

Diseño, fabricación e instalación de muro acústico en Camp. Los Bronces - 2017



MARIO YAÑEZ C.

Ing. Civil

Master

Diseño Edificios

Muro Acústico Los Bronces

- **Antecedentes generales del problema acústico**
- **Justificación y normativa**
- **Requerimientos constructivos**
- **Diseño acústico**
- **Diseño Estructural**
- **Construcción del muro**
- **Verificación de servicio**

- El campamento Los Bronces de Minera Anglo American, se encuentra en un proceso de expansión y remodelación.
- Se considera para este año, la puesta en servicio de 4 edificios de campamento para 600 persona, y para ello se requiere la demolición parcial de algunos edificios existentes.
- Para esto y de acuerdo a los requerimientos de la compañía y de los sindicatos, se exige una medida de mitigación de ruido al proceso constructivo de los edificios de modo de no perturbar las condiciones de descanso de los trabajadores.
- Esto se basa en la teoría de la transmisión de ondas sonoras en el aire, y como la normativa esta fijando los niveles máximos admisibles.
- En la edificación actual, la OGUC ha dispuesto controlar los niveles de transmisión de ruidos entre habitaciones vecinas, lo cual debe medirse también con el STC (Sound Transmission Class)

Regulación del Ruido

Ruido como contaminante

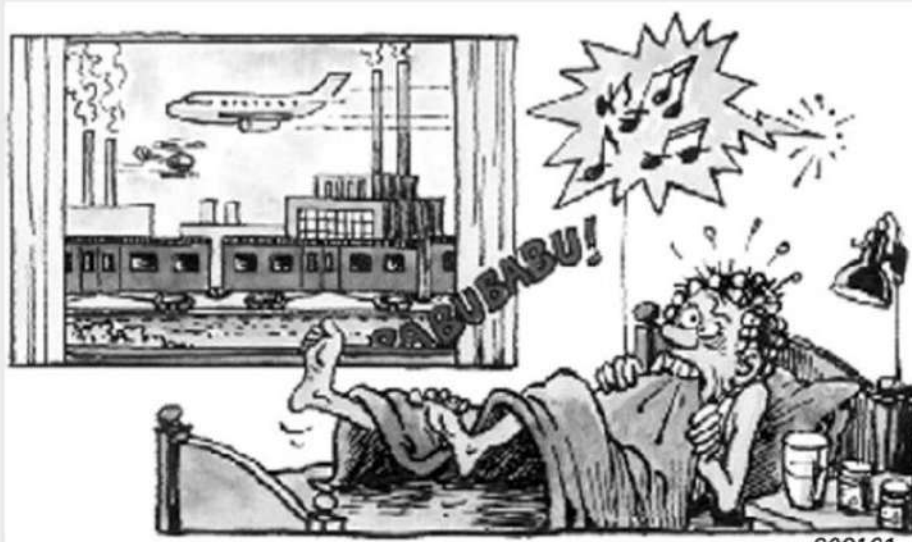
- **Sonido:** Perturbación del medio físico (aire) que produce la sensación de audición.



Regulación del Ruido

Ruido como contaminante

- **Ruido:** Sonido no deseado que interfiere con la comunicación de las personas o sus actividades.



Niveles admisibles de exposición diaria al ruido



La audición es una facultad muy valiosa. Daños auditivos provocados por el ruido excesivo son irreversibles. La pérdida de audición merma la calidad de vida general de las personas afectadas y aumenta el costo de la atención sanitaria para la sociedad. La pérdida de audición provocada por el ruido es prevenible- así que, cuida tu audición.



Organización
Mundial de la Salud

Departamento de Enfermedades No
Transmisibles, Discapacidad y Prevención de la
Violencia y los Traumatismos (NVI)

Regulación del Ruido

Ruido como contaminante

- **Ruido como contaminante**
- Es un fenómeno espontáneo
- No deja residuos
- No tiene efectos acumulativos sobre el medio de propagación (pero si sobre el ser humano)
- Su cuantificación es compleja
- Requiere poca cantidad de energía para producirlo
- Tiene un radio localizado de acción



Norma de Emisión de Ruidos

D.S. N° 38 del 2011 del MMA

“Norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica”.

Fuente Emisora de Ruido (Art. 6°) – Faenas Constructivas

Actividades de construcción, reparación, modificación, alteración, reconstrucción o demolición entre otros.



Zonificación y Límites.

Establece límites según la zona donde se ubique el receptor y en un periodo determinado (Art. 7° y 9°)

Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonora Corregidos (NPC) en dB(A) Lento.		
Zona	Periodo Diurno De 7 a 21 horas	Periodo Nocturno De 21 a 7 horas.
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70
Zona Rural	El menor valor entre: <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de ruido de fondo medido + 10 dB (A) • NPC para la zona III 	

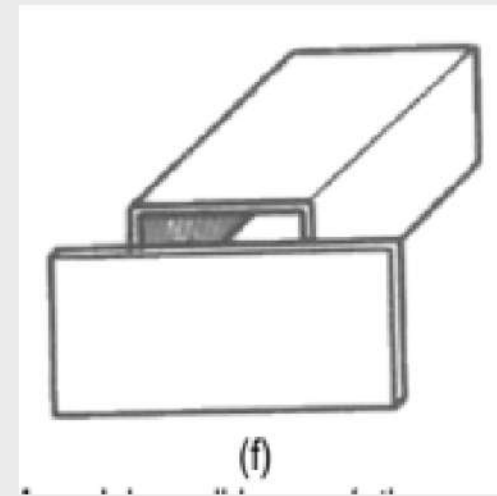
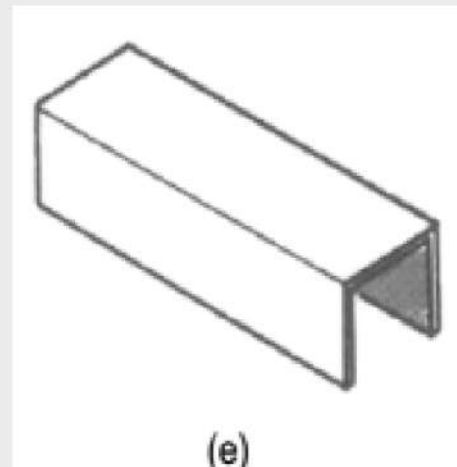
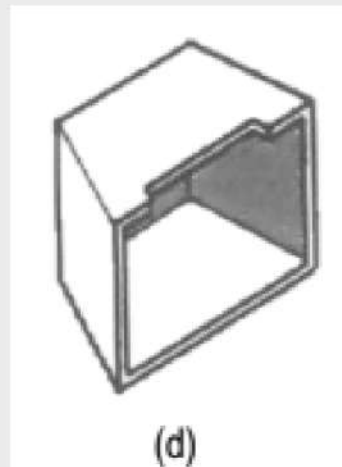
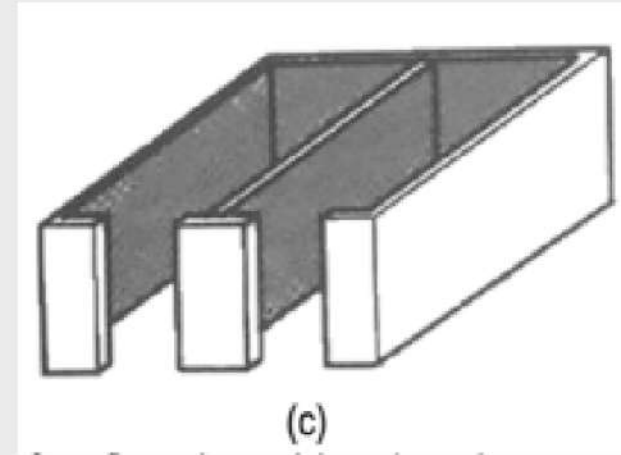
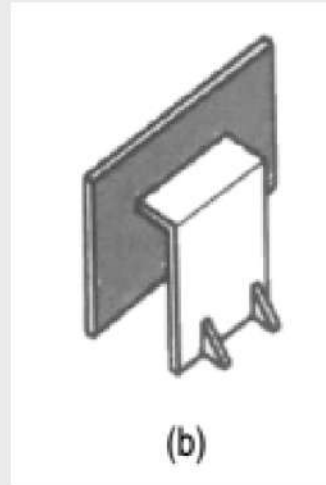
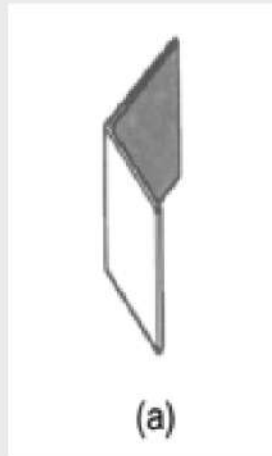
Medidas de Control de Ruido

Barreras Acústicas (Rígidas o Flexibles): Permiten obtener atenuaciones entre 10 a 15 dB



Medidas de Control de Ruido

Encierros y semi-encierros: Permiten obtener atenuaciones entre 10 a 20 dB, depende de la materialidad.



3.1 D.S N°38 del Ministerio del Medio Ambiente

La normativa obligatoria a cumplir es el D.S. N°38/11 del MMA. En el caso del proyecto, los límites corresponden a aquellos para zona III (el PRMS indica que es zona de actividad extractiva y que se debe considerar como uso de suelo con actividades productivas, lo que se homologa como zona III de acuerdo al D.S. N°38/11 y a la Resolución Exenta N°867. Estos límites son 65 dBA en horario diurno y 50 dBA en horario nocturno. Las obras se realizarán en horario diurno. El decreto establece que para mediciones en interior con ventana cerrada se debe sumar 10 dBA al nivel medido, **por lo tanto no se puede superar los 55 dBA en el interior de las habitaciones.**

Antecedente:

La Norma Técnica N° 157, denominada “Guía Técnica sobre Exposición Ocupacional a Hipobaría Intermitente Crónica por Gran Altitud” del MINSAL, asociada el D.S. N°594/99 mediante el D.S. N°28/12, indica una serie de requisitos que deben cumplir las dependencias donde pernocten trabajadores que se encuentren a más de 3000 msnm. Entre las medidas de mitigación dirigidas a atenuar los efectos de la exposición a hipobaría intermitente crónica se indica:

- Ruido menor a 30 dBA

Si bien el Campamento Pérez Caldera se encuentra a algo menos de 2700 msnm, AAS hizo alusión a este criterio en primera instancia, que corresponde a un nivel de ruido extremadamente bajo. Sin embargo, debido a la no factibilidad de lograr un nivel de ruido tan bajo en las instalaciones, se consensuó con AAS el objetivo de no superar el nivel de ruido que ha sido medido actualmente en el campamento, correspondiente a:

- 38 dBA al interior de las habitaciones

Muro Acústico Los Bronces

- **Requerimientos constructivos**

Muro Acústico Los Bronces

CONDICIONES DEL PROYECTO

- Se trata de una solución que debe aplicarse antes del proceso constructivo; la barrera acústica deberá ser removible.
- La Cia Minera AngloAmerican, también valora el reciclaje, y por lo tanto los elementos constructivos deben ser reciclables:
 - Fundaciones reciclables
 - Paneles de atenuación acústicos reciclables
 - Estructura de soporte reciclable.
- Se pide además, que las fundaciones sean superficiales de modo de no impactar o alterar redes de servicios de agua potable y alcantarillado, ni tampoco bancos de ductos eléctricos.
- Estos antecedentes son claves para el desarrollo de la solución de barrera acústica.

Muro Acústico Los Bronces

- **Diseño acústico**

- En conjunto con la empresa dBA Ingeniería se realiza un diseño basado en la teoría de transmisión de ruido en el aire y el apoyo de normativa internacional para definición de las fuentes de ruido. Se usa como referencia la norma ISO
- El modelamiento 3D se hace en un software SounPlan v7.3
- Las fuentes de ruido fijas y móviles, se modelan en el software de modo de configurar una situación lo mas cercana a la realidad
- Los resultados son los mapas de nivel sonoro al interior de los edificios para dos o tres configuraciones de paneles y barrera acústica.
- Finalmente se decide colocar una barrera acústica de 12 metros de altura y 65 metros de longitud.

Tabla 4.1: Resumen de entradas y salidas en el proceso de cálculo del modelo SoundPlan.

Flujo	Ítem	Descripción	
Entradas (input)	Topografía	Cotas de terreno	
	Ubicación de fuentes de ruido	Puntos, áreas o líneas de emisión	
	Ubicación de receptores	Puntos de inmisión	
	Obstáculos	Existentes	Árboles/ Viviendas/ Cotas de terreno
		Introducidos	Barreras acústicas
Algoritmos de cálculo	ISO 9613, parte 1 y 2		
Salidas (output)	Niveles de Presión Sonora modelados	Niveles de Presión Sonora en puntos de inmisión elegidos (Receptores)	

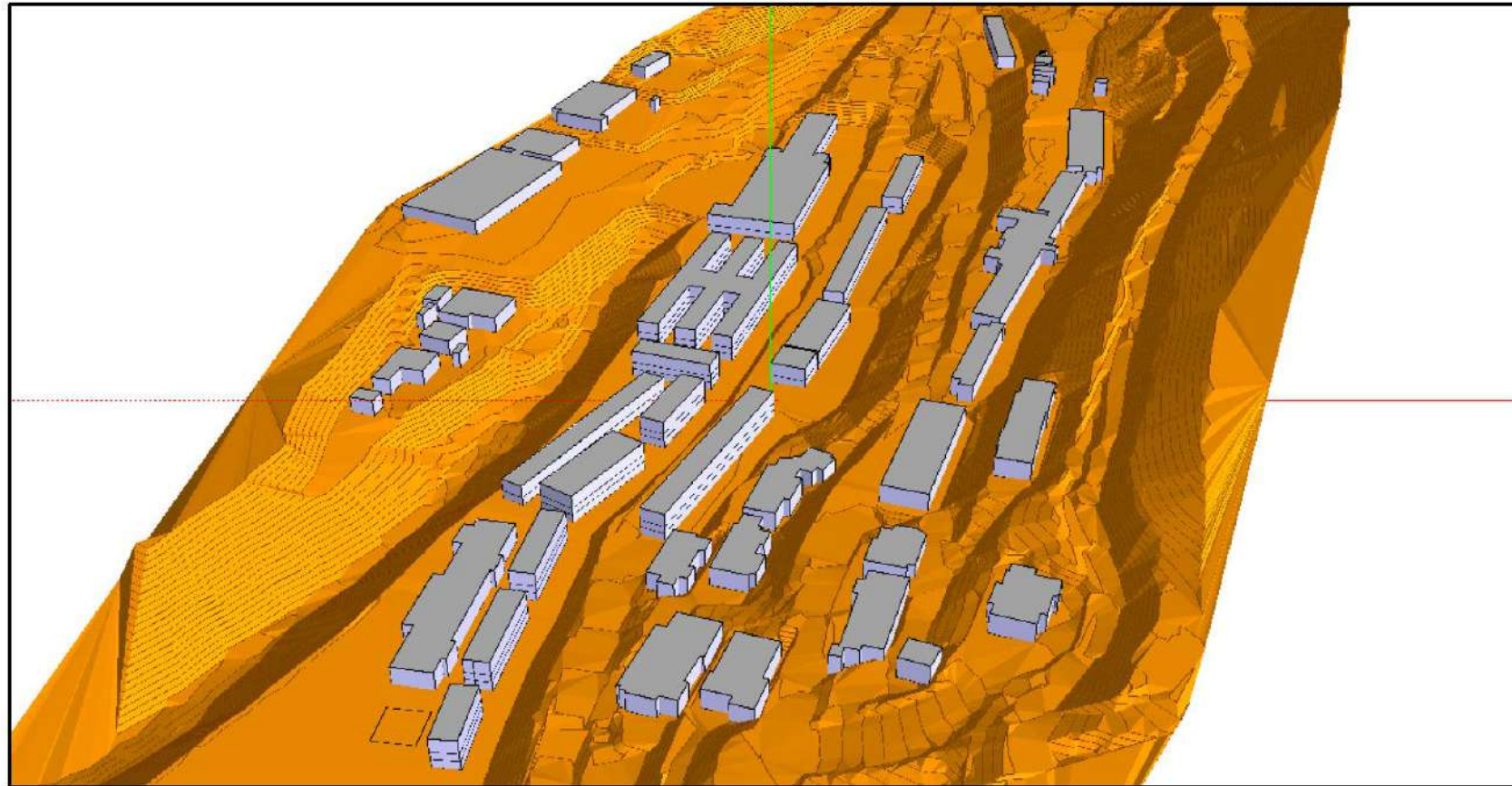
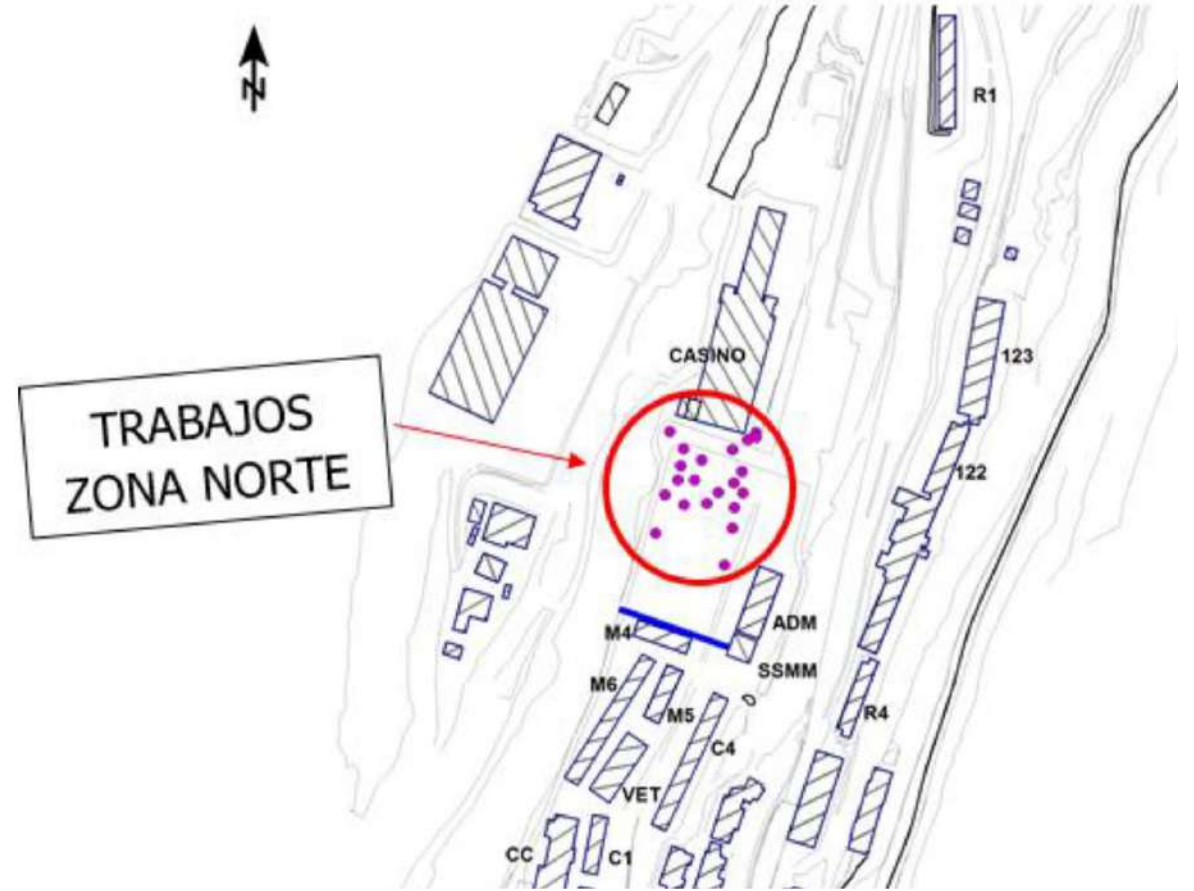
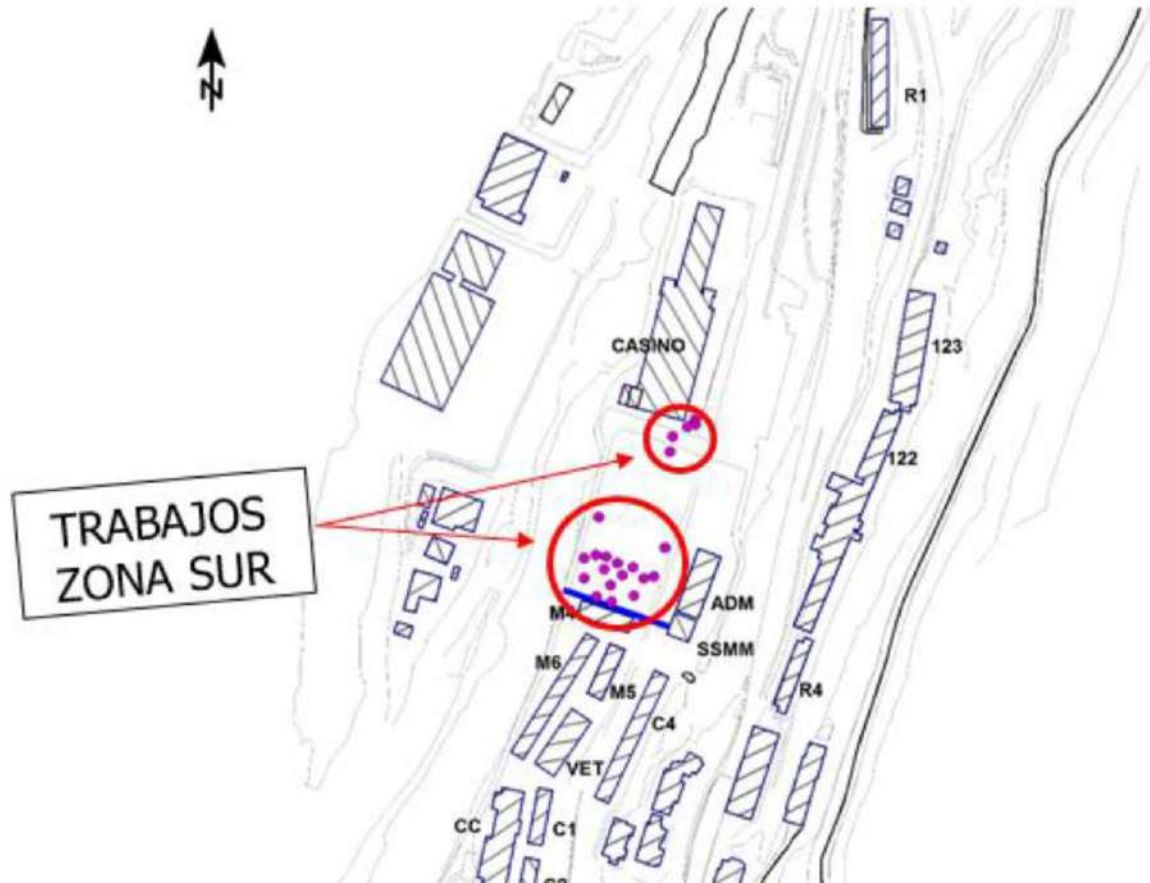


Figura 4.1: Modelo SoundPlan v7.3 Campamento Pérez Caldera Anglo American.



Solución de barrera acústica propuesta.

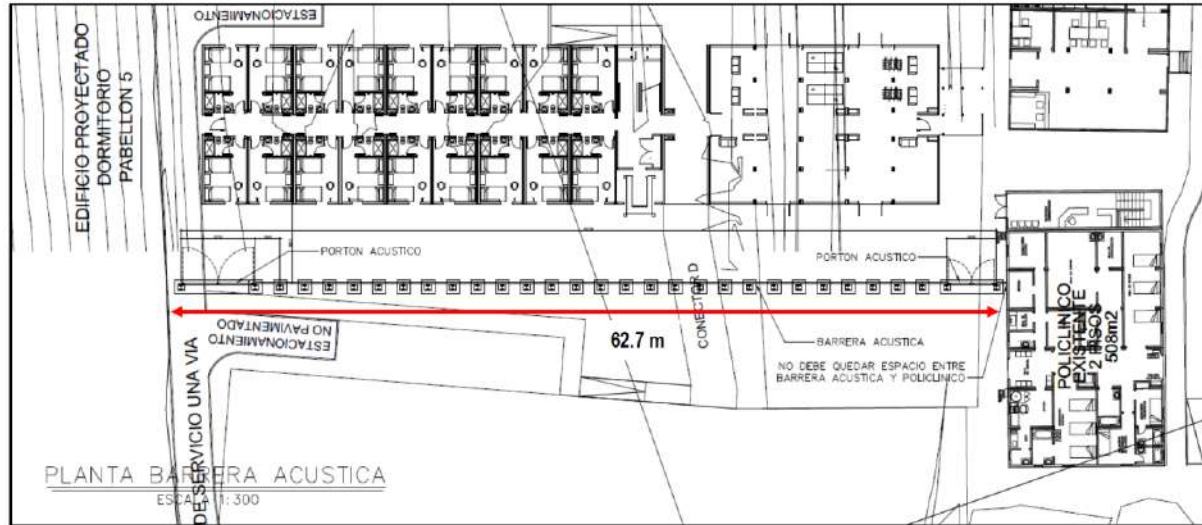


Figura 6.2: Emplazamiento de barrera y extensión en metros

Tabla 6.1: Materialidad, dimensiones y superficie requerida para barrera acústica

Panel	Largo	Altura	Superficie total
Panel dBA PRO TK-100 liso-liso	62.7 m	12 m	686 m ² aprox.

PANEL AISLANTE
Techo y Muro

DESCRIPCIÓN

Paneles de acero galvanizado, prepintado, con sistema machihembrado, no combustibles y rellenos con absorbente acústico de alta densidad para proporcionar aislación acústica y térmica.

- Espesor panel: 50mm/75mm/100mm
- Machihembrado para garantizar el sellado acústico
- Material absorbente: lana roca
- Densidad: 100kg/m³

EFICIENCIA ACÚSTICA PANEL TK-50mm

$R_w = 34$ dBA (50mm)

F (Hz)	R _w	F (Hz)	R _w
100	17	430	33.1
125	17.4	800	35.2
160	17.3	1000	36
200	21.6	1250	39.7
250	23.7	1600	40.8
315	26.7	2000	40.4
400	30.3	2500	37
500	31.3	3150	35.5
[Hz]	dB	[Hz]	dB

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
→ Espesor acero superior e inferior	0.5mm
→ Revestimiento interno	Galvanizado 180 gr/m ²
→ Revestimiento externo	Prelacado 25μm
→ Densidad lana roca	100 kg/m ³
→ Conductividad térmica	0.042 W/m°C

USOS RECOMENDADOS	
→ Galpones y Naves industriales	
→ Pantallas acústicas	
→ Cabinas acústicas	
→ Soluciones para cumplir DS38/11 y DS146	
→ Soluciones para cumplir protocolo PREXIOR	

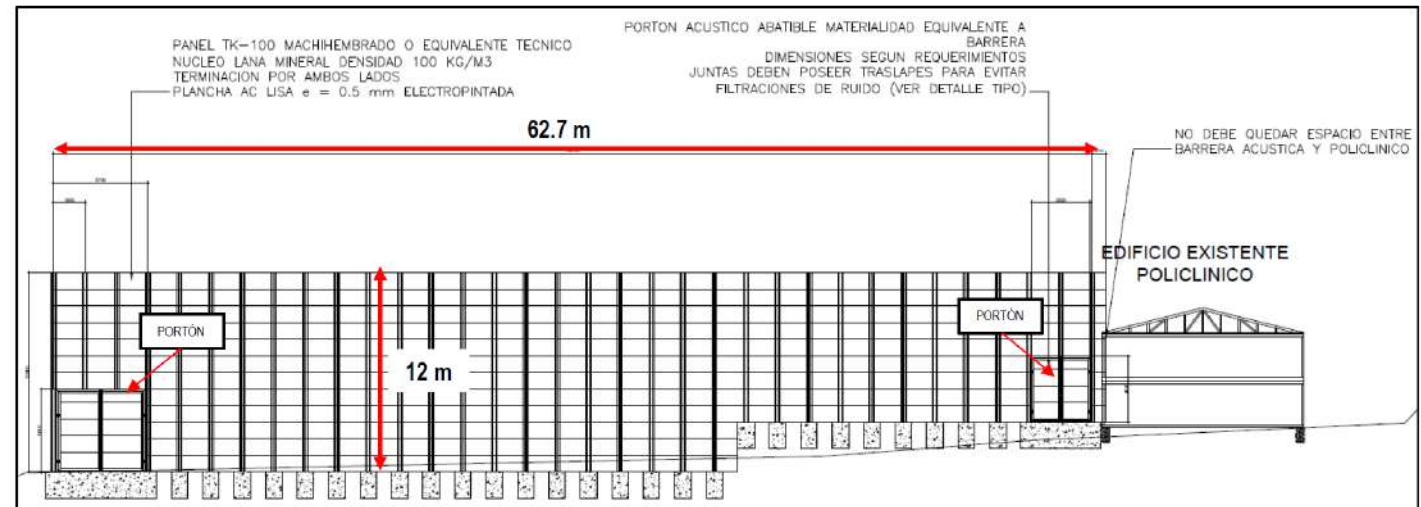


Figura 6.3: Dibujo referencial de barrera propuesta

Mapas de nivel de ruido resultante en condiciones 1 y 2



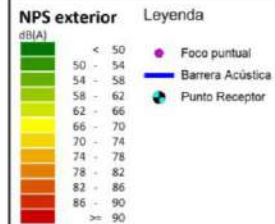
Cliente:
Tecnofast
Proyecto: Perez Caldera
Proyecto-No. 1352



Map
1A
01

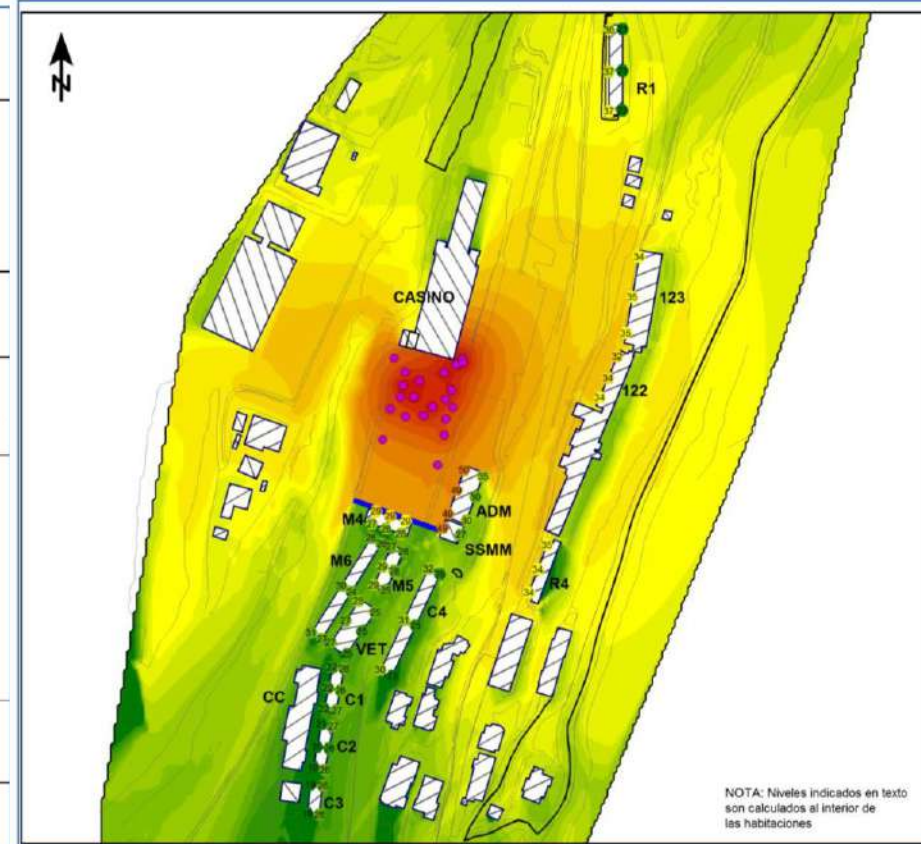
ETAPA 1A Barrera 60x12m Fuentes al sur
DVH en Riecillo IV
ETAPA 1A Maquinaria en sector sur

Jefe de Proyecto: Gaston Possel
Creado: 04-05-2017
Procesado con SoundPLAN 7.3, Update 25-02-2015



Escala 1:2800
0 10 20 40 60 80 100 120 140 m

NOTA: Niveles indicados en texto son calculados al interior de las habitaciones



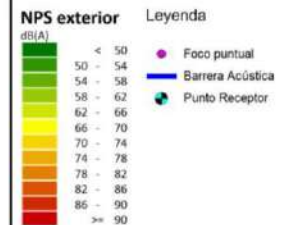
Cliente:
Tecnofast
Proyecto: Perez Caldera
Proyecto-No. 1352



Map
1B
01

ETAPA 1B Barrera 60x12m Fuentes al norte
DVH en Riecillo IV
ETAPA 1B Maquinaria en sector norte

Jefe de Proyecto: Gaston Possel
Creado: 04-05-2017
Procesado con SoundPLAN 7.3, Update 25-02-2015



Escala 1:2800
0 10 20 40 60 80 100 120 140 m

NOTA: Niveles indicados en texto son calculados al interior de las habitaciones

Muro Acústico Los Bronces

- Diseño estructural

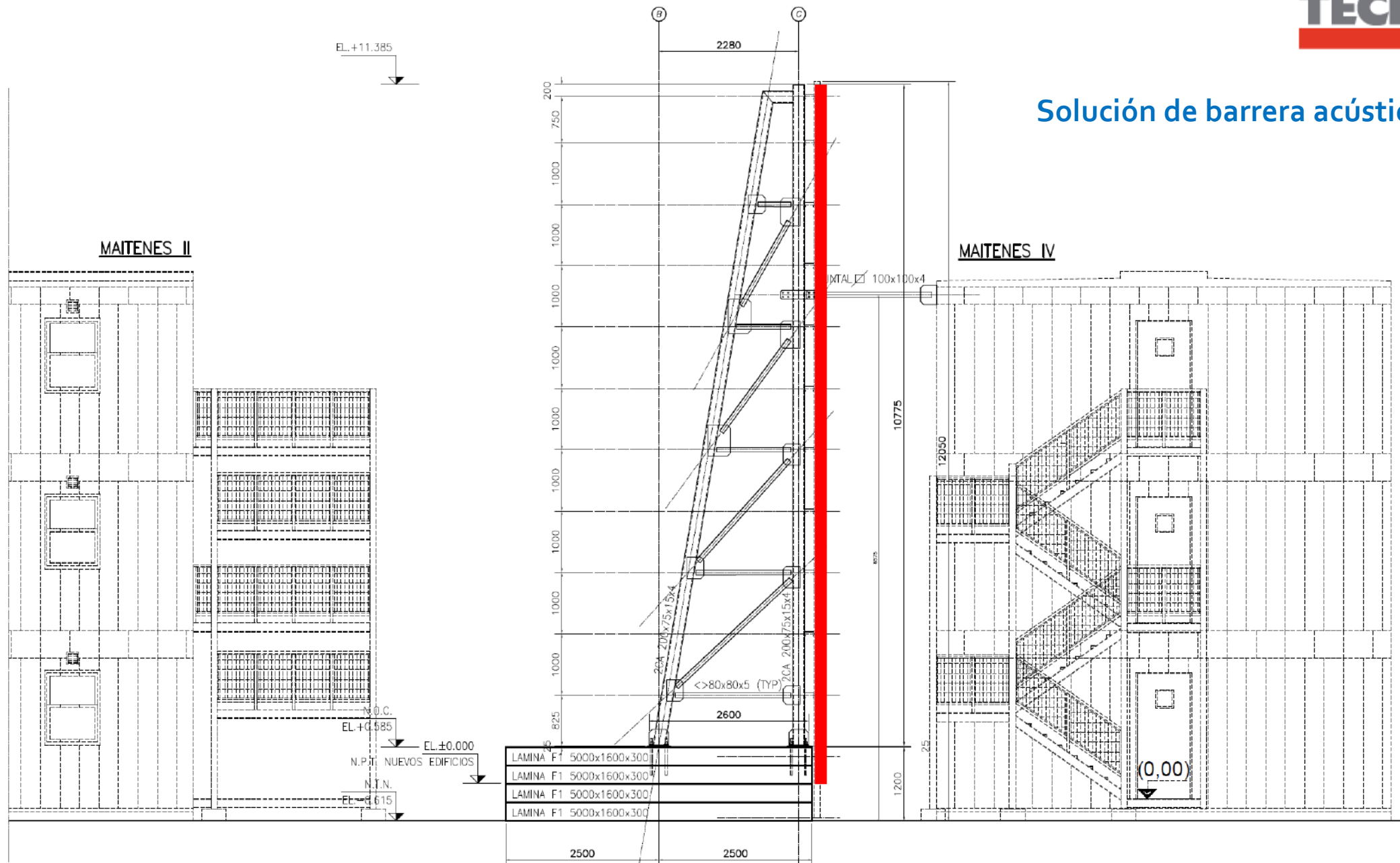
Se realiza un diseño de pantalla acústica con las siguientes condiciones del sitio:

Vmax para viento = 160 KM/hr

Ambas caras expuestas; ubicado en sector montañoso

Se usa norma chilena de viento NCh 431 Of 2010

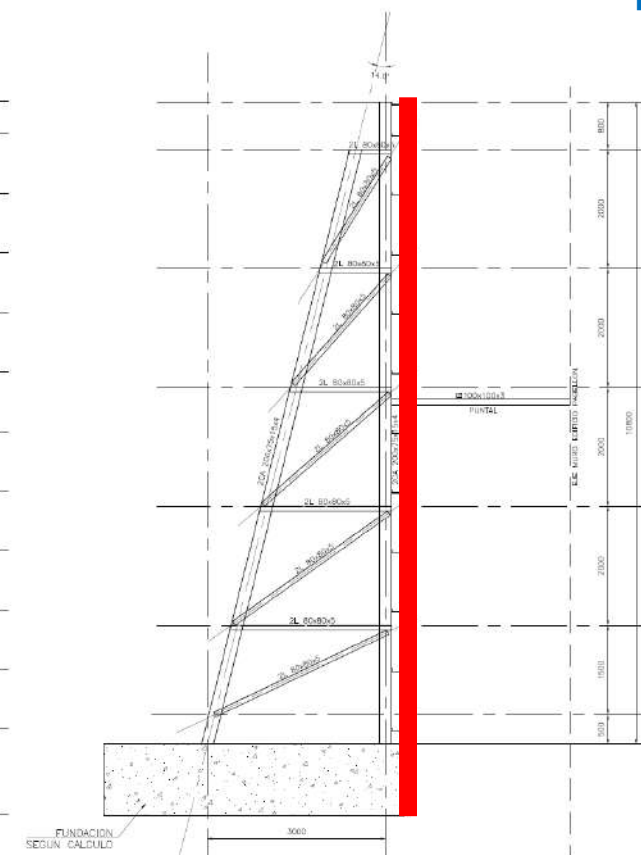
Solución de barrera acústica propuesta.



Solución de barrera acústica propuesta.

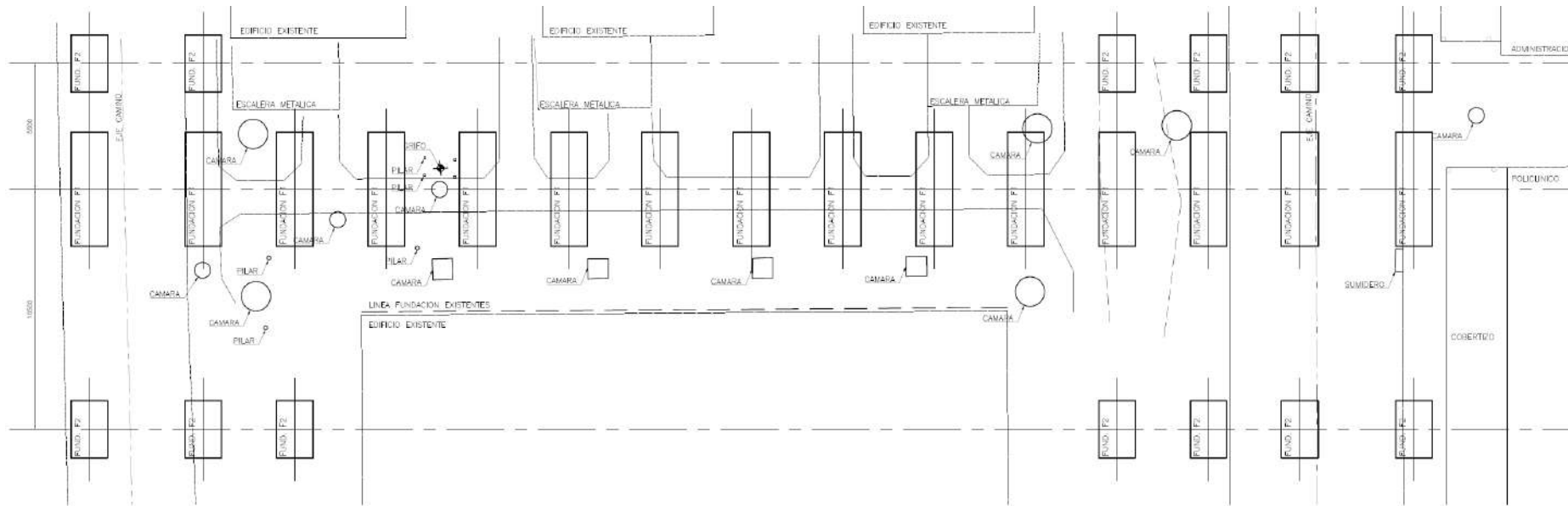


ELEVACION PANTALLA ACUSTICA
ESC. 1:50

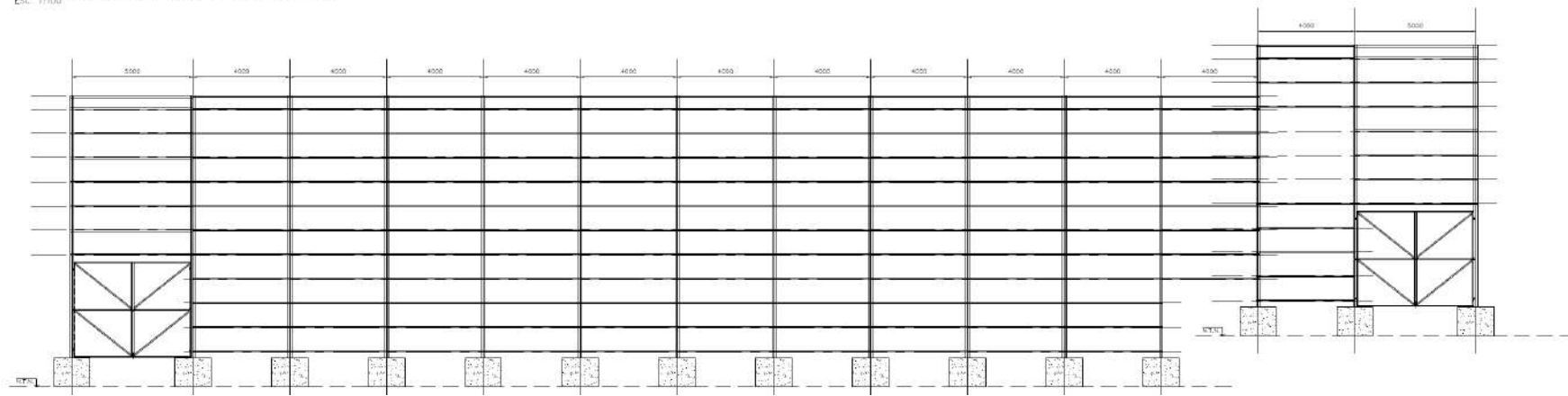


PILAR RETICULADO TIPO
ESC. 1:50

Fundaciones para muro acústico propuesto.



PLANTA EMPLAZAMIENTO MURO ACUSTICO
ESC. 1:1000



Muro Acústico Los Bronces

- **Construcción del muro
sept 2017 – nov 2017**

Etapas constructivas.



Etapas constructivas.



Etapas constructivas.



Etapas constructivas.



Etapas constructivas.



Etapas constructivas.



Muro Acústico Los Bronces

- Verificación – muro acústico finalizado y en servicio

3.1 Maquinaria en funcionamiento al momento de las mediciones de ruido

Tabla 1. Equipos en uso durante obra.

Cantidad	Descripción
1	Max Lift
1	Alza Hombres
1	Retroexcavadora
1	Grúa
1	Generador

Se realizaron 3 etapas de verificación de las condiciones de operación real de construcción

Todo esto sumado a las actividades ocasionales de esmerilado y movimiento de material.

3.2 Detalle mediciones de ruido

Tabla 2. Resultados acústicos.

Edificio	Detalle Medición	Piso	Orientación	Fecha	Hora	Leq	¿Excede criterio?
	Habitación					[dBA]	38 dBA
Maitenes IV	Pasillo (sin hab. disponible)	3	Poniente	2018-02-06	10:51	32,7	No excede
Maitenes V	37	3	Oriente	2018-02-06	10:41	22,4	No excede
Maitenes VI	56	2	Poniente	2018-02-06	10:29	29,7	No excede
Copihues I	26	3	Poniente	2018-02-06	9:53	31,2	No excede
Copihues II	72	3	Poniente	2018-02-06	9:45	26,4	No excede
Copihues III	90	3	Poniente	2018-02-06	9:36	26,2	No excede
Copihues IV	100	1	Poniente	2018-02-06	10:02	22,1	No excede
	180	3	Poniente	2018-02-06	10:09	28,7	No excede
	Ventana caja escala (norte)	3	Norte	2018-02-06	10:18	36,0	No excede
Riecillo I	01	1	Poniente	2018-02-06	12:40	33,0	No excede
Riecillo IV	45	3	Poniente	2018-02-06	12:07	31,9	No excede
Edificio 122	216	2	Poniente	2018-02-06	12:21	30,8	No excede
Edificio 123	60	2	Poniente	2018-02-06	12:28	30,9	No excede
Pabellón 5	38140 norte	6	Nor-oriente	2018-02-06	11:40	26,4	No excede
	38140 sur	6	Sur-oriente	2018-02-06	11:46	26,7	No excede
	38141 norte	6	Nor-oriente	2018-02-06	11:27	28,1	No excede
	38141 SUR	6	Sur-oriente	2018-02-06	11:34	28,7	No excede



Figura 2. Equipos de construcción.



Figura 4. Habitación 90 Copihues III



Figura 6. Habitación 26 Copihues I



Figura 8. Habitación 180 Copihues IV



Figura 5. Habitación 72 Copihues II



Figura 7. Habitación 100 Copihues IV



Figura 9. Ventana caja escala 3er piso Copihues IV



Figura 14. Habitación 38141 sur Pabellón 5

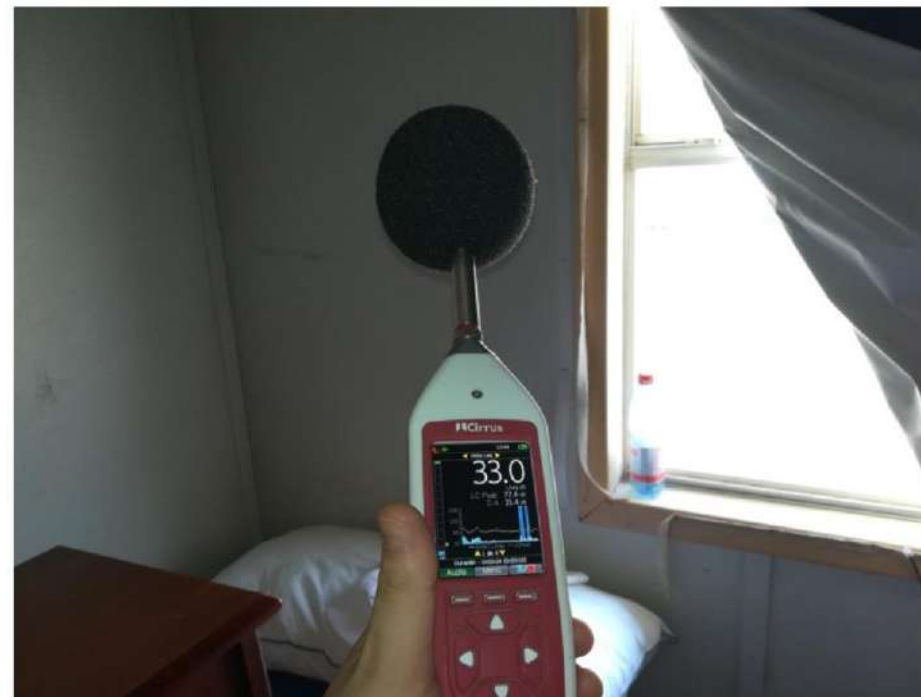


Figura 20. Habitación 01 Riecillo I



Figura 15. Habitación 38140 norte Pabellón 5

Conclusión

- De acuerdo a la campaña de mediciones de ruido efectuada el pasado 6 de febrero de 2018, con el fin de evaluar la eficiencia de la barrera acústica, se obtiene que, al interior de cada uno de los edificios evaluados, en las habitaciones representativas disponibles al momento de efectuar las mediciones, se **CUMPLE** con el criterio establecido de 38 dBA al interior de las habitaciones.



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE OBRAS CIVILES Y CONSTRUCCIÓN

Muro Acústico
Los Bronces

Gracias ...

www.tecnofast.cl

www.dbaingeneria.cl



Proyectos y Soluciones Acústicas