



**GONZALOSEPULVEDA**  
CONSULTORES ACUSTICA & AUDIO

**CESFAM Villa Alegre**

---

**Memoria Acústica**

Octubre 2020

# Índice

Índice.....

2

1

Introducción .....

3

1.1

Alcance de la Memoria.....

3

1.2

Descripción general del proyecto .....

3

1.3

Normativas y estándares .....

4

2

Criterios de diseño.....

5

2.1

Envolvente.....

5

2.2

Emisión de Ruido .....

5

2.3

Ruido Ambiente interno .....

6

2.4

Aislación sonora aérea .....

6

2.5

Tiempo de Reverberación.....

9

2.6

STI .....

10

3

Diseño Propuesto .....

11

3.1

Envolvente.....

11

3.2

Ruido ambiente interno.....

13

3.3

Emisión de ruido al exterior .....

17

3.4

Aislación sonora interna.....

19

3.5

Control de reverberación .....

23

4

Conclusiones .....

25

Rev	Referencia	Preparado por	Fecha
00	Primera Entrega – Criterios de Diseño	Gonzalo Sepúlveda	26/02/2020
01	Segunda Entrega – Criterios de Diseño	Gonzalo Sepúlveda	20/03/2020
02	Tercera Entrega – Criterios de Diseño	Gonzalo Sepúlveda	20/04/2020
03	Cuarta Entrega – Criterios de Diseño	Gonzalo Sepúlveda	14/06/2020
04	Quinta Entrega – Diseño Conceptual	Gonzalo Sepúlveda	17/07/2020
05	Sexta Entrega	Gonzalo Sepúlveda	24/08/2020
06	séptima Entrega	Gonzalo Sepúlveda	05/10/2020

## 1 Introducción

El siguiente informe presenta el estudio acústico, en etapa de proyecto, para el nuevo CESFAM Villa Alegre.

El objetivo del estudio es asesorar a la oficina de arquitectos, a otros consultores y al mandante en estrategias y opciones de soluciones constructivas para proveer espacios con el confort acústico adecuado para su intencionalidad de uso.

Se entregan criterios de diseño y consideraciones generales y específicas para lograr la aislación sonora adecuada, medidas de control de ruido de sistemas y consideraciones de tratamientos internos que permitan cumplir con los requerimientos del proyecto.

La información entregada en este informe está basada en:

- Planos arquitectónicos – Septiembre 2020

### 1.1 Alcance de la Memoria

El siguiente informe presenta los requerimientos generales y específicos de diseño, para cumplir con los criterios de desempeño propuestos para el nuevo edificio del CESFAM Villa Alegre, según las etapas de desarrollo del proyecto y la información disponible a la fecha.

Se entregan consideraciones del desempeño de elementos de la envolvente del edificio para el control de ingreso de ruido. El informe incluye además requerimientos generales y específicos para el control de ruido de instalaciones. Esta información deberá ser integrada por los proyectistas de otras disciplinas para cumplir con criterios mínimos de confort acústico. Además se entregan consideraciones para la aislación internas de los espacios y revestimientos internos para el control de la reverberación.

### 1.2 Descripción general del proyecto

El proyecto corresponde al diseño acústico de un edificio el cual contará principalmente con las siguientes instalaciones:

- Boxes de atención
- Salas de procedimientos
- Sala multiuso
- Salas de espera
- Oficinas

- Salas mecánicas, gases clínicos y grupo electrógeno

### **1.3 Normativas y estándares**

Se entiende que para este proyecto, el diseño debe seguir la normativa vigente en Chile.

En este sentido el diseño a seguir deberá regirse a las siguientes normas:

- Manual de certificación CES
- D.S.38/2011 MMA
- D.S. 594/1999

Como criterios complementarios o referenciales de diseño, se propone utilizar las siguientes normas internacionales:

- Health Technical Memorandum 08-01: Acoustics (UK)
- Building Bulletin 93, "Acoustic design of schools – A design guide"
- BS 8233 : 1999, "Sound insulation and noise reduction for buildings - Code of practice"
- ASHRAE Handbook – Chapter 47 "Sound and Vibration Control" (2007)

## 2 Criterios de diseño

El éxito del proceso de diseño de un edificio de las características del CESFAM Villa Alegre, requiere de una coordinación y colaboración entre las diferentes disciplinas, arquitectos y el mandante.

A continuación se presentan los criterios de diseño propuestos.

### 2.1 Envoltente

El control del ingreso de ruido externo al edificio es fundamental para lograr un confort acústico adecuado, por lo tanto los elementos de fachada deben proveer de una aislación acústica que permita lograr esto.

La siguiente tabla presenta los requerimientos para los elementos de fachada según el manual de CES.

Aislamiento acústico mínimo para fachada y elementos de fachada	
NED dB(A)	Aislamiento acústico mínimo de fachada
NED ≤ 65	25 dB(A)
NED > 65	NED – 40 dB(A)

Al no existir mediciones previas de ruido en terreno, se tomara la zona de tipo de uso de suelo del emplazamiento. Para el caso del proyecto corresponde a Zona II, por lo que el NED es 60 dB(A). En función de esto, los elementos de fachada deben tener una aislación sonora compuesta de  $R_w+c$  de 25 dB.

### 2.2 Emisión de Ruido

Los criterios de diseño para la emisión de ruido a receptores aledaños, estarán basados en la norma chilena D.S.38/2011 MMA.

Tabla 2.2: Límites de ruido permitidos según D.S. N°38/11 del MMA		
NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PRESION SONORA CORREGIDOS (NPC) EN dB(A) LENTO		
Zona	Horario diurno (7:00 a 21:00 hrs.)	Horario nocturno (21:00 a 7:00 hrs.)
I	55	45
II	60	45
III	65	50
IV	70	70

Para el caso del Cesfam, se considera que los receptores están en Zona II, por lo tanto se deberá cumplir con los niveles expuestos en la tabla anterior, tanto para horario diurno, como nocturno.

### **2.3 Ruido Ambiente interno**

De acuerdo a lo establecido en el manual CES, el ruido de fondo en establecimientos hospitalarios no debe superar los 30 dB(A). Sin embargo, no se especifica en qué tipo de recintos. Este valor es bastante bajo, comparado con normas internacionales (e.g. HTM08-01). Por lo tanto se tomará como referencia los valores de esta norma, que proponen NC 30 (36 dBA) para la Sala Multiuso, y NC 35 (41 dBA) para los box de atención y salas de procedimientos.

### **2.4 Aislación sonora aérea**

Para el caso de este proyecto en particular, no se considerará el crédito de CES para aislación sonora entre espacios. Alternativamente, y con el fin de proveer de un edificio con estándares acústicos óptimos, los criterios de desempeño y construcciones propuestos estarán basados en la norma inglesa de acústica para Hospitales HTM 08-01: Acoustics.

En Chile no existe una normativa específica para requerimientos de aislación acústica aérea en recintos hospitalarios, por ello se consideran los valores recomendados por "Health Technical Memorandum" HTM 08-01: Acoustics.

Los requerimientos de aislación sonora serán entregados como valor único  $R_w$  (Índice de Reducción Sonora Ponderado de acuerdo a ISO 717-1) para las distintas componentes de arquitectura, en base a la Diferencia de Niveles Estandarizada Ponderada de  $D_{nT,w}$  (evaluados conforme a los estándares BS EN 12354-1) presentados en los criterios de desempeño de la norma HTM08-01.

Los valores en esta norma, son básicamente de  $D_{nT,w}$  42 dB,  $D_{nT,w}$  47 dB y  $D_{nT,w}$  52 dB, dependiendo de las salas que divide el tabique, muro o losa. En general para cumplir con ese nivel de aislación en terreno ( $D_{nT,w}$ ), se requiere que el tabique tenga un nivel modelado o medido en laboratorio ( $R_w$ ) de 7 dB más. En el caso del Cesfam, no existen divisiones que requieran de un nivel de  $D_{nT,w}$  52 dB. En función de lo anterior, los tabiques deberán cumplir con los siguientes niveles de aislación:

- $R_w$  49 dB
- $R_w$  54 dB

Estos valores se verán reflejados en la modelación del desempeño acústico de cada tabique, en el software INSUL v9, y se presentarán diseños de acuerdo a lo requerido.

A continuación se presentan los valores recomendados por HTM 08-01, expresados en DnT,w.

Tabla 2.3: Aislamiento al ruido aéreo entre recintos

	Recintos receptores																											
	Niveles estandarizados, ponderados (Dn T, W)																											
Recintos emisores	administrativo	Archivo	Area libre	Auditorio	Baño individual	Baño público	Biblioteca	Bodega	Box	Box dental	Box medico	closet	Comedor	Cubiculos de atencion	Dialisis	Escaleras	Esclusa	Estacion enfermeria	Esterilizacion	Gimnasio	Habitacion cuadruple	Habitacion doble	Habitacion individual	Habitacion UCI-UTI	Habitacion cuna	Habitaciones cuna -Cama		
	administrativo	42	42	42	47	42	42	47	42	42	42	42	42	42	42	42	33	42	42	47	42	42	42	42	42	42		
	Archivo	33	33	33	37	33	33	37	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	37	33	33	33	33	33	33		
	Area libre	33	33	33	42	33	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	33	33	33	33	33		
	Auditorio	47	42	42	52	42	42	52	42	47	47	47	42	42	47	47	42	33	42	47	52	47	47	47	47	47		
	Baño individual	37	37	37	42	37	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33	37	37	42	37	37	37	37	37		
	Baño público	37	37	37	42	37	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33	37	37	42	37	37	37	37	37		
	Biblioteca	33	33	33	37	33	33	37	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	37	33	33	33	33	33	33		
	Bodega	33	33	33	37	33	33	37	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	37	33	33	33	33	33	33		
	Box	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	33	47	47	47	47	47	47	47	47		
	Box dental	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	33	47	47	47	47	47	47	47	47		
	Box medico	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	33	47	47	47	47	47	47	47	47		
	closet	33	33	33	37	33	33	37	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	37	33	33	33	33	33	33		
	Comedor	42	33	33	47	33	33	47	33	42	42	42	33	33	42	42	33	33	33	42	47	42	42	42	42	42		
	Cubiculos de atencion	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	33	47	47	47	47	47	47	47	47		
	Dialisis	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	33	47	47	47	47	47	47	47	47		
	Escaleras	33	33	33	42	33	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	33	33	33	33		
	Esclusa	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33		
	Estacion enfermeria	37	37	37	42	37	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33	37	37	42	37	37	37	37	37		
	Esterilizacion	37	37	37	42	37	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33	37	37	42	37	37	37	37	37		
	Gimnasio	47	47	47	52	47	47	52	47	47	47	47	47	47	47	47	47	33	47	47	52	47	47	47	47	47		
	Habitacion cuadruple	37	37	37	42	37	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33	37	37	37	37	37	37	37	37		
	Habitacion doble	42	37	37	47	37	37	47	37	42	42	42	37	37	42	42	37	33	37	42	47	42	42	42	42	42		
	Habitacion individual	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	33	47	47	47	47	47	47	47	47		
	Habitacion UCI-UTI	47	42	42	52	42	42	52	42	47	47	47	42	42	47	47	42	33	42	47	52	47	47	47	47	47		
	Habitacion cuna	47	42	42	52	42	42	52	42	47	47	47	42	42	47	47	42	33	42	47	52	47	47	47	47	47		
Habitaciones cuna -Cama	47	42	42	52	42	42	52	42	47	47	47	42	42	47	47	42	33	42	47	52	47	47	47	47	47			





	Recintos receptores																											
	Niveles estandarizados, ponderados (Dn T, W)																											
Recintos emisores		administrativo	Archivo	Area libre	Auditorio	Baño individual	Baño público	Biblioteca	Bodega	Box	Box dental	Box medico	closet	Comedor	Cubiculos de atencion	Dialisis	Escaleras	Esclusa	Estacion enfermeria	Esterilizacion	Gimnasio	Habitacion cuadruple	Habitacion doble	Habitacion individual	Habitacion UCI-UTI	Habitacion cuna	Habitaciones cuna -Cama	
	Hall	42	33	33	47	33	33	47	33	42	42	42	33	33	33	42	42	33	33	33	42	47	42	42	42	42	42	
	kitch	33	33	33	42	33	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	33	33	33	33	33	
	Laboratorio	33	33	33	42	33	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	33	33	33	33	33	
	Estacionamiento	52	47	47	no	47	47	no	47	52	52	52	47	47	52	52	47	33	47	52	no	52	52	52	52	52	52	
	pasillo	33	33	33	42	33	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	33	33	33	33	33	
	Residencia médica	42	37	37	47	37	37	47	37	42	42	42	42	37	37	42	42	37	37	42	47	42	42	42	42	42	42	
	Quirofano	52	47	47	no	47	47	no	47	52	52	52	52	47	47	52	52	47	33	47	52	no	52	52	52	52	52	
	Reposero	33	33	33	42	33	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	33	33	33	33	33	
	Sala actividades	47	47	47	52	47	47	52	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	52	47	47	47	47	47	47	
	Sala Limpia	42	33	33	47	33	33	47	33	42	42	42	42	42	33	42	42	33	33	42	47	42	42	42	42	42	42	
	Sala preparacion	42	42	42	47	42	42	47	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	33	42	42	47	42	42	42	42	42	
	sala procedimientos	42	42	42	47	42	42	47	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	33	42	42	47	42	42	42	42	42	
	Sala de párvulos	52	47	47	no	47	47	no	47	52	52	52	52	47	47	52	52	47	33	47	52	no	52	52	52	52	52	
	Sala recuperación	42	42	42	47	42	42	47	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	33	42	42	47	42	42	42	42	42	
	Sala reunion	47	42	42	52	42	42	52	42	47	47	47	42	42	47	47	42	33	42	47	52	47	47	47	47	47	47	
	Sala sucio	42	33	33	47	33	33	47	33	42	42	42	42	42	33	42	42	33	33	42	47	42	42	42	42	42	42	
	Sala basura	33	33	33	37	33	33	37	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	37	33	33	33	33	33	33	
	Sala espera	42	33	33	47	33	33	47	33	42	42	42	42	42	33	42	42	33	33	42	47	42	42	42	42	42	42	
	sala estar pacientes	33	33	33	42	33	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	33	33	33	33	33	
	sala estar personal	42	37	37	47	37	37	47	37	42	42	42	42	37	37	42	42	37	33	37	42	47	42	42	42	42	42	
	Sala informes	37	37	37	42	37	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33	37	42	37	37	37	37	37	37	37	
	sala observación	37	37	37	42	37	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33	37	37	37	37	37	37	37	37	37	
	sala transfusiones	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	33	47	47	47	47	47	47	47	47	47	
	sala de rayos	42	42	42	47	42	42	47	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	33	42	42	47	42	42	42	42	42	
	Shaft	47	47	47	52	47	47	52	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	33	47	47	52	47	47	47	47	47	
Taller	47	47	47	52	47	47	52	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	33	47	47	52	47	47	47	47	47		
Recintos emisores	Recintos receptores																											
	Niveles estandarizados, ponderados (Dn T, W)																											
		Hall	kitch	Laboratorio	Estacionamiento	pasillo	Residencia médica	Quirofano	Reposero	Sala actividades	Sala Limpia	Sala preparacion	sala procedimientos	Sala de párvulos	Sala recuperación	Sala reunion	sala sucio	sala basura	Sala espera	sala estar pacientes	sala estar personal	Sala informes	sala observación	sala transfusiones	sala de rayos	Shaft	Taller	
	administrativo	42	42	42	42	42	42	42	42	47	42	47	47	42	47	42	42	42	42	42	42	42	42	47	47	47	47	
	Archivo	33	33	33	33	33	33	33	33	37	33	37	37	33	37	33	33	33	33	33	33	33	33	37	37	37		
	Area libre	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	42	33	42	33	42	33	33	33	33	33	33	33	42	42	42		
	Auditorio	42	42	47	42	42	47	47	42	52	52	47	52	47	42	42	42	42	42	47	47	52	52	52	52	52		
	Baño individual	37	37	37	37	37	37	37	37	42	37	42	42	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	42	42	42		
	Baño público	37	37	37	37	37	37	37	37	42	37	42	42	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	42	42	42		
	Biblioteca	33	33	33	33	33	33	33	33	37	33	37	37	33	37	33	33	33	33	33	33	33	33	37	37	37		
	Bodega	33	33	33	33	33	33	33	33	37	33	37	37	33	37	33	33	33	33	33	33	33	33	37	37	37		
	Box	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47		
	Box dental	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47		
	Box medico	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47		
	closet	33	33	33	33	33	33	33	33	37	33	37	37	33	37	33	33	33	33	33	33	33	33	37	37	37		
	Comedor	33	33	42	33	33	42	42	33	47	33	47	47	42	47	42	33	33	33	42	42	42	42	47	47	47		
	Cubiculos de atencion	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47		
	Dialisis	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47		
	Escaleras	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	42	42	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	42	42	42		
	Esclusa	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33		
	Estacion enfermeria	37	37	37	37	37	37	37	37	42	37	42	42	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	42	42	42	
	Esterilizacion	37	37	37	37	37	37	37	37	42	37	42	42	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	42	42	42	
	Gimnasio	47	47	47	47	47	47	47	47	52	47	52	52	47	52	47	47	47	47	47	47	47	47	52	52	52	52	
	Habitacion cuadruple	37	37	37	37	37	37	42	37	37	37	42	42	42	42	37	37	37	37	37	37	37	37	42	37	37		
	Habitacion doble	37	37	42	37	37	42	42	37	47	37	47	47	42	47	42	37	37	37	42	42	42	42	47	47	47		
	Habitacion individual	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47		
Habitacion UCI-UTI	42	42	47	42	42	42	47	47	42	52	52	47	52	47	42	42	42	42	47	47	47	52	52	52	52			
Habitacion cuna	42	42	47	42	42	42	47	47	42	52	52	47	52	47	42	42	42	42	47	47	47	52	52	52	52			
Habitaciones cuna -Cama	42	42	47	42	42	42	47	47	42	52	52	47	52	47	42	42	42	42	47	47	47	52	52	52	52			



Recintos emisores	Recintos receptores																										
	Niveles estandarizados, ponderados (Dn T, W)																										
	Hall	kitch	Laboratorio	Estacionamiento	pasillo	Residencia médica	Quirofano	Repositoro	Sala actividades	Sala Limpia	Sala preparacion	sala procedimientos	Sala de párvulos	Sala recuperación	Sala reunion	Sala sucio	Sala basura	Sala espera	sala estar pacientes	sala estar personal	Sala informes	sala observación	sala transfusiones	sala de rayos	Shaft	Taller	
Hall	33	33	42	33	33	42	42	33	47	33	47	47	42	47	42	33	33	33	33	42	42	42	47	47	47		
kitch	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	42	42	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	42	42	
Laboratorio	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	42	42	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	42	42	
Estacionamiento	47	47	52	47	47	52	52	47	no	47	no	no	52	no	52	47	47	47	47	52	52	52	52	no	no	no	
pasillo	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	42	42	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	42	42	
Residencia médica	37	37	42	37	37	42	42	37	47	37	47	47	42	47	42	37	37	37	37	42	42	42	42	47	47	47	
Quirofano	47	47	52	47	47	52	52	47	no	47	no	no	52	no	52	47	47	47	47	52	52	52	52	no	no	no	
Repositoro	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	42	42	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	42	42	
Sala actividades	47	47	47	47	47	47	47	47	52	47	52	52	47	52	47	47	47	47	47	47	47	47	47	52	52	52	
Sala Limpia	33	33	42	33	33	42	42	33	47	33	47	47	42	47	42	33	33	33	33	42	42	42	42	47	47	47	
Sala preparacion	42	42	42	42	42	42	42	42	47	42	47	47	42	47	42	42	42	42	42	42	42	42	42	47	47	47	
sala procedimientos	42	42	42	42	42	42	42	42	47	42	47	47	42	47	42	42	42	42	42	42	42	42	42	47	47	47	
Sala de párvulos	47	47	52	47	47	52	52	47	no	47	no	no	52	no	52	47	47	47	47	52	52	52	52	no	no	no	
Sala recuperación	42	42	42	42	42	42	42	42	47	42	47	47	42	47	42	42	42	42	42	42	42	42	42	47	47	47	
Sala reunion	42	42	47	42	42	47	47	42	52	42	52	52	47	52	47	42	42	42	42	47	47	47	47	52	52	52	
Sala sucio	33	33	42	33	33	42	42	33	47	33	47	47	42	47	42	33	33	33	33	42	42	42	42	47	47	47	
Sala basura	33	33	33	33	33	33	33	33	37	33	37	37	33	37	33	33	33	33	33	33	33	33	33	37	37	37	
Sala espera	33	33	42	33	33	42	42	33	47	33	47	47	42	47	42	33	33	33	33	42	42	42	42	47	47	47	
sala estar pacientes	33	33	33	33	33	33	33	33	42	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	42	42	42	
sala estar personal	37	37	42	37	37	42	42	37	47	37	47	47	42	47	42	37	37	37	37	42	42	42	42	47	47	47	
Sala informes	37	37	37	37	37	37	37	37	42	37	42	42	37	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	42	42	42	
sala observación	37	37	37	37	37	37	42	37	37	37	42	42	42	42	37	37	37	37	37	37	37	37	37	42	47	37	
sala transfusiones	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	
sala de rayos	42	42	42	42	42	42	42	42	47	42	47	47	42	47	42	42	42	42	42	42	42	42	42	47	47	47	
Shaft	47	47	47	47	47	47	47	47	52	47	52	52	47	52	47	47	47	47	47	47	47	47	47	52	52	52	
Taller	47	47	47	47	47	47	47	47	52	47	52	52	47	52	47	47	47	47	47	47	47	47	47	52	52	52	

2.5 Tiempo de Reverberación

El tiempo de reverberación es proporcional al volumen de la sala e inversamente proporcional al área de absorción en la sala. Los valores adecuados de tiempo de reverberación dependerán del uso de cada espacio.

En espacios acústicamente críticos el factor acústico de mayor importancia es la inteligibilidad de la palabra, la cual se ve afectada directamente por efectos de enmascaramiento relacionados a ruidos distractores o no deseados. Este enmascaramiento puede ser producido por reflexiones tardías del mensaje original. En consecuencia, los criterios de diseño propuestos para las zonas más sensibles del proyecto, serán establecidos teniendo en consideración los factores necesarios para lograr una inteligibilidad de la palabra óptima.

En general, las bandas de octava de interés para propósitos de lograr una buena inteligibilidad de la palabra son 500, 1k y 2kHz. De hecho varias normas internacionales definen un parámetro de diseño limite  $RT_{Mid}$ , el cual es el promedio aritmético del tiempo de reverberación de las bandas de 500, 1k y 2kHz. A continuación se presenta el requerimiento de tiempo de reverberación de CES.

Tabla 2.4: Límites de Tiempo de reverberación (RT<sub>Mid</sub>)

Tamaño de la Sala	RT <sub>Mid</sub> (s)
Volumen ≤ 283 m <sup>3</sup>	0.6
283 m <sup>3</sup> < Volumen ≤ 566 m <sup>3</sup>	0.7
Volumen > 566 m <sup>3</sup>	1

2.6 STI

Para el caso de la Sala Multiuso se deberá obtener un STI 0.6 o superior. Para las oficinas de planta abierta se debe tener un mínimo de STI 0.5.

### 3 Diseño Propuesto

La siguiente sección describe las medidas de diseño, coordinadas con los arquitectos del proyecto. El objetivo principal de las medidas de diseño descritas a continuación, es cumplir con los requerimientos del mandante, requerimientos del proyecto, y en particular con la normativa vigente.

Cualquier variación o alternativa a lo descrito en este capítulo deberá ser revisado y aprobado por el ITO del proyecto, en conjunto con el Proyectista Acústico.

#### 3.1 Envolvente

Según lo conversado con los arquitectos del proyecto, los muros de la fachada serán en ciertos sectores en base a hormigón armado de 25 cm de espesor. A continuación se presenta una modelación de la aislación de dicha construcción. Se estima que este tipo de construcción debería ser suficiente para controlar el ingreso de ruido al edificio.

Para el caso del elemento vidriado, se instalarán ventanas tipo DVH. De acuerdo a la información de arquitectura sería un DVH 6/12/6. Este tipo de vidrio tiene una aislación medida en laboratorio de  $Rw+c$  32 dB.

##### 3.1.1 Aislación total compuesta

En función de la aislación anterior, y los porcentajes de elementos vidriados, versus elementos opacos, se calculó la aislación compuesta de ambas fachadas.

Para el caso de la fachada que da a calle Argentina, el porcentaje de ventanas es de 37%. Con esta área nos da una aislación compuesta de  $Rw+c$  compuesto de 37 dB.

Para el caso de la fachada que da a calle Venezuela, el porcentaje de ventanas es de 56%. Con esta área nos da una aislación compuesta de  $Rw+c$  compuesto de 36 dB.

En base a lo anterior, para ambas fachadas se supera  $Rw+c$  35 dB, lo cual es 10 dB más de lo requerido por CES para el proyecto.

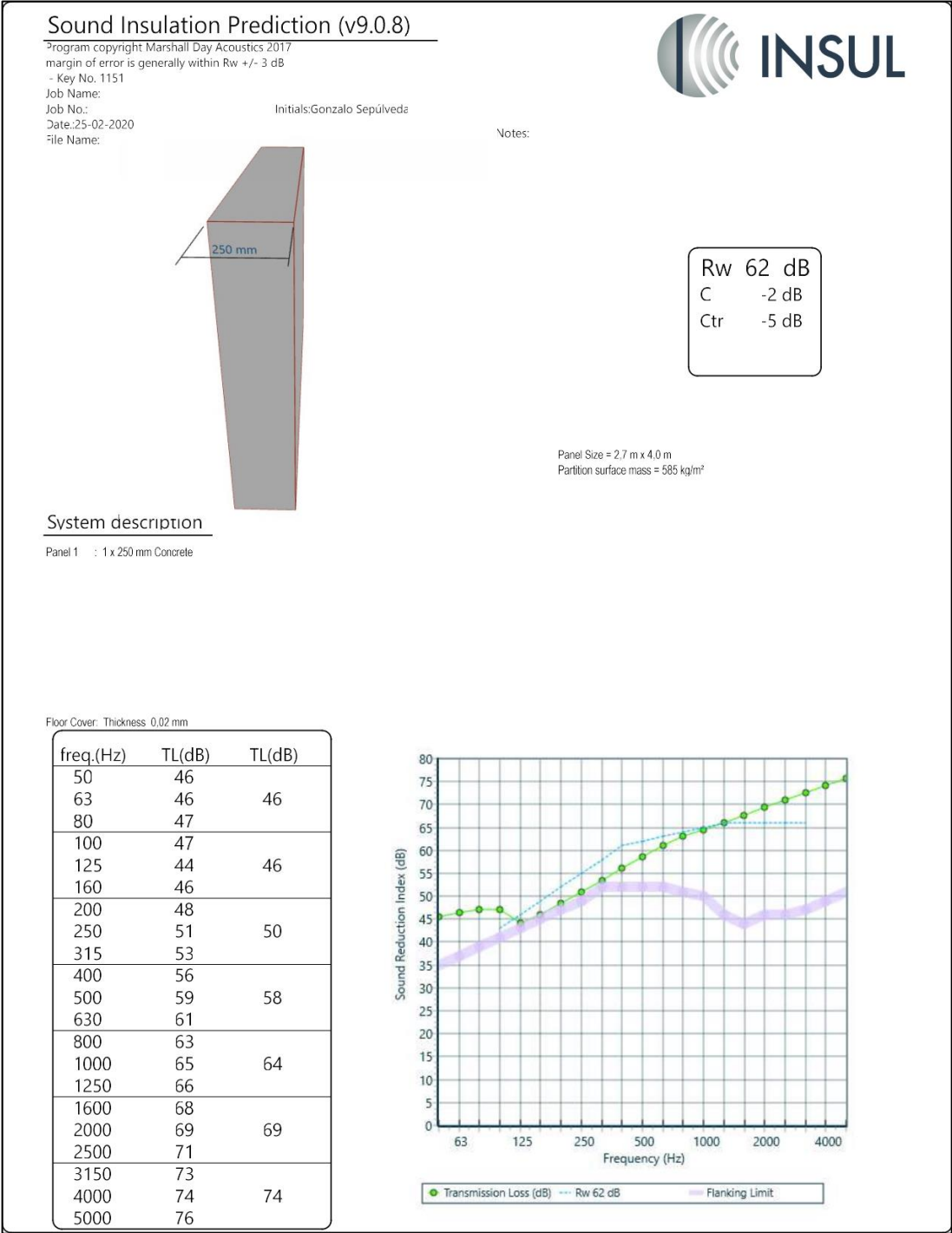


Figura 3.1: Aislación del elemento opaco en la fachada

### 3.2 Ruido ambiente interno

Con el objetivo de controlar los niveles de ruido asociados a los sistemas de climatización, eléctricos y obras sanitarias, a continuación se entregan medidas generales de control de ruido.

#### 3.2.1 Recomendaciones CES

##### Condiciones de montaje de equipos

- Los equipos se instalarán i) sobre soportes anti vibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o ii) sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida. Para más detalles de soportes y conectores flexibles ver UNE 100153 IN.
- Se instalarán conectores flexibles a la entrada y salida de las tuberías de los equipos, evitando la transmisión de vibraciones mediante tuberías rígidas, entre los equipos y el resto de la instalación.
- Se usarán rejillas y difusores terminales de aire acondicionado en recintos interiores.
- Se debe contemplar un plan de mantención y limpieza de equipos de acuerdo a lo señalado por el fabricante para evitar que un malfuncionamiento provoque ruido y vibración.

##### Condiciones de los conductos y equipamiento.

- Hidráulicas y sanitarias
  - Los conductos del edificio deberán ir tratados acústicamente para no provocar molestias en los recintos.
  - En el paso de tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas anti-vibratorios.
  - No deben apoyarse de forma simultánea los radiadores a la losa y fijarse a la pared.
- Aire acondicionado
  - Los conductos de aire acondicionado deben ser absorbentes acústicos cuando se requiera y deben utilizarse silenciadores acordes al equipamiento.
  - Se evitará la transmisión de vibraciones desde los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas anti-vibratorios.
- Ventilación
  - Los conductos de extracción que discurren dentro de una unidad de uso deben revertirse con elementos constructivos.

- Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico de los elementos de separación.
- Eliminación de residuos
  - Los conductos de basura deben tratarse para no transmitir ruidos y vibraciones a los recintos
  - El suelo del cuarto de contenedores debe ser flotante, es decir, debe poseer un elemento acústico entre el pavimento y la estructura del edificio que permita el desacople del ruido por impacto.
- Ascensores y montacargas
  - Los sistemas de tracción de los ascensores y montacargas se anclarán a los sistemas estructurales del edificio mediante elementos anti-vibratorios. Deberá tener un índice de reducción acústica mayor que 50dBA
  - Puertas de acceso al ascensor con topes elásticos que aseguren la anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.

Adicionalmente a lo requerido por CES, a continuación se presentan las medidas que se requerirán, de acuerdo a la información disponible de los equipos.

### 3.2.2 **Generalidades**

- Las salas mecánicas (clima, generación, gases clínicos, etc) deberán ser provistas con material fono absorbente en su interior, con un NCR superior a 0.8, y cubriendo idealmente el 80% de pisos y cielo
- Se deberán considerar puertas acústicas metálicas a los accesos a las salas mecánicas según EETT

### 3.2.3 **Clima**

Se entiende que el sistema de climatización del edificio contara básicamente con unidades tipo Fan-Coil en cada sala, y dos Chillers en la cubierta del edificio. A continuación se entregan medidas de diseño que se deben cumplir con el objetivo de proveer de espacios acústicamente confortables.

#### 3.2.3.1 **Ductos**

- Para salas con NC 30-35, los ductos de climatización y aire acondicionado de los Ventiladores, deberán ser revestidos internamente en sus cuatro caras, con material fono-absorbente. Este material será en base a lana de vidrio de 25mm de

espesor, con velo protector de fibra. Ejemplo de materiales aceptados: Owens Corning QuitR Duct, o Isover Fibrair. Alternativamente se podrán utilizar ductos compuestos de fibra de vidrio de alta densidad, como el Climaver de Isover (Nicolaidés)

- Las obstrucciones y curvas en los ductos no deben estar cerca de los ventiladores
- Los codos de 90° deben ser radiales (no rectos) o bien tener aletas guías
- Selección de difusores y grillas acorde a los niveles de ruido requeridos en cada espacio

### 3.2.3.2 Control de vibraciones y restricción sísmica

Las medidas de control de vibración y restricción sísmica estarán descritas en las EETT del proyecto de Insonorización.

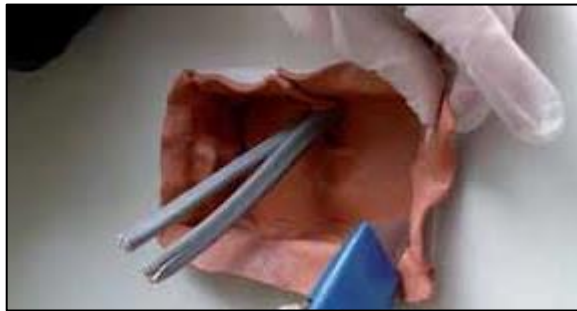
### 3.2.4 Eléctrico

- Las cajas eléctricas instaladas en tabiques divisorios en espacios críticos (e.g. entre box de atención, etc), deben estar distanciadas, idealmente en 600 mm en relación a la cara opuesta del tabique.
- De no ser posible separar las cajas, éstas deberán ser cubiertas con un material que proteja las cajas de la transmisión de ruido. Un ejemplo es la masilla cortafuego (Putty Pad) CP 617 de Hilti. Esta masilla se puede instalar por fuera de la caja, o bien una vez instalada por la parte interior, como se muestra en las siguientes imágenes.



**Figura 3.2: Ejemplo de instalación de masilla cortafuego en caja eléctrica**





**Figura 3.3: Ejemplo de instalación de masilla cortafuego en caja eléctrica**

### **3.2.5 Sanitario / Gases clínicos / Agua potable**

- Soportes para cañerías del sistema de calefacción y obras sanitarias deberán tener anillo de elastómero para el control de las vibraciones.
- Encuentros entre bombas y cañerías se debe realizar utilizando juntas flexibles, para así reducir la transmisión de ruido por vía estructural, según EETT

### **3.2.6 Revestimientos cañerías de descarga sanitaria**

Los ductos de PCV de descargas sanitarias que pasen por espacio ocupados normalmente, se deben cubrir con Fonodan BJ o similar. Con esta medida se logra disminuir la transmisión del ruido aéreo y estructural que se genera al interior del conducto y que se propaga a través de este. Por lo mismo es necesario recubrir tramos verticales y horizontales de los ductos.



**Figura 3.4: Recubrimiento acústico para cañerías de descarga sanitaria, Fonodan BJ**

### 3.2.7 Shafts

Los Shafts deberán ser contruidos en base a la misma materialidad de los tabiques acústicos, es decir doble placa de yeso-cartón de 15 mm, y dos capas de lana de vidrio de 50 mm en la cavidad.

### 3.3 Emisión de ruido al exterior

Los niveles emitidos por fuentes de ruido relacionadas al proyecto deberán cumplir con lo establecido en el D.S. Nº 38/11 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Las medidas de control de ruido serán diseñadas para cumplir con los niveles requeridos por la normativa local. Las medidas de diseño estarán regidas por los niveles máximos establecidos según dicha zonificación que para el caso de este proyecto son:

Tabla 3.1: Nivel Máximo Permisible (dBA) en ubicación de receptores según D.S.38/11

Zona D.S. 38/11 MMA	Diurno (07:00 – 21:00h)	Nocturno (21:00 – 07:00h)
Zona II	60	45

Para cumplir con estos niveles serán necesarias las siguientes medidas:

- Chillers en la cubierta serán rodeados de barreras acústicas, según EETT y láminas del proyecto acústico
- La sala del grupo electrógeno será provista de silenciadores tipo Splitter para la ventilación de esta sala y silenciador de escape, según EETT de del proyecto acústico
- La sala de equipos de gases clínicos y la sala de calderas será provista de puertas acústicas con celosías acústicas, para la ventilación de estas salas y el control de emisión de ruido
- Todas las salas de equipamiento tendrán paneles fono-absorbentes, según EETT del proyecto acústico

Estas medidas son especificadas en las EETT, y detalladas de las láminas del proyecto acústico.

Con el objetivo de corroborar el cumplimiento de los niveles requeridos por el D.S.38/11 MMA, se realizaron modelaciones en SoundPlan, donde se lograron niveles por debajo de los 45 dB(A) en los receptores del terreno contiguo al Cesfam. A continuación se presentan los resultados en formas de mapas de ruido.

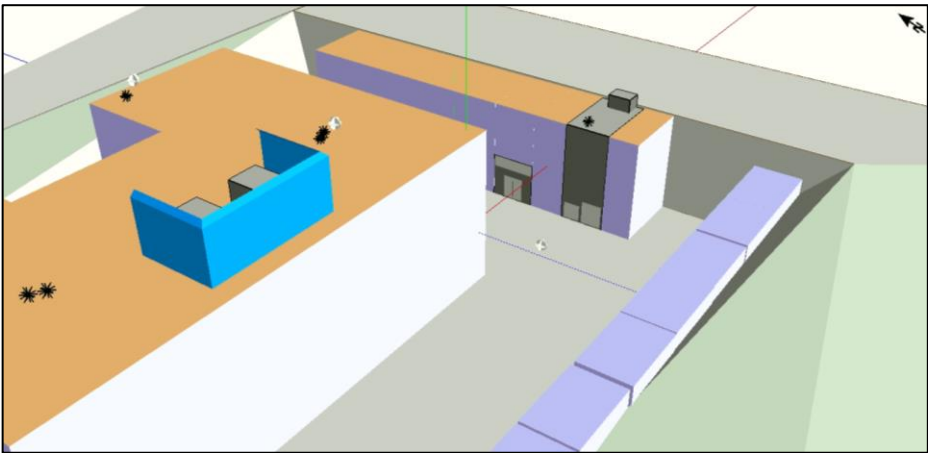


Figura 3.5: Modelo de SoundPlan

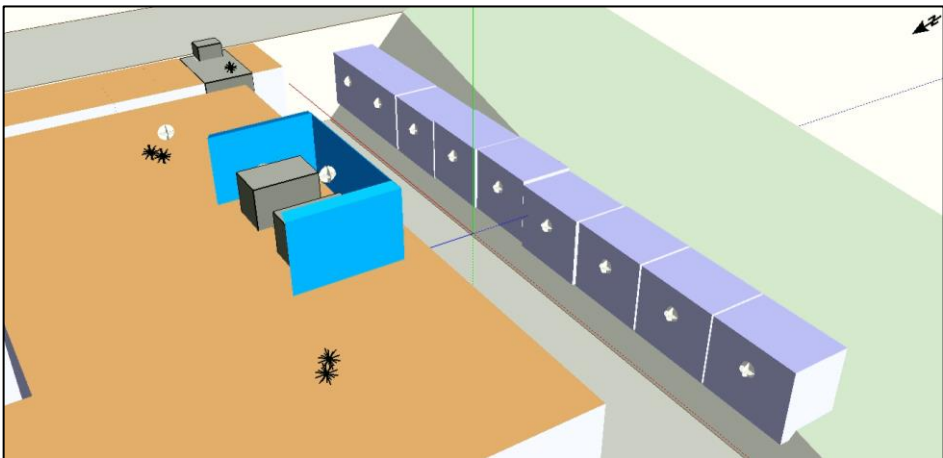
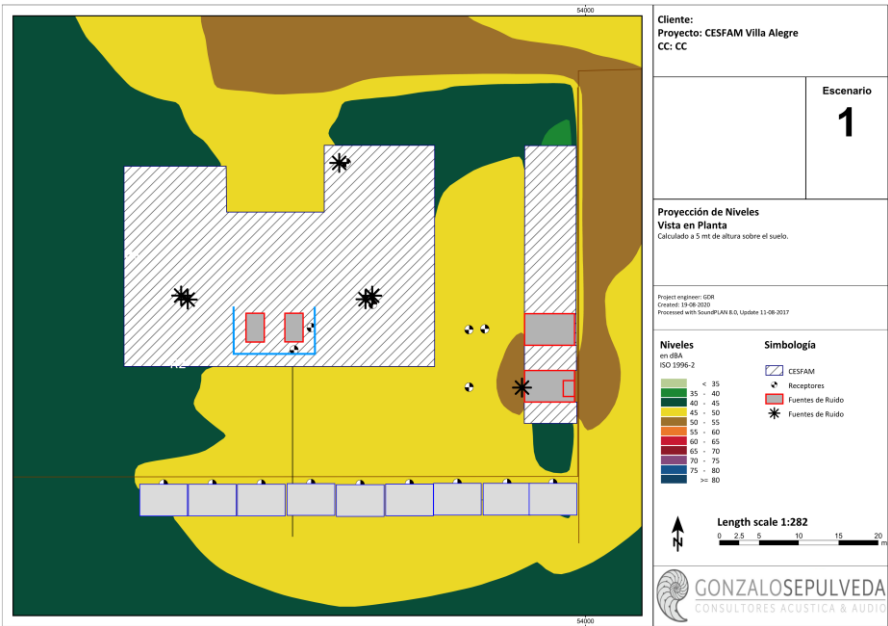


Figura 3.6: Modelo de SoundPlan



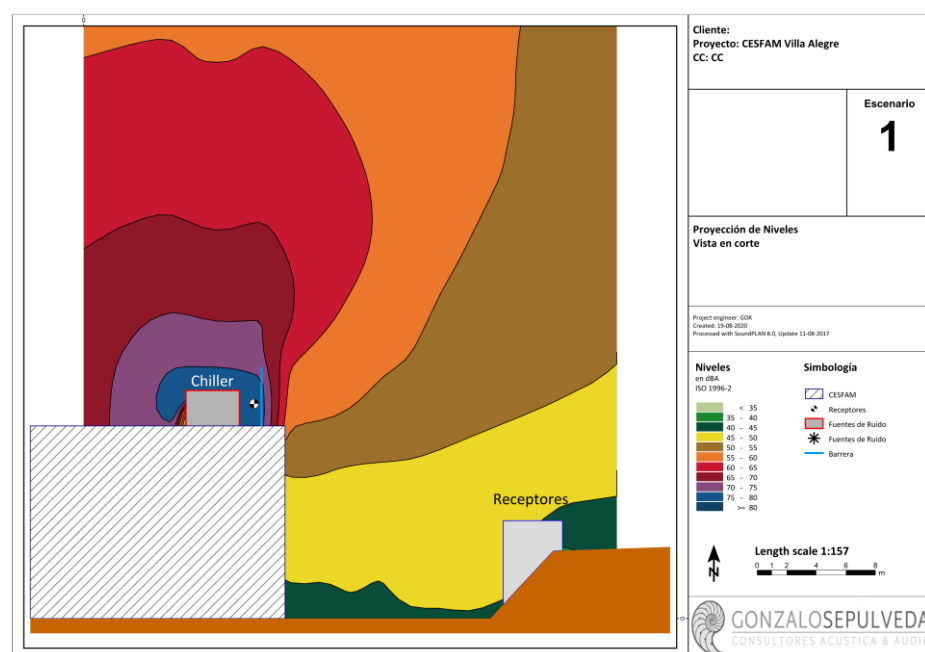


Figura 3.8: Mapa de resultado de niveles de ruido emitidos (Corte)

3.4 Aislación sonora interna

La aislación requerida entre espacios adyacentes será lograda si se cuidan detalles de diseño y posterior construcción, incluyendo vías de filtración (*flanking*) en encuentros de elementos constructivos. Consideraciones generales se describen a continuación, las cuales deberán ser incluidas como requerimientos del proyecto.

3.4.1 Consideraciones generales

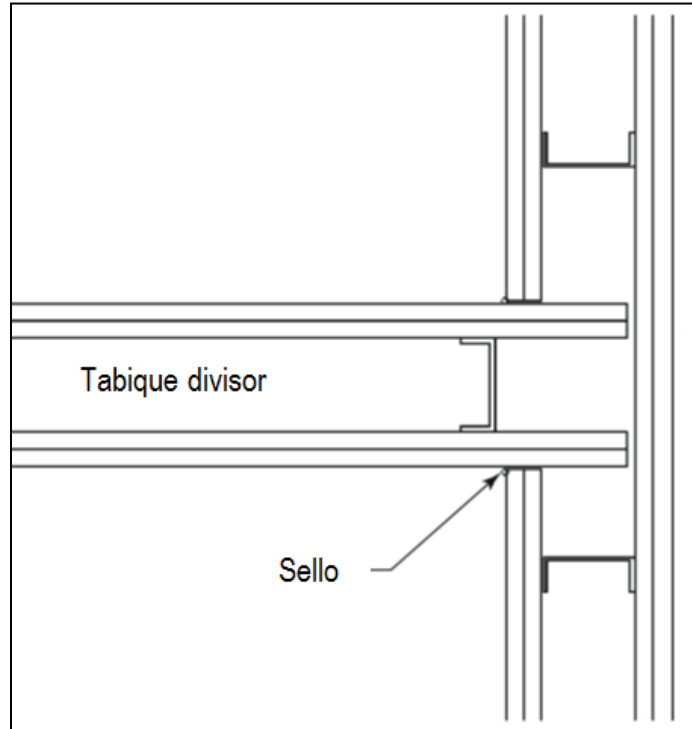
Muros divisorios basados en tabiques de perfilería metálica y placa de yeso-cartón o fibro-yeso pueden otorgar una aislación similar a los muros de albañilería con una menor masa por superficie. Las variables que interfieren en el desempeño acústico en estos casos son la densidad superficial de las placas, el ancho de la cavidad del tabique, inclusión de material absorbente en la cavidad y características en cuanto a las fijaciones de los elementos de perfilería.

3.4.2 Control del flanking

Con el fin de reducir el *flanking* y mantener los niveles de la aislación esperados en terreno, es fundamental tomar las siguientes medidas:

- Las placas de los tabiques deben ser instaladas de forma traslapadas para así evitar filtraciones a través de las juntas
- Descontinuar la cara interna de los tabiques en los muros del pasillo (Figura 3.9)

- Los tabiques divisorios entre salas deberán extenderse de losa a losa, por sobre el cielo falso en cada sala
- Los encuentros de las placas de yeso-cartón con otros elementos en sus perímetros, deben ser sellados con material elastomérico (e.g. silicona)



**Figura 3.9: Esquema de solución para reducir el *flanking* entre salas contiguas**

### 3.4.3 **Tabiques**

Siguiendo las especificaciones preliminares de Arquitectura, se presenta el desempeño acústico del tabique propuesto para cumplir con los criterios de diseño.

Se especifica un tabique con la siguiente composición:

- Placa de Terciado de 15 mm
- Placa de Yeso-cartón RF 10 mm
- Montante metálico de 90 mm
- Placa de fibrocemento de 15 mm
- Placa de Yeso-cartón RF 10 mm
- Lana mineral de 50 mm

A continuación se presenta una modelación del desempeño acústico de dicho tabique:

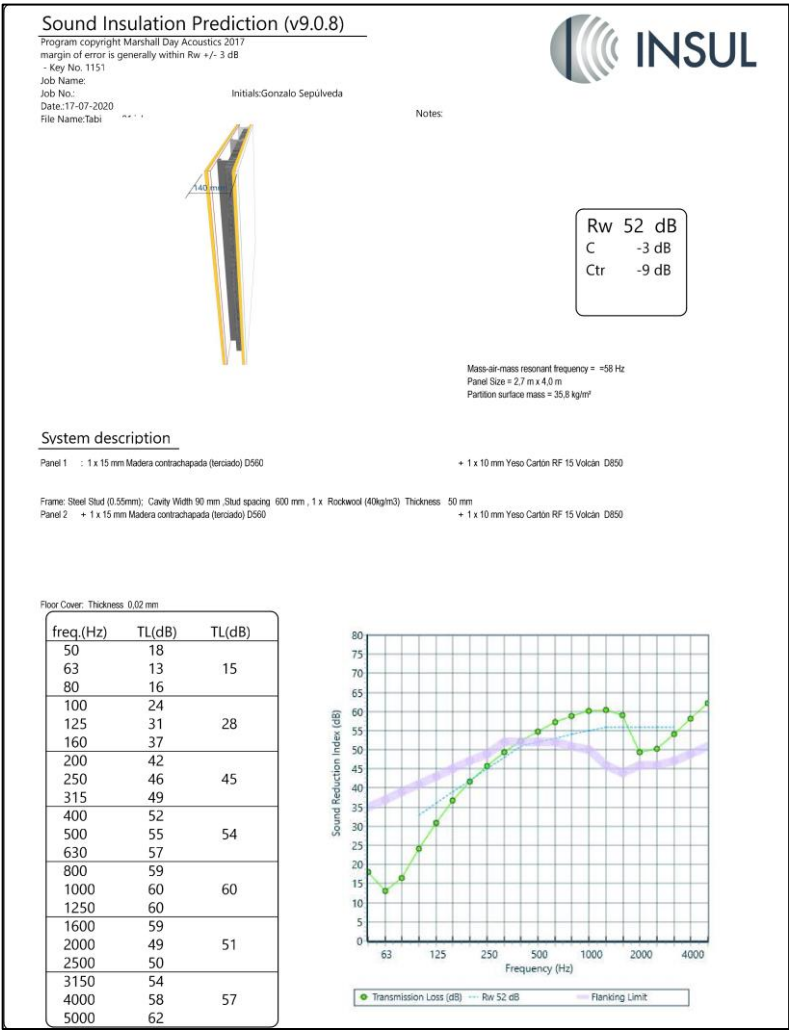
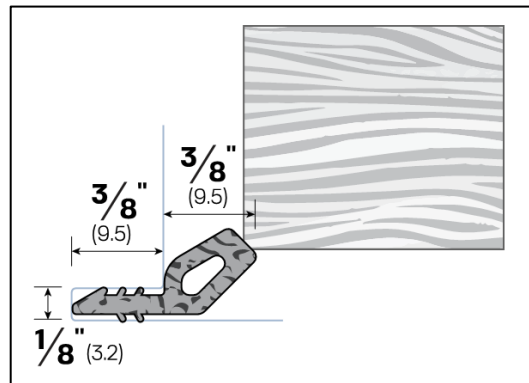


Figura 3.10: Desempeño acústico del tabique divisor

3.4.4 Puerta Acústica P1

Las puertas de acceso a los boxes de atención, salas de reuniones, Sala Multiuso, etc. deberán tener una aislación acústica mínima de  $D_{n,w}$  30 dB.

Se especifica una puerta de madera de 50 mm de espesor, con relleno de alma sólida de yeso-cartón. La puerta deberá tener una densidad superficial igual o superior a 30kg/m2. Este tipo de puerta deberá ser fabricada e instalada con encuentro simple y deberá tener un sello mecanizado en el umbral. Será fundamental la correcta instalación de sellos perimetrales, para así no disminuir la efectividad de la puerta. Se especifica el uso de sellos tipo burlete Legacy modelo #5258SPR en marco y sello Legacy modelo #7053CA en umbral inferior de la puerta. Ejemplo de puerta que cumple con los requisitos es la DiACUSTIC R30 (Distribuida por Ingmac SpA).



**Figura 3.11: Sello tipo burlete marca Legacy, modelo #5258SPR**

Cualquier espacio presente entre el marco y el vano, deberá ser sellado debidamente con material elastomérico (e.g. silicona).

#### **3.4.5 Aislación en el eje vertical**

De acuerdo a la información entregada por los arquitectos, la división entre niveles será de una losa de 180 mm de espesor. A continuación se presenta una modelación del desempeño acústico estimado de dicha división.



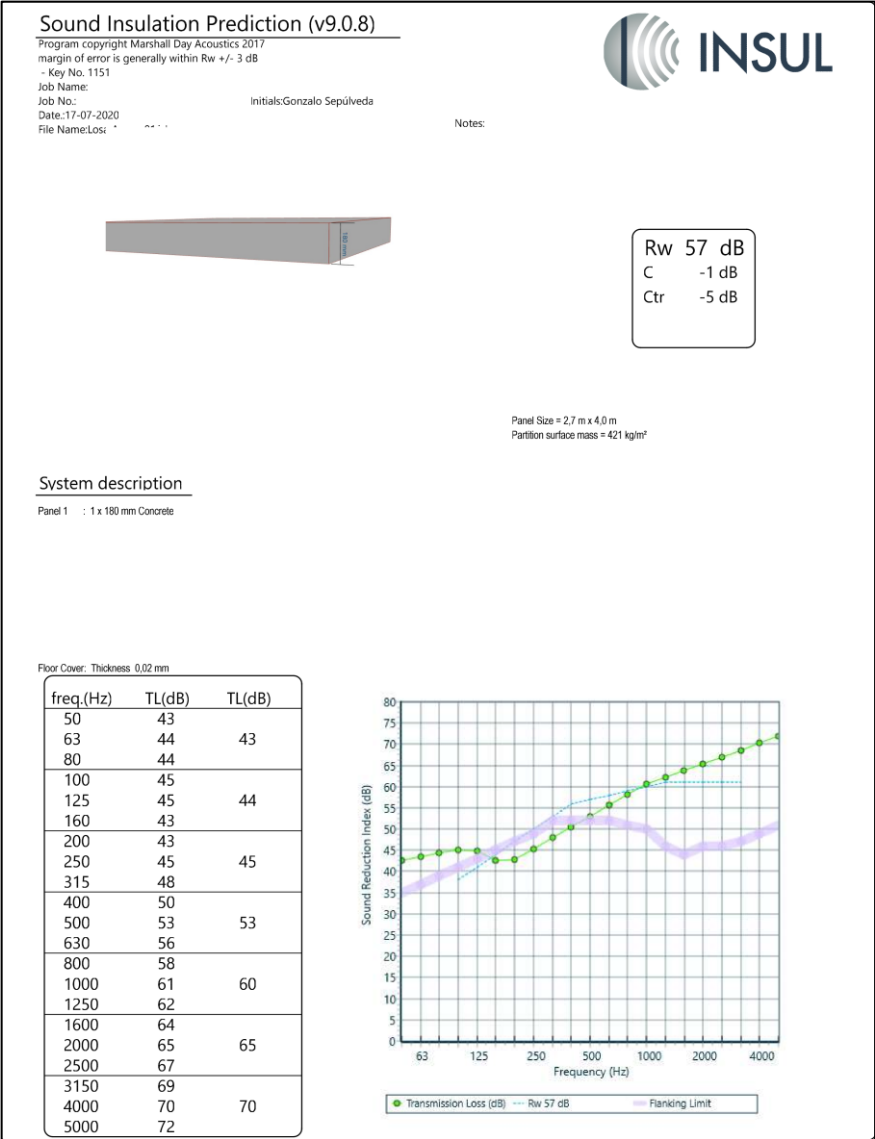



Figura 3.12: Modelación de aislación acústica de la losa entre niveles

3.5 Control de reverberación

La reverberación será controlada en la Sala Multiuso, Trabajo Clínico Grupal y Salas de Espera, para cumplir con los requisitos de CES. De acuerdo a la información del proyecto de arquitectura, estos espacios tendrán un cielo modular en base a palmetas fono-absorbentes. En función de lo anterior se especifica la instalación de una palmeta con una absorción mínima de NRC 0.7. Ejemplo de palmeta es la Armstrong Ultima Vector o Ultima Health Zone.

A continuación se presenta cálculo de tiempo de reverberación para la Sala Multiuso y la Sala de Trabajo Clínico Grupal.

reverberation time predictor



GONZALOSEPULVEDA

CONSULTORES ACUSTICA & AUDIO

Room Name:

Sala Multiuso

Room Type:

Primary school : classroom, class bases, general

Display/Edit Absorption Data

Display/Edit RT requirements

Room volume:

126 m<sup>3</sup>

Average Room Height:

3 m

Surface material	Area (m <sup>2</sup> )	Surface material	Area (m <sup>2</sup> )
None	0	Smooth marble or terazzo slabs	42
None	0	2 x 12.5 mm plasterboard on steel frame, 50 mm mineral	84
None	0.0	Double glazing 10 mm gap	0
None	0	Solid timber door	12
None	0	Acoustic product: Armstrong Ultima Vector	33

Predicted RT :

Tmf(500Hz, 1000Hz, 2000Hz)

0.6 sec.

Show octave-band results


Detailed calculation

Suggested reverberation time T:

0.6 sec.

Figura 3.13: Tiempo de Reverberación Sala Multiuso

reverberation time predictor



GONZALOSEPULVEDA

CONSULTORES ACUSTICA & AUDIO

Room Name:

Trabajo Grupal

Room Type:

Primary school : classroom, class bases, general

Display/Edit Absorption Data

Display/Edit RT requirements

Room volume:

45 m<sup>3</sup>

Average Room Height:

3 m

Surface material	Area (m <sup>2</sup> )	Surface material	Area (m <sup>2</sup> )
None	0	Smooth marble or terazzo slabs	15
None	0	2 x 12.5 mm plasterboard on steel frame, 50 mm mineral	42
None	0.0	Double glazing 10 mm gap	0
None	0	Solid timber door	2
None	0	Acoustic product: Armstrong Ultima Vector	12

Predicted RT :

Tmf(500Hz, 1000Hz, 2000Hz)

0.6 sec.

Show octave-band results

Detailed calculation

Suggested reverberation time T:

0.6 sec.

Figura 3.14: Tiempo de reverberación sala Trabajo Clínico Grupal

De lo anterior se concluye que para la sala Multiuso se requieren de 33 m2 de absorción en el cielo y para la sala de Trabajo Clínico Grupal se requieren 12 m2.

Para las Salas de Espera, al ser un espacio abierto se recomienda la instalación de este cielo en el 80% del área. Esto debería ser suficiente para controlar la reverberación en esos espacios.

## 4 Conclusiones

Este informe ha entregado propuestas generales y específicas para el diseño acústico del nuevo CESFAM Villa Alegre.

Los criterios de diseño están basados principalmente en la normativa local vigente y en el Manual CES. Alternativamente se propuso tomar como referencia la norma inglesa de acústica de hospitales HTM08:01

Se entregaron recomendaciones generales para el control de ruido asociado a sistemas de climatización, eléctricos y sanitarios.

Se entregaron recomendaciones generales y específicas para la aislación sonora aérea de los elementos de fachada, además de la aislación aérea entre espacios, incluidas puertas.

Se han entregado propuestas concretas para el control de la reverberación en los espacios más significativos del proyecto.



ARQUITECTONICA LTDA.  
ARQUITECTOS CONSULTORES  
REGISTRO M.O.P. PRIMERA CATEGORIA

**Gonzalo A. Sepúlveda**  
Ingeniero Civil Acústico