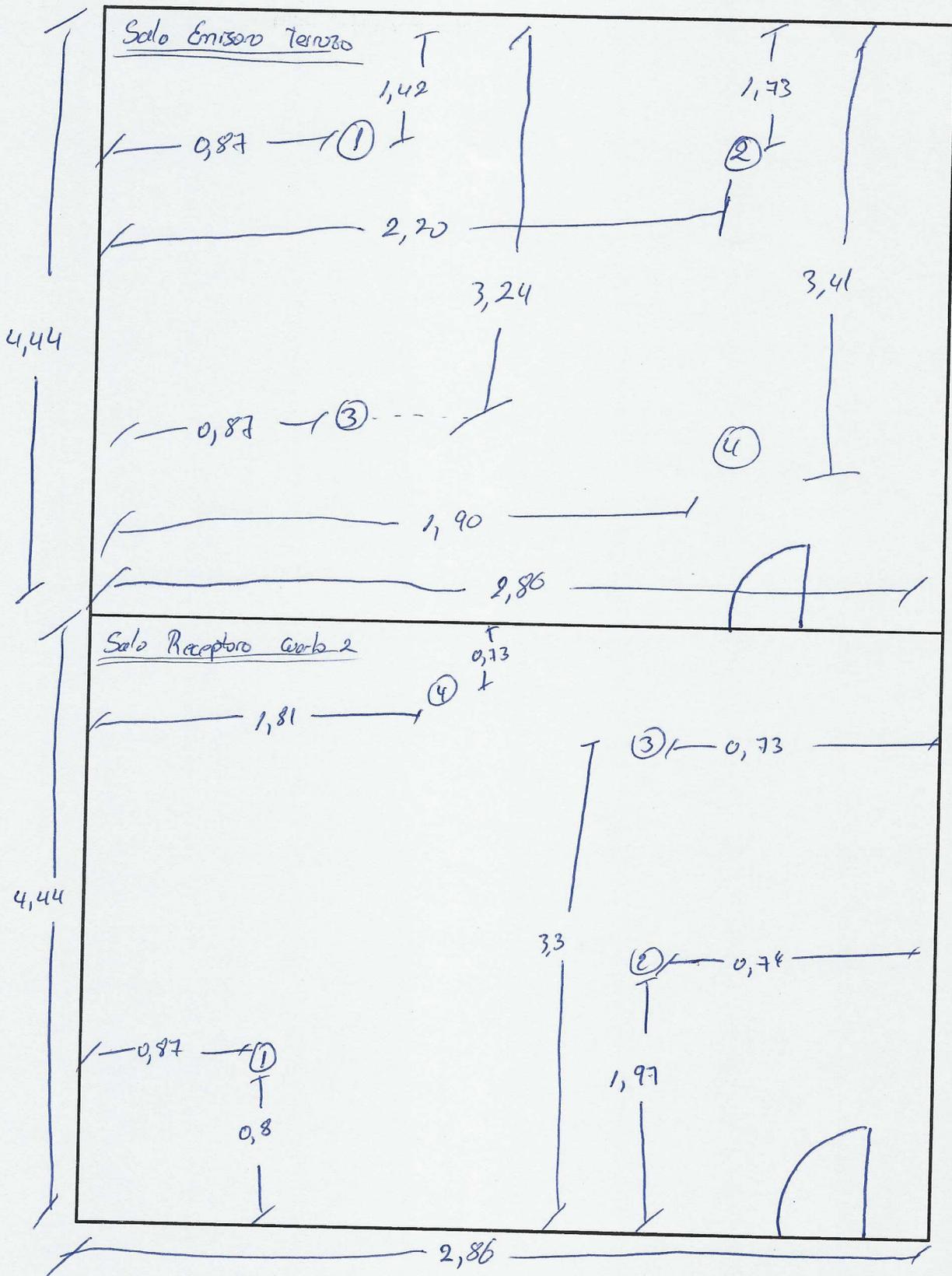
Fecha de la Medición	22 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	12:00
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		12	13	14	15
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		16	17	18	19
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		20	21		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		22	23		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		48	50	52
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		49	51	53



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Colibrio Alto - Dominio Dena Campo Terreno - Cuab 3
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Navado
Acabado de Piso	Sin Acabado
Area	15,63 [m ²]

Recinto receptor

Area	15,63 [m ²]
Volumen	35,95 [m ³]

Condiciones de la Medición

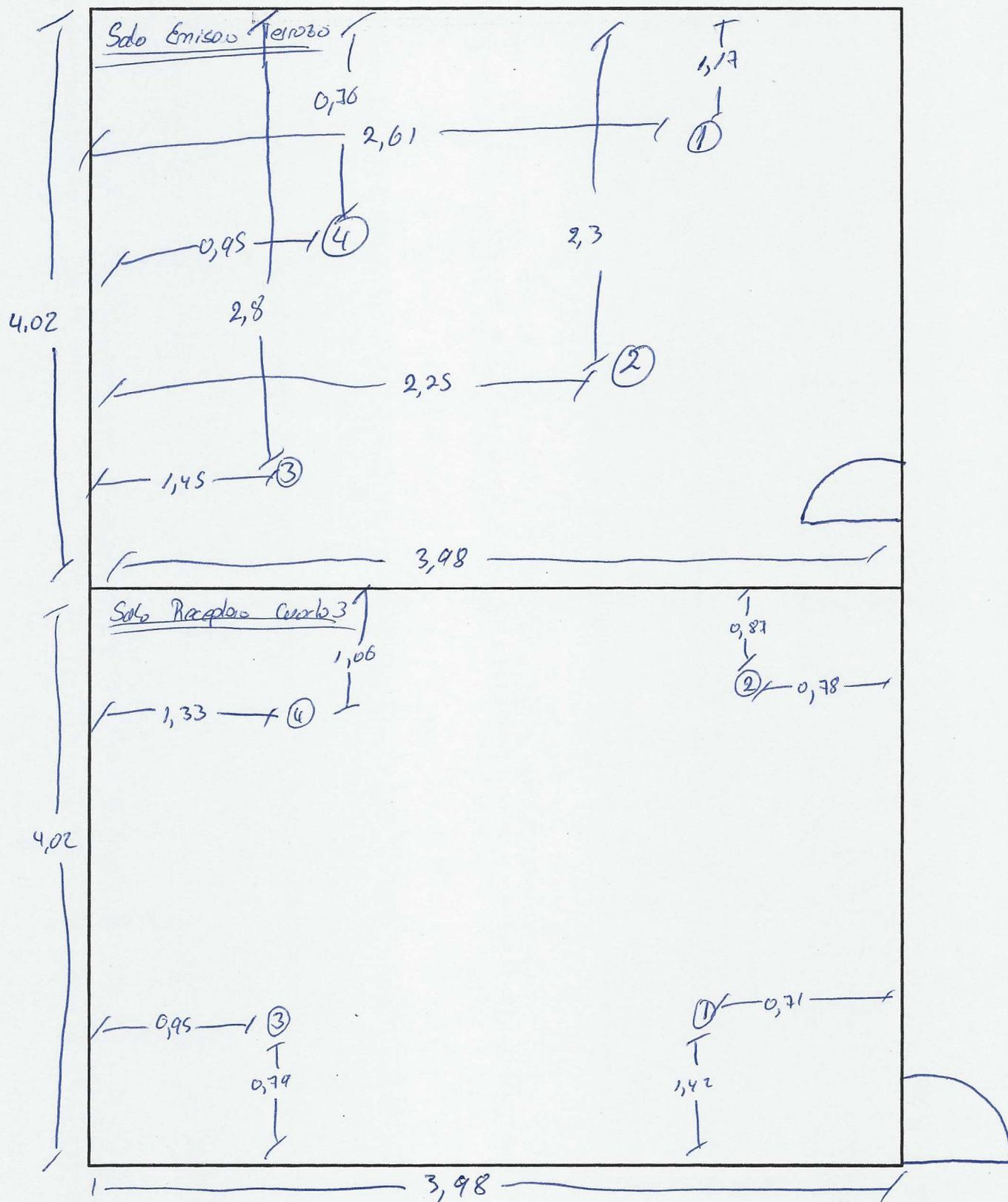
Fecha de la Medición	22 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	12:15
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		24	25	26	27
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		28	29	30	31
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		32	33		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		34	35		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		106	108	110
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		107	109	111



FICHA DE MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Lugar de Medición	Californio Alto - Domicilio Dora Campo Terroza Sala
-------------------	--

Instrumentación

- Sonómetro Cesva SC310
- Calibrador Acústico Cesva CB006
- Fuente Omnidireccional Cesva BP012
- Generador de ruido amplificado Cesva AP602
- Máquina de impactos Cesva MI006
- Distanciómetro Bosch DLE70

Recinto emisor

Tipo de Losa	Rejudo
Acabado de Piso	Sin Acabado
Area	11,81 m^2

Recinto receptor

Area	11,81 m^2
Volumen	38,34 m^3

Condiciones de la Medición

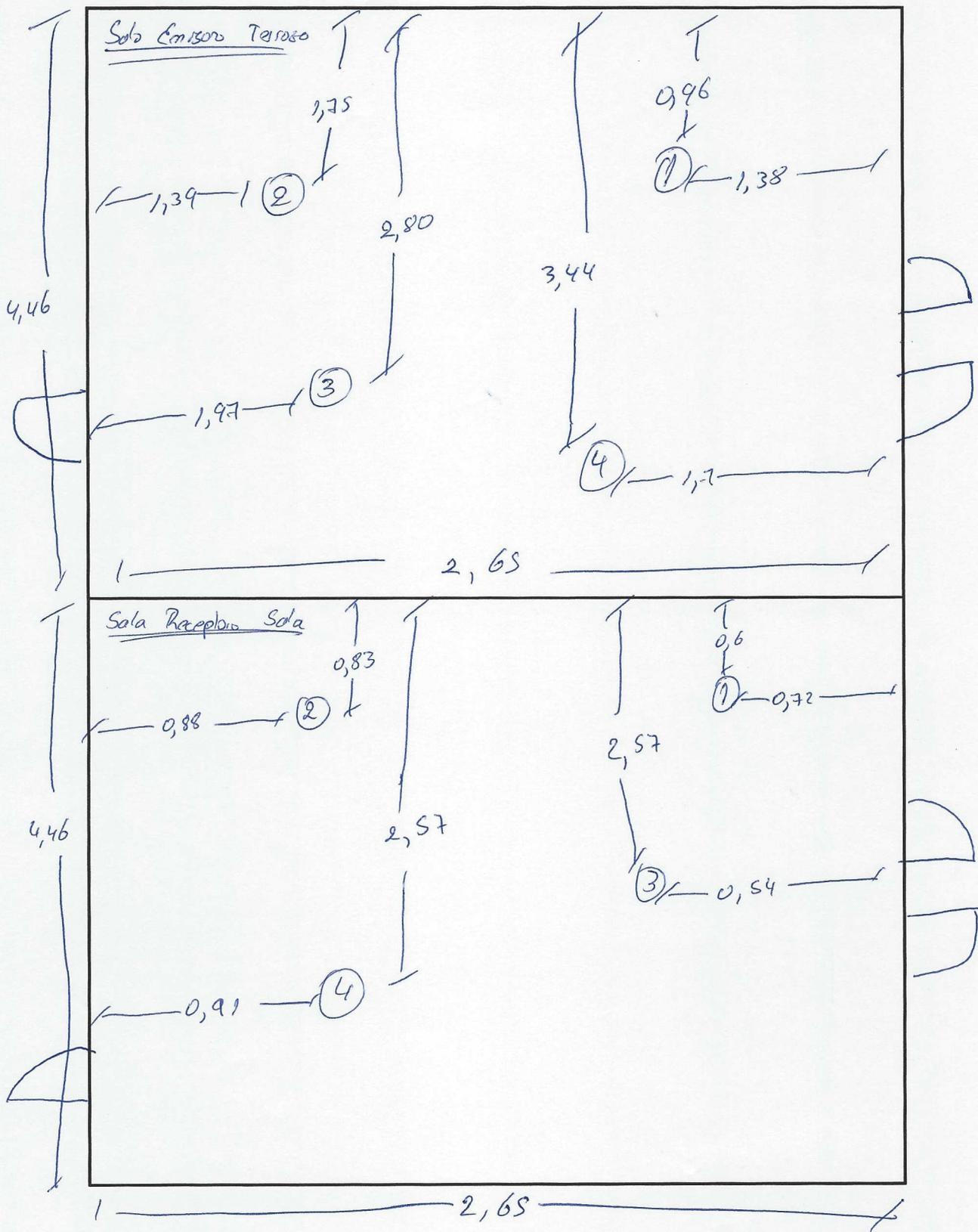
Fecha de la Medición	12 de Noviembre del 2014
Hora de la medición	12:22
Ponderación de sonómetro	Lineal
Respuesta del sonómetro	Lenta

Memorias y Posiciones de Maquina y Micrófono

POSICIONES		MEDICIONES			
Posicion Maquina 1		Medicion Punto 1	Ruido de fondo punto 1	Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2
Memoria		36	37	38	39
Posicion Maquina 2		Medicion punto 2	Ruido de fondo punto 2	Medicon punto 1	Ruido de fondo punto 1
Memoria		40	41	42	43
Posicion Maquina 3		Medicion punto 3	Ruido de fondo punto 3		
Memoria		44	45		
Posicion Maquina 4		Medicion punto 4	Ruido de fondo punto 4		
Memoria		46	47		

Memorias y Posiciones para T60

MEDICIONES				
1		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		100	102	104
2		Medicion T60 Punto 1	Medicion T60 Punto 2	Medicion T60 Punto 3
Memoria		101	103	105



SC310 Analizador Clase 1 (1/1 + 1/3 + FFT)

Un sonómetro, muchas soluciones

Es un instrumento de gran potencia, ideal para profesionales de la acústica que necesitan disponer de un instrumento de gran precisión, altas prestaciones y fácil manejo.



Características

- Clase 1 según IEC 61672 y ANSI.
- Analizador de espectros en tiempo real, tercios de octava: 10 Hz a 20 kHz (Módulo EF310), y bandas de octava: 31,5 Hz a 16 kHz.
- Mide 84 parámetros simultáneamente con rango único de medida: 23 a 140 dB de pico y con las ponderaciones frecuenciales A, C y Z.
- Dispone de memoria circular: permite descargar datos mientras mide.
- Multiconectividad con PC: USB, Bluetooth®, módem y serie.
- Preamplificador extraíble para cables prolongadores y para kit de exterior.
- Software *Capture Studio* incluido.

Aplicaciones

- Medición de aislamiento acústico por tercios de octava (ISO 140).
- Medición de parámetros medioambientales (ISO 1996-2): componentes tonales, impulsivas y de baja frecuencia (Ley del Ruido).
- Evaluación de ruido industrial: funciones cada 125 ms y análisis FFT.
- Tiempo de reverberación en tiempo real por octavas y 1/3 de octava (ISO 3382-1/2).
- Análisis monoaxial de vibraciones en edificación (Ley del Ruido) y análisis FFT.

Ampliación para SC310

Módulos

RT310 (Tiempo de reverberación)

Mide el tiempo de reverberación por tercios de octava y octavas en tiempo real (ISO 3382-1/-2).

EF310 (Análisis frecuencial extendido)

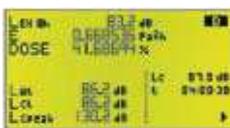
Medición simultánea 1/3 octava de 10 Hz a 20 kHz, valores globales (A, C y Z) y parámetros avanzados: tonalidad, impulsividad y baja frecuencia. Incluye análisis FFT de 430 líneas de 0 a 20 kHz.

DS310 (Funciones dosimétricas)

Para la evaluación de la exposición de los trabajadores frente al ruido en el trabajo según R.D. 286/2006, y la verificación simultánea de la eficiencia de los protectores auditivos (EPI) mediante los métodos SNR, HML y Octavas.

VM310 (Vibraciones)

Mide la exposición humana de cuerpo entero a las vibraciones en edificios (ISO 2631-2) y verificación de las vibraciones producidas por maquinaria. (Incluye PA001: preamplificador para acelerómetro).



Acelerómetros

AC006 (incluye cable)

Acelerómetro IEPE para la medición de las vibraciones en edificios (ISO 2631-2).

Sensibilidad: 1000 mV/g. Margen frecuencial ($\pm 10\%$): 0,2 Hz a 2600 Hz.



AC001 (incluye cable)

Acelerómetro IEPE para verificación, análisis y medición de vibraciones de maquinaria.

Sensibilidad: 100 mV/g. Margen frecuencial ($\pm 10\%$): 0,3 Hz a 14 kHz.



BP012

HOJA DE CARACTERÍSTICAS

D_BP012_v0010_20140910_ES

Altavoz omnidireccional para mediciones acústicas

PRESENTACIÓN

El BP012 es un conjunto de 12 altavoces montados en un baffle dodecaédrico que asegura una **emisión omnidireccional** del ruido reproducido (ver fig. 2). Esto permite emitir por igual en todas las direcciones del espacio, cumpliendo los requisitos de directividad establecidos en las normativas ISO 16283-1, ISO 140, ISO 10140, ISO 16283-1, ISO 3382-1, ISO 3382-2 y ISO-354.

El BP012 acepta una potencia de 600 W RMS con la cual es capaz de desarrollar **123 dB de potencia acústica (PWL)** en las bandas de tercio de octava de 50 a 5000 Hz(ver fig.1).

El altavoz está diseñado para proporcionar la máxima potencia durante más de una hora

El BP012 esta internamente reforzado con un bastidor de aluminio que le proporciona robustez y le permite adaptarlo al trípode TR014.

El BP012 se suministra con el cable de conexión al amplificador CN012 y la caja de transporte FL012.

APLICACIONES

- Medición del aislamiento ISO 10140-2, ISO 140-4, ISO 16283-1
- Medición del tiempo de reverberación de salas ISO 3382-1/-2
- Medición de coeficientes de absorción. Cámara reverberante ISO 354

CARACTERÍSTICAS

- Peso ligero: 14,5 kg
- Potencia acústica 123 dB PWL (con AP602)
- Diagrama de directividad omnidireccional



BP012

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



Altavoz omnidireccional para mediciones acústicas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS

ISO 10140-2
ISO 140-4
ISO 16283-1
ISO 3382-1/-2
ISO 354

DIMENSIONES Y PESO

Diámetro: 400 mm
Peso: 14,5 kg

IMPEDANCIA

Impedancia nominal: 6 Ω

CONECTOR

Speakon® de 4 pines (+1, -1)

POTENCIA

Potencia máxima de entrada: 600 W rms
Potencia acústica: 123 dB PWL
(ruido rosa, bandas de 1/3 de octava de 50 a 5000 Hz)
Distribución de potencia por bandas de tercio de octava:

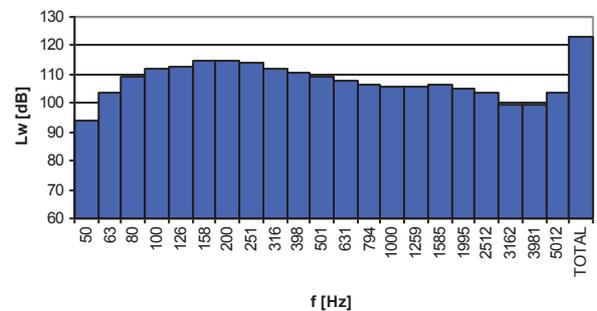


Fig.1 Distribución frecuencial de la potencia acústica del BP012

DIRECTIVIDAD

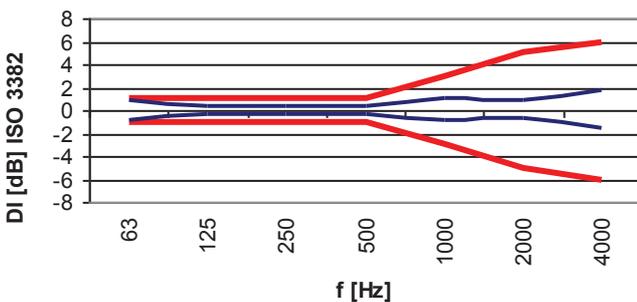
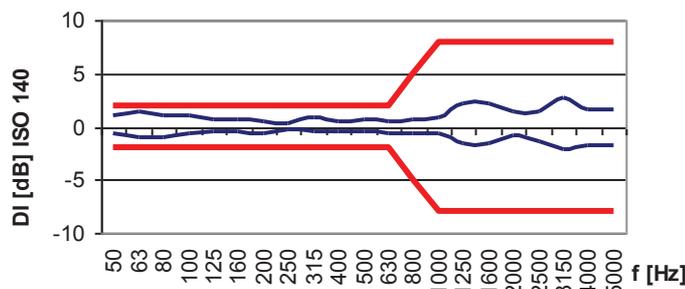


Fig. 3 Directividad (D) del BP012 según norma ISO 140 e ISO 3382

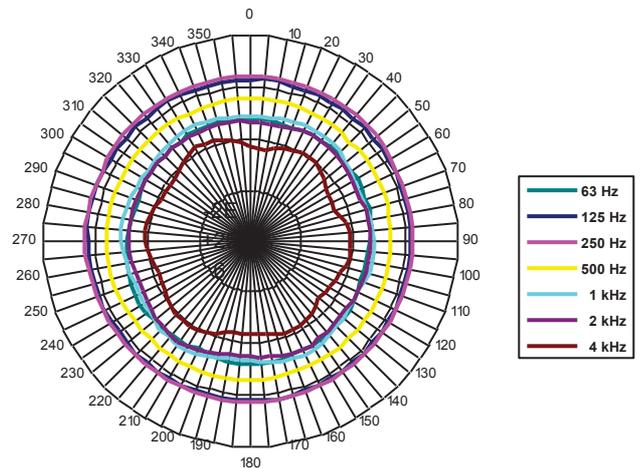


Fig. 2 Diagrama de Directividad para las bandas de octava centradas a 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz y 4 kHz

Las características, especificaciones técnicas y accesorios pueden variar sin previo aviso

AP602

HOJA DE CARACTERÍSTICAS

D_AP602_v0011_20140914_ES

Amplificador para fuente omnidireccional

PRESENTACIÓN

El AP602 contiene en el mínimo tamaño y peso un generador de ruido rosa y blanco, un **ecualizador gráfico por bandas de 1/3 de octava** y un amplificador de potencia.

Gracias a la salida del generador y a la entrada de señal, el AP602 permite ecualizar y amplificar la señal procedente de un generador externo o insertar en la cadena de reproducción equipos de procesamiento de señal adicionales al ecualizador interno del AP602.

El AP602 dispone del modo de funcionamiento intermitente para realizar mediciones del ruido de fondo intercaladas con las de recepción.

La pantalla del AP602 muestra la información necesaria para controlarlo: tipo de ruido, configuración, ecua-

lizador, estado de reproducción, información del volumen, curva del ecualizador gráfico, información del estado del equipo PROT (encendido y estado de protección) y CLIP (recorte de señal).

El AP602 puede ser operado directamente desde teclado, mediante el **mando a distancia MA001** por radiofrecuencia (con antena AN001 o controlado por un ordenador con el software suministrado. Esta comunicación con el ordenador puede ser vía cable USB o mediante **comunicación inalámbrica Bluetooth®** (tipo 1) incorporada con un radio de alcance de hasta 80 metros aproximadamente.

Además este dispone de un sistema de refrigeración ideal para la medición de ruido de fondo.

APLICACIONES

- Medición del aislamiento ISO 10140-2, ISO 140-4, ISO 16283-1
- Medición del tiempo de reverberación ISO 3382-1/-2
- Medición de coeficientes de absorción ISO 354

CARACTERÍSTICAS

- Ecualizador gráfico por bandas de 1/3 de octava incorporado
- Tamaño reducido: 350 x 300 x 150 mm
- Peso ligero: 4,75 kg
- Tecnología inalámbrica Bluetooth® incorporada
- Mando a distancia MA001 incluido
- 123 dB PWL con el altavoz omnidireccional BP012



AP602

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS / ACCESORIOS



Amplificador para fuente omnidireccional

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS

ISO 10140-2, ISO 140-4, ISO 16283-1
ISO 3382-1/-2
ISO 354

POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA:

Ruido rosa filtrado entre las bandas
de 1/3 de octava de 50 a 5000 Hz

6 W: 580 W

RESPUESTA FRECUENCIAL ($\pm 0,15$ dB)

20 – 20000 Hz

DISTORSIÓN TÍPICA (THD)

3 dB por debajo de la potencia nominal,
20 Hz – 20 kHz y 8 Ω de carga

< 0,05 %

RELACIÓN SEÑAL RUIDO SNR

Ponderación A, 20 Hz – 20 kHz y 8 Ω de carga

> 119 dB

FACTOR DAMPING

< 1 kHz @ 8 Ω

> 1000

CONSUMO TÍPICO:

6 A
(580 VA)

ALIMENTACIÓN

120/230 ~ VAC
50/60 Hz

DIMENSIONES Y PESO

Dimensiones: 350 x 300 x 150 mm
Peso: 4,750 kg

ENTRADAS Y SALIDAS: CONECTORES

Salida Altavoz: Speakon® de 4 pines (+1, -1)

Salida señal de línea: XLR macho (no balanceada)
pin1 → masa, pin2 → señal directa Hot, pin3 → libre

Entrada señal de línea: XLR hembra (no balanceada)
pin1 → masa, pin2 → señal directa Hot, pin3 → libre

Puerto USB: Tipo B Digital cumple con USB rev. 2.0

Comunicación inalámbrica: Bluetooth clase 1
alcance 80 m

Comunicación mando a distancia MA001: Radiofrecuencia
alcance (con antena) 45 m

ACCESORIOS

ACCESORIOS SUMINISTRADOS

CN2US Cable USB para comunicación del AP602 con un PC
SF600 Software AP602: Para el control remoto del AP602
MA001 Mando a distancia: Para el control del AP602
AN001 Antena para el control del AP602 mediante el mando a distancia MA001

ACCESORIOS OPCIONALES

BT002 Dispositivo de comunicación inalámbrica Bluetooth® para PC



Las características, especificaciones técnicas y accesorios pueden variar sin previo aviso

MI006

HOJA DE CARACTERÍSTICAS

D_MI006_v0002_20140915_ES

Máquina de impactos

*Opcional

PRESENTACIÓN

La MI006 es una máquina de impactos estandarizada especialmente diseñada para cumplir las normas ISO 10140-3 e ISO 140-7: Mediciones en laboratorio e in situ del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos; e ISO 717-2: Evaluación del aislamiento a ruido de impactos.

La MI006 dispone de 5 martillos alineados. Cada uno de ellos tiene un peso de 500 g y cae libremente de una distancia de 40 mm. El tiempo medio entre impactos es de 100 ms.

La unidad se apoya en 3 pies de goma para aislarla de las vibraciones.

La MI006 tiene una protección contra sobrecalentamiento para evitar posibles daños en la unidad debidos a un funcionamiento anormal del equipo: bloqueo, sobrecarga o sobreesfuerzo.

La MI006 se controla directamente desde su propio teclado y también de forma remota mediante el mando a distancia MA001 o mediante un ordenador con el software suministrado. La comunicación con el ordenador se realiza mediante comunicación inalámbrica Bluetooth® (se necesita el dispositivo BT002* para PC).

La MI006 se puede alimentar conectándola a la red o a través de la batería recargable MB006*.

APLICACIONES

- Medición del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos según las normas ISO 10140-3 e ISO 140-7

CARACTERÍSTICAS

- Mando a distancia incluido
- Tecnología inalámbrica Bluetooth® incorporada
- Fácil de transportar
- Diseño robusto y ligero
- Protección contra sobrecalentamiento
- Batería opcional



MI006

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS / ACCESORIOS



Máquina de impactos

*Opcional

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS

ISO 10140-3
ISO 140-7

MARTILLOS

Número de martillos: 5
Distancia entre martillos: 100 mm
Peso de cada martillo: 500±12 g

FRECUENCIA DE IMPACTO

Tiempo medio entre impactos: 100 ms
Altura de caída libre: 40 mm
Tiempo entre impacto y elevación del martillo: < 80 ms

DIMENSIONES Y PESO

Dimensiones: 200 x 693 x 331 mm
Peso: Sin batería 12,6 kg
Con batería 13,0 kg

ALIMENTACIÓN

Tensión de alimentación: 110 - 230 Vac
Frecuencia de alimentación: 50 - 60 Hz

CONSUMO

Consumo típico: 60 W

ALCANCE MANDO A DISTANCIA

Cobertura mando a distancia: 45 m

BATERÍA DE LITIO*

Autonomía aproximada para funcionamiento continuo: 60 min
Tiempo aproximado para carga completa: 4,5 h
Peso aproximado: 400 g

ACCESORIOS

ACCESORIOS SUMINISTRADOS

Cable de red
SF005 Software para PC de la MI006
FL005 Caja de transporte para MI006
MA001 Mando a distancia para el control de la MI006
AN001 Antena para el control de la MI006

ACCESORIOS OPCIONALES

MB006 Batería interna de litio para alimentar la MI006
BT002 Dispositivo de comunicación inalámbrica Bluetooth® para PC

Las características, especificaciones técnicas y accesorios pueden variar sin previo aviso

Technical Data

Digital Laser Rangefinder	DLE 70 Professional
Article number	3 601 K16 60.
Measuring range	0.05–70 m ^{A)}
Measuring accuracy (typically)	±1.5 mm ^{B)}
Lowest indication unit	1 mm
Operating temperature	–10 °C...+50 °C ^{C)}
Storage temperature	–20 °C...+70 °C
Relative air humidity, max.	90 %
Laser class	2
Laser type	635 nm, <1 mW
Laser beam diameter (at 25 °C) approx.	
– at 10 m distance	6 mm
– at 70 m distance	42 mm
Batteries	4 x 1.5 V LR03 (AAA)
Rechargeable batteries	4 x 1.2 V KR03 (AAA)
Battery live, approximately	
– Individual measurements	30000 ^{D)}
– Continuous measurement	5 h ^{D)}
Automatic switch-off after approx.	
– Laser	20 s
– Measuring tool (without measurement)	5 min
Weight according to EPTA-Procedure 01/2003	0.18 kg
Dimensions	59 x 100 x 32 mm
Degree of protection (excluding battery compartment)	IP 54 (dust and splash water protected)

A) The working range increases depending on how well the laser light is reflected from the surface of the target (scattered, not reflective) and with increased brightness of the laser point to the ambient light intensity (interior spaces, twilight). In unfavourable conditions (e.g. when measuring outdoors at intense sunlight), it may be necessary to use the target plate.

B) In unfavourable conditions (e.g. when measuring outdoors at intense sunlight or an insufficiently reflecting surface), the maximum deviation is ±10 mm per 70 m. In favourable conditions, a deviation influence of ±0.05 mm/m must be taken into account.

C) In the continuous measurement function, the maximum operating temperature is +40 °C.

D) Fewer measurements are possible when using 1.2 V rechargeable batteries as compared with 1.5 V batteries.

Please observe the article number on the type plate of your measuring tool. The trade names of the individual measuring tools may vary.

The measuring tool can be clearly identified with the serial number **20** on the type plate.

IMPACTODAN 5

El Impactodan 5 es una lámina flexible de polietileno químicamente reticulado de celda cerrada que proporciona al producto una estructuración interna elástica. Acústicamente el Impactodan 5 funciona como amortiguador aplicado en un sistema masa-resorte-masa.



DATOS TÉCNICOS

DATOS TÉCNICOS	VALOR	UNIDAD	NORMA
Espesor	5	mm	EN 1923
Tolerancia de espesor	< 10	%	EN 823
Tolerancia Longitud y Anchura	< 1	%	EN 822
Mejora del nivel de ruido impacto, ΔL_n	20	dB	EN 140-8 EN 717-2
Nivel de transmisión de ruido de Impacto $L_{nT,w}$, in situ	< 60	dB	EN 140-7 EN 717-2
Rigidez dinámica	90	MN/m ³	EN 29052-1
Densidad	27 ± 2	kg/m ³	EN 845
Trabajo de histéresis	> 1.6	Nm	EN 3386-1
Resistencia a la compresión al 25%	> 23 ± 2	kPa	UNE EN ISO 3386-1
Deformación remanente 24 h, 50% comp., 23°C	< 32	%	EN 1856
Resistencia a la tracción	> 180	kPa	EN 1798
Reacción al fuego	F	Euroclase	EN 13501-1
Conductividad térmica	0.040	w/mK	EN 12667 EN 12939
Factor difusión de vapor de agua	> 2000	-	EN 12086
[NO ENCONTRADO-// 620015.MEJORA:TEXTO@7]MEJORA:TEXTO	8	dBA	UNE-EN-ISO 140-16

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES

Con el objeto de cumplir el C.T.E. se ha realizado un estudio del producto IMPACTODAN imitando en laboratorio oficial las condiciones adversas de obra. Para ello, se extendió una capa de gravilla de 2-3 mm, sobre la cual se colocó el producto y sobre este una capa de mortero de 6 cm, ensayando primeramente de forma inmediata con losa prefabricada y a un mes con losa húmeda, comprobándose que el Impactodan conserva sus propiedades acústicas según se puede comprobar en la siguiente tabla.

Ensayos realizados en Laboratorio del Gobierno Vasco (1), (2) y del Instituto de Acústica (3)

N/A

Ensayos	ΔL_n IMPACTODAN
Inmediato con losa prefabricada (1)	21 dBA
A un mes con losa húmeda (2)	20 dBA
Condiciones laboratorio (3)	20 dBA

NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

- Documento de Idoneidad Técnica nº 439 "Sistema de amortiguamiento de ruido de impacto IMPACTODAN"
- La certificación es consecuencia de ensayos realizados en laboratorios oficiales, dando su resultado como mejora del sistema al ruido de impacto de un forjado normalizado.

Nota: Los ensayos no tienen acabado.

(1) Forjado normalizado + Impactodan 5 + Losa 6 cm prefabricada.

(2) Forjado normalizado + Impactodan 5 + Losa 6 cm húmeda

Laboratorio	ensayo (EN 140-3) nº	Resultado (EN 717-1)
LABEIN (1)	B 130 124 V8	21 dB
LABEIN (2)	B 130 104 V5	20 dB

IMPACTODAN 10

El Impactodan 10 es una lámina flexible de polietileno químicamente reticulado de celda cerrada que proporciona al producto una estructuración interna elástica. Acústicamente el Impactodan 10 funciona como amortiguador aplicado en un sistema masa-resorte-masa.



DATOS TÉCNICOS

DATOS TÉCNICOS	VALOR	UNIDAD	NORMA
Espesor	10	mm	EN 1923
Tolerancia de espesor	$\pm 0,3$	mm	EN 823
Tolerancia Longitud y Anchura	< 1	%	EN 822
Mejora del nivel de ruido impacto, ΔL_n	19	dB	EN 140-8 EN 717-2
Nivel de transmisión de ruido de Impacto $L'_{nT,w}$, in situ	< 58	dB	EN 140-7 EN 717-2
Rigidez dinámica	< 65	MN/m ³	EN 29052-1
Densidad	25 ± 2	kg/m ³	EN 845
Trabajo de histéresis	> 2.1	Nm	EN 3386-1
Resistencia a la compresión al 25%	23 ± 2	kPa	UNE EN ISO 3386-1
Deformación remanente 24 h, 50% comp., 23°C	< 30	%	EN 1856
Resistencia a la tracción	> 130	kPa	EN 1798
Reacción al fuego	F	Euroclase	EN 13501-1
Conductividad térmica	0.040	w/mK	EN 12667 EN 12939
Factor difusión de vapor de agua, μ	> 2000	-	EN 12086
[NO ENCONTRADO-// 620015.MEJORA:TEXTO@7]MEJORA:TEXTO	8	dBA	UNE-EN-ISO 140-16

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES

Con el objeto de cumplir el C.T.E. se ha realizado un estudio del producto IMPACTODAN imitando en laboratorio oficial las condiciones adversas de obra. Para ello, se extendió una capa de gravilla de 2-3 mm, sobre la cual se colocó el producto y sobre este una capa de mortero de 6 cm, ensayando primeramente de forma inmediata con losa prefabricada y a un mes con losa húmeda, comprobándose que el Impactodan conserva sus propiedades acústicas según se puede comprobar en la siguiente tabla.

Ensayos realizados en Laboratorio del Gobierno Vasco (1), (2) y del Instituto de Acústica (3)

N/A

Ensayos	ΔL_n IMPACTODAN
Inmediato con losa prefabricada (1)	21 dB
A un mes con losa húmeda (2)	20 dB
Condiciones laboratorio (3)	20 dB

NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

- Documento de Idoneidad Técnica nº 439 R/10 "Sistema de amortiguamiento de ruido de impacto IMPACTODAN"
- La certificación es consecuencia de ensayos realizados en laboratorios oficiales, dando su resultado como mejora del sistema al ruido de impacto de un forjado normalizado.

Nota: Los ensayos no tienen acabado. * Acabado de 15 kg/m²

(1) Forjado normalizado + Impactodan 10 + Losa 6 cm húmeda.

(2) Forjado normalizado + Impactodan 10 + Losa 4 cm acabado de 15 kg/m²

Laboratorio	ensayo (EN 140-3) nº	Resultado ΔL_n
LBEIN (1)	B 130 124 V4	19 dB
LNEC* (2)	143/06-NAI	27 dB

ChovAIMPACT®

CÓD. 82450 - ChovAIMPACT® 3
CÓD. 82460 - ChovAIMPACT® 5

DESCRIPCIÓN

Lámina de polietileno de alta calidad fabricada mediante proceso de extrusión directa y expansión física, de celdas cerradas y estancas que le aportan la consistencia adecuada.

Buen comportamiento al envejecimiento bajo carga continua.



INSTALACIÓN

BAJO SOLERA DE MORTERO:

- 1- El soporte debe estar limpio y sin irregularidades. Si el material se perfora disminuirá su eficiencia acústica.
- 2- Desenrollar el **ChovAIMPACT®** sobre el soporte.
- 3- Colocar el siguiente tramo de material realizando un solape de unos 10 cm.
- 4- Colocar cinta adhesiva **ChovASEAL** en las juntas de los solapes para asegurar la estanqueidad.
- 5- Colocar **ChovAIMPACT® BANDA** en los pilares, los cerramientos del perímetro y alrededor de cualquier otro elemento susceptible de crear un puente acústico.
- 6- Realizar una solera de mortero de unos 5 cm. Será armada o no en función del tipo de mortero y a criterio de la dirección facultativa de obra.



BAJO PARQUET:

- 1- Desenrollar el **ChovAIMPACT®** sobre el soporte.
- 2- Colocar el siguiente tramo de material a testa.
- 3- Instalar el parquet sobre la lámina de impacto evitando el contacto directo con los paramentos.

ChovAIMPACT®

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	ChovAIMPACT® 3	ChovAIMPACT® 5
ESPESOR (mm)	3	5
DENSIDAD (kg/m ³)	20	20
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kPa)	6,92	7,81
ABSORCIÓN DE AGUA (kg/m ²)	0,0025	0,0057
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m·K)	0,043	0,043
AISLAMIENTO ACÚSTICO (dB)	$\Delta L_w = 16^*$	$\Delta L_w = 20^{**}$
RIGIDEZ DINÁMICA (MN/m ³)	27	32
DIMENSIONES (m)	150 x 1,5	100 x 1,5
m ² / ROLLO	225	150

ALMACENAMIENTO: El material debe resguardarse de la intemperie, de la luz solar y almacenarse en posición vertical.

* Ensayo APPLUS 3.008.796

** Ensayo APPLUS 3.008.797. Consultar ficha de sistema S03.

RECOMENDADO PARA...

- Aislamiento acústico a ruido de impacto en edificación (viviendas, hoteles, escuelas, oficinas, ...) tanto en aplicaciones bajo solera de mortero como en parquet o tarima flotante.

ChovAIMPACT® PLUS

CÓD. 58050 - ChovAIMPACT PLUS

DESCRIPCIÓN

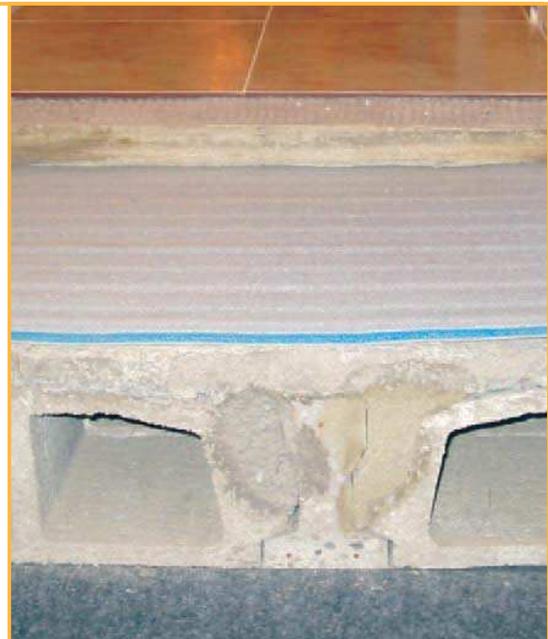
Lámina polietileno de alta calidad de triple capa fabricado mediante proceso de extrusión directa y expansión física, de celdas cerradas y estancas que le aportan la consistencia adecuada.

Su estructura de múltiples capas aporta una elevada reducción del ruido de impacto.



INSTALACIÓN

- 1- El soporte debe estar limpio y sin irregularidades. Si el material se perfora disminuirá su aislamiento acústico.
- 2- Desenrollar el **ChovAIMPACT® PLUS** sobre el soporte.
- 3- Colocar el siguiente tramo de material a testa.
- 4- Colocar cinta adhesiva **ChovASEAL** en las juntas de los tramos para asegurar la estanqueidad.
- 5- Colocar **ChovAIMPACT® BANDA** en los pilares, los cerramientos del perímetro y alrededor de cualquier otro elemento susceptible de crear un puente acústico.
- 6- Realizar una solera de mortero de unos 5 cm. Será armada o no en función del tipo de mortero y a criterio de la dirección facultativa de obra.



ChovAIMPACT® PLUS

ESPESOR (mm)	9
DENSIDAD (kg/m ³)	25
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kPa)	8,1
ABSORCIÓN DE AGUA (kg/m ²)	0,007
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m·K)	0,043
AISLAMIENTO ACÚSTICO (dB)	$\Delta Lw = 24^*$
RIGIDEZ DINÁMICA (MN/m ³)	24
DIMENSIONES (m)	45 x 1,5
m ² / ROLLO	67,5
ALMACENAMIENTO: El material debe resguardarse de la intemperie, de la luz solar y almacenarse en posición vertical.	

* Ensayo APPLUS 3.008.798. Consultar ficha de sistema S03.

RECOMENDADO PARA...

- Aislamiento acústico a ruido de impacto en edificación (viviendas, hoteles, escuelas, oficinas, ...)
- Aislamiento acústico a ruido de impacto en locales sin equipos de amplificación musical (bares, restaurantes, supermercados, ...)