

JCSE ANTONIO NTOLAYA DE PABLO
PADRE MARIANU N° 181, PISO 5
PROVIDENCIA
RES EX N° 1/ROL D-006-2015 9

CONS. RUC
ANTOLAYA LTE
RUT: 76.910.360.0

29 MAY 2015

FACTURA
EN REVISTA

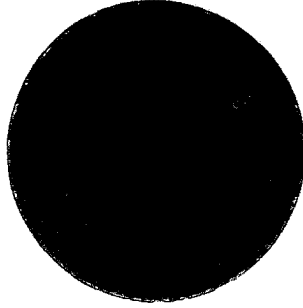
555666132
9 CARTA CERTIFICAD
A PRIORITARIA (EMP
RESAS)

9^o \$0

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE



3072633085423



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile



EVALUACIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO

FAENAS DE CONSTRUCCIÓN
EDIFICIO SMART LIFE
COMUNA DE ÑUÑO A, REGIÓN METROPOLITANA

PREPARADO PARA:



PROYECTO N°: P2566				
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORACIÓN	APROBACIÓN
A	26.07.2013	Elaboración Inicial	RPF	

SANTIAGO, JULIO DE 2013

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción	3
2	Objetivos	3
2.1	Objetivo general.....	3
2.2	Objetivos específicos.....	3
3	Ubicación y descripción del Proyecto	4
4	Normativas	4
4.1	D.S. N° 146/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES).....	4
4.2	ISO 9613 Parte 2	6
5	Puntos de medición	7
5.1	Ubicación de los puntos de medición.....	7
5.2	Zonificación de los puntos de medición	8
6	Metodología.....	9
7	Resultados.....	10
7.1	Monitoreo de Niveles de Presión Sonora.....	10
7.2	Niveles de Presión Sonora sin influencia de las obras del Proyecto.....	11
7.3	Niveles de Presión sonora de las Fuentes de Ruido	12
7.4	Proyecciones de Niveles de Presión Sonora	14
8	Evaluación de resultados.....	14
9	Recomendaciones.....	15
9.1	Recomendaciones generales	15
9.2	Medidas de control de ruido.....	16
10	Conclusiones.....	22
11	Instrumental utilizado.....	23
12	Revisión bibliográfica.....	23
13	Profesionales participantes.....	23
14	Glosario	23
ANEXO I.....		25
ANEXO II.....		28

ANEXO III.....	33
----------------	----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación del Proyecto.....	4
Ilustración 2: Puntos de medición.....	7
Ilustración 3: Fotografías de los puntos de medición.....	8
Ilustración 4: Ubicación de puntos y zonificación según Plan Regulador Comunal (PRC) de Ñuñoa.....	8
Ilustración 5: Fotografías fuentes de ruido en el área del Proyecto.....	12
Ilustración 6: Croquis fuentes de ruido medidas al interior del área del Proyecto.....	13
Ilustración 7: Ejemplo de semi-encierro acústico de paneles móviles sin cara superior.....	17
Ilustración 8: Recomendación túnel acústico.....	17
Ilustración 9: Referencia conceptual de túnel acústico para camión mezclador de hormigón.....	18
Ilustración 10: Se deja parte del encierro translucido (sólo gráficamente) de forma a una mejor visualización del mismo.....	18
Ilustración 11: Efecto de sombra acústica.....	20
Ilustración 12: Recomendación Barrera perimetral.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de usos de suelo permitidos para cada tipo de zona según D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES.....	5
Tabla 2: Corrección sobre los Niveles de Presión Sonora medidos.....	5
Tabla 3: Corrección por Ruido de Fondo.....	5
Tabla 4: Niveles máximos permisibles de Presión Sonora Corregidos (NPC) según D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES.....	6
Tabla 5: Ubicación y descripción de los puntos de medición.....	7
Tabla 6: Zonificación y niveles máximos permitidos según D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES.....	9
Tabla 7: Resumen de los niveles de ruido. Periodo diurno.....	10
Tabla 8: Resumen de los niveles de sin influencia del Proyecto.....	11
Tabla 9: Resumen de los niveles de ruido. Periodo diurno.....	12
Tabla 10: Distancia entre las fuentes de ruido y los receptores.....	14
Tabla 11: Niveles de Presión Sonora por bandas de octava de fuentes medidas al interior del área del Proyecto.....	14
Tabla 12: NPC proyectados a fachada del recinto receptor.....	14
Tabla 13: Evaluación de los NPC obtenidos en cada punto para periodo diurno.....	15

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resumen de Niveles NPS_{eq} , mediciones de ruido.....	11
---	----

1 INTRODUCCIÓN

La construcción del Proyecto Inmobiliario "*Edificio Smart Life*"(en adelante Proyecto) ubicado en Av. José Pedro Alessandri #61, comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, tiene relacionadas faenas de construcción que modificarán el ambiente sonoro en los sectores aledaños a las obras, pudiendo ocasionar molestias en los lugares habitados cercanos sensibles al ruido, y que se encuentren ubicados en el Área de Influencia Directa (AID) del Proyecto.

El siguiente estudio consistió en la obtención de los valores de niveles de ruido generados por dicho Proyecto en periodo diurno, durante el mes de julio de 2013. Los niveles fueron comparados con los máximos permitidos establecidos por el Decreto Supremo N° 146/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República (D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES).

En caso de incumplimiento, se recomendarán medidas de mitigación a nivel conceptual que contribuyan a minimizar el impacto generado, las que deberán ser implementadas a la brevedad posible por la empresa constructora.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar los niveles de ruido generados durante la construcción del Proyecto Inmobiliario "*Edificio Smart Life*", de acuerdo a la normativa vigente en materia de ruido correspondiente al D.S. N°146/97 del MINSEGPRES.

2.2 Objetivos específicos

- Efectuar mediciones de los niveles de ruido en los receptores catalogados como sensibles.
- Identificar las principales fuentes emisoras de ruido participantes en la etapa de construcción del Proyecto.
- Efectuar mediciones de ruido a las fuentes identificadas como generadoras de ruido.
- Efectuar proyecciones de los niveles de ruido obtenidos al interior de las faenas hacia los receptores, en caso de que los niveles de ruido de fondo sean demasiado altos, de manera que impida una evaluación directa en los receptores.
- Proponer medidas de control de ruido a nivel conceptual en caso de incumplimiento, con el fin de minimizar el impacto acústico y cumplir con los límites máximos permisibles.

3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de un edificio de 18 pisos más 3 niveles de subterráneos, el cual será destinado al uso habitacional. El proyecto se encuentra ubicado en la Av. Pedro Alessandri N° 61, Comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana.

La siguiente ilustración detalla la ubicación del Proyecto.

Ilustración 1: Ubicación del Proyecto.



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2013.

4 NORMATIVAS

4.1 D.S. N°146/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES)

Esta normativa establece los niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas, la cual fue publicada el 17 de abril de 1998, por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

Para determinar los Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonoros Corregidos NPC, se debe establecer el tipo de zona en la cual se encuentra cada punto de evaluación. Para esto se deben revisar los distintos instrumentos de planificación territorial. A continuación, se entrega la descripción de cada zona.

Tabla 1: Descripción de usos de suelo permitidos para cada tipo de zona según D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES.

Tipo de Zona	Descripción
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.
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.
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.
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.
Zona Rural	Aquella ubicada al exterior del límite urbano establecido en el Instrumento de Planificación respectivo.

Para las mediciones internas se aplicarán las siguientes correcciones:

Tabla 2: Corrección sobre los Niveles de Presión Sonora medidos.

Condición	Corrección [dB(A)]
Ventana abierta	+05
Ventana cerrada	+10

Además se determina una corrección por ruido de fondo, la cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3: Corrección por Ruido de Fondo.

Diferencia aritmética entre el nivel de presión sonora obtenido de la emisión de la fuente fija y el nivel de presión sonora del ruido de fondo [dB(A)]	Corrección [dB(A)]
10 o más	0
de 6 a 9	-1
de 4 a 5	-2
3	-3
Menos de 3	Medición Nula

Finalmente, los Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) que se obtengan de la emisión de una fuente emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán exceder los valores de la siguiente tabla:

Tabla 4: Niveles máximos permisibles de Presión Sonora Corregidos (NPC) según D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES.

Tipo de Zona	Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC) Máximo Permitido, en [dB(A)]	
	Periodo diurno 7:00 a 21:00 horas	Periodo nocturno 21:00 a 7:00 horas
Zona I	55	45
Zona II	60	50
Zona III	65	55
Zona IV	70	70
Zona Rural	Nivel de Ruido de Fondo + 10[dB]	

4.2 ISO 9613 Parte 2

En la ISO 9613 parte 2 se especifica un método ingenieril para calcular la atenuación de sonido durante la propagación en exteriores, esto con el fin de predecir los niveles de ruido ambiental a una distancia conocida para distintos tipos de fuentes. Este método predice el Nivel de Presión Sonora Equivalente (NPS_{eq}) con ponderación A bajo condiciones meteorológicas favorables para la propagación a partir de fuentes de emisión de sonido conocido.

El método descrito en esta parte de ISO 9613 consiste específicamente de algoritmos de banda de octava para calcular la atenuación de sonido el cual se origina a partir de una fuente puntual o un grupo de fuentes puntuales, las cuales pueden estar en movimiento o estacionarias.

La fórmula para calcular el NPS_{eq} viene dada de la siguiente expresión:

$$L_{fT}(DW) = L_{w+D_c} - A \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

L_w : Nivel de potencia sonora por bandas de octava, en [dB]

D_c : Corrección por directividad, en [dB],

A : Atenuación por bandas de octava, en [dB], la cual ocurre durante la propagación desde una fuente sonora puntual hasta el receptor.

El termino de atenuación A esta dado por la ecuación:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

A_{div} : Atenuación debido a la divergencia geométrica;

A_{atm} : Atenuación debido a la absorción atmosférica;

A_{gr} : Atenuación por efecto del suelo;

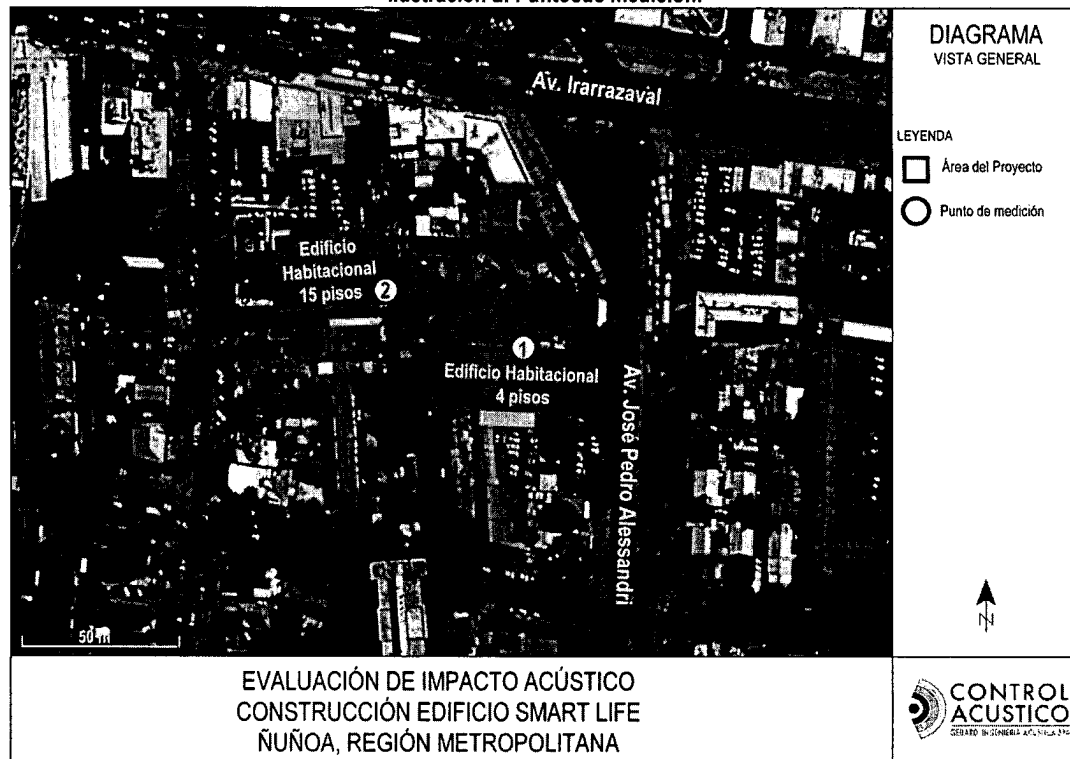
A_{bar} : Atenuación por efecto de barreras.

5 PUNTOS DE MEDICIÓN

5.1 Ubicación de los puntos de medición

En este capítulo se entrega la ubicación y descripción de los puntos de medición de ruido, los cuales fueron seleccionados según la cercanía de éstos al área del Proyecto.

Ilustración 2: Puntos de medición.



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2013.

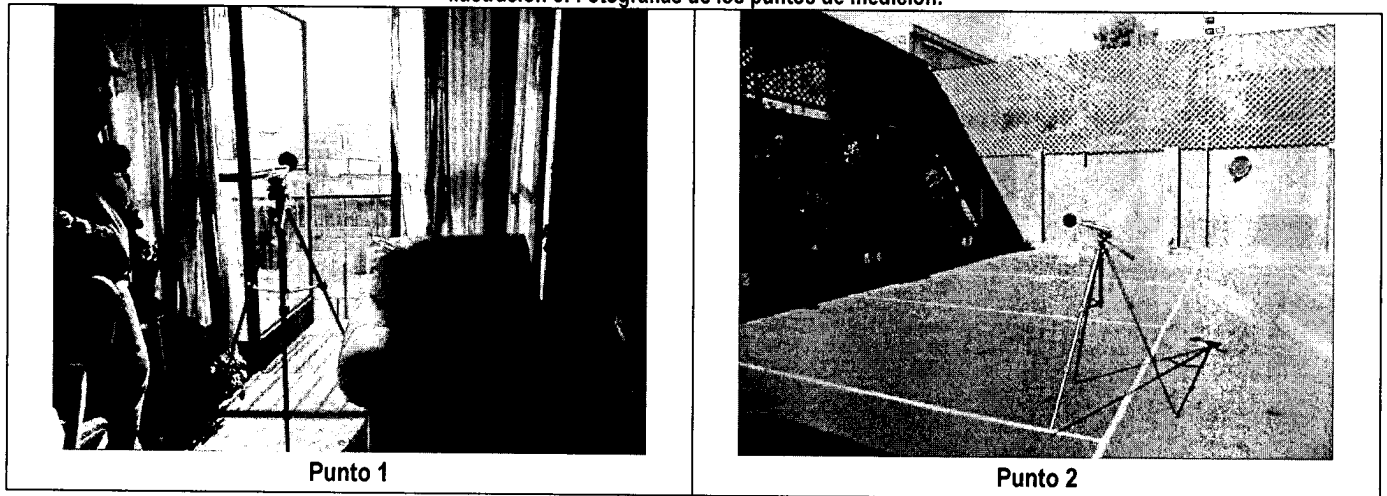
Tabla 5: Ubicación y descripción de los puntos de medición.

Punto	Descripción	Altura [m]	Uso Efectivo	Coordenadas UTM Datum WGS 84, Huso 19H	
				Este	Norte
1	Departamento # 303 ubicado en edificio habitacional "Comunidad Jose Pedro Alessandri" # 91 de 4 pisos.	1.5-10	Habitacional	351541	6297071
2	Edificio 15 pisos ubicado al costado poniente de la obra.	1.5 -37.5	Habitacional	351400	6297065

Nota: Coordenadas obtenidas en terreno.

En las siguientes ilustraciones se entrega un acercamiento de cada punto de medición a modo de facilitar la comprensión de la ubicación espacial de cada uno de éstos.

Ilustración 3: Fotografías de los puntos de medición.



5.2 Zonificación de los puntos de medición

Según el D.S. N° 146 del MINSEGPRES, 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 Sonora Corregidos (NPC), de acuerdo al tipo de zona. A continuación se presenta lo establecido por el Plano Regulador Comunal (PRC) de Ñuñoa.

Ilustración 4: Ubicación de puntos y zonificación según Plan Regulador Comunal (PRC) de Ñuñoa.



De acuerdo al PRC de la comuna de Ñuñoa el punto 1 se encuentra dentro de una zona denominada Z-2 que permite vivienda de cualquier tipo, equipamiento a escala regional o interurbana, comunal y vecinal. Por lo tanto se homologa como Zona II, según lo establecido en D.S. 146/97 del MINSEGPRES.

El punto 2 se encuentra ubicado dentro de una zona denominada como Z-3 A, que permite vivienda de todo tipo, equipamiento a escala regional o interurbana, comunal y vecinal, por lo tanto se homologa como Zona II, según lo establecido en D.S. 146/97 del MINSEGPRES.

A continuación se presentan los niveles máximos permitidos para cada punto de evaluación.

Tabla 6: Zonificación y niveles máximos permitidos según D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES.

Receptor	Zonificación Comunal	Según D.S. N° 146/97		
		Zona	Nivel Máximo Diurno [dB(A)]	Nivel Máximo Nocturno [dB(A)]
1	Z-2	II	60	50
2	Z-3 A	II	60	50

6 METODOLOGÍA

- El día 12 de julio se realizaron mediciones del Nivel de Presión Sonora (NPS) en [dB(A)] Lento en horario diurno, en consideración a la normativa aplicable correspondiente al D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES.
- Dichas mediciones se efectuaron en los puntos más sensibles existentes en la comunidad vecina, en sectores aledaños a los sitios donde se llevan a cabo las faenas de construcción.
- Las actividades generadoras de ruido y las fuentes emisoras asociadas, presentes al momento de las mediciones, se detallan a continuación:
 - Hormigonado con camión mixer y bomba de hormigón,
 - Corte de madera con sierra circular;
 - Vibrador de hormigón;
 - Faenas menores, martillazos, caídas de materiales.
- Para cada zona evaluada se realizaron 5 mediciones de 1 minuto en 3 puntos separados entre sí por aproximadamente 0.5 [m], con un tiempo total de 15 minutos por receptor sensible, esto de acuerdo al procedimiento estipulado en la normativa vigente (Ver Anexo I de Fichas de Medición).
- El instrumento se ubicó a 1.5 [m] de su eje vertical (piso) y en lo posible a 3.5[m] de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal (paredes, muros, ventanas).

- En los casos en que el ruido de fondo no permita una medición correcta de la contribución sonora de las faenas en los puntos de evaluación o ante la imposibilidad de acceder al interior de los recintos catalogados como receptores sensibles, se realizarán proyecciones teóricas de niveles medidos al interior de los emplazamientos de faenas. Para esto se utilizará la Norma ISO 9613-2: "Acoustics Attenuation of Sound during Propagation Outdoors. Part 2: General Method of calculation".
- Las mediciones se realizaron utilizando dos sonómetros marca Cirrus Research, modelos 171B Tipo (Clase) I, esto según lo establecido en la norma IEC 61672-1:2002. Los instrumentos fueron debidamente calibrados antes y después de realizar las mediciones. En el Anexo III se entregan los certificados de calibración de cada instrumento.

7 RESULTADOS

7.1 Monitoreo de Niveles de Presión Sonora

Las siguientes tablas presentan un resumen con los NPS_{eq} (o Leq) en [dB(A)] Lento medidos de acuerdo al procedimiento descrito en el D.S. N°146 del MINSEGPRES. Las fichas de medición se presentan en el Anexo I.

Debido a la imposibilidad de acceder a uno de los receptores catalogado como sensible, en este caso el punto 2, será proyectado mediante software de manera de obtener la condición más desfavorable, dado que la medición puntual se llevó a cabo en el estacionamiento del edificio y no en los departamentos que representan la peor condición.

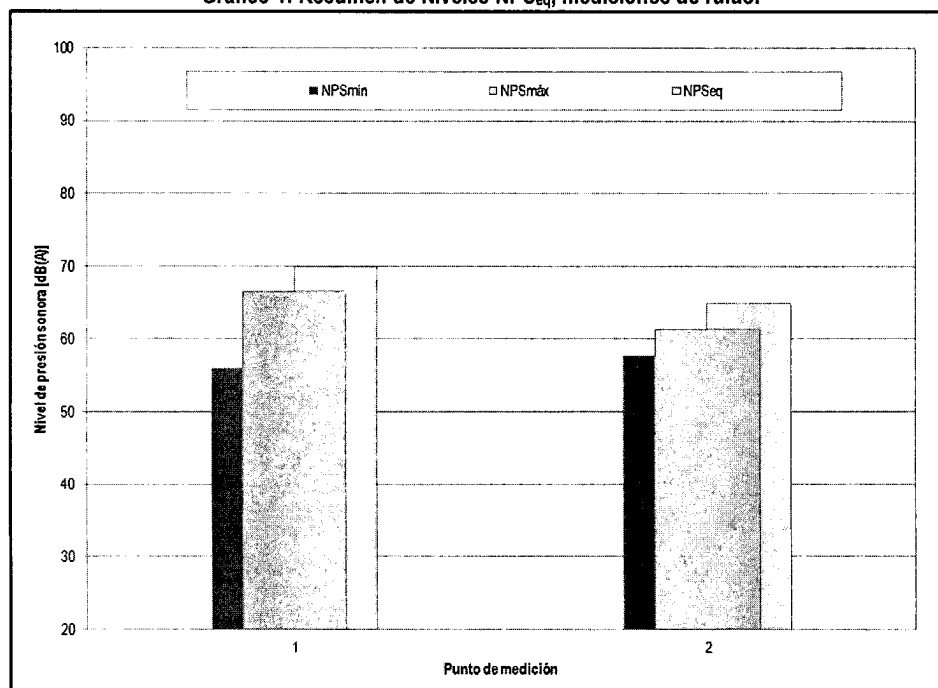
Por otro lado el punto 1 será evaluado de manera directa ya que se midió al interior de la vivienda catalogada como receptor sensible y representante del edificio habitacional de 4 pisos.

Tabla 7: Resumen de los niveles de ruido. Periodo diurno.

Punto	NPS_{eq} Promedio [dB(A)] *	NPS_{min} [dB(A)]	NPS_{max} [dB(A)]	Fecha	Horario
1	67	56.0	70.0	12-07-2013	11:10
2	61	57.6	64.9	12-07-2013	11:35

*Valor aproximado al entero más cercano.

Gráfico 1: Resumen de Niveles NPS_{eq} , mediciones de ruido.



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2013.

En los dos puntos de medición se perciben las faenas de construcción del Proyecto, siendo la principal fuente de ruido la producida por las faenas de hormigonado con camión mixer, bomba y vibrador de hormigón, además de corte de fierro con esmeril angular, movimiento de materiales con torre grúa, desbaste de hormigón con kango y caídas de materiales.

7.2 Niveles de Presión Sonora sin influencia de las obras del Proyecto

Los niveles que se muestran a continuación en la Tabla 8 corresponden a las mediciones realizadas sin influencia de las obras del Proyecto.

Tabla 8: Resumen de los niveles de sin influencia del Proyecto.

Punto	NPS_{eq} Promedio [dB(A)] *	NPS_{min} [dB(A)]	NPS_{max} [dB(A)]	Fecha	Horario
1	55	46.0	65.5	12-07-2013	17:39
2	56	48.3	64.3	12-07-2013	18:00

*Valor aproximado al entero más cercano.

A continuación se presenta una comparación entre los niveles de ruido obtenidos al exterior del receptor con y sin influencia de las obras de construcción del proyecto.

Tabla 9: Resumen de los niveles de ruido. Periodo diurno.

Punto	Niveles con influencia del Proyecto [dB(A)] *	Niveles sin influencia del Proyecto [dB(A)]	Diferencia [dB]
1	67	55	12
2	61	56	5

*Valor aproximado al entero más cercano.

Como se puede observar las diferencias entre los valores con y sin las faenas de construcción son desde los 5 a 12 [dB(A)], lo cual indica que los niveles obtenidos son válidos para ser evaluados directamente, pero como se explicó anteriormente el punto 2 se proyectara en altura de manera de obtener la condición más desfavorable.

7.3 Niveles de Presión sonora de las Fuentes de Ruido

Debido a la imposibilidad de realizar mediciones al interior de los receptores catalogados como sensible, se realizaron mediciones cercanas a las fuentes generadoras de ruido asociadas a los trabajos evaluados y específicamente al interior del emplazamiento de las faenas, con el objeto de obtener los niveles de ruido a una distancia conocida y sin la influencia del ruido de fondo del sector, para luego proyectar esos niveles hacia los receptores.

Las principales fuentes de ruido identificadas al interior del área del Proyecto corresponden a:

- Frente de faenas 1 Hormigonado con camión mixer más bomba de hormigón en superficie.
- Frente de faenas 2 Corte de madera con sierra circular.
- Frente de faenas 3 Vibrador de hormigón.

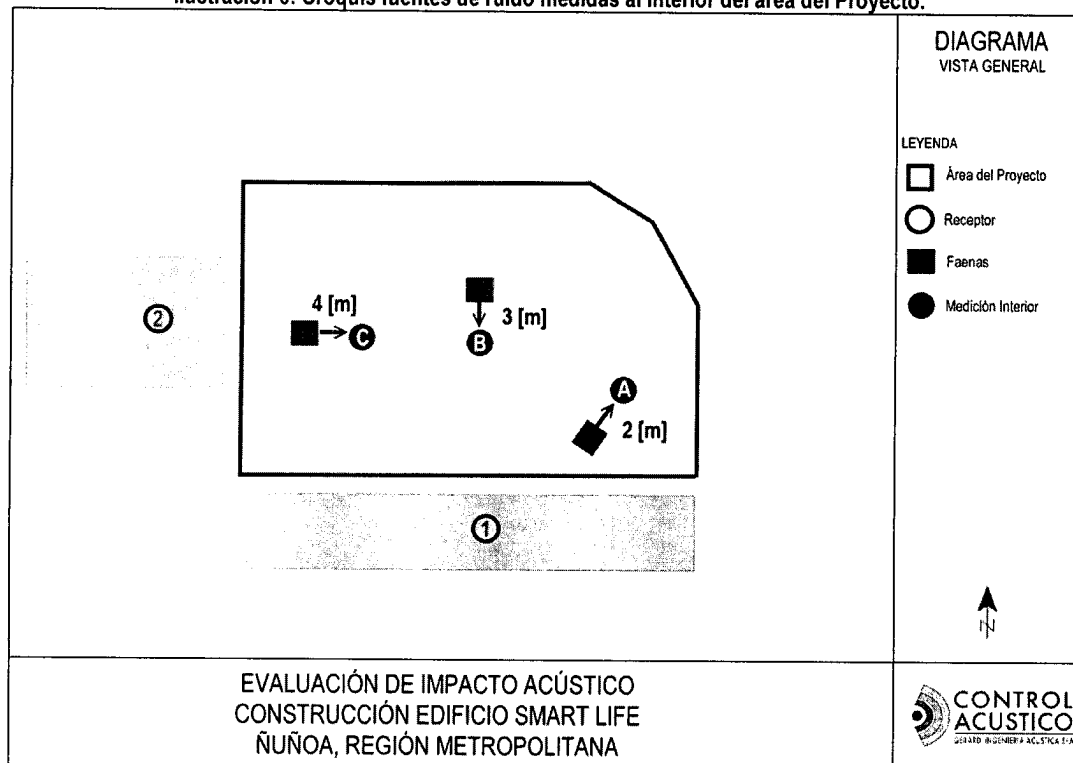
Ilustración 5: Fotografías fuentes de ruido en el área del Proyecto.





A continuación se presenta un croquis de la ubicación de las fuentes de ruido medidas al interior del Proyecto:

Ilustración 6: Croquis fuentes de ruido medidas al interior del área del Proyecto.



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2013.

En la siguiente tabla se presenta la distancia entre las fuentes de ruido y los receptores a los cuales se proyectarán los niveles.

Tabla 10: Distancia entre las fuentes de ruido y los receptores.

Fuente de ruido	Distancia [m]
	Punto 2
Frente de faenas 1	55
Frente de faenas 2	37
Frente de faenas 3	25

Los niveles de ruido registrados generados por las fuentes de ruido dentro del área del Proyecto se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11: Niveles de Presión Sonora por bandas de octava de fuentes medidas al interior del área del Proyecto.

Punto	Fuente	Distancia [m]	NPS _{eq} por bandas de octava en [dB]						NPS _{eq} [dB(A)]	
			63	125	250	500	1000	2000		4000
A	Frente de faenas 1	2	93	80	79	80	78	76	74	83
B	Frente de faenas 2	3	73	71	75	71	71	75	77	81
C	Frente de faenas 3	4	76	77	81	72	68	70	73	79

7.4 Proyecciones de Niveles de Presión Sonora

Debido a la imposibilidad de obtener el NPC de acuerdo al método estipulado en la normativa aplicada, se realizaron proyecciones basadas en la normativa ISO 9613-2: "Acoustics Attenuation of Sound during Propagation Outdoors". Part 2: General Method of calculation, para el punto 2, que corresponde a un edificio habitacional de 15 pisos.

Las proyecciones se realizaron mediante el software Minerva® ver. 5.1 que toma en cuenta todos los factores de propagación y atenuación que estipula dicha norma. Además, éstas se efectuaron con suelo 100% reflectante, temperatura 10°C y humedad de ambiente de 50%.

Los resultados se presentan a continuación y muestran la contribución sonora exclusiva de las faenas evaluadas en los receptores.

Tabla 12: NPC proyectados a fachada del recinto receptor.

Punto	Altura proyección	NPC [dB(A)]
2	Séptimo Piso	61

8 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se entrega un resumen con los niveles proyectados para cada punto, que incluye además la correspondiente evaluación según el D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES.

Tabla 13: Evaluación de los NPC obtenidos en cada punto para periodo diurno.

Punto	NPS _{eq} Proyectado [dB(A)] o Medido	Corrección Ventana [dB(A)]	NPC [dB(A)]	Máximo permitido [dB(A)]	Evaluación según D.S. N° 146
1	67	+5	72	60	Excede en 12 [dB(A)]
2	61	-	61	60	Excede en 1 [dB(A)]

Se debe recordar que la medición de ruido fue llevada a cabo en el interior del receptor con la ventana abierta, por lo cual se aplica una corrección de 5 [dB(A)] según lo establecido con el decreto aplicado, como es el caso del punto 1.

Como se observa en la tabla anterior, ambos puntos exceden los máximos permitidos según la normativa vigente aplicada, obteniéndose excesos de 12 y 1 [dB] para los puntos 1 y 2 respectivamente, por lo que es necesaria la implementación de medidas de mitigación de ruido, las cuales se describen en el siguiente capítulo.

9 RECOMENDACIONES

Como se vio en el capítulo anterior, existen incumplimientos de hasta 12 [dB(A)] producto de los niveles de ruido generados por las faenas de construcción. Con el propósito de disminuir los niveles y dar cumplimiento a lo establecido por la normativa vigente, se presentan propuestas de medidas de mitigación tanto físicas como de gestión. El rendimiento acústico de estas medidas dependerá de la correcta instalación y terminación de los elementos de control de ruido (hermeticidad, evitar fugas, materiales a usar).

9.1 Recomendaciones generales

Las faenas de construcción tienen características diferentes a las demás fuentes fijas, por lo que se justifica tener un criterio especial para evaluar su impacto. En primer lugar, y al contrario de una industria o un establecimiento de recreación, estas faenas tienen una duración limitada en el tiempo; por lo que el impacto tiene una cota de tiempo establecida, por lo que los límites de tolerancia por parte de los receptores debieran aumentar.

Debe admitirse algún grado de tolerancia para actividades las cuales, aunque ruidosas, son temporales. Sin embargo, hay una variedad de medidas prácticas las cuales pueden reducir el ruido. Se recomienda referirse a la Norma Británica, BS 5228: 1984, *Noise and vibration control on construction and open sites*. Este documento incluye guías de utilidad sobre niveles de ruido de varios tipos de maquinaria. Se aplicará el plan de manejo incluido en la Norma Británica, BS 5228: 1984, en la que se establecen criterios para aminorar los efectos del ruido en las faenas de construcción en el entorno de sitios habitados:

a) Ubicación de las faenas.

El factor más importante en la sensación de ruido de un cierto receptor, será la ubicación del sitio de la faena. Mientras más cerca estén las faenas de los receptores más exigentes deben ser las restricciones a las emisiones de ruido del sitio de operaciones.

b) Nivel de ruido ambiental existente.

Experiencias de quejas sobre ruido originado por una nueva industria indican que, en general, las quejas aumentan en la medida que aumenta la diferencia entre el nuevo ruido y el ruido de fondo existente. Es posible que un efecto similar ocurra en el ruido de construcción, por lo que va a ser más notado y resistido en áreas más tranquilas. Sin embargo, la relación entre la respuesta de la comunidad y las diferencias de nivel de ruido puede ser diferente. Por ejemplo, una mayor diferencia de nivel puede ser tolerada cuando es sabido que las operaciones son de corta duración.

c) Duración de sitio de operaciones.

Para cualquier edificio con receptores, algunos periodos del día van a ser más sensibles que otros. Por ejemplo, niveles de ruido que causarían interferencia en la comunicación en una oficina durante el periodo diurno, no causarían problema alguno durante la noche en la misma oficina. Para viviendas, horarios de operación fuera de los horarios laborales de día de semana necesitan especial consideración. Para los periodos de mañana pre laboral (07:00 a 09:00) y tarde post laboral (19:00- 22:00) los niveles de ruido aceptado son menores que en la jornada diurna laboral, se recomienda que los niveles de ruido se atenúen en 10 [dB(A)] entre estos dos periodos. Para los sitios que operen en el periodo nocturno se deben aplicar medidas muy estrictas de control de ruido. Un NPSeq en [dB(A)] medido durante una hora en la fachada de los receptores más cercanos deben ser menores a los 45 [dB(A)] para evitar molestias en el sueño.

d) Actitud de los operadores en el sitio de faena.

Está bien establecido que la actitud de la gente hacia el ruido puede ser influenciada por su actitud hacia la fuente de ruido misma. Por lo tanto, el ruido de un sitio de faenas va a ser mejor aceptado por los residentes si ellos consideran que los operadores están haciendo todo lo posible para evitar ruidos innecesarios. También la aceptación del proyecto en sí, puede ser un factor determinante en la reacción de la comunidad.

e) Características del ruido.

En algunos casos una característica particular del ruido, por ejemplo la presencia de ruido impulsivo o tonos, puede hacer menos aceptable el ruido de lo que se concluye con la lectura del NPSeq [dB(A)], por lo que es importante recolectar la mayor cantidad de información sobre el tipo de ruido presente.

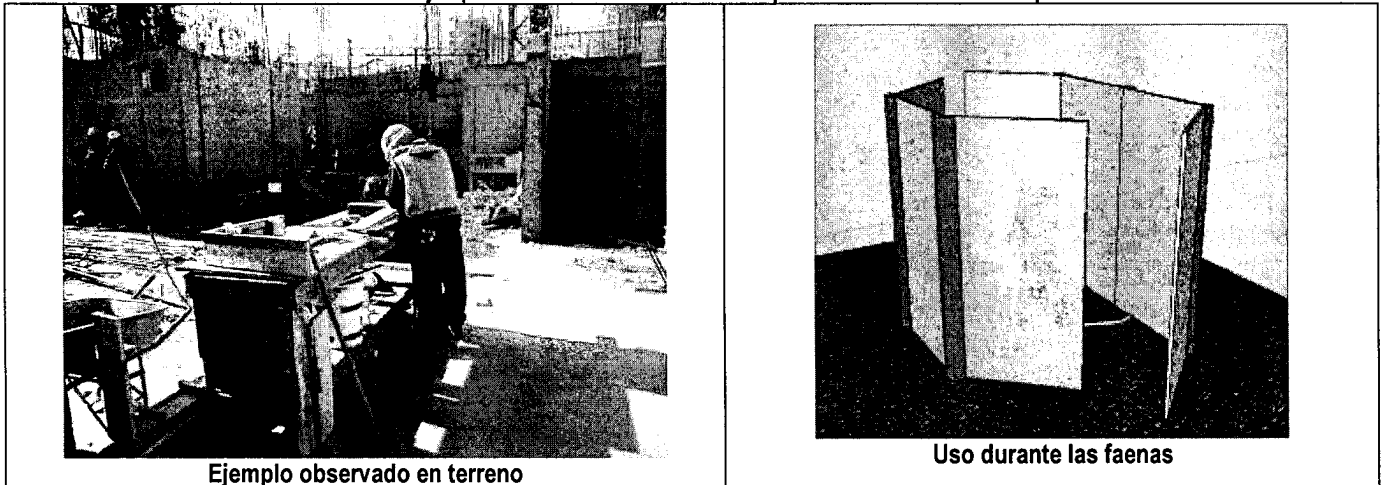
9.2 Medidas de control de ruido

Medida 1: Barreras acústicas móviles.

Para todas las faenas ruidosas de uso de kangos, sierra circular, corte de enfierradura, vibrador de hormigón y descimbre, considerando la dificultad técnica de elevar el cierre perimetral de OSB existente para cubrir los trabajos en altura, se deben instalar semi-encierros con paneles móviles de 2.4 [m] de altura en la ubicación de las actividades ruidosas. Las uniones entre placas de OSB de al menos 15 [mm] de espesor podrán ser fijas, procurando que las uniones entre placas queden bien selladas.

También existe la posibilidad de que estas sean unidas mediante bisagras, para este caso se propone la utilización de una goma elástica, que permita la movilidad de la barrera para ser desplegada según sea la necesidad. Esta opción presenta el inconveniente de que tiene menor efecto para receptores en altura.

Ilustración 7: Ejemplo de semi-encierro acústico de paneles móviles sin cara superior.



Para que la medida de control tenga un óptimo desempeño, los paneles deben obstaculizar completamente la visión entre la fuente y el receptor sensible, siendo instalados lo más cerca posible de los trabajos.

Medida 2: Túnel acústico al camión mixer

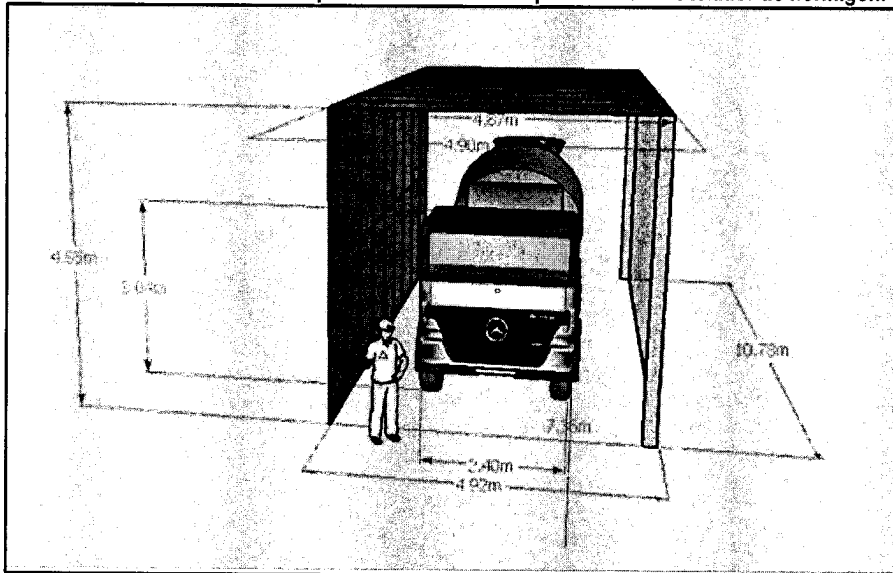
Al momento de las mediciones se observó que actualmenteno existe un túnel acústico para las faenas de hormigonado con camión mixer y la bomba de hormigón.

Ilustración 8: Recomendación túnel acústico.



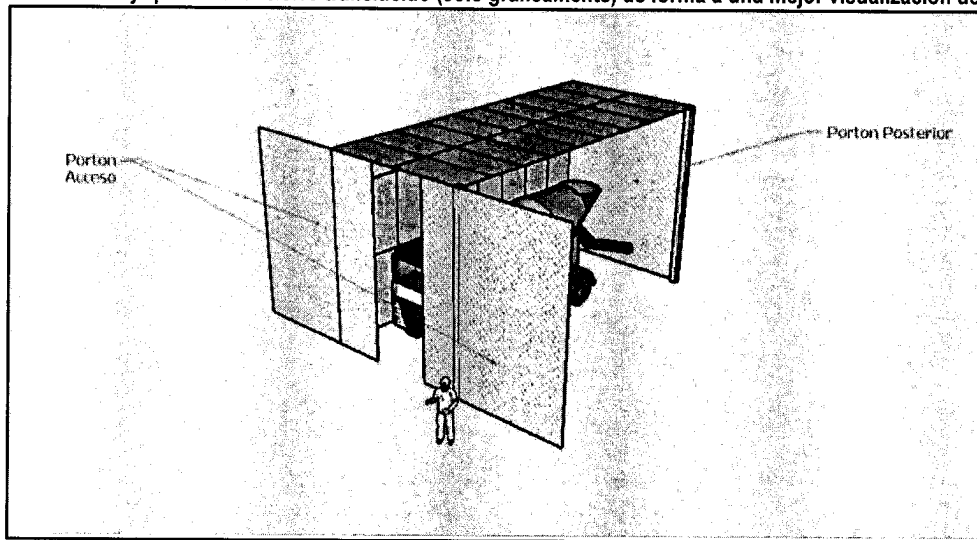
Debido a lo anterior se recomienda la elaboración de un túnel acústico a base de paneles, como se muestra en las ilustraciones siguientes:

Ilustración 9: Referencia conceptual de túnel acústico para camión mezclador de hormigón.



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2013.

Ilustración 10: Se deja parte del encierro translucido (sólo gráficamente) de forma a una mejor visualización del mismo.



Elaboración: Gerard Ingeniería Acústica SpA 2013.

Por otro lado se debe verificar si el actual túnel cumple con las siguientes características:

- El túnel acústico puede estar materializado por planchas de OSB de 15 [mm] de espesor revestidos interiormente con material absorbente.

- Para el elemento absorbente sonoro se recomienda un material que tenga al menos una densidad superficial de al menos 1.75 [Kg/m²] y un mínimo espesor de 50 [mm], de igual forma el elemento que sostiene el material absorbente sonoro, para evitar desprendimiento de material, puede ser metal desplegado o perforado.
- Las medidas del túnel acústico deben ser aproximadamente las siguientes: Largo: 10.8 [m], ancho 4.9 [m], y alto 4.8 [m]. No obstante lo anterior, el túnel acústico puede estar compuesto por materialidades y/o formas de diseño distintas a las anteriormente descritas, lo importante es que la atenuación de la solución iguale o mejore la efectividad de los elementos señalados.

La correcta ejecución de esta medida de mitigación puede aportar una reducción sonora de 17 [dB(A)] en una distancia de 30 metros, de este modo el hormigonado con bomba y camión mixer quedarían totalmente confinados, eliminando en gran medida esta fuente de ruido.

Medida 3: Elevación de cierre perimetral actual

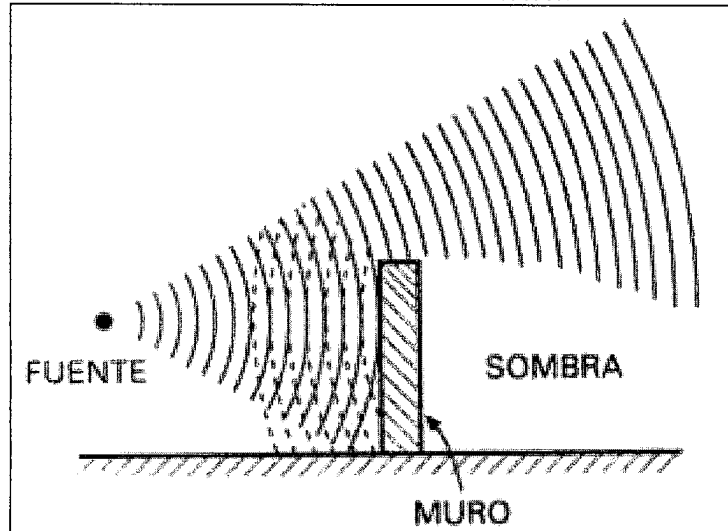
Barreras acústicas.

Los estándares mínimos necesarios que deben cumplir las barreras son los siguientes:

- La densidad superficial del material que la componga debe ser de al menos 10 [Kg/m²].
- Que la barrera tenga una superficie cerrada sin fugas acústicas ni vanos.
- Que la dimensión horizontal normal a la línea fuente-receptor sea más grande que la longitud de onda acústica de la frecuencia central de la banda de octava de interés.

La implementación de una barrera acústica permite atenuaciones que van desde los 5 hasta los 15 [dB], ésta atenuación depende de factores tales como la altura, forma, material de la barrera, etc. El efecto de protección de la pantalla se logra por el hecho de que la barrera acústica obstaculiza la propagación hacia la zona que desea proteger, mediante un material que proporcione un aislamiento suficiente, de forma que crea detrás de ella un efecto de sombra, en el que la atenuación se debe al efecto de difracción.

Ilustración 11: Efecto de sombra acústica.

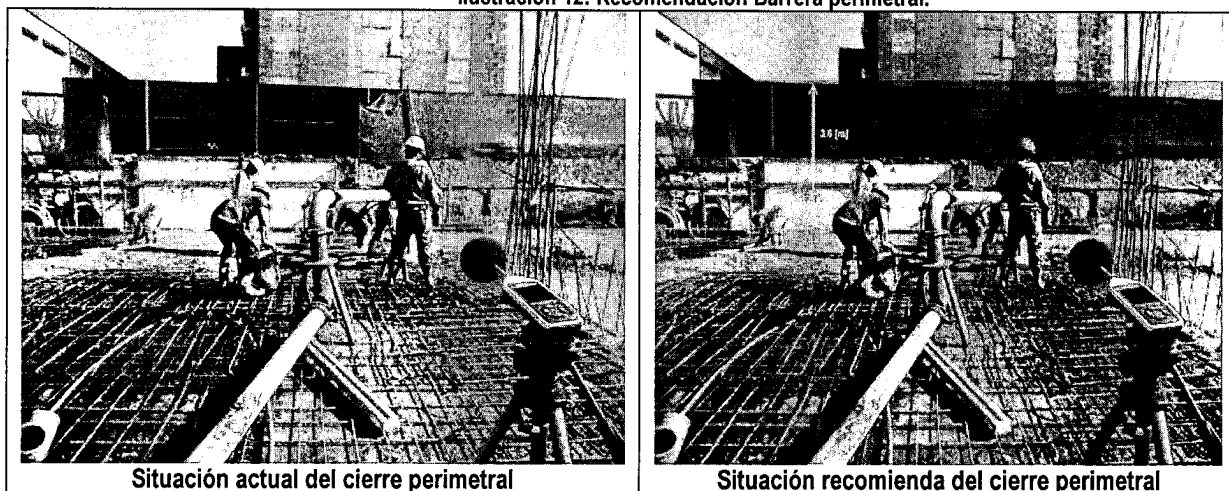


Fuente: Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido – Harris, Cyril M.

Para el presente caso la barrera deberá tener una altura mínima de 3.6 [m], para los espacios que aún no tienen cierres perimetrales, tratando de evitar las fugas acústicas producto de los cierres perimetrales mal contruidos.

A continuación se describe un ejemplo de mejora para el cierre perimetral del lado poniente de la obra, que se encuentra hacia el edificio habitacional de 15 pisos.

Ilustración 12: Recomendación Barrera perimetral.



Medidas generales.

- Evitar golpes innecesarios o martillazos excesivamente fuertes.
- Evitar toda generación de ruido fuera del emplazamiento del proyecto.

- Inculcar en los trabajadores una actitud de preocupación por el bienestar de la comunidad vecina en materia de ruido, mediante charlas grupales y/o carteles donde se solicite controlar los ruidos innecesarios por gritos, silbatos, caídas de material y golpes.

Con estas medidas recomendadas se asegura una disminución de los niveles de ruido generados, de forma de cumplir con la normativa vigente.

10 CONCLUSIONES

Se realizaron mediciones de Nivel de Presión Sonora en periodo diurno, producto de las faenas de construcción del Proyecto Inmobiliario "Edificio Smart Life", ubicado en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, para el mes de julio de 2013.

Se efectuaron mediciones en las cercanías de los receptores sensibles (puntos de inmisión) y también al interior de las faenas.

Debido a que no fue posible realizar una medición directa en el punto catalogado como receptor sensible (Edificio de 15 pisos), se realizó la medición interior de fuentes para luego proyectar mediante software para obtener la condición más crítica.

Los niveles proyectados fueron evaluados según los máximos permitidos según el D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES, obteniéndose que todos los puntos evaluados, los niveles de ruido se encuentran por sobre lo exigido por la normativa, por lo que se puede concluir que las faenas de construcción del proyecto generan un impacto negativo en la comunidad cercana.

Se recomendaron medidas de mitigación a nivel conceptual que podrían ayudar a regular los excesos de ruido generados dentro de las faenas y de esta forma cumplir con los máximos exigidos. Dichas recomendaciones se deben implementar a la brevedad, con la finalidad de disminuir los niveles de ruidos provocados por el Proyecto

ANTONIO SANTOS SANDOVAL
INGENIERO CIVIL EN SONIDO Y ACÚSTICA
JEFE DE PROYECTO
GERARD INGENIERÍA ACÚSTICA SPA.

CHRISTIAN GERARD BÜCHI
INGENIERO ACÚSTICO
GERENTE GENERAL
GERARD INGENIERÍA ACÚSTICA SPA.

11 INSTRUMENTAL UTILIZADO

- 01 Sonómetro marca Cirrus Research modelo 172A, Tipo (Clase) I;
- 01 Calibrador de niveles sonoros marca Cirrus Research, modelo CR514;
- 01 Cámara fotográfica Sony, modelo DS S5000.

12 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- IEC 61672-1:2002, Electroacoustics – Sound Level Meters – Part 1: Specifications.
- Decreto Supremo N°146: "Norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas", 17 de abril 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.
- ISO 9613-2: "Acoustics Attenuation of Sound during Propagation Outdoors". Part 2: General Method of calculation.

13 PROFESIONALES PARTICIPANTES

LISTADO DE PROFESIONALES	
Jefe de Proyecto	Antonio Santos Sandoval
Coordinador	Claudio Salas Castro
Departamento de mediciones	
Ingeniero(s) de Proyecto	Rodrigo Pérez Flores

14 GLOSARIO

- a) **Decibel [dB]:** Unidad adimensional usada para expresar 10 veces el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia.
- b) **Decibel A [dB(A)]:** Es la unidad adimensional usada para expresar el nivel de presión sonora, medido con el filtro de ponderación de frecuencias A.
- c) **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 (según D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES).

- d) **Nivel de Presión Sonora (NPS ó L_p)**: Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

$$NPS = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_1}{P} \right)$$

Donde:

P_1 : Valor efectivo de la presión medida

P : Valor efectivo de la presión sonora de referencia, fijada en 2×10^{-5} [N/m²]

- e) **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS_{eq} , 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.
- f) **Nivel de Presión Sonora Máximo ($NPS_{m\acute{a}x}$)**: Es el NPS más alto registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.
- g) **Nivel de Presión Sonora Mínimo ($NPS_{m\acute{i}n}$)**: Es el NPS más bajo registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.
- h) **Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC)**: Es aquel nivel de presión sonora continuo equivalente, que resulte de aplicar el procedimiento de medición y las correcciones definidas en el D.S. N° 146/1998 del MINSEGPRES.
- i) **Receptor**: Persona o personas afectadas por el ruido (según D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES).
- j) **Respuesta Lenta**: Es la respuesta temporal 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.

ANEXO I FICHAS DE MEDICIÓN



**FICHA DE MEDICION DE NIVELES DE
RUIDO POR LUGAR DE MEDICION**

IDENTIFICACION DEL LUGAR DE MEDICION:

Punto 1 - Medición diurna

	Leq	NPS min	NPS máx
	67.3	60.8	70.0
	65.5	61.3	69.4
Punto 1	67.4	62.3	70.0
	66.8	62.2	69.9
	66.3	61.7	70.0

	Leq	NPS min	NPS máx
	66.6	61.8	69.9
	66.3	61.5	69.8
Punto 2	64.8	59.5	69.4
	67.6	63.0	70.0
	66.0	59.2	69.6

RUIDO IMPREVISTO

SI NO

	Leq	NPS min	NPS máx
	65.3	58.8	69.5
	65.9	57.6	70.0
Punto 3	66.1	56.2	69.7
	62.8	56.0	68.6
	64.7	57.7	69.7

REGISTRO DE VALORES Leq DEL RUIDO DE FONDO

5	10	15	20	25	30 min

Observaciones

Bomba de hormigón con camión mixer, kango, sierra circular, martillazos
y torre grúa.

**FICHA DE MEDICION DE NIVELES DE
RUIDO POR LUGAR DE MEDICION**

IDENTIFICACION DEL LUGAR DE MEDICION:

Punto 2- Medición diurna

	Leq	NPS min	NPS máx
	62.5	60.1	64.3
	62.3	59.7	64.8
Punto 1	62.9	61.3	64.9
	62.4	60.8	64.4
	62.0	58.6	64.6

	Leq	NPS min	NPS máx
	60.9	58.5	64.7
	61.3	59.0	64.8
Punto 2	60.3	58.4	64.6
	59.9	57.9	63.8
	59.4	57.9	63.3

RUIDO IMPREVISTO

SI NO

	Leq	NPS min	NPS máx
	59.8	58.8	61.8
	62.0	59.5	64.4
Punto 3	60.7	58.2	64.7
	59.2	57.6	64.4
	59.6	57.8	61.7

REGISTRO DE VALORES Leq DEL RUIDO DE FONDO

6	10	15	20	25	30 min

Observaciones

Bomba de hormigón, vibrador de hormigón, martillazos, caídas de materiales.

**ANEXO II
CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN
ISO 9613-2:1996**

Croquis Entregado por Software

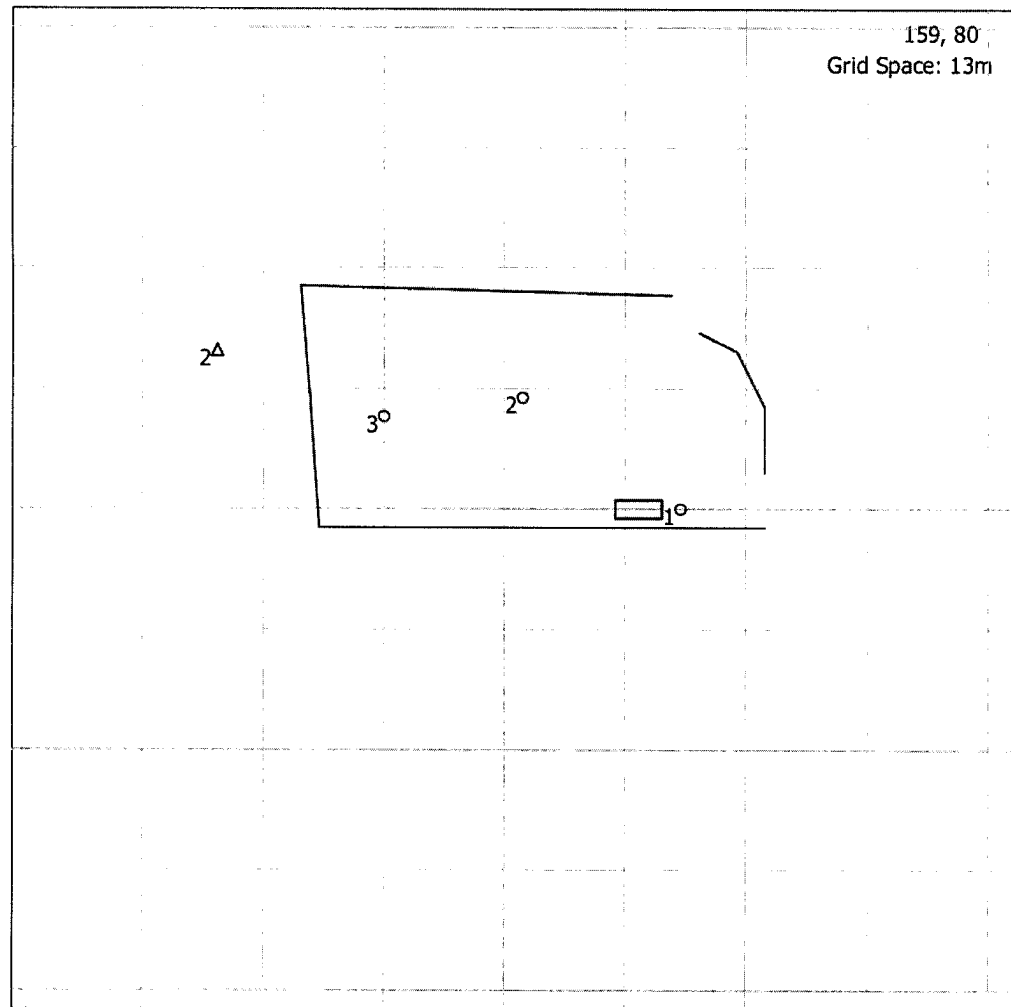
Minerva 5.1 February 2008

Marshall Day Acoustics

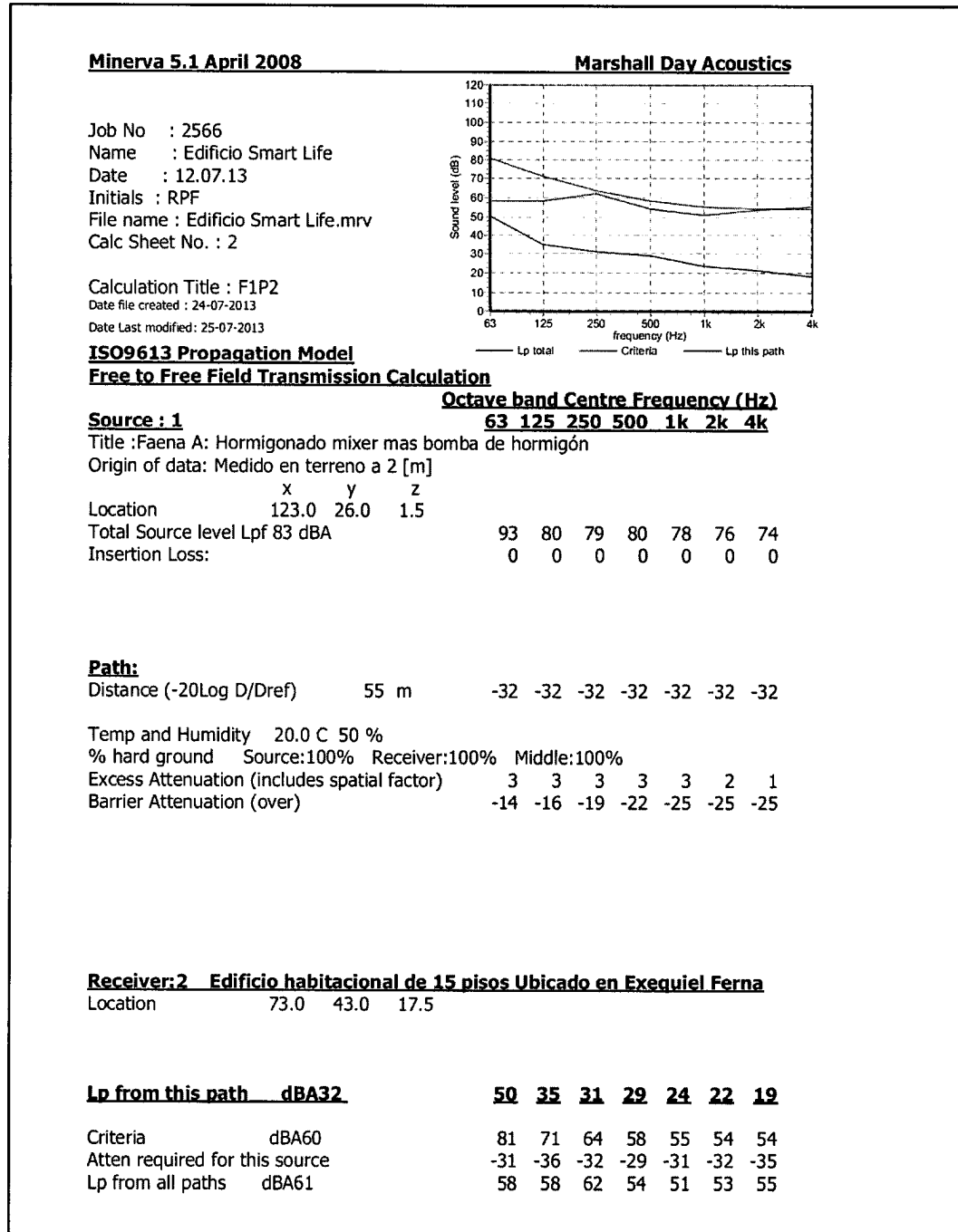
Job No : 2566

Name : Edificio Smart Life

Date : 12.07.13



Punto 2:



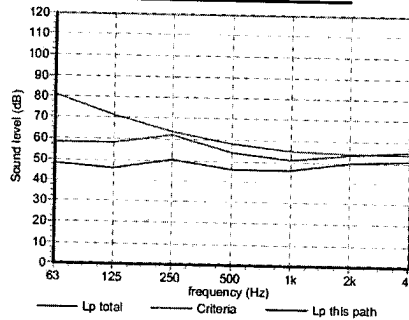


Minerva 5.1 April 2008

Marshall Day Acoustics

Job No : 2566
Name : Edificio Smart Life
Date : 12.07.13
Initials : RPF
File name : Edificio Smart Life.mrv
Calc Sheet No. : 4

Calculation Title : F2P2
Date file created : 24-07-2013
Date Last modified: 25-07-2013



ISO9613 Propagation Model

Free to Free Field Transmission Calculation

Source : 2

Title : Faena B: Corte de madera con sierra circular
Origin of data: Medido en terreno a 3 [m]

Location	x	y	z
	106.0	38.0	1.5

Total Source level L_{pf} 81 dBA

Insertion Loss:

Octave band Centre Frequency (Hz)

	63	125	250	500	1k	2k	4k
Lp total	73	71	75	71	71	75	77
Criteria	0	0	0	0	0	0	0
Lp this path							

Path:

Distance (-20Log D/Dref) 37 m -25 -25 -25 -25 -25 -25 -25

Temp and Humidity 20.0 C 50 %

% hard ground Source:100% Receiver:100% Middle:100%

Excess Attenuation (includes spatial factor)	3	3	3	3	3	3	2
Barrier Attenuation (over)	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3

Receiver:2 Edificio habitacional de 15 pisos Ubicado en Exequiel Ferna

Location 73.0 43.0 17.5

Lp from this path dBA56

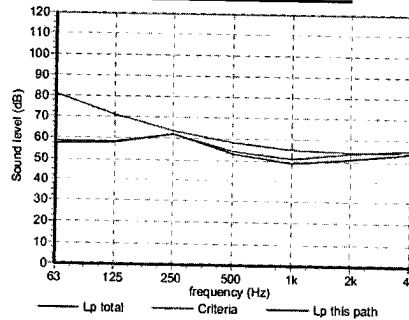
	48	46	50	46	46	50	51
Criteria dBA60	81	71	64	58	55	54	54
Atten required for this source	-33	-25	-14	-12	-9	-4	-3
Lp from all paths dBA61	58	58	62	54	51	53	55



Minerva 5.1 April 2008

Marshall Day Acoustics

Job No : 2566
Name : Edificio Smart Life
Date : 12.07.13
Initials : RPF
File name : Edificio Smart Life.mrv
Calc Sheet No. : 6



Calculation Title : F3P2
Date file created : 24-07-2013
Date Last modified: 25-07-2013

ISO9613 Propagation Model

Free to Free Field Transmission Calculation

Source : 3

Title : Faena C: Vibrador de hormigón
Origin of data: Medido en terreno a 4 [m]
Location x y z
 91.0 36.0 1.5
Total Source level Lpf 79 dBA
Insertion Loss:

Octave band Centre Frequency (Hz)

63 125 250 500 1k 2k 4k

	76	77	81	72	68	70	73
Insertion Loss:	0	0	0	0	0	0	0

Path:

Distance (-20Log D/Dref) 25 m -19 -19 -19 -19 -19 -19 -19

Temp and Humidity 20.0 C 50 %

% hard ground Source:100% Receiver:100% Middle:100%

Excess Attenuation (includes spatial factor)	3	3	3	3	3	3	2
Barrier Attenuation (over)	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3

Receiver:2 Edificio habitacional de 15 pisos Ubicado en Exequiel Ferna

Location 73.0 43.0 17.5

<u>Lp from this path</u>	<u>dBA59</u>	<u>57</u>	<u>58</u>	<u>62</u>	<u>53</u>	<u>49</u>	<u>51</u>	<u>53</u>
Criteria	dBA60	81	71	64	58	55	54	54
Atten required for this source		-24	-13	-2	-5	-6	-3	-1
Lp from all paths	dBA61	58	58	62	54	51	53	55

ANEXO III CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SONÓMETRO CIRRUS RESEARCH 172A

Certificate of Calibration



Equipment Details

Instrument Manufacturer Cirrus Research plc
Instrument Type CR:172A
Description Sound Level Meter
Serial Number G066051

Calibration Procedure


The instrument detailed above has been calibrated to the publish test and calibration data as detailed in the instrument hand book, using the techniques recommended in the latest revisions of the International Standards IEC 61672-1:2002, IEC 60651:1979, IEC 60804:2001, IEC 61260:1995, IEC 60942:1997, IEC 61252:1993, ANSI S1.4-1983, ANSI S1.11-1986 and ANSI S1.43-1997 where applicable.
Sound Level Meters: All Calibration procedures were carried out by substituting the microphone capsule with a suitable electrical signal, apart from the final acoustic calibration.

Calibration Traceability

The equipment detailed above was calibrated against the calibration laboratory standards held by Cirrus Research plc. These are traceable to International Standards (A.0.6). The standards are:

Microphone Type	B&K4180	Serial Number	1893453	Calibration Ref.	S 6009
Pistonphone Type	B&K4220	Serial Number	613843	Calibration Ref.	S 5964

Calibrated by



Calibration Date

21 December 2012

Calibration Certificate Number

202991

This Calibration Certificate is valid for 12 months from the date above.

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hunmanby, North Yorkshire, YO14 0PH
Telephone: +44 (0) 1723 891655 Fax: +44 (0) 1723 891742
Email: sales@cirrusresearch.co.uk

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CALIBRADOR CIRRUS RESEARCH CR514

Certificate of Calibration



Equipment Details

Instrument Manufacturer Cirrus Research plc
Instrument Type CR:514
Description Acoustic Calibrator
Serial Number 63873

Calibration Procedure

The acoustic calibrator detailed above has been calibrated to the published data as described in the operating manual. The procedures and techniques used to follow the recommendations of the IEC standard Electroacoustics – Sound Calibrators IEC 60942:2003, IEC 60942:1997, BS EN 60942:1998 and BS EN 60942:2003 where applicable. The calibrator's main output is 94.00 dB (1 Pa) and this was set within the 0.01 dB resolution of the test system, i.e. one hundredth of a decibel. Numbers in {parenthesis} refer to the paragraph in IEC 60942.

Calibration Traceability

The calibrator above was calibrated against the calibration laboratory standards held by Cirrus Research plc. These are traceable to International Standards {A.0.6}. The standards are:

Microphone Type	B&K4180	Serial Number	1893453	Calibration Ref.	S 6009
Pistonphone Type	B&K4220	Serial Number	613843	Calibration Ref.	S 5964

Calibration Climate Conditions

The climatic test conditions were all maintained within the permitted limits of IEC 60942:1997.

Temperature	{B.3.2}	Permitted band	15°C to 25°C
Humidity	{B.3.2}	Permitted band	30% to 90% RH
Static Pressure	{B.3.2}	Permitted band	85 kPa to 105 kPa
Ambient Noise Level	{B.3.3.6}	Max permitted level	64 dB(Z)

Measurement Results

The figures below are the Calibration Laboratory test limits for this model calibrator and have a smaller tolerance than those permitted in IEC 60942.

94 dB Output	94.00 dB	Permitted band	93.95 to 94.05dB
94 dB Output	dB	Permitted band	103.80 to 104.30dB
Frequency	1000 Hz	Permitted band	990 to 1010Hz

Uncertainty

With an uncertainty coefficient of k=2, i.e. a 95% confidence level, the uncertainty of each measure is

94 dB Output	± 0.13 dB	104 dB Output	± 0.14 dB
Frequency	± 0.1 Hz	Level Stability	± 0.04 dB

Calibrated by



Calibration Date

21 December 2012

Calibration Certificate Number

202993

This Calibration Certificate is valid for 12 months from the date above.

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hunmanby, North Yorkshire, YO14 0PH
Telephone: +44 (0) 1723 891655 Fax: +44 (0) 1723 891742
Email: sales@cirrusresearch.co.uk