



Santiago, 4 de octubre de 2022.

Sres.

**Superintendencia de Medio Ambiente SMA**

Teatinos N° 280, piso 8.

Presente.

De nuestra consideración:

Acusamos recibo físico el 29/09/2022 de Res. Ex N° 2/Rol D-159-2022, de fecha 10/08/2022.

En virtud de lo plasmado en dicha resolución, adjuntamos documentación cuya data es de más de 10 años a la fecha, donde se nos ha perseguido, literalmente, por ruidos emanados de los 2 vex (extracción forzada) con que cuenta el Edificio Alcazar, Luis Thayer Ojeda N° 530, Providencia, ubicados en la cubierta del mismo.

Sobre el particular, podemos indicar que hemos invertido millones de pesos, desde antes de la pandemia, para "dejar tranquilos" a los vecinos cercanos a nuestro edificio, lo que a pesar de toda la inversión utilizada, con empresas expertas en la materia, no han dejado de exigir a través de todo medio.

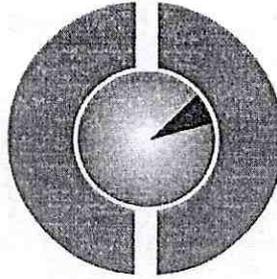
Nos hacemos la siguiente pregunta: ¿por qué durante el período de pandemia, donde todos estuvimos reclusos en nuestros hogares y estos vex funcionaron como siempre lo han hecho, no hubo reclamos al respecto?.

Complementando lo anterior, ¿por qué no tenemos reclamos de edificios colindantes al nuestro? En circunstancias que el suscrito ha ido edificio por edificio consultando.

En virtud de lo anterior, solicito una visita presencial de la Autoridad, en conjunto con el suscrito para solucionar esta situación de larga data. Favor confirmar al correo [REDACTED]

Quedamos atentos a sus comentarios,

**Guillermo Pizarro Gatica**  
**Zócalo Uno Ltda.**  
**Sociedad Administradora**



**CONTADOR Y CAMPOS**  
**I N G E N I E R O S**  
ACUSTICA, CONTROL DE RUIDO Y VIBRACIONES

<b>PRESUPUESTO N°P20120727-1</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha</b>
	A	Viernes, 27 de Julio de 2012

**Preparado para:**  
**Sr. Guillermo Pizarro Gatica**  
**Gerente General**  
**Zocalo Uno**

**Descripción:**

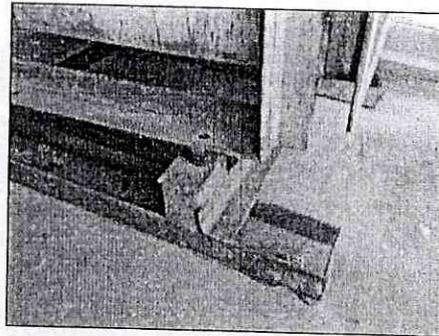
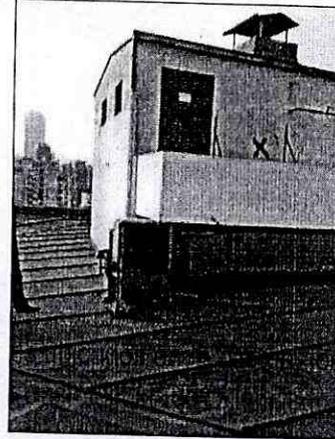
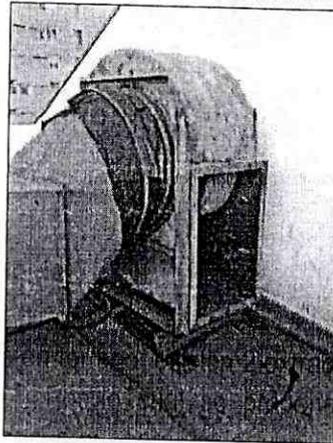
A continuación se detalla presupuesto por soluciones acústicas de 2 extractores de ventilación ubicados en azotea de Edificio Alcázar, ubicado en Luis Thayer Ojeda #530, Providencia. Con el fin de establecerlos bajo los límites permisibles de la normativa actual vigente D.S.N°146/97 del MINSEGPRES, en los receptores cercanos y por ende más sensibles.



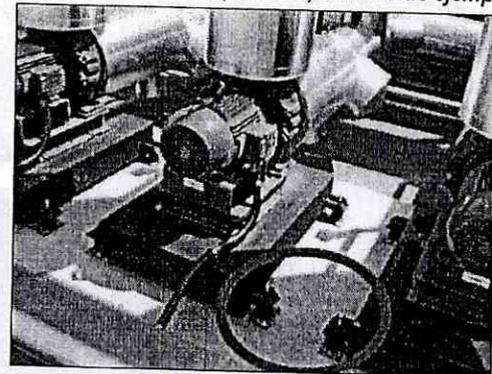
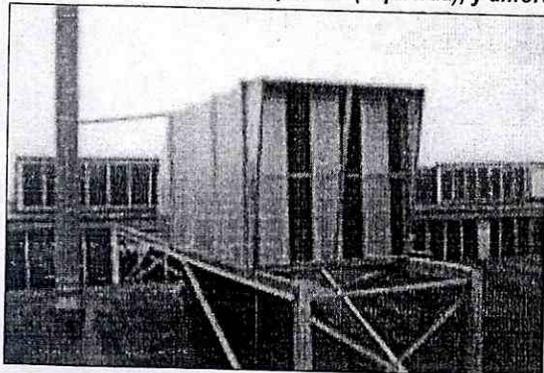
## 1. Objetivos y Metodología

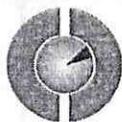
- Según lo evidenciado en terreno, existen 2 extractores ubicados en la azotea, los cuales requieren de tratamiento acústico. Por lo cual se propone la instalación de silenciadores tipo Splitter con transiciones en la descarga para cada uno, para el flujo aerodinámico de salida, y aislantes elastoméricos o amortiguadores en la estructura soportante para mitigar el ruido aéreo y estructural actual:

*Fuentes actuales sin tratamiento acústico*



*Silenciador Tipo Splitter Propuesto (izquierda), y amortiguadores de estructura (derecha) a modo de ejemplo.*





## 2. Costos asociados

### DETALLE:

Descripción	Dimensiones	Un.	Cantidad	Precio Unitario U.F.	Precio Total U.F.
Silenciadores Splitter	1mx1mx1.2m	Un	2	28,0	56,0
Transición de Aire	-	Un	2	6,5	13,0
Amortiguadores	-	Un	8	1,2	9,6
Instalación y Montaje	-	GL	1	19,0	19,0
				<b>TOTAL</b>	<b>97,6 + IVA</b>

### Observaciones:

- Los valores están en Unidades de Fomento y NO incluyen IVA
- Plazo de ejecución: 20 días hábiles, a partir de la recepción del anticipo.
- Condiciones de pago: 50% Anticipo junto a la orden de compra y 50% contra entrega.
- COTIZACIÓN VALIDA POR 15 DÍAS.

## 3. Datos contractuales

### Orden de Compra a:

Datos Orden de Compra:

Razón Social: Comercial SIR Asesoría e ingeniería Ltda.

RUT: 76.756.760-K

Dirección: Alonso de Córdova 6008 Of 201, Las Condes.

Mail: [ocontador@contadorycampos.cl](mailto:ocontador@contadorycampos.cl)

*Oscar Contador Villagra*  
Oscar Contador Villagra

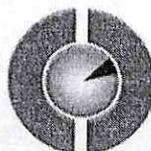
**ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO AMBIENTAL**  
**Evaluación D.S. N°146/97 del MINSEGPRES**  
**Operación de extractores de azotea "Comunidad Edificio Alcázar"**

---

Preparado para:



Preparado por:



**CONTADOR Y CAMPOS**  
**INGENIEROS**  
ACUSTICA, CONTROL DE RUIDO Y VIBRACIONES

---

Agosto, 2012  
Revisión A

**ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO AMBIENTAL**  
**Evaluación D.S.N°146/97 del MINSEGPRES**

**Operación de extractores de azotea "Comunidad Edificio Alcázar"**

Luis Thayer Ojeda N°530

Providencia | Chile

Número de Proyecto | 20120727-1

**Contador y Campos Ingenieros Ltda.**  
Acústica, Control de Ruidos y Vibraciones  
Italia N° 01133 | La Cisterna | Santiago  
Chile

Fonos: (+56-2) 985 10 88

(+56-2) 792 63 71

contacto@contadorycampos.cl

[www.contadorycampos.cl](http://www.contadorycampos.cl)

**Revisión A**

Agosto, 2012

Elaborado por

*Oscar Contador V.*

Revisado por

*Aldo Campos P.*

Aprobado por

*Aldo Campos P.*

## TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.	4
2	OBJETIVOS PROPUESTOS.	5
3	PUNTO DE EVALUACIÓN.	6
4	NORMATIVA APLICABLE.	8
4.1	NORMATIVA DE RUIDO FUENTES FIJAS D.S. N°146/97 del MINSEGPRES.	8
5	METODOLOGÍA.	9
5.1	MEDICIONES ACÚSTICAS.	9
5.2	RESULTADOS DE LA PROYECCIONES ACÚSTICAS.	11
6	EVALUACIÓN BAJO NORMATIVA VIGENTE. SITUACIÓN ACTUAL.	15
6.1	EVALUACIÓN BAJO D.S. N°146/97 DEL MINSEGPRES.	15
7	MEDIDAS DE CONTROL DE RUIDO.	16
7.1	SILENCIADOR DESCARGA DE EXTRACTOR DE AIRE.	16
7.2	RESULTADOS ESPERADOS CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN IMPLEMENTADAS.	17
8	EVALUACIÓN BAJO NORMATIVA VIGENTE CON SOLUCIONES ACÚSTICAS IMPLEMENTADAS.	20
8.1	EVALUACIÓN BAJO D.S. N°146/97 DEL MINSEGPRES.	20
9	CONCLUSIONES.	21
10	INSTRUMENTAL UTILIZADO.	22
11	NORMAS y DOCUMENTOS UTILIZADOS.	22
12	ANEXO 1 – DEFINICIONES ACÚSTICAS.	23
13	ANEXO 2 - PROPAGACIÓN SONORA (EXTRACTO, ISO 9613 PARTES I y II).	25
14	ANEXO 3 - MÉTODO DE OBTENCIÓN DE POTENCIA SONORA (LW) (ISO 3746:1996).	27
15	ANEXO 4 – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.	28

## 1 INTRODUCCIÓN.

El presente informe, corresponde a la evaluación de impacto acústico, producto de la operación dos extractores de aire instalados en la azotea del Edificio Alcázar (de 11 pisos), ubicado en la calle Luis Thayer Ojeda N°530, Comuna de Providencia, Santiago, Chile.

La operación de los dos extractores, involucran un posible impacto acústico hacia las viviendas cercanas, tanto en horario diurno como nocturno.

En este documento se realizará un análisis según D.S. N°146/97<sup>1</sup> con base a mediciones acústicas realizadas in situ a las fuentes, y proyecciones asistidas con un software especializado<sup>2</sup> basándose para ello en la normativa ISO 9613, de manera de proyectar los niveles de inmisión de ruido hacia los receptores sensibles.

---

<sup>1</sup> Decreto Supremo N°146 del MINSEGPRES "Norma de emisiones de ruidos molestos generados por fuentes fijas, 17 de abril de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República".

<sup>2</sup> Minerva 5.1

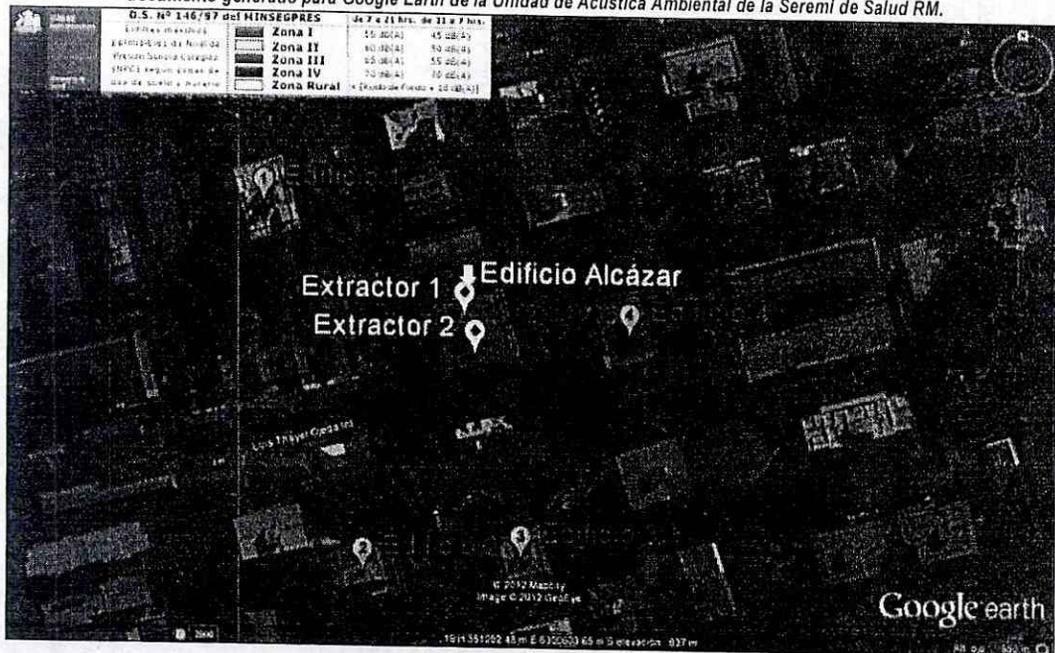
## 2 OBJETIVOS PROPUESTOS.

- Realizar mediciones acústicas a las fuentes de ruido críticas, y proyectar los niveles a los receptores más cercanos y por ende más sensible a las emisiones provenientes de las fuentes de ruido.
- Evaluar los Niveles de ruido en las zonas sensibles, verificando su cumplimiento con los máximos permisibles por la normativa aplicable, D.S. N°146/97 del MINSEGPRES.
- Entregar, a nivel de ingeniería conceptual, las medias de control requeridas para lograr la reducción de ruido, en caso de encontrarse los niveles de inmisión sobre los máximos permisibles.

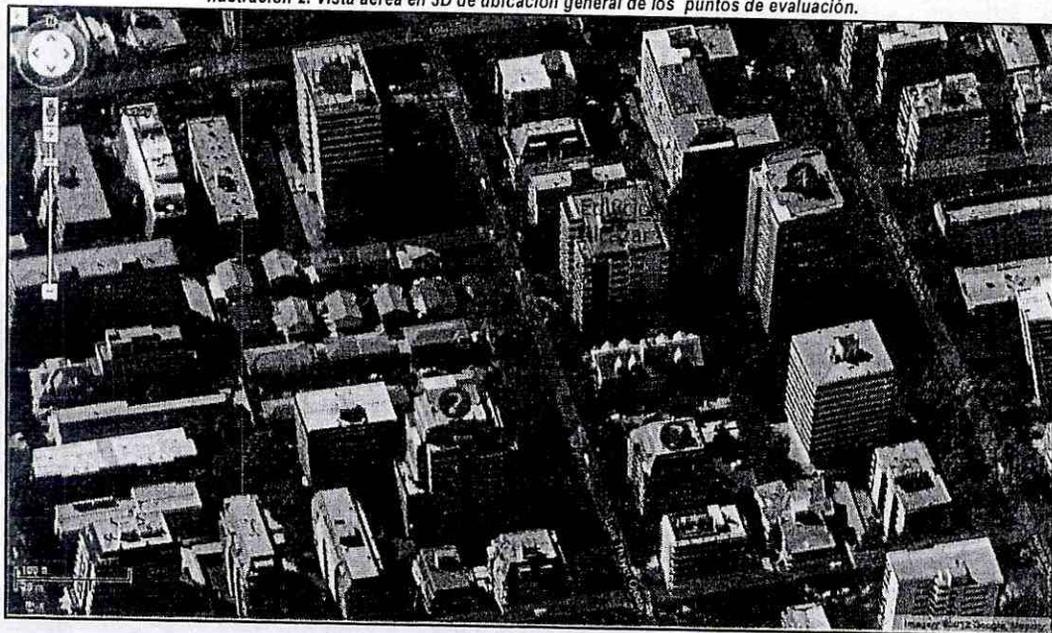
### 3 PUNTO DE EVALUACIÓN.

La ilustración y tabla siguiente, muestra la ubicación de los receptores más cercanos por el funcionamiento normal de los extractores de aire en la azotea del edificio:

*Ilustración 1. Vista aérea de ubicación general de las fuentes de ruidos y puntos de evaluación. Receptores homologados según documento generado para Google Earth de la Unidad de Acústica Ambiental de la Seremi de Salud RM.*



*Ilustración 2. Vista aérea en 3D de ubicación general de los puntos de evaluación.*

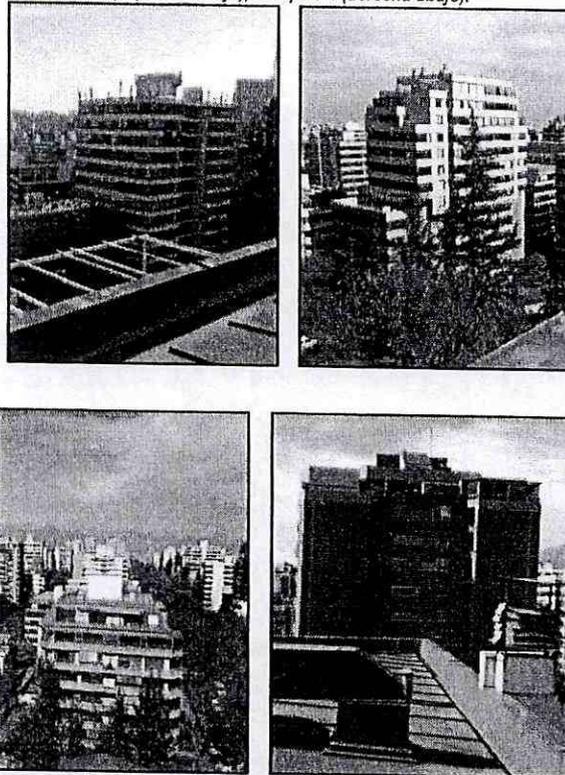


Para efectos de evaluación, serán proyectados los niveles de ruido hacia la fachada de los departamentos ubicados en el último piso de cada edificio, excepto al receptor 4 que será evaluado en el piso 12 (más cercano), debido a ser los más afectados por su cercanía a las emisiones. Vale decir que el cumplimiento en estos puntos, garantiza el cumplimiento en los demás (receptores más bajos y más lejanos), debido a encontrarse las fuentes en la azotea de del edificio Alcázar):

Tabla 1. Descripción de los receptores identificados en la ilustración anterior.

Rec.	Coordenadas U.T.M. Datum WGS84		Descripción	Distancia la descarga del Extractor		Uso efectivo	Zona según D.S.N°146/97 MINSEGPRES
	E	N		Ext. 1	Ext. 2		
1	351 118	6 300 693	Edificio ubicado en Luis Thayer Ojeda N°479 - Edificio de 13 Pisos.	65 mts.	71 mts.	Vivienda	Zona I <sup>3</sup>
2	351 155	6 300 568	Edificio ubicado en Luis Thayer Ojeda N°549 – Edificio de 12 Pisos.	81 mts.	72 mts.	Vivienda	Zona I
3	351 210	6 300 574	Edificio ubicado en Luis Thayer Ojeda N°542 – Edificio de 7 Pisos.	73 mts.	62 mts.	Vivienda	Zona I
4	351 246	6 300 651	Edificio ubicado en Hernando de Aguirre N°569 – Edificio de 17 Pisos.	40 mts.	34 mts.	Vivienda	Zona I

Ilustración 3. Receptores sensibles vista aérea desde azotea, receptor 1 (izquierda arriba), receptor 2 (arriba derecha), receptor 3 (izquierda abajo), receptor 4 (derecha abajo).



<sup>3</sup> Se describe en el capítulo siguiente.

#### 4 NORMATIVA APLICABLE.

##### 4.1 NORMATIVA DE RUIDO FUENTES FIJAS D.S. N°146/97 del MINSEGPRES.

Según el Decreto Supremo N°146 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, publicado en el diario oficial el 17 de abril de 1998, en el Título III Artículo 4°, se establecen los Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonoros Corregidos, de acuerdo al tipo de zona. Los valores de Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonoros Corregidos, para cada zona, se detallan en Tabla 2. Según lo establecido en plano regulador y ordenanza de la Ilustre Municipalidad de Providencia, el emplazamiento para los receptores evaluados corresponde a Zona Tipo I.

*Tabla 2. Niveles Máximos Permisibles (N.P.C., en dB(A)-Lento), según lo establece el Decreto Supremo N°146/97 del MINSEGPRES.*

TIPO DE ZONA	PERIODO DIURNO 07:00 A 21:00 HRS.	PERIODO NOCTURNO 21:00 A 07:00 HRS.
Zona I	55	45
Zona II	60	50
Zona III	65	55
Zona IV	70	70

Ruido de Fondo es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente fija a medir. La norma también establece que estos valores máximos pueden ser corregidos (NPC) según el ruido de fondo observado. Si los niveles registrados difieren en menos de 3dB con los niveles de ruido de fondo, se considerará la medición como nula, la cual es producto del pequeño incremento que produce la fuente por sobre el ruido de fondo existente.

Las fuentes fijas emisoras de ruido deberán cumplir con los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos correspondientes a la zona en que se encuentra el receptor.

## 5 METODOLOGÍA.

### 5.1 MEDICIONES ACÚSTICAS.

- Se consideran como fuentes de ruido críticas, evidenciadas en terreno, la descarga de los extractores de aire ubicados en la azotea del edificio.
- Se midieron Niveles de Presión Sonora (NPS) en campo cercano (a 1 mt.) de la fuente de ruido considerada como crítica, con el fin de obtener sus niveles de potencia sonora.

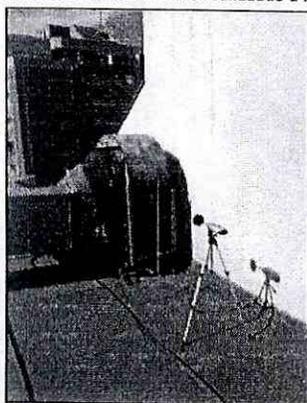
Fue realizado este procedimiento con el fin de obtener el aporte exclusivo de las fuentes, y no considerar fuentes externas que no correspondan al funcionamiento de la fuente evaluada.

- Los descriptores utilizados fueron: Nivel Continuo Equivalente (NPSeq), Niveles mínimos (NPStmín), máximos (NPStmáx), Niveles en 1/1 de octava de frecuencia.

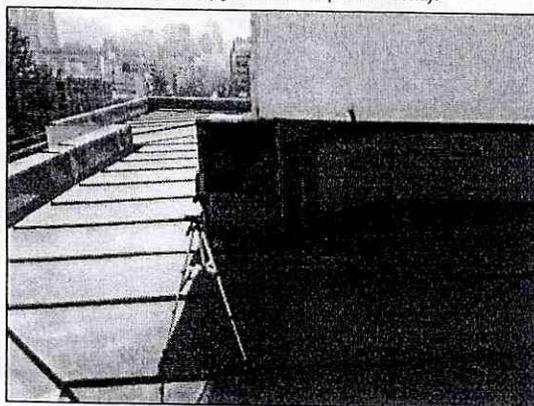
*Tabla 3. Niveles de ruido medidos por bandas de octava de frecuencia a 1 metro de la descarga de aire de los extractores.*

Fuente	Frecuencia en 1/1 octava Hz. Vs. NPSeq en dB									NPSeq Global dBA	Distancia
	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz		
Descarga extractor 1	89.7	88.3	84.3	82.4	85.2	87.0	82.3	72.9	63.4	89.7	@ 1mt.
Descarga extractor 2	91.2	83.8	76.7	83.0	82.2	82.4	76.8	66.5	55.8	85.4	@ 1mt.

*Ilustración 4. Mediciones realizadas a las fuentes de ruido. Extractor 1 (a la izquierda) y extractor 2 (a la derecha).*



Extractor 1.



Extractor 2.

- Una vez obtenidos estos niveles se procederá a proyectarlo hacia la fachada del los receptores más cercanos.

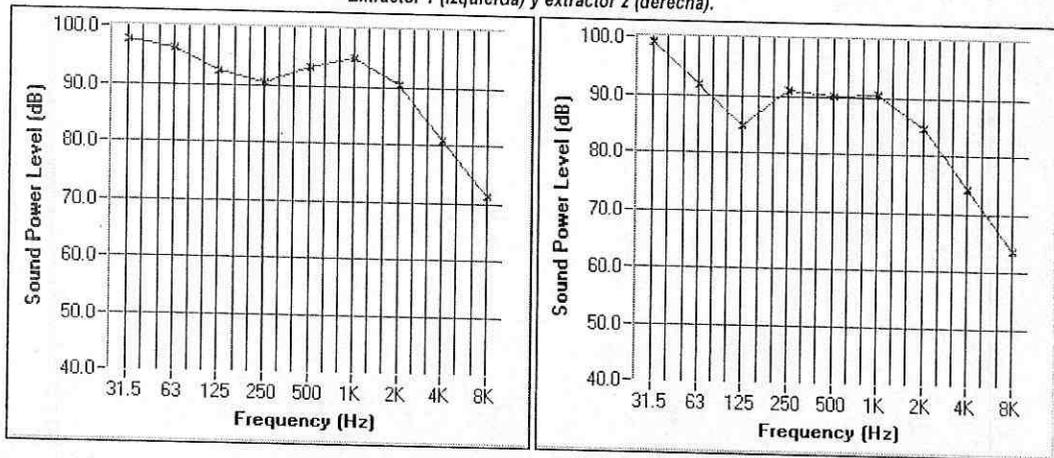
Resultados de potencia acústica ingresados al software de propagación, obtenidas con el software especializado ENC 3.0<sup>4</sup>:

Ilustración 5. Valores de potencia acústica obtenidos para cada extractor en banda de 1/1 de frecuencia en Hz.  
Extractor 1 (arriba) y extractor 2 (abajo).

Location	N: _____								Test hemisphere radius (m)	1.000
	31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	
Sound pressure level (dB)	89.7	88.3	84.3	82.4	85.2	87.0	82.3	72.9	63.4	
Sound power level (dB)	97.7	96.3	92.3	90.4	93.2	95.0	90.3	80.9	71.4	

Location	N: _____								Test hemisphere radius (m)	1.000
	31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	
Sound pressure level (dB)	91.2	89.9	76.7	83.0	82.2	82.4	76.8	66.5	55.8	
Sound power level (dB)	99.2	91.9	84.7	91.0	90.2	90.4	84.8	74.5	63.8	

Ilustración 6. Gráfico potencia acústica obtenidos para cada extractor en banda de 1/1 de frecuencia en Hz.  
Extractor 1 (izquierda) y extractor 2 (derecha).



<sup>4</sup> <http://www.causalsystems.com/>

## 5.2 RESULTADOS DE LA PROYECCIONES ACÚSTICAS.

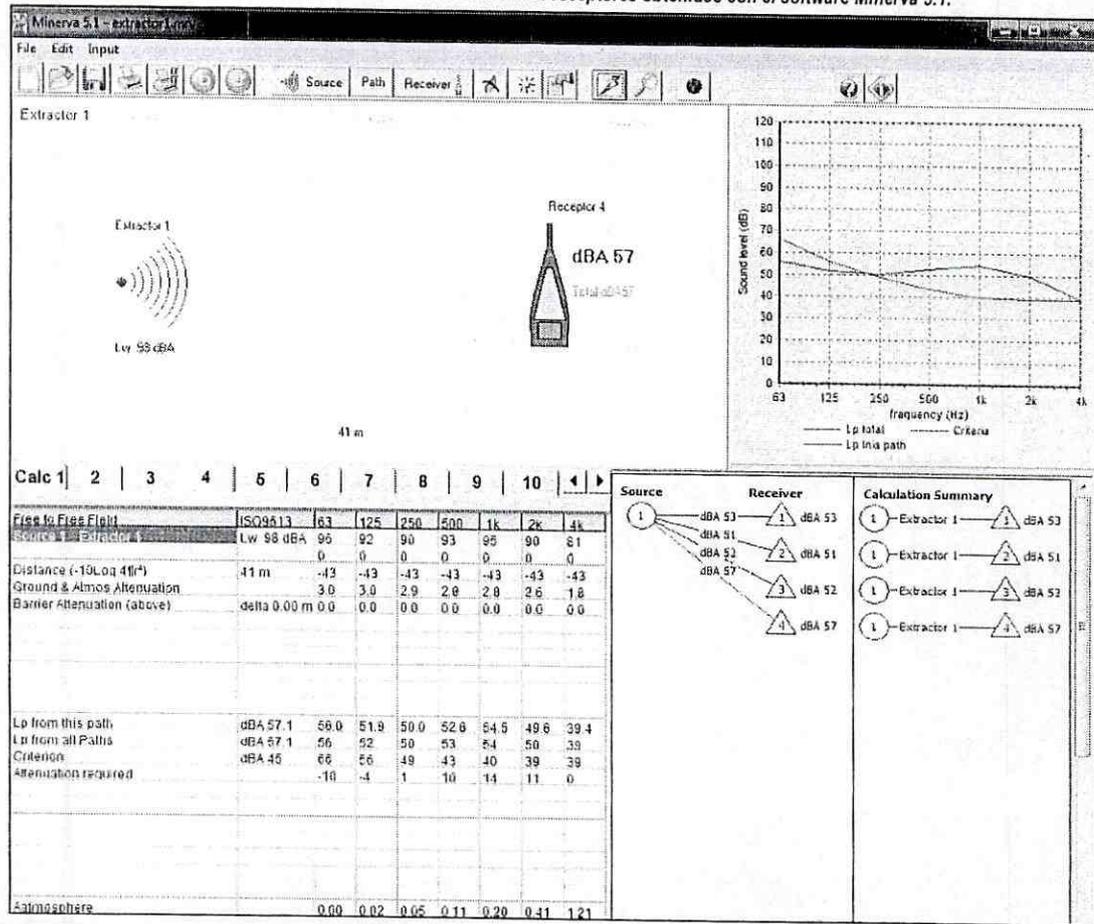
Se presenta a continuación, los resultados obtenidos de la operación exclusiva de las fuentes de ruido proyectadas hacia la fachada de los receptores más cercanos, mediante mediciones acústicas obtenidas en terreno y software especializado, Minerva 5.1.

*Tabla 4. Descripción de altura y distancia de los receptores a las fuentes de ruido.*

Rec.	Descripción	Altura Receptor (piso)	Distancia la descarga del Extractor		Altura Extractor (piso)
			Ext. 1	Ext. 2	
1	Edificio ubicado en Luis Thayer Ojeda N°479 - Edificio de 13 Pisos.	31,7 mts (13)	65 mts.	71 mts.	31 mts. (azotea)
2	Edificio ubicado en Luis Thayer Ojeda N°549 – Edificio de 12 Pisos.	29.2 mts. (12)	81 mts.	72 mts.	31 mts. (azotea)
3	Edificio ubicado en Luis Thayer Ojeda N°542 – Edificio de 7 Pisos.	19.2 mts. (7)	73 mts.	62 mts.	31 mts. (azotea)
4	Edificio ubicado en Hernando de Aguirre N°569 – Edificio de 17 Pisos.	29,2 mts. (12)	40 mts.	34 mts.	31 mts. (azotea)

**Contribución exclusiva de Extractor 1:**

Ilustración 7. Niveles de ruido de inmisión den los receptores obtenidos con el software Minerva 5.1.



Resultados obtenidos en la fachada de cada receptor, contribución exclusiva del extractor 1:

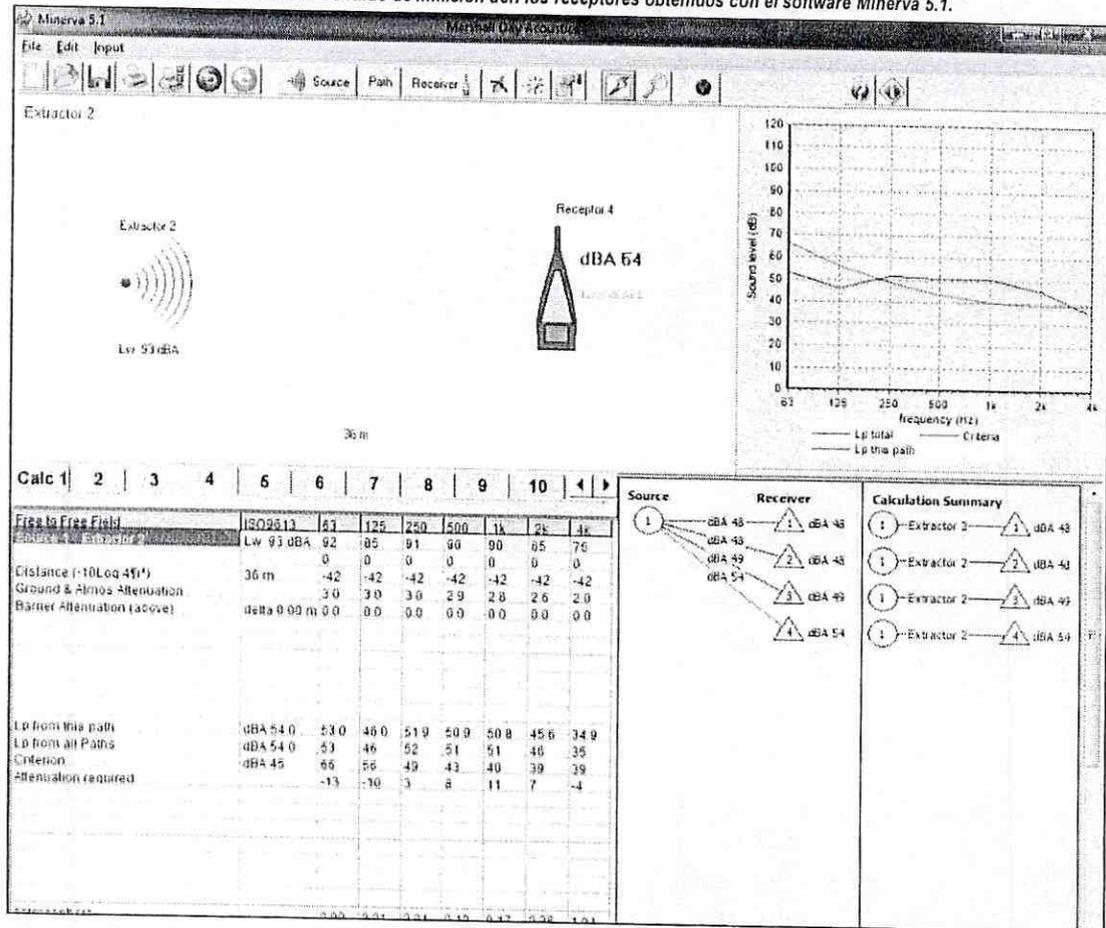
Tabla 5. Niveles de ruido proyectados a la fachada de los receptores más cercanos.

Receptor	Nivel de inmisión de ruido en fachada NPSeq
Receptor 1	53 dBA
Receptor 2	51 dBA
Receptor 3	52 dBA
Receptor 4	57 dBA

Se evidencia que el nivel de ruido más alto proyectado a la fachada se encuentra en el receptor 4 con 57 dBA de inmisión, debido a su cercanía al extractor 1 evaluado.

**Contribución exclusiva de Extractor 2:**

*Ilustración 8. Niveles de ruido de inmisión en los receptores obtenidos con el software Minerva 5.1.*



Resultados obtenidos en la fachada de cada receptor, contribución exclusiva del extractor 2:

*Tabla 6. Niveles de ruido proyectados a la fachada de los receptores más cercanos.*

Receptor	Nivel de inmisión de ruido en fachada NPSeq
Receptor 1	48 dBA
Receptor 2	48 dBA
Receptor 3	49 dBA
Receptor 4	54 dBA

Se evidencia que el nivel de ruido más alto proyectado a la fachada se encuentra en el receptor 4 con 54 dBA de inmisión, debido a su cercanía al extractor 2 evaluado.

De acuerdo a los resultados anteriores, a continuación se presenta la suma energética de la contribución exclusiva de ambos extractores a cada punto de inmisión para determinar el valor global en la fachada:

*Tabla 7. Niveles de ruido proyectados a la fachada de los receptores más cercanos. ((+) = suma energética)*

<b>Receptor</b>	<b>Nivel de Inmisión exclusiva cada extractor Sumados energéticamente NPSeq</b>	<b>Total NPSeq</b>
Receptor 1	53 dBA (+) 48 dBA	54.2 dBA
Receptor 2	51 dBA (+) 48 dBA	52.8 dBA
Receptor 3	52 dBA (+) 49 dBA	53.8 dBA
Receptor 4	57 dBA (+) 54 dBA	58.8 dBA

## 6 EVALUACIÓN BAJO NORMATIVA VIGENTE. SITUACIÓN ACTUAL.

### 6.1 EVALUACIÓN BAJO D.S. N°146/97 DEL MINSEGPRES.

La siguiente tabla, muestra la comparación de los niveles proyectados versus los máximos permisibles según el D.S.N°146/97 del MINSEGPRES, ubicado y homologado en zona I.

El escenario comparativo corresponde a la normal operación del funcionamiento simultáneo de los extractores en la fachada de cada receptor.

Tabla 8. Nivel de Presión Sonora medido en comparación con los máximos permisibles según D.S. 146/97 en los puntos de evaluación. Zona I.

Punto de Evaluación Receptor	N.P.C. dBA Proyectado Fachada	Evaluación D.S.N°146/97 MINSEGPRES ZONA I	
		Máximo permisible N.P.C. = 55 dBA Diurno ¿Cumple?	Máximo permisible N.P.C. = 45 dBA Nocturno ¿Cumple?
Receptor 1	54.2 dBA	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple, excede en 9.2 dBA</b>
Receptor 2	52.8 dBA	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple, excede en 7.8 dBA</b>
Receptor 3	53.8 dBA	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple, excede en 8.8 dBA</b>
Receptor 4	58.8 dBA	<b>No Cumple, excede en 3.8 dBA</b>	<b>No Cumple, excede en 13.8 dBA</b>

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece que los niveles de ruido producidos por la normal operación de ambos extractores, NO Cumple con los niveles máximos permisibles en el los 4 puntos evaluados para periodo nocturno y en solo en el punto 4 para periodo diurno; según la evaluación bajo el D.S.N°146/97 del MINSEGPRES.

En el capítulo que sigue a continuación, se presentarán a nivel de ingeniería conceptual las medidas de control que se deben considerar para establecer los niveles de ruido bajo los máximos permisibles para Zona I según evaluación D.S. 146/97 del MINSEGPRES.

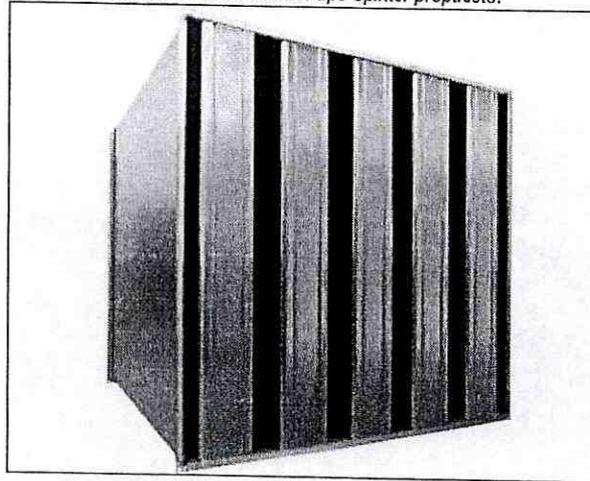
## 7 MEDIDAS DE CONTROL DE RUIDO.

A continuación se presentan las soluciones acústicas, a nivel de ingeniería conceptual, que deben ser implementadas, con el fin de cumplir el D.S. N°146/97 del MINSEGPRES, para horario diurno:

### 7.1 SILENCIADOR DESCARGA DE EXTRACTOR DE AIRE.

Para la descarga de cada uno de los extractores, se debe implementar un silenciador tipo Splitter. Estos dispositivos se utilizan para suavizar el flujo turbulento y son instalados entre el ventilador y el vano de salida ó entrada de aire. Este consiste en celdas paralelas y debe ser revestida con material absorbente para reducir el ruido directo incidente del motor, ventilador y otros. Este silenciador es clasificado como disipativo, y el cálculo de su atenuación se realiza utilizando las variables geométricas de espesor, largo del ducto, espesor del material absorbente, densidad del gas, velocidad del sonido en el gas, velocidad de flujo a través del ducto. Para obtener el valor de atenuación, se utilizan los ábacos de ducto con revestimiento.

Ilustración 9. Silenciador tipo Splitter propuesto.



Se entrega el nivel de atenuación por banda para cada silenciador:

Tabla 9. Niveles de atenuación de ruido por bandas de octava de frecuencia para cada uno de los extractores.

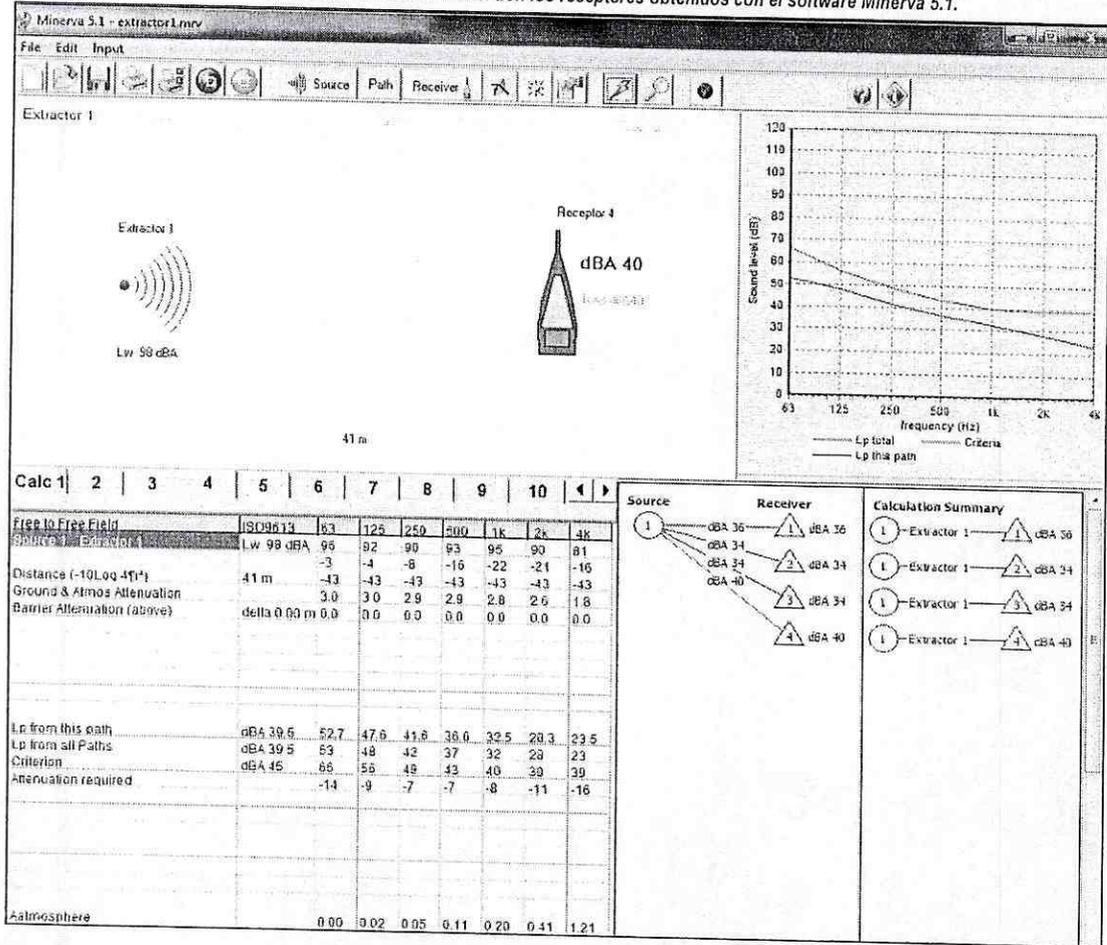
Fuente	Frecuencia en 1/1 octava Hz. Vs. IL en dB							IL <sup>5</sup> Global dBA
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
Silenciador Splitter extractor 1	3	4	8	16	22	21	16	17
Silenciador Splitter extractor 2	1	2	6	14	21	19	14	14

<sup>5</sup> IL: Insertion Loss; corresponde a la diferencia de dos niveles de presión sonora medidos en el mismo punto, antes y después de insertar el silenciador.

## 7.2 RESULTADOS ESPERADOS CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN IMPLEMENTADAS.

Contribución exclusiva de Extractor 1 con silenciador implementado:

Ilustración 10. Niveles de ruido de inmisión en los receptores obtenidos con el software Minerva 5.1.



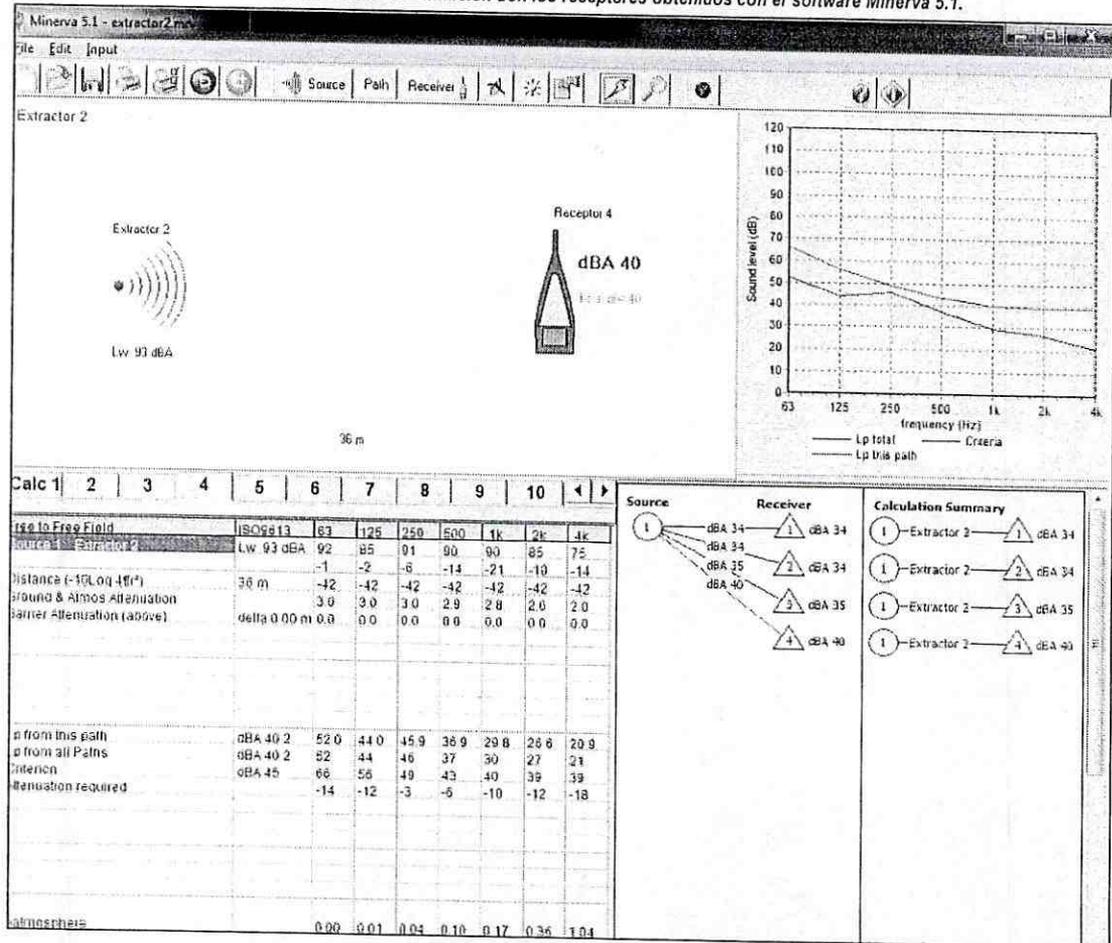
Resultados obtenidos en la fachada de cada receptor, contribución exclusiva del extractor 1, con silenciador tipo splitter implementado:

Tabla 10. Niveles de ruido proyectados a la fachada de los receptores más cercanos.

Receptor	Nivel de inmisión de ruido en fachada NPSeq
Receptor 1	36 dBA
Receptor 2	34 dBA
Receptor 3	34 dBA
Receptor 4	40 dBA

**Contribución exclusiva de Extractor 2 con silenciador implementado:**

Ilustración 11. Niveles de ruido de inmisión den los receptores obtenidos con el software Minerva 5.1.



Resultados obtenidos en la fachada de cada receptor, contribución exclusiva del extractor 2, con silenciador tipo splitter implementado:

Tabla 11. Niveles de ruido proyectados a la fachada de los receptores más cercanos.

Receptor	Nivel de inmisión de ruido en fachada NPSeq
Receptor 1	36 dBA
Receptor 2	34 dBA
Receptor 3	35 dBA
Receptor 4	40 dBA

De acuerdo a los resultados anteriores, a continuación se presenta la suma energética de la contribución exclusiva de ambos extractores a cada punto de inmisión para determinar el valor global en la fachada, con las soluciones acústicas implementadas:

*Tabla 12. Niveles de ruido proyectados a la fachada de los receptores más cercanos. ((+) = suma energética)*

<b>Receptor</b>	<b>Nivel de Inmisión exclusiva cada extractor Sumados energéticamente NPSeq</b>	<b>Total NPSeq</b>
Receptor 1	36 dBA (+) 36 dBA	39 dBA
Receptor 2	34 dBA (+) 34 dBA	37 dBA
Receptor 3	34 dBA (+) 35 dBA	37.5 dBA
Receptor 4	40 dBA (+) 40 dBA	43 dBA

## 8 EVALUACIÓN BAJO NORMATIVA VIGENTE CON SOLUCIONES ACÚSTICAS IMPLEMENTADAS.

### 8.1 EVALUACIÓN BAJO D.S. N°146/97 DEL MINSEGPRES.

La siguiente tabla, muestra la comparación de los niveles proyectados versus los máximos permisibles según el D.S.N°146/97 del MINSEGPRES, ubicado y homologado en zona I. con soluciones acústicas implementadas.

El escenario comparativo corresponde a la normal operación del funcionamiento simultáneo de los extractores en la fachada de cada receptor.

Tabla 13. Nivel de Presión Sonora medido en comparación con los máximos permisibles según D.S. 146/97 en los puntos de evaluación. Zona I.

Punto de Evaluación Receptor	N.P.C. dBA Proyectado Fachada	Evaluación D.S.N°146/97 MINSEGPRES ZONA I	
		Máximo permisible N.P.C. = 55 dBA Diurno ¿Cumpliría?	Máximo permisible N.P.C. = 45 dBA Nocturno ¿Cumpliría?
Receptor 1	39 dBA	Cumpliría	Cumpliría
Receptor 2	37 dBA	Cumpliría	Cumpliría
Receptor 3	37.5 dBA	Cumpliría	Cumpliría
Receptor 4	43 dBA	Cumpliría	Cumpliría

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece que los niveles de ruido producidos por la normal operación de ambos extractores con soluciones acústicas implementadas, Cumpliría con los niveles máximos permisibles en los 4 puntos evaluados, en ambos horarios; según la evaluación bajo el D.S.N°146/97 del MINSEGPRES.

## 9 CONCLUSIONES.

En el presente informe, fue evaluado el normal funcionamiento de los extractores de azotea del "Edificio Alcázar", ubicado (de 11 pisos), ubicado en la calle Luis Thayer Ojeda N°530, Comuna de Providencia, Santiago, Chile. La evaluación se efectuó tanto para horario diurno como nocturno.

Según los resultados obtenidos, se encontró un incumplimiento los puntos de evaluación punto de evaluación correspondientes a los receptores más cercanos y por ende más sensibles comparado con los niveles máximos permisibles según la normativa nacional vigente. Debido a esta evaluación, fueron propuestas medidas de control de ruido (silenciadores tipo Splitter), a nivel de ingeniería conceptual, a las fuentes causantes de los niveles excesivos.

Además, se recomienda complementar esta solución con amortiguadores en la estructura soportante, con el fin de evitar futuros problemas de emisión de ruido estructural provocados por el movimiento intrínseco de los equipos.

La implementación de las soluciones acústicas mencionadas anteriormente aseguraría el cumplimiento bajo D.S. N°146/97 del MINSEGPRES, producto del normal funcionamiento de los ventiladores de extracción de aire, en los puntos de evaluación para los horarios evaluados.



**Oscar Contador Villagra**  
**Gerente de Proyectos**

*Ingeniero Civil en Sonido y Acústica (UT de Chile)*  
*Postitulo® en Prevención de Riesgos Laborales y Medio Ambiente (U.T.F.S.M.)*  
**Contador y Campos Ingeniería Limitada**

## 10 INSTRUMENTAL UTILIZADO.

- Sonómetro Integrador marca SoftdB modelo Piccolo
- Pistófono calibrador marca 01dB modelo CAL02
- Software de proyección acústica Minerva 5.1

## 11 NORMAS y DOCUMENTOS UTILIZADOS.

- **CEI 61672-1 (2002) / NF EN 60651 (2000) / NF EN 60804 (2000) CEI 1260 (1995) / ANSI 1.11 / ANSI 1.4 CEM / EMC EN 50081-1 and 2 / EN 50082-1 and 2 / CEI / IEC 61000 - Integrating Sound Level Meter.**
- **Decreto Supremo N°146/97:** *Norma de emisiones de ruidos molestos generados por fuentes fijas*, 17 de abril de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.
- **ISO 3746:1996** "*Acoustics-Determination of sound power levels of noise sources-Survey method*".
- **ISO 9613 Part I y II** "*Attenuation of sound during propagation outdoors*".

## 12 ANEXO 1 – DEFINICIONES ACÚSTICAS.

Se presentan a continuación definiciones acústicas, las cuales fueron mencionadas en el presente informe, cuyo fin es entregar al cliente una introducción teórica a la metodología de trabajo y de los conceptos utilizados para la comparación de los niveles de ruido con las normativas evaluadas en este documento:

a) **Decibel (dB):** Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

b) **Decibel A (dB(A)):** Es el nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A.

c) **Fuente Emisora de Ruido:** Toda actividad, proceso, operación o dispositivo que genere, o pueda generar, emisiones de ruido hacia la comunidad.

d) **Fuente Fija Emisora de Ruido:** Toda fuente emisora de ruido diseñada para operar en un lugar fijo o determinado. No pierden su calidad de tal las fuentes que se hallen montadas sobre un vehículo transportador para facilitar su desplazamiento.

e) **Nivel de Presión Sonora (NPS ó SPL):** Se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática:

$$NPS = 20 \text{ Log } \frac{(P1)}{P}$$

en que:

P1: valor efectivo de la presión sonora medida.

P: valor efectivo de la presión sonora de referencia, fijado en  $2 \times 10^{-5}$  [N/m<sup>2</sup>]

f) **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq, ó Leq):** Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

g) **Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS<sub>máx</sub> ó SPL<sub>máx</sub>):** Es el NPS más alto registrado durante el período de medición.

h) **Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC):** Es aquel nivel de presión sonora que resulte de las correcciones establecidas en la presente norma.

i) **Receptor:** Persona o personas afectadas por el ruido.

**j) Respuesta Lenta:** Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento.

**k) Ruido Estable:** Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango inferior o igual a 5 dB(A) Lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto.

**l) Ruido Fluctuante:** Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dB(A) Lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto.

**m) Ruido Imprevisto:** Es aquel ruido fluctuante que presenta una variación de nivel de presión sonora superior a 5 dB(A) Lento en un intervalo no mayor a un segundo.

**n) Ruido de Fondo:** Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente fija a medir.

**ñ) Ruido Ocasional:** Es aquel ruido que genera una fuente emisora de ruido distinta de aquella que se va a medir, y que no es habitual en el ruido de fondo.

**o) Zona I:** Aquella zona cuyos usos de suelo permitidos de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponden a: habitacional y equipamiento a escala vecinal.

**p) Zona II:** Aquella zona cuyos usos de suelo permitidos de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponden a los indicados para la Zona I, y además se permite equipamiento a escala comunal y/o regional.

**q) Zona III:** Aquella zona cuyos usos de suelo permitidos de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponden a los indicados para la Zona II, y además se permite industria inofensiva.

**r) Zona IV:** Aquella zona cuyo uso de suelo permitido de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponde a industrial, con industria inofensiva y/o molesta.

### 13 ANEXO 2 - PROPAGACIÓN SONORA (EXTRACTO, ISO 9613 PARTES I y II).

Los Niveles de Presión Sonora (NPS) en los puntos receptores más sensibles a las emisiones, producto de ruidos generados por las actividades intrínsecas de la fuente, pueden obtenerse a través de modelaciones del ambiente sonoro.

La metodología de modelación se basa en la normativa **ISO 9613**<sup>6</sup>, partes 1 y 2.

Esta norma internacional especifica un método ingenieril para calcular la atenuación de sonido durante la propagación en exteriores para predecir los niveles de ruido ambiental a una distancia de una variedad de fuentes. El método predice el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (como se describe en las partes 1 a la 3 de ISO 1996) bajo condiciones meteorológicas favorables para la propagación a partir de fuentes de emisión de sonido conocido.

Estas condiciones son para propagación con bajo viento, como se especifica en 5.4.3.3 de ISO 1996-2:1987 ó equivalentemente propagación bajo inversión de temperatura, tal como ocurre comúnmente en la noche. Las condiciones de inversión sobre superficies de agua no son cubiertas y pueden resultar en niveles de presión sonora más altos como se predice en esta parte de ISO 9613.

El método de cálculo además predice un promedio de nivel de presión sonora ponderado A como se especifica en ISO 1996-1 y ISO 1996-2. El promedio de nivel de presión sonora ponderado A abarca niveles para una amplia variedad de condiciones meteorológicas.

El método especificado en la parte 2 de ISO 9613 consiste específicamente de algoritmos de banda de octava (con frecuencias centrales nominales a partir de 63 Hz y hasta 8 kHz) para calcular la atenuación de sonido el cual se origina a partir de una fuente puntual ó un grupo de fuentes puntuales. La fuente (ó fuentes) pueden estar en movimiento ó estacionarias. Los términos específicos son proporcionados en los algoritmos para los siguientes efectos físicos:

- Divergencia geométrica
- Absorción atmosférica
- Efecto del suelo
- Reflexiones de superficies
- Apantallamiento por obstáculos.

Información adicional concerniente a la propagación a través de casas, bosques y sitios industriales están dadas en el anexo A de dicha normativa.

Este método de cálculo es aplicable en la práctica a una gran variedad de fuentes y ambiente de ruido. Es aplicable, directa o indirectamente, a muchas situaciones concernientes a tráfico rodado ó de ferrocarriles, fuentes de ruido industrial, actividades de construcción y muchas otras fuentes de ruido. Esto no es aplicable a ruido de aviones en vuelo ó ondas explosiones de la minería ó militares u operaciones similares.

<sup>6</sup>ISO 9613 Parte I y II "Attenuation of sound during propagation outdoors".

Para aplicar el método de esta parte de ISO 9613, varios parámetros necesitan ser conocidos con respecto a la geometría de la fuente y del ambiente, las características de la superficie del suelo, y de la fuerza de la fuente en términos de niveles de presión sonora en bandas de octava para direcciones relevantes a la propagación.

La precisión del método y las limitaciones de este uso en la práctica están descritas en la parte 9. El nivel de presión sonora continua equivalente por bandas de octava downwind,  $L_{rT}$  (DW), debe ser calculado para cada fuente puntual y sus fuentes imagen, y por cada banda de octava con la frecuencia central nominal desde 63 Hz y hasta 8kHz a partir de la ecuación:

$$L_{rT} \text{ (DW)} = L_w + D_c - A$$

donde:

- $L_w$  es el nivel de potencia sonora por bandas de octava, en decibeles, producido por la fuente sonora puntual relativo a una potencia sonora de referencia de 1 picowatt (1pW);
- $D_c$  es la corrección por directividad, en decibeles, esto describe la extensión por la cual el nivel de presión sonora continuo equivalente a partir de una fuente puntual desvía en una dirección específica a partir del nivel de una fuente sonora puntual omnidireccional produciendo un nivel de potencia sonora  $L_w$ ,  $D_c$  es igual al índice de directividad  $D_i$  de una fuente puntual más un índice  $D_0$  acorde con la propagación de sonido en ángulos sólidos menores que  $4\pi$  estereoradianes; para una fuente puntual omnidireccional radiando en el espacio libre,  $D_c = 0$  dB;
- $A$  es la atenuación por bandas de octava, en decibeles, esta ocurre durante la propagación desde una fuente sonora puntual hasta el receptor.

La letra A significa atenuación en esta parte de ISO 9613 excepto en subíndices, donde indica ponderación A de frecuencia. Los niveles de potencia sonora pueden ser determinados a partir de mediciones, por ejemplo como se describe en ISO 3740 (para maquinaria) ó en ISO 8297 (para industriales).

El término de atenuación A está dado por la ecuación:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

donde

- $A_{div}$  atenuación debido a la divergencia geométrica (ver 7.1);
- $A_{atm}$  atenuación debido a la absorción atmosférica (ver 7.2);
- $A_{gr}$  atenuación por efecto del suelo (ver 7.3);
- $A_{bar}$  atenuación por efecto de barreras (ver 7.4);
- $A_{misc}$  atenuación por otros efectos similares (ver anexo A).

En la actualidad existen softwares que permiten realizar los cálculos asociados a la ISO-9613. En este caso en particular, el software utilizado para llevar a cabo la modelación, corresponde a SoundPlan 6.3, el cual incorpora las características de emisión acústica de las fuentes de ruido, permitiendo estimar la radiación sonora de dichos elementos hacia el exterior. Para el desarrollo del cálculo, la temperatura se fijó en 10°C y la humedad relativa en 80%, viento a favor de la propagación de 4 m/s, constituyendo un escenario desfavorable por la baja atenuación de la propagación de la onda sonora, debido a los efectos de estos factores meteorológicos.

#### 14 ANEXO 3 - MÉTODO DE OBTENCIÓN DE POTENCIA SONORA (LW) (ISO 3746:1996).

Según las dimensiones de la fuente a evaluar, se debe elegir una superficie hipotética hemisférica que envuelva a la fuente a una cierto radio (recomendado @ 1 [m] cuando existan las condiciones), donde se realizarán las medidas de nivel de presión sonora ponderado en dB(A) (NPSeq dB(A)).

Además, se debe especificar las condiciones de carga y operación de la fuente y el nivel de presión sonora ponderado en dB(A) del ruido de fondo. Si éste alcanza un valor entre 3 a 10 dB(A) bajo los valores de la fuente en los puntos de medición, se debe hacer una corrección y no puede haber una diferencia menor a 3 dBA entre la fuente y el ruido de fondo.

Luego de obtener los niveles de presión sonora ponderado en dB(A) en los puntos de medición, se debe calcular el nivel de presión sonora de superficie a partir de la siguiente ecuación:

$$\overline{L_{pA}} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1 L_{pAi}} \right]$$

Donde

- $\overline{L_{pA}}$  es el nivel de presión sonora de superficie ponderado en dB(A), con una referencia de 20µPa.
- $L_{pAi}$  es nivel de presión sonora ponderado en A en la i-esima posición de medición, en decibeles con una referencia de 20µPa.
- $N$  es el número total de posiciones de mediciones.

Posteriormente debe calcularse el nivel de potencia sonora mediante la siguiente ecuación:

$$L_{wa} = L_{pA} + 10 \log_{10}(2\pi r^2) \text{ (dB)}$$

Donde

- $L_{pA}$  es el nivel de presión sonora de superficie ponderado en dB(A), entregado del calculo realizado anteriormente.
- $r$  es la distancia de medición [m]

15 ANEXO 4 – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.



**CONSTAT DE VERIFICATION**  
**VERIFICATION CERTIFICATE**

N° CV-DTE-T-10-PVE-50064  
Contador y Campos Consultores Acústicos

DELIVRE A / ISSUED FOR

**INSTRUMENT VERIFIE**  
**CHECKING INSTRUMENT**

Designation / Designation	Sonomètre Intégrateur / Integrator Sound Level Meter		
Constructeur / Manufacturer	G1dB Metrauh		
Type / Type	SOLD 02	N° de serie / Serial number	40557
		N° d'identification / Identification number	
		Date d'émission	07/10/10

Ce constat comprend 5 pages / This certificate includes 5 pages

**LE RESPONSABLE METROLOGIQUE**  
**DU LABORATOIRE**  
**THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY**

Philippe POURTAU



LA REPRODUCTION DE CE CONSTAT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.  
THIS CHECKING REPORT MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN FULL BY PHOTOGRAPHIC PROCESSES.

CE DOCUMENT NE PEUT PAS ETRE UTILISE EN L'OUVERTURE D'UN CERTIFICAT DETACHEMENT. CE DOCUMENT EST REALISE SUIVANT LES RECOMMANDATIONS DU PROTOCOLE DE DOCUMENTATION X 07-011.  
THIS DOCUMENT CAN'T BE USED AS CALIBRATION CERTIFICATE. THIS DOCUMENT IS MADE WITH STANDARDS OF OUR ORGANIZATION.

© 2010 AREVA



TYPE 1 0036 0477 2010





**CERTIFICAT DE CONFORMITE**  
**CONFORMITY CERTIFICATE**

Nous, fabricant  
*We, manufacturer*

**01dB-Metravib**  
200, Chemin des Ormeaux  
F 69578 LIMONEST Cedex- FRANCE

déclarons sous notre seule responsabilité que le produit suivant :  
*declare under our own responsibility that the following equipment*

Désignation : <i>Designation</i>	<b>Sonomètre</b> <i>Sound-level meter</i>
Référence : <i>Reference</i>	SOLD 02
Numéro de série : <i>Serial Number</i>	40557

est conforme aux dispositions des normes suivantes :  
*complies with the requirements of the following standards :*

	Nomme <i>Standard</i>	Classe <i>Class</i>	Edition de <i>Edition of</i>
<b>Sonomètre :</b> <i>Sound-level meter :</i>	IEC 60651	2	10-2000
	IEC 60804	2	10-2000
	IEC 61672-1	2	05-2002
	IEC 1260	2	07-1995
	ANSI S1.11		2004
	ANSI S1.4	2	2001

et répond en tout point, après vérification et essais, aux exigences spécifiées, aux normes et règlements applicables, sauf exceptions, réserves ou dérogations énumérées dans la présente déclaration de conformité.

*After testing and verification, this device satisfies all specified requirements and applicable standards and regulations barring exceptions, reservations, or exemptions listed in this certificate of conformity.*

Date <i>Date</i>	Responsable métrologique du laboratoire <i>The metrological head of the laboratory:</i>
07/10/10	Philippe POURTAU

01 dB - Metravib



**01dB Acústica**  
NIG - Centre des Ombres  
F-65710 LAMOTHE France FRANCE

Designation: Calibres acoustiques  
Description: Source calibrée

Reference: CMI2 0044

et conforme aux dispositions des normes suivantes:  
is compliant with the requirements of the following standards:

Norme	Date	Titre de la norme
Calibres acoustiques	1992-03-02	2 2002
Source calibrée	1992-03-02	2 2002
Compétence	ISO 9001:2004	2002 - 2004

Il est attesté que l'état, après vérification et réglage, des instruments spécifiés, est conforme aux exigences indiquées, sauf exception, observée ou constatée, sur les états de conformité déclarés en déclaration.

After testing and verification, this device satisfies all specified requirements and operates according to the requirements during operation. No exception or non-compliance has been observed in the conformity of conformity.

Date: 2008  
Signature: *Philippe PERRIN*  
Fonction: Responsable technique de la Laboratoire  
Marché de la tête de la Laboratoire  
Philippe PERRIN

**DELTA A**  
SOLUTION

**Contador y Campos Consultores Acústicos**

**INSTRUMENT VERIFIÉ**  
**INSTRUMENT CHECKED**

Designation: Calibres  
Description: Source calibrée

Compétence: ISO 9001:2004

Type: CMI2  
Spécification: 0044

N° de série: 0044  
Date d'émission: 06-09-08

Le responsable technique  
The responsible person

**LE RESPONSABLE METROLOGIQUE**  
**THE RESPONSIBLE**

*Philippe Perrin*  
Philippe Perrin

01dB