

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“Evaluación del Ruido generado por la operación de una Estación
de Compresión de Gas Natural en Selva de Cusco, Perú”**

Presentado por:

Alessio Alejandro Vasquez Loarte

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

LIMA-PERÚ

2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS**

**“Evaluación del Ruido generado por la operación de una Estación
de Compresión de Gas Natural en Selva de Cusco, Perú”**

Presentado por:

Alessio Alejandro Vasquez Loarte

Tesis para Optar por el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Sustentada y aprobada por el siguiente Jurado:

M. S. Luis Yoza Yoza
PRESIDENTE

Mg. Sc. Martín Sandoval Casas
MIEMBRO

Lic. Juan Pesantes Rojas
MIEMBRO

Mg. Sc. Víctor Miyashiro Kiyari
PATROCINADOR

Dedicatoria

A Dios, a mi familia, mi novia, amigos y compañeros

AGRADECIMIENTOS

A Dios por siempre apoyarme y darme una nueva oportunidad pese a las ingratitudes que le haya podido mostrar en distintas etapas de mi vida.

A mi madre por su gran esfuerzo y amor por sostener a su familia y darle una oportunidad de vida.

A mi familia por su incondicional apoyo y orientación en los momentos más difíciles y más normales para mí, desde sus limitaciones y grandes fortalezas siempre han estado ahí.

A mi novia por haberme dado su amor, tiempo y toda su buena voluntad posible, pese a todo inconveniente presentado, desde los primeros días de la universidad siempre ha estado ahí salvándome, apoyándome y compartiendo tiempo juntos.

A la empresa Repsol Exploración Perú, por brindarme su apoyo y soporte técnico durante la elaboración de mi Tesis; así como a los amigos de trabajo que me orientaron, aconsejaron y encaminaron durante mi periodo laboral en Repsol.

A los amigos y personas, reales y ficticias, que he conocido todo este tiempo, desde mi infancia hasta mi presente etapa laboral, de cada uno de ellos he podido aprender algo y cambiar mi rumbo de vida a distintas y nuevas formas.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	
SUMARY	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. ANTECEDENTES DE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN	3
2.2. DEFINICIONES GENERALES	4
2.2.1. Estación de Compresión de Gas Natural	4
2.2.2. Gas Natural	4
2.2.3. Área de influencia (Zona de Estudio o Área de Estudio)	4
2.2.4. Comunidad Nativa	5
2.3. DEFINICIONES RELACIONADAS AL RUIDO	5
2.3.1. Sonido	5
2.3.2. Ruido	6
2.3.3. Ruido de Fondo	6
2.3.4. Contaminación acústica o sonora	6
2.3.5. Onda sonora	6
2.3.6. Longitud de onda	6
2.3.7. Frecuencia (Hz)	7
2.3.8. Espectro de ruido y octavas bandas de frecuencia de ruido	7
2.3.9. Decibel (dB)	7
2.3.10. Curva de Ponderación A (dBA)	7
2.3.11. Nivel de Presión Sonora a partir de niveles de presión acústica de octavas bandas	8
2.3.12. Nivel de Potencia Sonora	8

2.3.13.	Nivel de Presión Sonora (Lp)	8
2.3.14.	Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LeqT)	9
2.3.15.	Suma de niveles de ruido y promedio de niveles de ruido	9
2.3.16.	Sonómetro	10
2.4.	DEFINICIONES DE LA NORMA ISO 9613-2 “ATENUACIÓN DEL RUIDO DURANTE SU PROPAGACIÓN EN EXTERIORES”	10
2.4.1.	Propagación del Ruido.....	10
2.4.2.	Atenuación de ruido según ISO 9613-2 : 1996	10
2.5.	DEFINICIONES RELACIONADAS AL PROCESAMIENTO DE DATOS	20
2.5.1.	Sistemas de Información Geográfica	20
2.5.2.	Mapas de Ruido	20
2.6.	NORMATIVIDAD	20
2.6.1.	Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido – Decreto Supremo 085-2003-PCM:	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1.	ÁREA DE ESTUDIO	22
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS	22
3.2.1.	Materiales	22
3.2.2.	Equipos.....	23
3.2.3.	Software	23
3.2.4.	Información Primaria.....	24
3.3.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	24
3.3.1.	Línea Base Ambiental de la Zona de Estudio	26
3.3.2.	Evaluación de atenuación de ruido en la zona del Generador Eléctrico “EPC5”	33
3.3.3.	Evaluación final de ruido en la EC (Estación de Compresión)	45
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1.	RESULTADOS.....	48

4.1.1.	Línea Base Ambiental	48
4.1.2.	Evaluación de atenuación de ruido en la zona del Generador Eléctrico (EPC5)	56
4.1.3.	Evaluación Final de Ruido – Zona Estación de Compresión (EC).....	82
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
5.1.	CONCLUSIONES	91
5.2.	RECOMENDACIONES.....	93
VI.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	94
VII.	ANEXOS	97
7.1.	ANEXO 01 – Certificado de calibración de sonómetro marca SQUETCH.	97
7.2.	ANEXO 02 – Registro fotográfico de trabajo de campo.....	99
7.3.	ANEXO 03 – Registro de mediciones de ruido en la zona del EPC5	108
7.3.1.	Mediciones realizadas el día 01 - (25/09/2013)	108
7.3.2.	Mediciones realizadas el día 02 - (26/09/2013)	110
7.3.3.	Mediciones realizadas el día 03 - (27/09/2013)	112
7.4.	ANEXO 04 – Resultados de análisis de atenuación de ruido a escala en la zona del EPC5	114
7.5.	ANEXO 05 – Valores de temperatura y humedad de atenuación atmosférica en los puntos receptores de ruido de la EC	133
7.5.1.	Valores de aproximación de Temperatura	133
7.5.2.	Valores de aproximación de Humedad Relativa	133
7.5.3.	Aproximaciones de temperatura y humedad relativa	133
7.6.	ANEXO 06 – Estimaciones de atenuaciones de ruido entre EC y puntos receptores	135
7.6.1.	Estimaciones de ruido a distancias cortas de 05 y 15 m desde la fuente (EC)	135
7.6.2.	Resultados de la estimación de ruido en Línea 1 – Zona EC	135
7.6.3.	Resultados de la estimación de ruido en Línea 2 – Zona EC	136
7.6.4.	Resultados de la estimación de ruido en Línea 3 – Zona EC	138

7.6.5.	Resultados de la estimación de ruido en Línea 4 – Zona EC	139
7.6.6.	Resultados de la estimación de ruido en Línea 5 – Zona EC	140
7.6.7.	Resultados de la estimación de ruido en Línea 6 – Zona EC	141
7.6.8.	Resultados de la estimación de ruido en Línea 7 – Zona EC	142
7.6.9.	Resultados de la estimación de ruido en Línea 8 – Zona EC	142

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Factores de corrección de ponderación A.....	8
Cuadro 2: Valores de “ α ” Coeficiente de Atenuación Atmosférica	12
Cuadro 3: Ecuaciones para calcular la atenuación de suelo A_s , A_r , y A_m (12).....	14
Cuadro 4: Estimación del coeficiente de reflexión sonora p	18
Cuadro 5: Atenuación de ruido por follaje (árboles).....	19
Cuadro 6: Estándares Nacionales de Calidad de Ruido	21
Cuadro 7: Relación de materiales empleados.....	22
Cuadro 8: Relación de equipos empleados.....	23
Cuadro 9: Relación de software empleados	23
Cuadro 10: Relación de información primaria empleada.....	24
Cuadro 11: Factores ambientales (FA) de la línea base de la zona de estudio.....	26
Cuadro 12: Estaciones meteorológicas en la zona de estudio	27
Cuadro 13: Información a describir en línea base de vegetación.....	29
Cuadro 14: Información a describir en línea base de suelo.....	30
Cuadro 15: Estaciones de ruido de línea base	31
Cuadro 16: Información a describir sobre Población.....	32
Cuadro 17: Potencia acústica del Generador Eléctrico (EPC5)	34
Cuadro 18: Estaciones de medición de ruido	35
Cuadro 19: Fechas de medición por estación durante las mañanas.....	37
Cuadro 20: Fechas de medición por estación durante las tardes	38
Cuadro 21: Valores teóricos de A_{div} para tramos largo zona delantera EPC5.....	42
Cuadro 22: Valores aproximados de temperatura para coeficiente absorción atmosférica.....	43
Cuadro 23: Valores aproximados de humedad para coeficiente absorción atmosférica	43
Cuadro 24: Valores de coeficiente absorción atmosférica	43
Cuadro 25: Información necesaria para evaluación de ruido generado por la EC	47
Cuadro 26: Características de suelo en la zona de estudio	48
Cuadro 27: Características de la vegetación en la zona de estudio	49

Cuadro 28: Características de la Población de la Comunidad Nativa de Nuevo Mundo	50
Cuadro 29: Características de la Población del Campamento de Nuevo Mundo	50
Cuadro 30: Información meteorológica de la zona de estudio	51
Cuadro 31: Información acústica en la zona de estudio	54
Cuadro 32: Información del suelo en la zona del EPC5	56
Cuadro 33: Información de Bosque en la zona posterior del EPC5	57
Cuadro 34: Características de la infraestructura en la zona delantera del EPC 5	59
Cuadro 35: Características de la infraestructura en la zona delantera del EPC 5	60
Cuadro 36: Registro de meteorología en la zona EPC5 – Día 01 (25/09/2013)	61
Cuadro 37: Registro de meteorología en la zona EPC5 – Día 02 (26/09/2013)	62
Cuadro 38: Registro de meteorología en la zona EPC5 – Día 03 (27/09/2013)	63
Cuadro 39: Valores de ruido promediados del día 25/09/2013 - EPC5	66
Cuadro 40: Valores de ruido promediados del día 26/09/2013 - EPC5	68
Cuadro 41: Valores de ruido promediados del día 27/09/2013 - EPC5	69
Cuadro 42: Valores de ruido (dBA) para análisis estadístico	70
Cuadro 43: Datos estadísticos de los niveles de ruido registrados en EPC5	71
Cuadro 44: Valores de atenuación por absorción de follaje	74
Cuadro 45: Resultados del análisis de atenuación de ruido - zona del EPC5	75
Cuadro 46: Análisis de valores que exceden el rango de +/- 3 dB	77
Cuadro 47: Análisis de errores	78
Cuadro 48: Coeficientes de atenuación atmosférica a 25°C y 90 %	84
Cuadro 49: Valores de atenuación por absorción de follaje	84
Cuadro 50: Niveles de ruido generados por la EC con y sin barreras acústicas	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de Tramos I y II	3
Figura 2: Distribución de zona de estudio	5
Figura 3: Regiones para la determinación de la atenuación del suelo	13
Figura 4: Representación de una barrera delgada.....	16
Figura 5: Barrera Gruesa	17
Figura 6: Atenuación a causa del follaje (árboles)	19
Figura 7: Ubicación de Generador Eléctrico (EPC5) y Estación de Compresión	25
Figura 8: Esquema de procedimiento de trabajo	25
Figura 9: Distribución de estaciones meteorológicas para la línea base	28
Figura 10: Distribución de estaciones de inventario forestal para la línea base.....	29
Figura 11: Ubicación de estaciones de calidad de suelo	30
Figura 12: Distribución de estaciones de ruido para la línea base.....	32
Figura 13: Zona del EPC5 (área de evaluación de atenuación de ruido)	33
Figura 14: Distribución de las estaciones de medición de ruido en la zona del EPC5.....	36
Figura 15: Ubicación de estación meteorológica en la zona del EPC5	40
Figura 16: Esquema 01 de análisis de atenuación de ruido por Tramos largos.....	45
Figura 17: Atenuaciones a considerar en la evaluación de ruido	45
Figura 18: Estaciones de estimación de ruido de la EC	46
Figura 19: Mapa de Temperatura	53
Figura 20: Mapa de Humedad Relativa.....	54
Figura 21: Vista longitudinal a la Infraestructura en la Zona del EPC 5.....	58
Figura 22: Infraestructura en la zona delantera del EPC 5	59
Figura 23: Infraestructura en la zona posterior del EPC 5	61
Figura 24: Puntos receptores en la evaluación de ruido de la EC	83
Figura 25: Mapa de ruido generado por la EC sobre la zona de estudio	85
Figura 26: Esquema de hangar acústico para la EC	86
Figura 27: Mapa de ruido generado por la EC incluyendo hangar acústico.....	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Niveles de temperatura en la zona de estudio	52
Gráfico 2: Niveles Humedad relativa en la zona de estudio.....	52
Gráfico 3: Niveles de Presión atmosférica en la zona de estudio.....	52
Gráfico 4: Niveles de Velocidad de viento en la zona de estudio	53
Gráfico 5: Niveles de ruido en la zona de estudio	55
Gráfico 6: Comportamiento de Temperatura (°C).....	64
Gráfico 7: Comportamiento de Humedad Relativa (%)	64
Gráfico 8: Comportamiento de Presión atmosférica (mb).....	64
Gráfico 9: Comportamiento de Velocidad de viento (m/s)	65
Gráfico 10: Comportamiento de la dirección de viento (m/s)	65
Gráfico 11: Comportamiento de ruido por octavas y LAeqT – Día 01 (25/09/2013)	67
Gráfico 12: Comportamiento de ruido por octavas y LAeqT – Día 02 (26/09/2013)	68
Gráfico 13: Comportamiento de ruido por octavas y LAeqT – Día 03 (27/09/2013)	69
Gráfico 14: Diagrama de cajas de registros de ruido – Zona delantera del EPC5	72
Gráfico 15: Diagrama de cajas de registros de ruido – Zona posterior del EPC5	73
Gráfico 16: Comparación de niveles de ruido promedio (dBA) teóricos y reales	79
Gráfico 17: Atenuación de ruido por distancia.....	79
Gráfico 18: Atenuación de ruido por absorción atmosférica a 20°C.....	80
Gráfico 19: Atenuación de ruido por absorción atmosférica a 25°C.....	80
Gráfico 20: Atenuación de ruido por absorción atmosférica a 30°C.....	81
Gráfico 21: Atenuación de ruido por absorción de suelo	82
Gráfico 22: Comparación entre valores de estimación de ruido con pantallas y sin pantallas..	88

RESUMEN

El presente estudio evalúa los niveles de ruido que se van a generar por la operación de una estación de compresión de gas natural en una zona de selva, ubicada en territorio de la Comunidad Nativa de Nuevo Mundo (distrito de Echarate, provincia La Convención, Departamento Cusco), la evaluación se realiza mediante el análisis de las atenuaciones que sufre el ruido desde que este se genera en su fuente (estación de compresión) hasta un o más punto(s) receptor(s) determinado(s). La metodología propuesta emplea como base de cálculo, las consideraciones y ecuaciones indicadas en la norma “ISO 9613-2 - Atenuación de ruido durante su propagación en exteriores”, la cual asocia la atenuación de ruido a diversos factores entre la fuente y un punto receptor, los cuales son, la distancia, la temperatura, humedad, tipo de suelo, presencia de vegetación y presencia de infraestructura, estos factores influyen en la propagación de ondas acústicas mediante absorción, refracción y/o reflexión.

Esta investigación se ha realizado antes de la construcción de la estación de compresión, con la finalidad de evaluar si los niveles de ruido son o no perjudiciales a las personas ubicadas en áreas cercanas. De esta manera se podrá conocer los niveles de ruido en nuestra zona de estudio, producto de la operación de la estación de compresión y luego se podrá elaborar mapas de ruido que me permitan elaborar planes de acción para minimizar los niveles de ruido y así eliminar el impacto ambiental.

Palabras Claves: Atenuación de Ruido, Estación de Compresión, Generador Eléctrico EPC5

SUMMARY

This study evaluates the levels of noise that will be generated by the operation of a compressor station for natural gas in a jungle area, located in the territory of the Native Community of Nuevo Mundo (Echarate district, Convention province, Cusco department), the evaluation was done by analyzing the noise attenuation suffered since it's generated at the source (compressor station) to the point (s) receptor (s). The proposed methodology uses as the basis of calculation, the considerations and equations given in the international norm "ISO 9613-2 - Noise attenuation during propagation outdoors" which associates the noise attenuation of various factors between the source and receiver point which are, distance, temperature, moisture, soil type, presence of vegetation and the presence of infrastructure, because these factors influence the propagation of acoustic waves by absorption, refraction and/or reflection.

This evaluation was performed before the construction of the compressor station, with the purpose of assess if the noise levels are harmful to the people located in nearby areas. This way will know the levels of noise in our study area, due to the operation of the compressor station and then may develop noise maps that allow develop action plans to minimize noise levels, thereby eliminating the environmental impact.

Key Words: Noise Attenuation, Compressor Station, Electric Generator EPC5

I. INTRODUCCIÓN

Una de las experiencias más grandes en el país, en el sector de hidrocarburos, es el descubrimiento y explotación del gas de Camisea, este suceso ha generado que la matriz energética peruana cambie de ser predominantemente energía hidroeléctrica a ser energía térmica de gas.

Frente a esta situación, el país busca impulsar una cultura de consumo de gas, uno de los lineamientos de esta visión es la búsqueda de nuevas reservas de gas que sean lo suficientemente grandes para poder abastecer el mercado interno y la demanda externa. La exploración y explotación de este recurso debe realizarse con un adecuado programa de manejo ambiental, para evitar daños a estos ecosistemas, ya que los lugares en donde se ubican estas reservas albergan una gran diversidad de especies de flora, fauna y ecosistemas.

Proyectos de explotación de gas natural, implican distintos tipos de procesos industriales para poder extraer, tratar y transportar este hidrocarburo; su transporte está condicionado a la presión del gas desde su lugar de origen hasta su destino intermedio o final, sin embargo la presión del gas decae conforme el pozo se extrae, y para no afectar el transporte ni la producción de gas se necesitan construir y operar estaciones de compresión.

El principal impacto ambiental derivado de la operación de una estación de compresión de gas natural es la generación de ruido ambiental, por esta razón antes de su construcción es importante conocer el nivel de ruido que esta instalación generará, para así saber si estos serán bajos o altos, de ser elevados entonces se deberá considerar medidas de mitigación de ruido o evaluar otros modelos de compresores menos ruidosos, para así no generar un impacto ambiental.

Actualmente existen software como Sound Plan, Cadna A, entre otros más, que realizan modelamiento de ruido ambiental, sin embargo estos son muy costosos y no muchas personas saben usarlos. El presente proyecto de investigación emplea las consideraciones y ecuaciones descritas en la norma “ISO 9613-2 Atenuación de ruido durante su propagación en exteriores”; las cuales son la base de los software de modelamiento de ruido; con la finalidad de evaluar el

ruido ambiental a generarse por el futuro funcionamiento de una estación de compresión de gas natural.

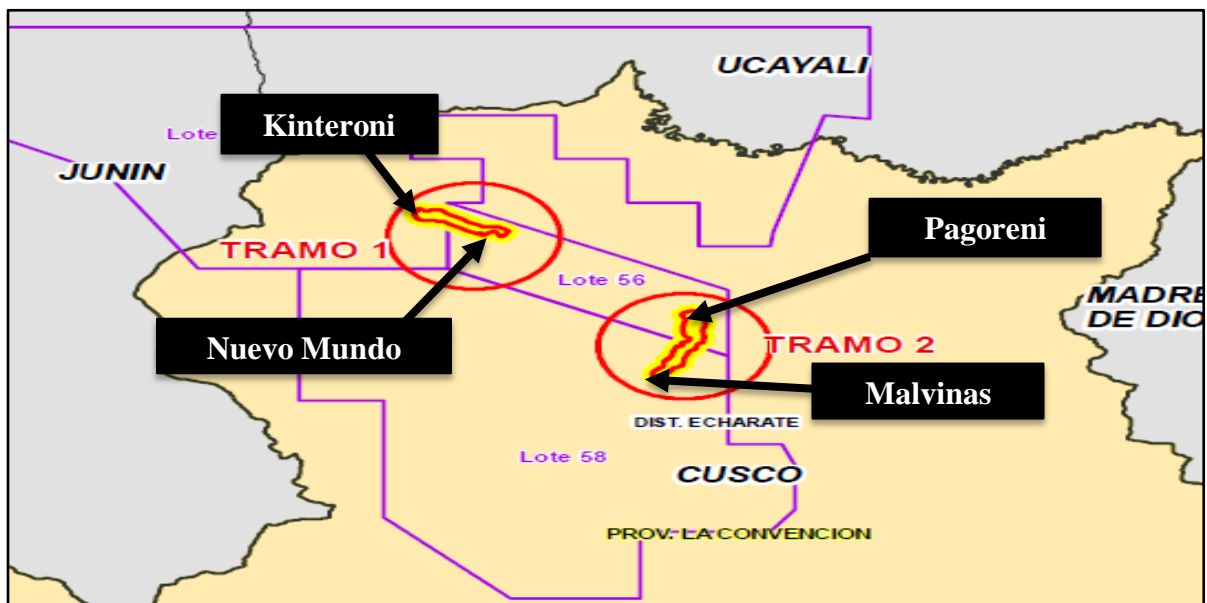
II. REVISIÓN DE LITERATURA

Para una mejor comprensión de las implicancias ambientales asociadas a la evaluación del ruido generado por una estación de compresión de gas natural, se describirán algunos conceptos, metodologías y otras referencias para un mejor entendimiento del presente proyecto.

2.1. ANTECEDENTES DE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN

Como parte de las actividades de exploración de hidrocarburos en el Lote 57, Cusco, Perú; la empresa Repsol Exploración realizó un descubrimiento de Gas Natural en la locación de Kinteroni, el cual consiste en una reserva de aproximadamente 178 MMSCFD¹; la explotación de esta reserva comprende una Etapa de Desarrollo, la cual consiste en la extracción de gas de los Pozos de Kinteroni y su transporte por medio de ductos hasta una Planta de Fraccionamiento de Gas Natural en Malvinas, Cusco, la cual es propiedad de la Empresa Pluspetrol. A continuación se muestra un mapa referencial de la ubicación de este proyecto.

Figura 1: Ubicación de Tramos I y II



¹ (1 MMSCFD = 1 000,000 de pies cúbicos estándar día = 28 316.8 m³/Día)

La Estación de Compresión a analizar en esta Tesis; tiene como objetivo principal compensar la pérdida de presión de los pozos de Kinteroni y poder cumplir con la presión de entrega de 1300 psig en la Planta de Fraccionamiento de Malvinas. Si no se instalase la Estación de Compresión, la producción decaería y no se podrían mantener las condiciones de entrada de gas en la Planta de Fraccionamiento de Malvinas, afectando los procesos industriales de esta.

2.2. DEFINICIONES GENERALES

2.2.1. Estación de Compresión de Gas Natural

Maquina encargada de elevar la presión de un fluido, con la finalidad de suministrarle la energía necesaria para su transporte. (TGI – Transportadora de Gas Internacional, Estaciones Compresoras, 2013)².

El presente estudio evaluará la generación de ruido por la futura operación (año 2015) de una estación de compresión de gas natural, la cual funcionara por medio de 02 compresores reciprocantes de 1550 HP y 02 generadores de 1,1 MW, estos 02 últimos con la finalidad de abastecer la energía que los compresores demanden durante su operación.

2.2.2. Gas Natural

Mezcla de hidrocarburos livianos en estado gaseoso, que en su mayor parte está compuesta por metano y etano (80 %), y en menor proporción por propano, butanos, pentanos e hidrocarburos más pesados. Las principales impurezas que puede contener la mezcla son vapor de agua, gas carbónico, nitrógeno, sulfuro de hidrógeno y helio, entre otros (Ecopetrol, 2010).

2.2.3. Área de influencia (Zona de Estudio o Área de Estudio)

Es el área relacionada a la envergadura, características e impactos ambientales de un determinado proyecto (Reglamento de la Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Decreto Supremo 019-2009-MINAM).

² Disponible en <http://www.tgi.com.co>

Para la presente evaluación, el área de influencia o llamada en adelante zona de estudio, tendrá una extensión 27 has, la cual ha sido determinada en función a la ubicación en donde se construirá y operará la estación de compresión de gas natural y los factores ambientales cercanos, principalmente bosques y grupos humanos (ver figura 02).

2.2.4. Comunidad Nativa

Grupos poblacionales que tienen origen en los grupos tribales de la selva y ceja de selva y están constituidas por conjuntos de familias vinculadas por el idioma, dialecto, características culturales y sociales, tenencia y uso común o permanente de un mismo territorio (Manual de Tierras - Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, Ministerio del Ambiente, 2009).

En nuestra zona de estudio se ubica a aproximadamente 1400 metros al este de la zona en donde se ubicará la estación, la Comunidad Nativa de Nuevo Mundo (ver figura 02).

Figura 2: Distribución de zona de estudio



2.3. DEFINICIONES RELACIONADAS AL RUIDO

2.3.1. Sonido

Energía que es transmitida como ondas de presión (ondas sonoras) en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición

(Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, Ministerio del Ambiente del Perú, 2013).

2.3.2. Ruido

Todo sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas. (DS 085-2003-PCM - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido).

2.3.3. Ruido de Fondo

Es el ruido generador por todas las fuentes distintas a la fuente de interés (Harris, 1995).

2.3.4. Contaminación acústica o sonora

Es definida como la presencia en el ambiente exterior o interior de ruidos que generan riesgos a la salud y al bienestar humano (Decreto Supremo 085-2003-PCM - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido).

2.3.5. Onda sonora

Es una onda longitudinal que se transmite a través de un medio y su propagación produce en el oído humano una sensación descrita como sonido (Seto, 1973).

2.3.6. Longitud de onda

Es la distancia de desplazamiento de una onda para completar un ciclo, durante un tiempo determinado. Esta distancia se puede medir entre picos sucesivos o entre dos puntos correspondientes en un ciclo. La longitud de onda viene dada por la siguiente relación entre:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1)$$

Donde:

- λ : es la longitud de onda
- c : es la velocidad de propagación del sonido (340 m/s – ISO 9613-2)
- f : es la frecuencia.

2.3.7. Frecuencia (Hz)

Es el número de ciclos, oscilaciones o variaciones en un segundo de una onda, se mide en Hertzios (Hz), unidad que equivale a un ciclo por segundo. Los sonidos agudos, como un silbido, son de altas frecuencias; sonidos graves son de bajas frecuencias (De Cos, et al, 2001). La audición humana tiene una banda de frecuencias audibles de 20 Hz a 20 000 Hz; las frecuencias inferiores al rango se llaman infrasonidos y superiores son ultrasonidos (Carrión, 1998).

2.3.8. Espectro de ruido y octavas bandas de frecuencia de ruido

El espectro de ruido se define como la representación de la distribución de energía sonora en función a las frecuencias de sus ondas. Para realizar estudios de ruido no es posible analizarlas una a una de estas, por lo que se suelen analizar la amplia banda de frecuencias en octavas bandas de frecuencia (63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz, 8 000 Hz).

2.3.9. Decibel (dB)

Unidad en la que habitualmente se expresa el nivel de presión, potencia o intensidad sonora, expresa el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia (Rougeron 1 977: 101).

2.3.10. Curva de Ponderación A (dBA)

En las mediciones de ruido se necesita definir con que sonoridad los niveles medidos serán percibidos, a causa de esto se crearon las curvas de ponderación A, B, C y D. La curva de ponderación A, es la más semejante a la percepción logarítmica del oído humano, su unidad es el dBA. En esta se expresan habitualmente los resultados de las mediciones de ruido con fines legales o estudios ambientales (Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, Ministerio del Ambiente del Perú, 2011).

A continuación se presenta los factores de corrección que deben de adicionarse a los resultados de mediciones de ruido (dB) en octavas bandas de frecuencia (63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz y 8 000 Hz), para obtener los niveles de ruido finales en dBA.

Cuadro 1: Factores de corrección de ponderación A

Frecuencias octavas (Hz)	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Factor de corrección ponderación A (dB A)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1

2.3.11. Nivel de Presión Sonora a partir de niveles de presión acústica de octavas bandas

Una vez obtenidos los valores de ruido en octavas bandas de frecuencia, ya sea en ponderación A o sin ponderar, se procede a determinar el nivel de presión sonora equivalente mediante la siguiente ecuación:

$$L_{p, total} = 10 \times \log_{10} \left(\sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{p,n}}{10}} \right) \quad (2)$$

Donde:

- **L_{p,n}**: es el nivel de presión acústica por banda de octava, su unidad es el dB o el dBA.
- **L_{p, total}**: es el nivel de presión acústica equivalente, su unidad es el dB o el dBA.
- **n**: es el número de datos de ruido, para este caso su valor es igual a 8.

2.3.12. Nivel de Potencia Sonora

Todas las fuentes de ruido tienen una potencia de sonido característico, una medida básica de su salida acústica, es esencialmente una propiedad física sólo de la fuente.

2.3.13. Nivel de Presión Sonora (L_p)

El nivel de presión sonora (SPL “Sound Pressure Level”), es el parámetro que determina la intensidad del sonido que alcanza a una persona en un momento dado, se mide en decibeles (dB) y varía entre 0 dB umbral de audición y 140 dB umbral de dolor. Se define mediante la siguiente expresión (Viro et al: 2002: 8):

$$L_p = 10 \times \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 \quad (3)$$

Donde:

- **P₀**: es la presión sonora de referencia y equivale a 20 micropascales.
- **P**: es el valor cuadrático medio de la presión instantánea.

2.3.14. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LeqT)

Es el nivel sonoro equivalente que tendría un ruido en un determinado lapso de tiempo de medición y está dado por la siguiente formula (Kogan, 2004):

$$L_{eq} = 10 \times \log \left[\frac{1}{T} \times \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad (4)$$

Donde:

- **p (t)**: es la presión sonora en función del tiempo.
- **T**: es el periodo de medición en segundos.
- **Po**: es la presión sonora de referencia y equivale a 20 micropascales.

Esta ecuación emplean los sonómetros para estimar el nivel de ruido equivalente, a partir de todos sus registros de ruido obtenidos durante su tiempo de medición.

2.3.15. Suma de niveles de ruido y promedio de niveles de ruido

La suma de distintas fuentes de ruido está dada por la ecuación:

$$L_{p, total} = 10 \times \log_{10} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{p,n}}{10}} \quad (5)$$

El promedio de una cantidad “n” de datos registrados de ruido, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L_{p, prom} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{\sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{p,n}}{10}}}{n} \right) \quad (6)$$

Donde:

- **Lp, n**: son los niveles de presión acústica deseados (suma o promedio), la unidad es dB o dBA.
- **n**: número de registros de ruido, su unidad es dB o dBA.
- **N**: es el último registro o valor de ruido, su unidad es dB o dBA.

2.3.16. Sonómetro

Instrumento utilizado para la medida del nivel de presión sonora, con ponderación en frecuencia y en tiempo. Un sonómetro está constituido por un micrófono, que capta la presión sonora, el preamplificador, el amplificador, los filtros para la ponderación en frecuencia; el control del rango de nivel, programas de análisis en tiempo real y el indicador de lectura (Harris, 1995).

2.4. DEFINICIONES DE LA NORMA ISO 9613-2 “ATENUACIÓN DEL RUIDO DURANTE SU PROPAGACIÓN EN EXTERIORES”

La presente norma, describe el método para el cálculo de la atenuación del sonido durante su propagación al aire libre con el fin de predecir los niveles de ruido ambiental a una distancia determinada, en relación a una o más fuentes de ruido. (Norma ISO 9613).

Es un método general, en el sentido que es aplicable en la práctica a una gran variedad de fuentes de ruido y entornos, como carreteras, tráfico, fuentes de ruido industriales (para el presente caso), actividades de construcción y otras fuentes de ruido, con excepción del ruido generado por las aeronaves en vuelo, operaciones militares y similares.

2.4.1. Propagación del Ruido

La propagación del sonido comprende tres componentes principales: una fuente de ruido, la vía de transmisión y un receptor.

2.4.2. Atenuación de ruido según ISO 9613-2 : 1996

La determinación del nivel de Presión sonora continuo equivalente “L_{fT} (DW)” (ruido) a una distancia “x” de la fuente puntual, analizándolo en octavas bandas de frecuencias (63 Hz hasta 8 000 Hz), viene dado por la siguiente ecuación:

$$L_{fT}(DW) = L_w + D_c - A \quad (7)$$

Dónde:

- **L_{fT} (DW):** es el nivel presión sonora calculado, en bandas de octava y en decibeles.
- **L_w:** es el nivel de potencia acústica de la fuente en bandas de octava y en decibeles.

- **Dc:** es la corrección por directividad, en decibeles, para nuestro caso el valor es “0” porque el ruido en la fuente puntual se emite en todas las direcciones.
- **A:** es la atenuación de ruido en bandas de octava, se mide en decibeles (dB); está dada por la siguiente ecuación:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (8)$$

Dónde:

- **Adiv:** atenuación debido a la divergencia geométrica;
- **Aatm:** atenuación debido a la absorción atmosférica;
- **Agr:** atenuación por efecto del suelo;
- **Abar:** atenuación por efecto de barreras;
- **Amisc:** atenuación por miscelánea (para nuestro caso, por presencia de vegetación).

Los primeros tres términos de la ecuación anterior son los principales mecanismos de atenuación de ruido, los cuales deben de considerarse en todas las situaciones porque son casi universales. El penúltimo término aplica cuando existen estructuras “pantallas” entre la fuente y el receptor de ruido, y el último término cubre la atenuación por mecanismos adicionales que solo surgen en casos específicos: reflexión (A_{rfl}), propagación a través de la vegetación (A_{veget}) y propagación a través de áreas de casas (A_{casa}). La atenuación del ruido, debe de calcularse a nivel espectral, esto quiere decir analizar la atenuación que sufre el ruido durante su propagación a través de ondas en octavas bandas de frecuencia.

2.4.2.1. Atenuación por Divergencia geométrica (A_{div})

La divergencia geométrica es la expansión esférica de la energía acústica en campo libre a partir de una fuente puntual. Está determinada por la distancia entre la fuente y el receptor; a medida que la distancia entre la fuente y el receptor se incrementa, el nivel de ruido percibido por el receptor disminuye. Esta atenuación viene dada por la siguiente ecuación:

$$A_{div} = 20 \times \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right) + 10.9 - C \quad (9)$$

Dónde:

- **d:** es la distancia desde la fuente al receptor, en metros.
- **d₀:** es la distancia de referencia (=1 m) para una fuente sonora omnidireccional puntual.

- **C:** es el término de corrección.

2.4.2.2. Atenuación por Absorción atmosférica (A_{atm})

A medida que el sonido se propaga a través de la atmósfera, su energía se convierte gradualmente en calor, el sonido es absorbido mediante varios procesos moleculares denominados absorción del aire. La atenuación debido a la absorción atmosférica (A_{atm}) en dB, durante la propagación a través de una distancia d, en metros, está dada por la ecuación:

$$A_{atm} = \alpha * \left(\frac{d}{1\ 000} \right), \quad (dB) \quad (10)$$

Dónde:

- **α:** es el coeficiente de atenuación atmosférica (dB/ km) para cada frecuencia de las octavas.
- **D:** es la distancia entre la fuente y el receptor (m).

El coeficiente de atenuación depende en gran medida de la frecuencia y la humedad relativa y, en menor medida de la temperatura. La norma ISO 9613, presenta los valores de este coeficiente, a distintas temperaturas, humedades y frecuencias, en el cuadro 02 se indica los valores a emplear para el presente estudio:

Cuadro 2: Valores de “α” Coeficiente de Atenuación Atmosférica

#	Temp. (°C)	Hum. (%)	Coef. de atenuación atmosférica (dB/km) según octavas bandas de frecuencia							
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
1	20	90	0.0705	0.272	0.966	2.71	5.3	9.06	20.2	62.6
2	20	80	0.079	0.302	1.04	2.77	5.15	8.98	21.3	68.6
3	30	60	0.076	0.296	1.09	3.36	7.29	12.2	23.4	64.7
4	25	90	0.06	0.236	0.876	2.8	6.44	11	20.9	55.8
5	25	80	0.0673	0.262	0.963	2.96	6.35	10.7	21.1	59.8
6	25	70	0.0765	0.296	1.06	3.08	6.19	10.4	21.9	65.4
7	25	60	0.0888	0.34	1.18	3.18	5.96	10.2	23.2	73.4

Fuente: ISO 9613

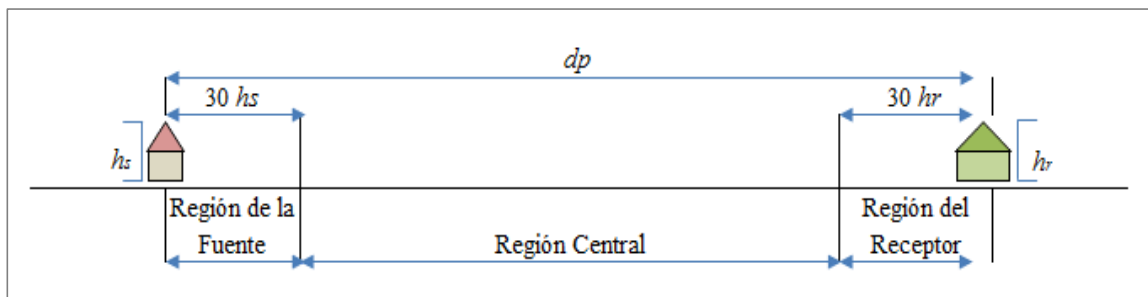
La atenuación por absorción atmosférica también depende ligeramente de la presión ambiental, lo suficiente como para notarse con cambios grandes de altitud, miles de metros (Piercey et al., 1986). La absorción del sonido en el aire puede ser insignificante para

distancias cortas desde la fuente, salvo para frecuencias muy altas (por encima de 5 000 Hz). A distancias grandes, donde la atenuación por absorción del aire es significativa para todas las frecuencias.

2.4.2.3. Atenuación por efecto del suelo (Agr)

La atenuación por efecto del suelo, Agr, es principalmente el resultado del sonido reflejado por la superficie del suelo que interfiere con la propagación de sonido directamente desde la fuente al receptor. Este método es aplicable solamente al suelo que es aproximadamente plano, o horizontalmente o con una pendiente constante. Se especifican tres distintas regiones para la atenuación de sonido (ver la siguiente figura):

Figura 3: Regiones para la determinación de la atenuación del suelo



- **Región de la fuente**, extendida sobre una distancia desde la fuente hacia el receptor de $30h_s$ (altura de la fuente), con un máximo de distancia de dp (distancia desde la fuente al receptor).
- **Región del receptor**, extendida sobre la distancia desde el receptor hacia la fuente de $30h_r$ (altura de receptor), con un máximo de distancia de dp .
- **Región media**, extendida sobre la distancia entre la región de la fuente y del receptor. Si $dp < (30h_s + 30h_r)$, las regiones de fuente y receptor están sobre estimadas y no existe región media.

De acuerdo con este esquema, la atenuación del suelo es más dependiente de las propiedades de las regiones de fuente y receptor. Las propiedades acústicas de cada región de suelo son tomadas en cuenta a través de un factor G, para el cual se especifican tres categorías de superficies reflectantes:

- **Suelo duro**, incluye pavimentos, agua hielo, concreto y otros tipos de superficie que tengan baja porosidad. Mezclas de suelo, sitios industriales, pueden ser considerados duros ($G = 0$).
- **Suelo poroso**, incluye suelo cubierto por pasto, árboles u otro tipo de vegetación, y todo tipo de suelo adecuado para el crecimiento de vegetación, tal como las tierras de cultivo ($G = 1$).
- **Suelo mixto**, si la superficie consiste de suelos duros y porosos ($0 < G < 1$). Para el presente estudio se considera esta condición.

Para calcular la atenuación del suelo para una banda de octava específica, se emplea la siguiente ecuación:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m \quad (11)$$

Dónde:

- **As:** Es la atenuación por efecto de suelo para la región de la fuente.
- **Ar:** Es la atenuación por efecto de suelo para región del receptor.
- **Am:** Es la atenuación por efecto de suelo para la región media.

Estos cálculos se realizan usando las expresiones del siguiente cuadro:

Cuadro 3: Ecuaciones para calcular la atenuación de suelo A_s , A_r , y A_m (12)

Frecuencia central nominal [Hz]	A_s o A_r^* [dB]	A_m [dB]
63	(-1,5)	-3q**
125	(-1,5) + [G × a'(h)]	-3q × (1 - Gm)
250	(-1,5) + [G × b'(h)]	
500	(-1,5) + [G × c'(h)]	
1 000	(-1,5) + [G × d'(h)]	
2 000	(-1,5) × (1 - G)	
4 000	(-1,5) × (1 - G)	
8 000	(-1,5) × (1 - G)	

Frecuencia central nominal [Hz]	As o Ar* [dB]	Am [dB]
Formulas:		
$a'(h) = 1,5 + 3,0 \times e^{-0,12 \times (h-5) \times (h-5)} + 5,7 \times e^{-0,09 \times h \times h} \times (1 - e^{-2,8 \times 10^{-6} \times dp \times dp})$ $b'(h) = 1,5 + 8,6 \times e^{-0,09 \times h \times h} \times (1 - e^{-dp/50})$ $c'(h) = 1,5 + 14,0 \times e^{-0,09 \times h \times h} \times (1 - e^{-dp/50})$ $d'(h) = 1,5 + 5,0 \times e^{-0,09 \times h \times h} \times (1 - e^{-dp/50})$		
Notas:		
<p>* Para calcular As (respecto a la fuente), tomamos G = Gs y h = hs</p> <p>Para calcular As (respecto al receptor), tomamos G = Gr y h = hr</p> <p>** q = 0, donde dp < 30*(hs + hr).</p> <p>q = 1 - 30*(hs + hr)/dp, donde dp > 30*(hs + hr)</p> <p>Donde dp es la distancia entre la fuente y receptor, la cual está dada en metros, proyectándola en el plano del suelo.</p>		

2.4.2.4. Atenuación por apantallamiento (Abar)

Cuando las ondas sonoras impactan en barreras (pantallas acústicas), sufren una difracción, disminuyendo así su presión sonora, atenuando de esta manera el ruido; así mismo las barreras también alteran la reflexión de ondas que provocan el suelo, ya que aumentan la altura de recorrido de la onda por encima del suelo. Para que una estructura sea considerada como barrera, esta debe de estar sobre la línea de propagación de ruido fuente-receptor, su superficie que impacta la onda debe de tener una densidad superficial mayor de 10 kg/m², la superficie de la barrera debe ser totalmente cerrada, sin agujeros, grietas y la longitud de la cara en donde impacta la onda de la fuente debe ser mayor que la longitud de onda de cada frecuencia de interés. La atenuación por apantallamiento viene dada por la siguiente ecuación:

$$Abar = 10 \times \log_{10} \left[3 + \left(\left(\frac{20}{\lambda} \right) \times C3 \times kmet \times z \right) \right] \quad (13)$$

$$z = [(d1 + d2 + t)^2 + a^2]^{1/2} - d \quad (14)$$

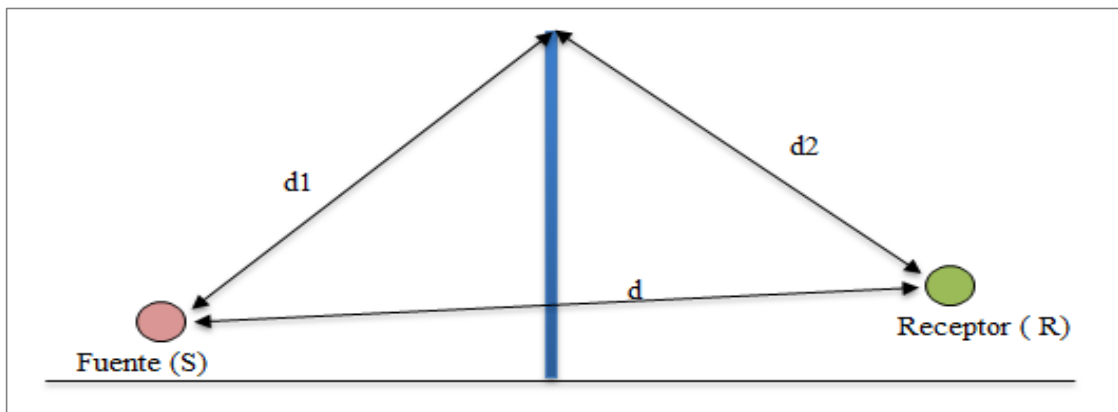
$$k_{met} = e^{\left[-\left(\frac{1}{2000}\right) \times \left(\sqrt{\frac{d_1 \times d_2 \times d}{2z}}\right)\right]}, \text{ para } z > 0 \quad (15)$$

$$k_{met} = 1, \text{ para } z < 0 \quad (16)$$

Donde:

- λ : es la longitud de onda
- **C3**: es un factor relacionado al tipo de barreras, para barreras delgadas el valor es 1 y para barreras gruesas el valor es 3.
- **kmet**: es el valor asignado a la corrección meteorológica.
- **z**: es la diferencia entre las longitudes del camino difracción de ruido y el ruido directo (m).
- **a**: es la distancia de la barrera entre la fuente y el receptor, en metros.
- **t**: es el valor de la dimensión de la dimensión horizontal de la barrera (m).
- **d1, d2 y d**: son las distancias de la figura 04 y 05.
- **Barreras Delgadas**: Una barrera delgada es la que atenúa el sonido mediante una difracción única.

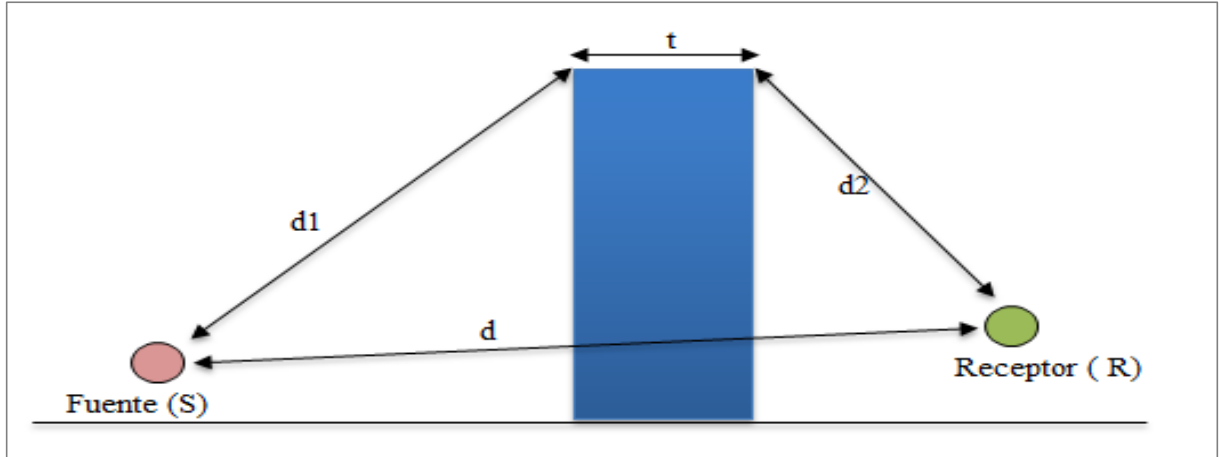
Figura 4: Representación de una barrera delgada



- **Barreras Gruesas**: Una barrera gruesa es la que atenúa el sonido mediante difracción doble; un edificio, o un dique de tierra suelen ser ejemplos de barrera gruesa. Si la dimensión, el grosor (t) de la barrera es mayor a 3 m, se considera que esta es gruesa para todas las frecuencias del sonido. Si t es inferior a 3 m, la barrera se considera gruesa para

los componentes cuya longitud de onda sea inferior a $t/5$. Si no se cumplen estas condiciones, la barrera debe considerarse delgada.

Figura 5: Barrera Gruesa



2.4.2.5. Atenuación miscelánea (A_{misc})

La A_{misc} , comprende las atenuaciones por absorción y/o reflexión que la onda sonora experimenta cuando en su propagación, atraviesa infraestructuras (A_{refl}), vegetación (A_{veg}) y casas (A_{casa}), esta última no es evaluada en la presente investigación, debido a su inexistencia dentro de la zona de estudio.

2.4.2.6. Atenuación por reflexiones

Aquí las reflexiones son consideradas en términos de fuentes imagen, estas reflexiones provienen superficies más o menos verticales, tales como fachadas de edificios, las cuales pueden incrementar el nivel de presión sonora en el receptor; para que una estructura sea considerada como estructura reflectante debe de tener un coeficiente de reflexión de sonido mayor a 0.2 y debe cumplir la siguiente relación:

$$\frac{1}{\lambda} > \left[\frac{2}{(l_{min} \times \cos \beta)^2} \right] \times \left[\frac{d_{s,o} \times d_{o,r}}{d_{s,o} + d_{o,r}} \right] \quad (17)$$

Donde:

- λ : es la longitud de onda para cada frecuencia de interés (m).
- β : es el ángulo de incidencia (rad).
- **l_{min}**: es la dimensión mínima (largo o alto) de reflexión (m).

- $d_{s,o}$: es la distancia entre la fuente y el punto de reflexión (m).
- $d_{o,r}$: es la distancia entre la fuente y el punto de reflexión (m).

Si no se cumple la relación, entonces no se puede asumir que existe reflexión por la estructura evaluada. El efecto de reflexiones desde el suelo no es incluido porque esta se encuentra considerada en el cálculo de atenuación por el suelo Agr. El nivel de potencia sonora de la fuente imagen $L_{w, mi}$ es calculado por:

$$L_{w, mi} = L_w + 10 * \log(\rho) \text{ dB} + Dir \quad (18)$$

Dónde:

- ρ : Es el coeficiente de reflexión de sonido
- **Dir**: es el índice de directividad de la fuente en dirección del receptor imagen.
- **L_w**: es el nivel de potencia sonora por bandas de octava, en decibelios, producido por la fuente sonora puntual relativo a una potencia sonora de referencia de 1 picowatt (1pW).

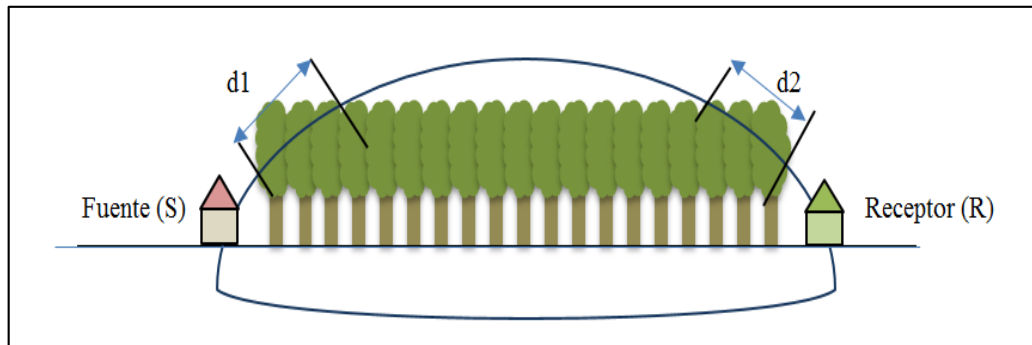
Cuadro 4: Estimación del coeficiente de reflexión sonora ρ

OBJETOS	ρ
Paredes planas duras	1
Paredes de edificios con ventanas y pequeños agregados	0,8
Paredes de industrias con 50% de la superficie de abertura, instalaciones o pipes	0,4

2.4.2.7. Atenuación por vegetación (árboles)

El follaje de los árboles y arbustos proporciona una pequeña cantidad de atenuación, pero sólo si es suficientemente densa como para bloquear completamente la vista a lo largo de la trayectoria de propagación, es decir, cuando es imposible ver a una corta distancia a través del follaje. La atenuación puede ser por la vegetación cerca de la fuente, o cerca del receptor, o por ambas situaciones, como ilustrados en la figura 06.

Figura 6: Atenuación a causa del follaje (árboles)



Los valores d_1 y d_2 , son referenciales, indican la región cercana a la fuente y al receptor; a continuación se muestra el cuadro 05, en el cual se muestra la atenuación en función a las distancias d_1 y d_2 (la suma de estas puede ser la distancia total del bosque):

Cuadro 5: Atenuación de ruido por follaje (árboles)

Distancia de propagación "df" (m)	Frecuencia central nominal (Hz)								Unidad
	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	
$10 \leq df \leq 20$	0	0	1	1	1	1	2	3	dB
$20 \leq df \leq 200$	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12	dB/m

Nota: $df = d_1 + d_2$

La primera línea en el Cuadro 05, muestra la atenuación que se espera por follaje, si la longitud del trayecto total a través del follaje está entre 10 m a 20 m, y la segunda muestra la atenuación que se espera por follaje denso si la longitud del trayecto está entre 20 m y 200 m. Para rutas de longitudes mayores de 200 m a través de follaje denso, se deberá utilizar la atenuación indicada para el rango de 20 m a 200 m. Estos valores solo podrán usarse cuando el follaje de la vegetación es tal que hace mínima la visibilidad.

2.5. DEFINICIONES RELACIONADAS AL PROCESAMIENTO DE DATOS

2.5.1. Sistemas de Información Geográfica

Software elaborado para facilitar la obtención, gestión, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión (NCGIA, 1990). En el presente estudio, se empleará el software Arc GIS 10.1 con la finalidad de representar gráficamente (mapas) todos los niveles de ruido calculados o estimados en el análisis de atenuación de ruido durante su propagación sobre el área de estudio, esta representación se realizará mediante el uso de una herramienta del software llamada “Krigging”, la cual realiza una interpolación de los valores de ruido obtenidos en cada punto receptor analizado.

2.5.2. Mapas de Ruido

Son una fuente de geoinformación gráfica, que representa los niveles de ruido en un espacio determinado, (NTP 854.001-3:2012: Acústica. Métodos para el Registro del Nivel de la Presión Sonora - Parte 3: Mapas de simulación de la propagación sonora).

2.6. NORMATIVIDAD

2.6.1. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido – Decreto Supremo 085-2003-PCM:

La presente norma, establece los estándares nacionales de calidad de ruido ambiental junto con los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

En el artículo 13 de la norma se establece el plan de acción de protección contra el ruido y fija los lineamientos generales para su aplicación, como mejorar los hábitos de la población, la planificación urbana, la promoción de tecnologías amigables con el ambiente, a priorización de acciones en zonas críticas de contaminación sonora y zonas de protección especial y la racionalización del transporte.

A continuación se presentan los estándares de calidad de ruido según tipo de zona y para horarios diurnos (07:01 – 22:00 hrs) y nocturnos (22:01 – 07:00 hrs):

Cuadro 6: Estándares Nacionales de Calidad de Ruido

Zonas de aplicación	Valores expresados en dBA	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro del territorio de la Comunidad Nativa de Nuevo Mundo, en el distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento de Cusco, ver figuras 01, 02 y 07.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales

Los materiales que se emplearon para el presente trabajo de estudio, fueron los siguientes:

Cuadro 7: Relación de materiales empleados

Fase	Materiales	Uso
Gabinete	Material bibliográfico	Revisar metodologías y estudios relacionadas a la presente investigación
	Lapiceros	Apuntes
	Cuaderno de análisis de datos	Análisis de datos y apuntes
Campo	Hoja de registro de datos de ruido	Registro de datos de medición de ruido en campo
	Hoja de registro de vegetación	Registro de datos de vegetación en campo
	Hoja de registros de características de la zona	Registro de datos de características en campo
	Libreta de campo	Apuntes adicionales

3.2.2. Equipos

Los equipos empleados para el presente trabajo de estudio, fueron los siguientes:

Cuadro 8: Relación de equipos empleados

Fase	Equipo	Función	Accesorios
Gabinete	Laptop	Procesar, digitalizar, analizar la información recabada	-
	Memorias USB	Almacenar información	-
Campo	Sonómetro Integrador SKETCH, Tipo I	Realizar mediciones de ruido	Pastilla de Micrófono
			Calibrador acústico
			Pantalla antiviento
			Trípode
	Estación Meteorológica Davis, modelo Vantage Pro	Realizar mediciones meteorológicas de los parámetros de Temperatura ambiental, Humedad Relativa, Velocidad del Viento, Dirección del Viento y Presión atmosférica	Anemómetro (velocidad de viento)
			Veleta (dirección de viento)
			Caseta de sensores de temperatura, humedad y presión
			Trípode
	GPS	Realizar mediciones de coordenadas UTM	-
	Cinta métrica	Medir distancias, alturas y otras dimensiones	-
Cámara Fotográfica	Obtención de registro visual de trabajo en campo	-	

3.2.3. Software

Los software´s empleados para el desarrollo de esta Tesis, son los siguientes:

Cuadro 9: Relación de software empleados

Fase	Software	Uso
Gabinete	Google Earth Professional (2009)	Realizar análisis de información satelital, medición de áreas, trazado de rutas, obtención de coordenadas, obtención de alturas, conocer nivel del terreno, entre otras cosas más.
	Arc Gis, versión 10.1	Elaborar mapas de ubicación, mapas temáticos de ruido, humedad, y temperatura.

Fase	Software	Uso
	Auto Cad (2010)	Elaborar Planos de Ubicación y distribución de instalaciones del área de estudio.
	Office (2013)	Redacción y elaboración de informe.

3.2.4. Información Primaria

La información primaria empleada fue otorgada por la empresa Repsol Exploración Perú:

Cuadro 10: Relación de información primaria empleada

Fuente de información	Información útil	Año de la información	Acrónimo
EIA de Desarrollo: “Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Desarrollo del Área Sur del Campo Kinteroni, Lote 57”.	*Línea Base de Vegetación *Línea Base Meteorológica *Línea Base de Calidad de Ruido *Línea Base Social (información sobre la Comunidad Nativa cercana)	2010	EIA de Desarrollo
Permiso de Desbosque para el Proyecto de Desarrollo del Área Sur del Campo Kinteroni, Lote 57.	*Línea Base de Vegetación	2011	Permiso de desbosque
Informes de Monitoreo Ambiental de Nuevo Mundo - Lote 57.	*Información actual sobre meteorología y ruido.	2011 -2013	MA
PMA EC: "Plan Manejo Ambiental Estación de Compresión Nuevo Mundo, Primera Etapa – Lote 57".	*Información actual sobre meteorología, ruido y vegetación.	2013	PMA EC

3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

La metodología consiste estimar y evaluar el nivel de ruido generado por una estación de compresión antes de su construcción y funcionamiento, mediante un análisis de atenuación de ruido desde su fuente de origen hasta un(s) determinado(s) punto(s) receptor(s); el método base de cálculo es el propuesto por la norma internacional ISO 9613-2; sin embargo, previamente es necesario determinar si esta metodología es aplicable a la zona de estudio; para esto, como la estación de compresión está planeada a construirse recién en el 2015, primero se realizará la evaluación a un Generador Eléctrico llamado “EPC5” ubicado en la misma zona de estudio, en

el cual se evaluará si los niveles estimados de ruido se asemejan a los valores reales de ruido generados por el EPC5.

Figura 7: Ubicación de Generador Eléctrico (EPC5) y Estación de Compresión



Como se puede apreciar en la figura anterior, el Generador eléctrico (EPC5) y la Estación de compresión (EC) se encuentran en la misma zona de estudio, separados por una distancia aproximada de 0.7 km; por ende los factores ambientales como temperatura, humedad, vientos, vegetación y tipo de suelo en estas dos sub-zonas³ son similares; de esta manera los resultados de la aplicabilidad de la metodología ISO 9613-2 a la sub zona del generador eléctrico EPC5, también serán válidos para toda la zona de estudio.

El procedimiento de trabajo de esta investigación es secuencial y viene dado de la siguiente manera:

Figura 8: Esquema de procedimiento de trabajo



³ Sub-zona del Generador Eléctrico (EPC5) y sub-zona de la Estación de Compresión.

Es importante el orden secuencial del procedimiento de trabajo debido a que cada etapa de la figura 08 es necesaria para la etapa posterior. Para la elaboración de la primera etapa, se emplea información primaria, obtenida a partir de estudios realizados en la zona (ver cuadro 10); la segunda etapa implica el uso de la información obtenida en la etapa anterior y una fase de trabajo de campo, en la cual se registra información clave de la zona de estudio; y finalmente la tercera etapa implica una evaluación final de ambas etapas anteriores.

3.3.1. Línea Base Ambiental de la Zona de Estudio

La presente tiene como finalidad representar el estado ambiental de la zona de estudio y brindar información útil para emplearla durante la evaluación de la atenuación del ruido en la zona del ECP5 y la evaluación final de ruido en la EC. Para la elaboración de esta línea base se empleará la información indicada en el cuadro 10, con la finalidad de describir los siguientes factores ambientales:

Cuadro 11: Factores ambientales (FA) de la línea base de la zona de estudio

FA	Descripción
Meteorología	Se describen los niveles de temperatura ambiental, humedad relativa, dirección del viento, velocidad del viento y presión atmosférica.
Vegetación	Se describe la vegetación presente en la zona de estudio.
Tipo de suelo	Se describe la topografía de la zona y el tipo de suelo.
Ruido	Se describen los niveles de ruido en la zona de estudio.
Población	Se describe los grupos de población dentro de la zona de estudio.

Solo se describen los factores ambientales indicados en el cuadro 11, ya que es la información necesaria para la evaluación de atenuación de ruido; cualquier factor ambiental adicional a los indicados en este cuadro, no sería de mucha utilidad, repercutiendo en tiempos y costos innecesarios.

- **Meteorología**

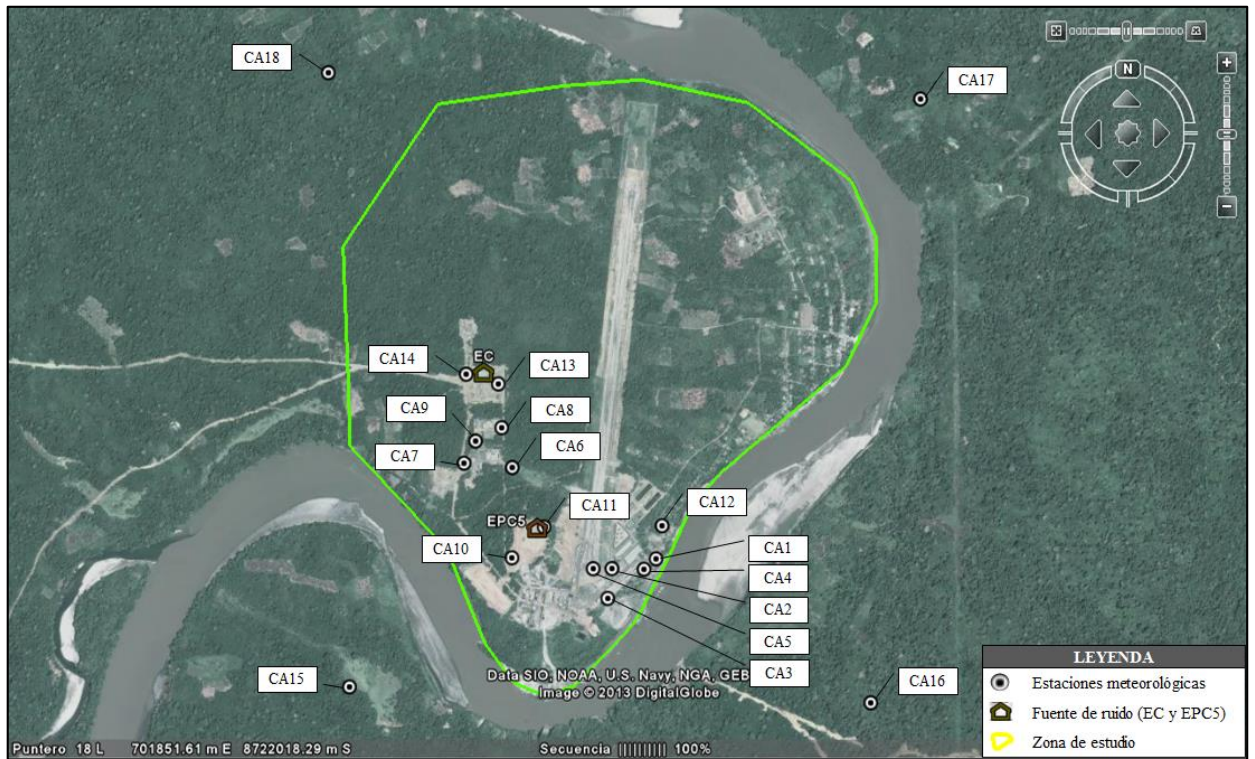
Para la línea base meteorológica se empleó los registros de las siguientes estaciones meteorológicas ubicadas en la zona de estudio:

Cuadro 12: Estaciones meteorológicas en la zona de estudio

#	Nombre de estación	Coordenadas UTM			Periodo de funcionamiento	Fuente información
		E	N	Z		
1	CA1	702802	8722544	350	2011-2013	MA (Monitoreo Ambiental)
2	CA2	702590	8722500	349	2011-2013	
3	CA3	702569	8722362	352	2011-2013	
4	CA4	702744	8722496	351	2011-2013	
5	CA5	702500	8722500	350	2011-2013	
6	CA6	702111	8722976	351	2013	
7	CA7	701883	8722993	351	2013	
8	CA8	702065	8723156	352	2012-2013	
9	CA9	701939	8723095	349	2012-2013	
10	CA10	702110	8722553	350	2012-2013	
11	CA11	702266	8722695	351	2012-2013	
12	CA12	702832	8722697	349	2010	EIA de Desarrollo
13	CA13	702050	8723359	349	2013	PMA EC
14	CA14	701896	8723405	350	2013	
15	CA15	701326	8721960	352	2013	
16	CA16	703829	8721870	351	2013	
17	CA17	704086	8724666	348	2013	
18	CA18	701243	8724806	349	2013	

En las estaciones meteorológicas indicadas en el cuadro 12, se registraron los parámetros de temperatura ambiental, humedad velocidad de viento, dirección de viento y presión atmosférica para distintos periodos durante los años 2011, 2012 y 2013. En la figura 09 se muestra la distribución de las estaciones.

Figura 9: Distribución de estaciones meteorológicas para la línea base



*Fuentes de ruido: EPC5 (generador Eléctrico) y EC (Estación de Compresión)

• Vegetación

Para la elaboración de esta línea base se ha empleado los estudios “EIA de Desarrollo” y “Permiso de Desbosque” (ver cuadro 10); los cuales cuentan con un inventario forestal dentro de la zona de estudio.

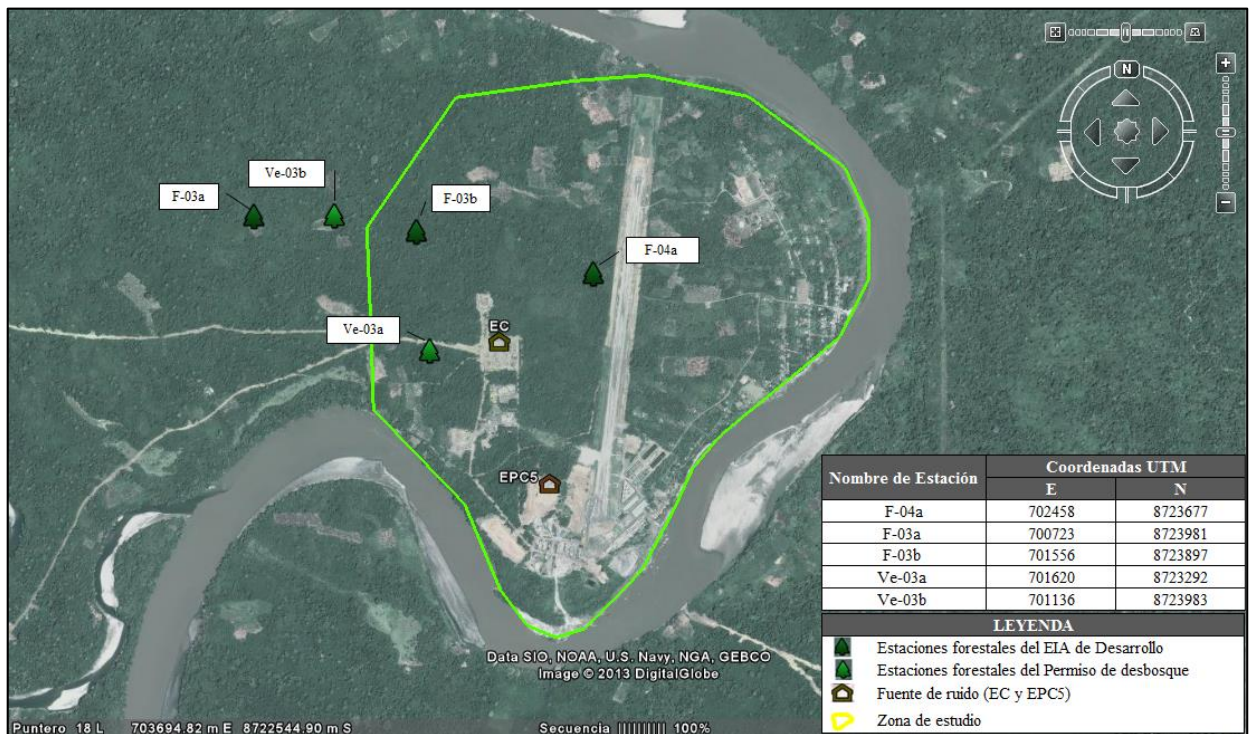
La atenuación del ruido debido a la presencia de vegetación, está relacionado con la visibilidad que se pueda tener desde la fuente de ruido hasta el punto de recepción de ruido, a menor visibilidad mayor atenuación, debido a que la vegetación se comporta como una barrera que disminuye el ruido; por tanto la distribución y dimensiones de la vegetación es importante para evaluar la propagación del ruido.

Cuadro 13: Información a describir en línea base de vegetación

Información	Justificación
Tipo de bosque	Según el tipo y las dimensiones (alturas, diámetros de tallo) del bosque, varía el tipo de vegetación que se desarrolla sobre este.
Tipo de vegetación	Cada tipo de vegetación (especie) tiene dimensiones características (alturas, diámetros de tallo).
Distribución de vegetación	Cada tipo de vegetación se distribuye bajo una densidad (individuos/hectárea), conformando de esta manera un bosque.

Las estaciones del inventario forestal del año 2010, descrito en los estudios “EIA de Desarrollo” y “Permiso de Desbosque” son las siguientes:

Figura 10: Distribución de estaciones de inventario forestal para la línea base



Fuentes de ruido: EPC5 (generador Eléctrico) y EC (Estación de Compresión)

• **Suelo**

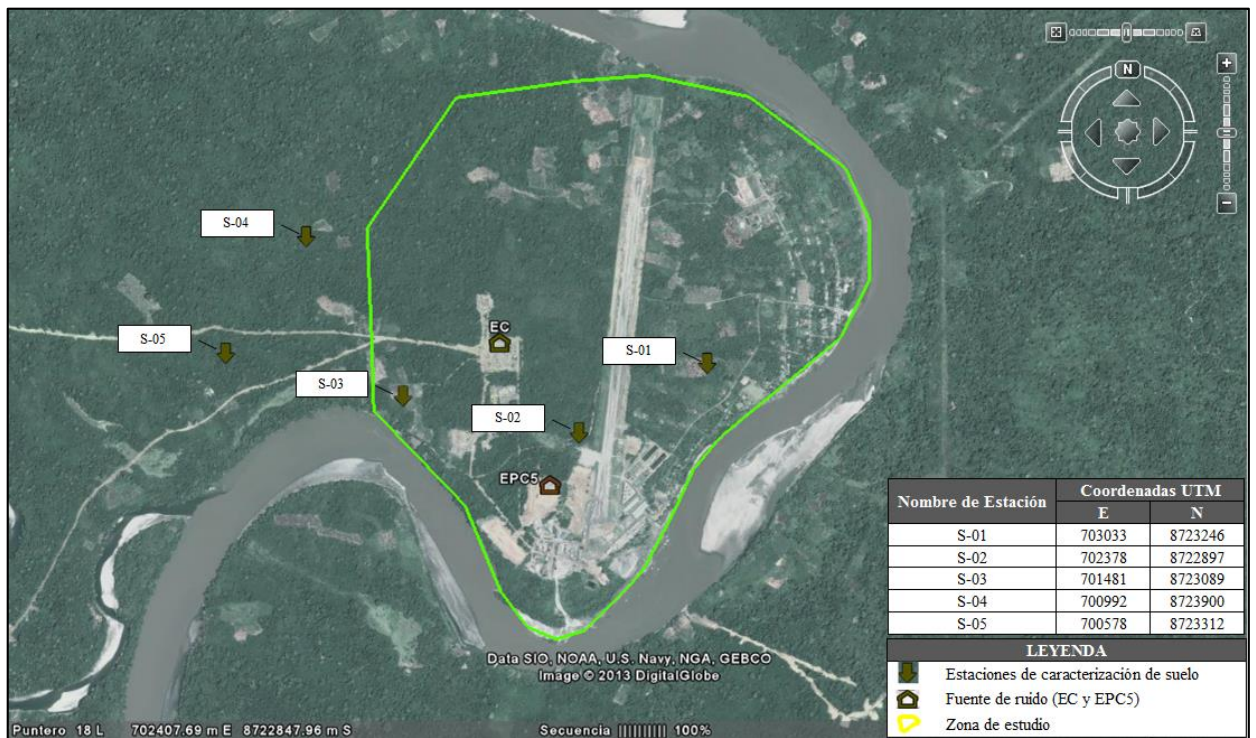
El suelo actúa como un medio de absorción o reflexión de las ondas acústicas, esto va a depender de su dureza, porosidad, pendiente y relieve. La información a describir a cerca del tipo de suelo de la zona de estudio, para el análisis de la atenuación de ruido es la siguiente:

Cuadro 14: Información a describir en línea base de suelo

Información	Descripción
Estructura de suelo	Las características físicas del suelo, como estructura, dureza, porosidad están relacionadas a la atenuación que puede aportar el suelo.
Geomorfología de suelo	El relieve y pendiente del suelo a través el cual se propaga una onda influye mucho en las reflexiones que puede tener esta.

Para obtener la información indicada en el cuadro 14, se empleó como fuente la línea base de suelos del EIA de Desarrollo (ver cuadro 10), en la cual presentan información acerca de la caracterización del medio edáfico, topografía, morfología (relieve y pendientes) del terreno. A continuación se presentan la distribución de las estaciones de caracterización de suelo:

Figura 11: Ubicación de estaciones de calidad de suelo



Fuentes de ruido: EPC5 (generador Eléctrico) y EC (Estación de Compresión)

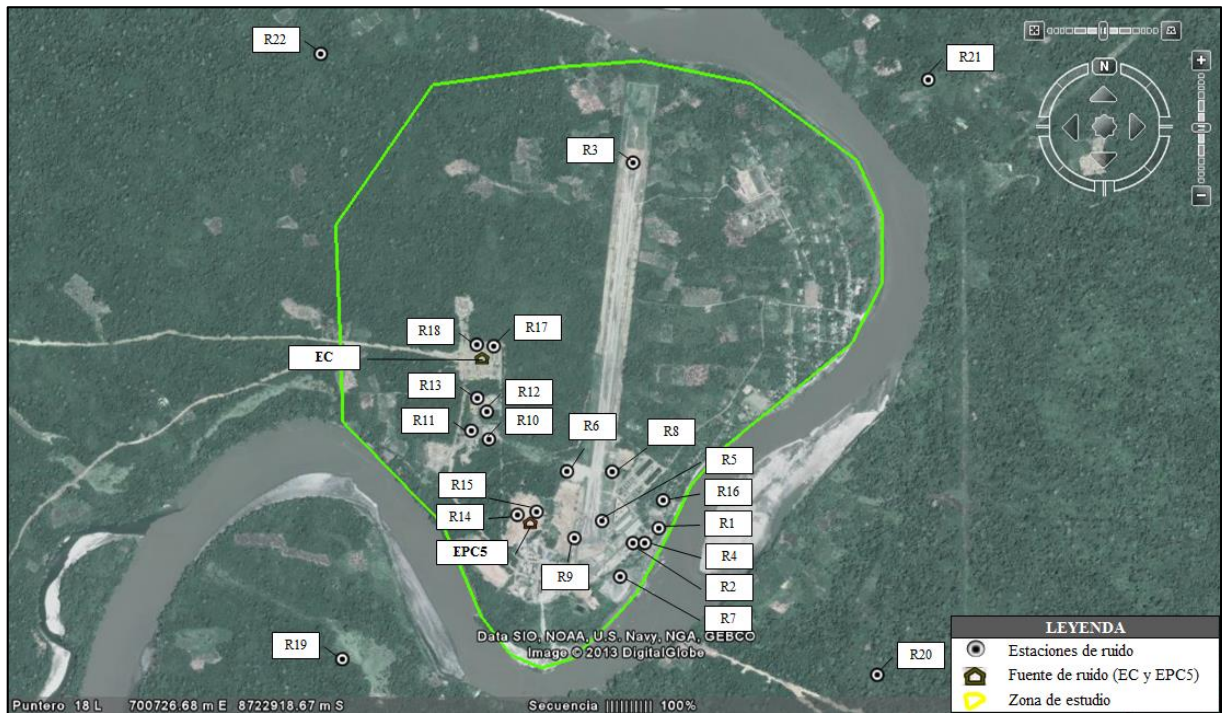
- **Ruido**

Para la descripción del ruido base en la zona de estudio, se usó la información primaria indicada en el cuadro N° 10, la cual brinda niveles de ruido registrados los años 2010, 2011, 2012 y 2013 sobre la presente zona de estudio, obtenida en las siguientes estaciones:

Cuadro 15: Estaciones de ruido de línea base

Nombre de Estación	Coordenadas UTM		Periodo de funcionamiento	Fuente información
	E	N		
R1	702811	8722566	2011-2013	MA (Monitoreo Ambiental)
R2	702690	8722497	2011-2013	
R3	702702	8724285	2011-2013	
R4	702745	8722497	2011-2013	
R5	702546	8722602	2012-2013	
R6	702383	8722836	2011	
R7	702629	8722339	2011	
R8	702595	8722833	2011	
R9	702416	8722522	2011	
R10	702019	8722989	2012-2013	
R11	701937	8723030	2012-2013	
R12	702010	8723119	2012-2013	
R13	701966	8723183	2012-2013	
R14	702150	8722633	2013	
R15	702240	8722647	2013	
R16	702832	8722697	2010	EIA de Desarrollo
R17	702044	8723427	2013	PMA EC
R18	701965	8723434	2013	
R19	701326	8721960	2013	
R20	703829	8721870	2013	
R21	704086	8724666	2013	
R22	701243	8724806	2013	

Figura 12: Distribución de estaciones de ruido para la línea base



Para los registros de medición de ruido en las estaciones indicadas, se empleó un sonómetro digital Extech, con un nivel de respuesta lenta (SLOW), ponderación A, intervalos de medición de 15 minutos en horario diurno (07:01 – 22:00 hrs) y nocturno (22:01 – 07:00 hrs).

• **Población**

La descripción de población humana ubicada en la zona de estudio, tiene como finalidad identificar zonas sensibles a niveles de ruido altos. En nuestra zona de estudio existen solamente dos grupos humanos, uno es la “Comunidad Nativa de Nuevo Mundo” y otro es la población de trabajadores de la empresa Repsol ubicados en el “Campamento de Trabajadores Nuevo Mundo”. La información de estas poblaciones a describir es la siguiente:

Cuadro 16: Información a describir sobre Población

Información	Descripción
Demografía	Cantidad de personas, estructura por sexo y rango de edades.
Instituciones	Centros educativos, centros de salud y residencias en la zona de estudio.

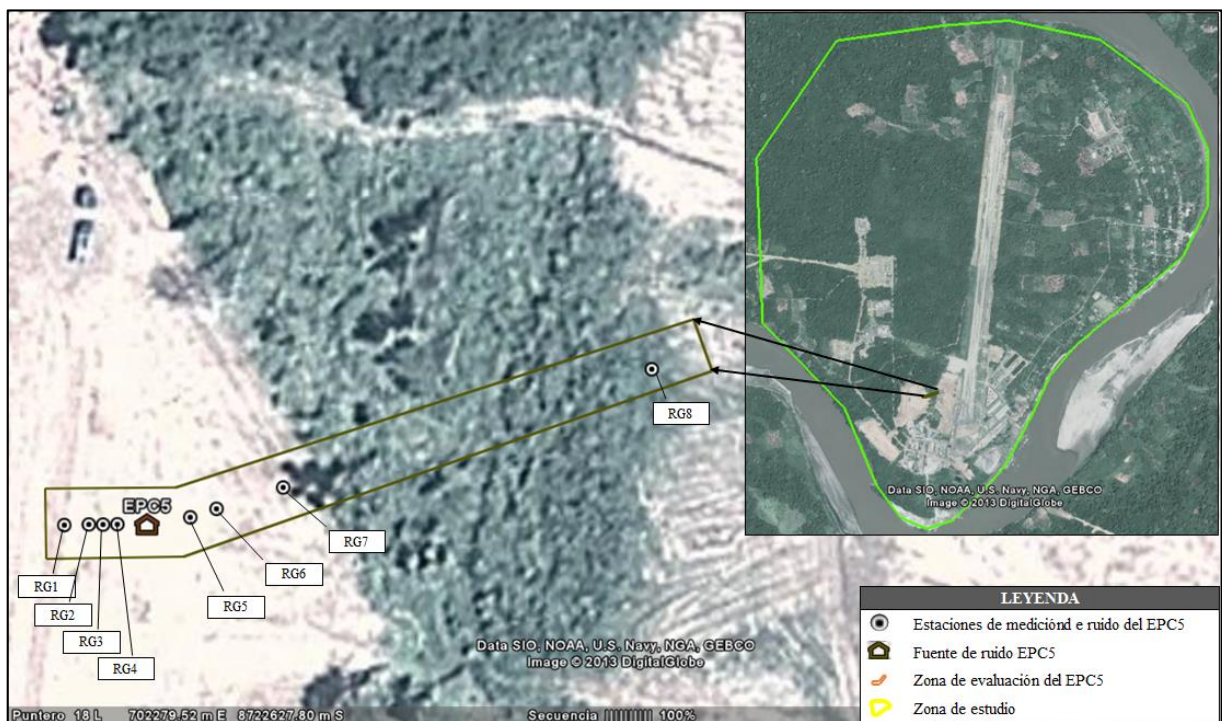
La fuente de información para la descripción social de la Comunidad Nativa de Nuevo Mundo es la línea base social del EIA de Desarrollo, en la cual usó información del Censo Nacional del INEI 2007 y de una campaña de campo, que comprendió las fechas del 28 de febrero al 24 de marzo del 2010 y del 17 de junio al 17 de julio del 2010.

La fuente de información para la descripción social de la población del Campamento de trabajadores Nuevo Mundo son los registros internos del campamento.

3.3.2. Evaluación de atenuación de ruido en la zona del Generador Eléctrico “EPC5”

El presente análisis evalúa la atenuación del ruido asociado al funcionamiento del Generador Eléctrico (EPC5), para lo cual se estima la atenuación del ruido mediante las consideraciones y ecuaciones descritas en el punto “2.4.3. Metodología ISO 9613-2” para luego estimar el nivel de ruido final en determinados puntos y compararlo con los valores reales medidos en campo. La zona de evaluación del EPC5 se muestra a continuación:

Figura 13: Zona del EPC5 (área de evaluación de atenuación de ruido)



Para el presente análisis atenuación, se empleó la siguiente información:

- **Potencia acústica del EPC5:** dato de fabricante.
- **Información sobre factores ambientales:** se obtuvo a partir de la información descrita en la línea base del presente estudio.

Cuadro 17: Potencia acústica del Generador Eléctrico (EPC5)

Frecuencias octavas	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
Potencia acústica del EPC5 (dB)	86.9	93.1	92.3	98.8	97.4	93.7	88.3	82.0

Para la evaluación de la atenuación de ruido en la zona del Generador Eléctrico (EPC5), se realizaron las siguientes actividades previas:

3.3.2.1. Medición de ruido

- **Estaciones de medición de ruido**

Para la selección de las estaciones de medición, se tomó como referencia lo indicado en la norma “ISO – 1996 Acústica. Descripción, evaluación y medición de ruido ambiental”, la cual indica que para fuentes puntuales, se debe medir a 3 metros de distancia de la fuente; tomando en cuenta esta consideración y otras más descritas en la norma; se establecieron 08 estaciones de medición de ruido, las cuales se distribuyeron en dos sectores con respecto a la fuente (EPC5), 04 estaciones en la zona delantera o frente de la fuente y 04 estaciones en la zona posterior o detrás de la fuente, ver el siguiente cuadro.

Cuadro 18: Estaciones de medición de ruido

Estación de ruido	Sector	Coordenadas UTM		Descripción
		N	E	
RG1	Frente a la fuente	702243.92	8722649.81	A 03 metros frente de la fuente
RG2		702241.92	8722649.77	A 05 metros frente de la fuente
RG3		702239.96	8722649.75	A 07 metros frente de la fuente
RG4		702236.57	8722649.73	A 10 metros frente de la fuente
RG5	Detrás de la fuente	702254.06	8722650.73	A 07 metros detrás de la fuente
RG6		702257.11	8722651.41	A 10 metros detrás de la fuente
RG7		702266.98	8722654.66	A 20 metros detrás de la fuente
RG8		702318.22	8722670.68	A 70 metros detrás de la fuente

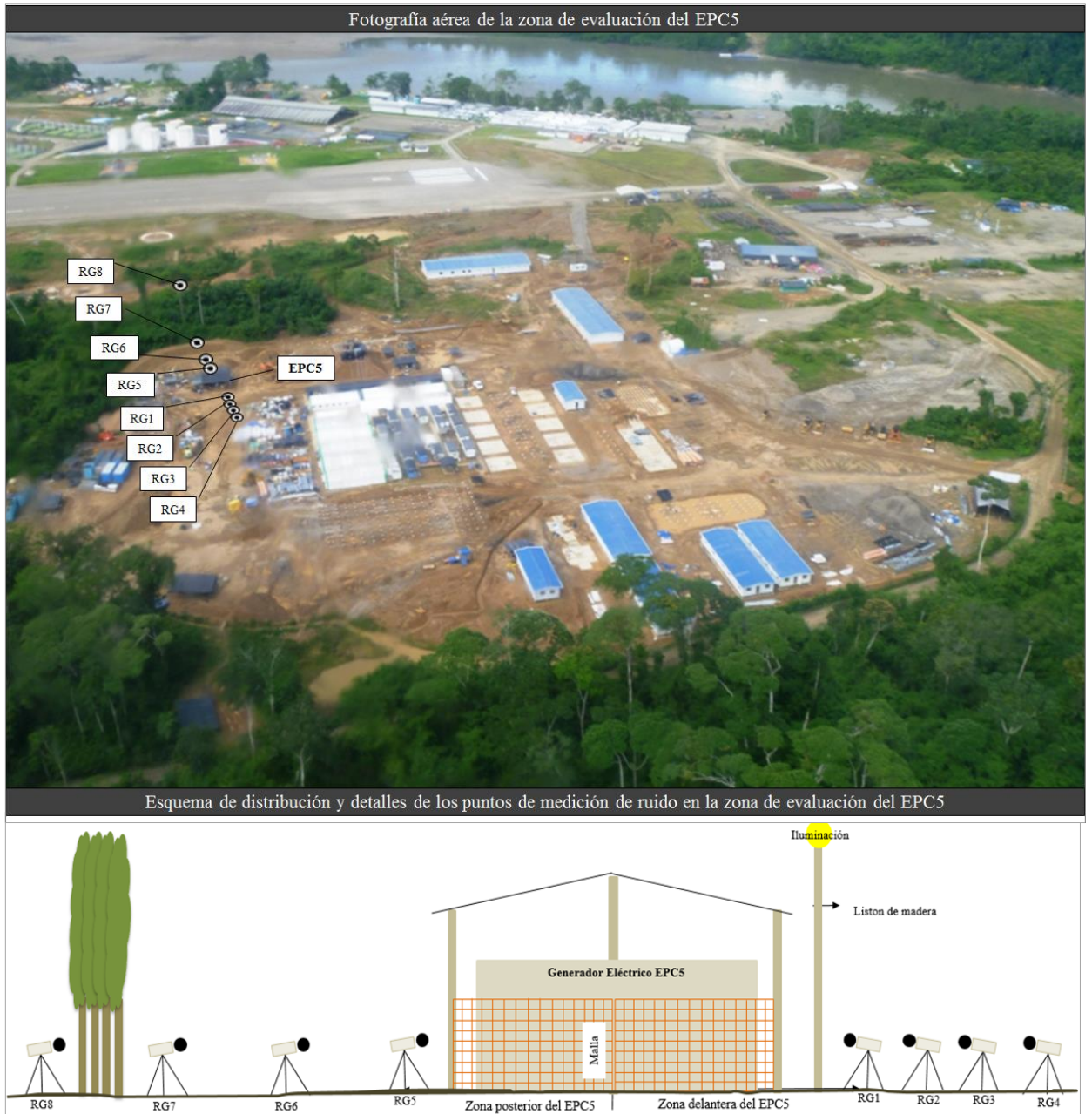
Las 04 primeras estaciones (frente a la fuente) están separadas a unas distancias de 03 m, 05 m, 07 m y 10 m, respectivamente a lo largo de una línea recta; estas tienen la finalidad de evaluar el decaimiento o atenuación de ruido en un “campo libre” (sin presencia de obstáculos en el medio), estando la atenuación solo influenciada por la distancia (divergencia geométrica), suelo (absorción de suelo) temperatura ambiental y humedad (absorción atmosférica).

Las 04 estaciones restantes (detrás de la fuente), están separadas a unas distancias de 07 m, 10 m, 20 m y 70 m respectivamente a lo largo de una línea recta; estas tienen la finalidad de evaluar el decaimiento de ruido frente a obstáculos; en los 07 primeros metros se evalúan la interferencia de estructuras (apantallamiento y reflexión) y entre los 20 y 70 metros se evalúa la interferencia de un segmento de bosque (absorción por vegetación o follaje) que contribuye con la atenuación del ruido; también se evalúa la atenuación por distancias (divergencia geométrica), suelo (absorción de suelo), temperatura ambiental y humedad (absorción atmosférica).

En el sector trasero de la fuente EPC5 no se pudo establecer estaciones de medición a 03 y 05 metros detrás de la fuente, debido a que a diferencia de la zona delantera del EPC 5, en la cual todos los puntos de medición de ruido se encuentran ubicados afuera del área de contención de derrames del generador EPC5, en la zona trasera o posterior del EPC5 los puntos a 03 y 05 metros de la fuente si se encuentran dentro del área de contención de

derrames y no hubo permiso por parte de la empresa Repsol para ingresar dentro de esta área de contención de derrames, por esta razón el primer punto de la zona posterior o trasera del EPC5 comienza a los 07 metros.

Figura 14: Distribución de las estaciones de medición de ruido en la zona del EPC5



En la figura anterior se muestra desde una vista aérea, la ubicación del EPC5 y la ubicación de las estaciones de medición de ruido; adicionalmente se muestra un esquema de esta zona.

- **Fechas de medición de ruido**

En vista a que el generador eléctrico (EPC5) opera las 24 horas a la misma potencia, se vio conveniente realizar las mediciones por un periodo de tres días, los cuales fueron el 25, 26 y 27 del mes de septiembre del año 2013. Cada medición tuvo un intervalo de tiempo de registro de 10 minutos. Los horarios de medición fueron durante la mañana (10:00 – 12:59 hrs) y durante la tarde (13:00 – 18:30 hrs), no se pudo realizar mediciones nocturnas debido a que no hubo las facilidades logísticas para los traslados a los puntos de medición durante la noche.

- **Número de repeticiones de mediciones de ruido**

Durante los tres días de medición de ruido, se obtuvo un registro total de 72 mediciones, realizándose en total 09 mediciones por cada estación, con una frecuencia de 03 mediciones en cada estación por cada día.

Cuadro 19: Fechas de medición por estación durante las mañanas

Hora	Mediciones durante la mañana		
	25/09/2013	26/09/2013	27/09/2013
10:15	RG1	RG1	RG1
10:27	RG2	RG2	RG2
10:39	RG3	RG3	RG3
10:52	RG4	RG4	RG4
11:29	RG5	RG5	RG5
11:41	RG6	RG6	RG6
11:53	RG7	RG7	RG7
12:05	RG8	RG8	RG8

Cuadro 20: Fechas de medición por estación durante las tardes

Hora	Mediciones durante la tarde		
	25/09/2013	26/09/2013	27/09/2013
13:00	RG1	RG1	RG1
13:12	RG2	RG2	RG2
13:24	RG3	RG3	RG3
13:36	RG4	RG4	RG4
14:14	RG5	RG5	RG5
14:26	RG6	RG6	RG6
14:38	RG7	RG7	RG7
14:50	RG8	RG8	RG8
15:15	RG1	RG1	RG1
15:27	RG2	RG2	RG2
15:39	RG3	RG3	RG3
15:52	RG4	RG4	RG4
16:29	RG5	RG5	RG5
16:41	RG6	RG6	RG6
16:53	RG7	RG7	RG7
17:05	RG8	RG8	RG8

- **Instrumento de medición de ruido ambiental**

Para la medición de ruido ambiental se empleó un Sonómetro integrador clase 01 marca SQUETCH, el cual permitió el registro del Nivel de Presión Sonora (NPS) instantáneo en unidades de decibeles con ponderación en A (dBA). El sonómetro usado cuenta con certificado actual de calibración, el cual se encuentra adjunto en el anexo 01.

- **Medición de ruido ambiental**

En primer lugar, con el uso de un GPS se procedió a ubicar las estaciones de medición de ruido, una vez identificadas, se procedió a señalarlas. Luego se configuro el sonómetro para registrar niveles de ruido con un nivel de respuesta lenta (SLOW) durante 10 minutos, arrojando al término de este tiempo los niveles de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) con ponderación A.

De acuerdo a lo indicado la norma “ISO – 1996 Acústica. Descripción, evaluación y medición de ruido ambiental”, el sonómetro se instaló a una altura estándar de 1.50 m (la cual corresponde a la altura promedio del oído humano) con respecto al nivel del piso; el micrófono del sonómetro se ajustó a un ángulo de 45° respecto la fuente y a su horizontal, luego se protegió con una pantalla antiviento y se comenzó realizar las mediciones.

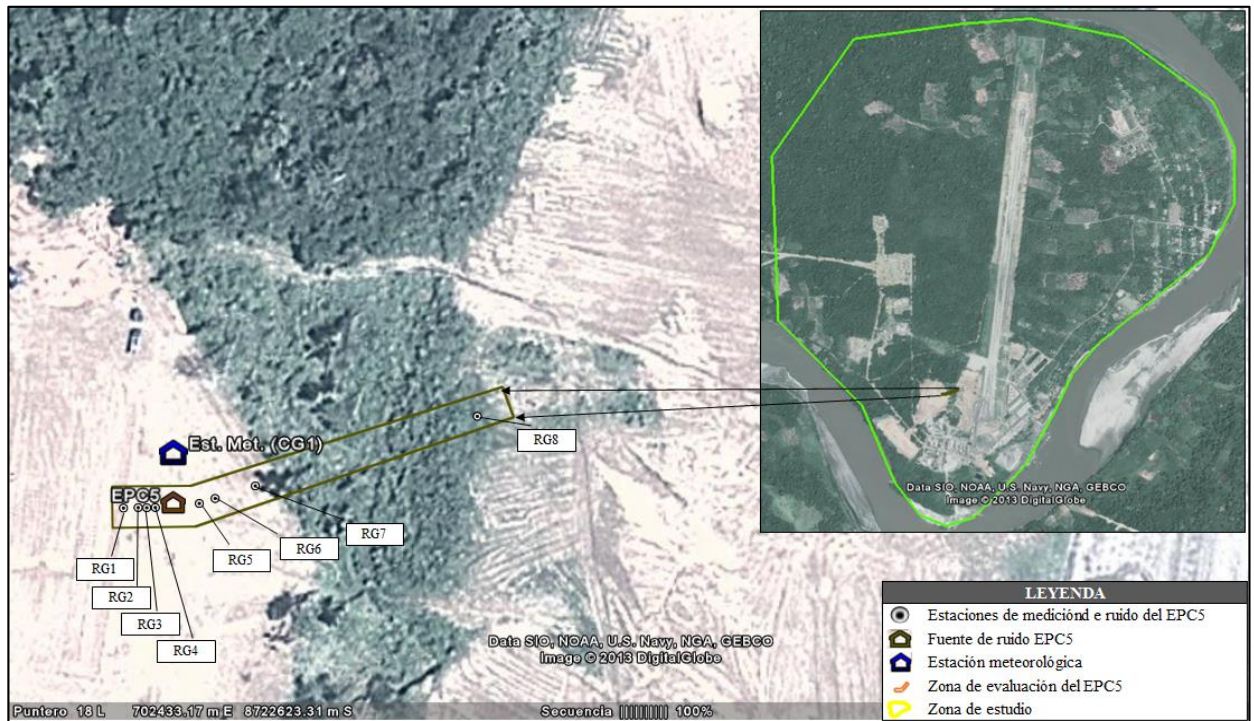
3.3.2.2. Análisis Estadístico de datos de medición de ruido

Es necesario validar la información obtenida durante las mediciones de ruido ambiental, para esto se realizará un análisis estadístico de los registros de ruido, para determinar si la información recolectada durante los días de medición, es una muestra confiable de la zona evaluada. Mediante los parámetros estadísticos de varianza, desviación estándar, media, mediana, valores máximos, valores mínimos, cuartiles y diagrama de cajas se evaluará la representatividad de los registros de medición de ruido en cada estación de medición.

3.3.2.3. Medición de variables meteorológicas

Paralelamente a la medición de ruido se instaló una estación meteorológica (marca Davis, modelo Advantage Pro), ubicada en la zona intermedia a los dos sectores (frente a la fuente y detrás de la fuente) de medición de ruido, presentando las coordenadas UTM 702247.01E / 8722652N (Sistema WGS84, Zona 18 L). La estación meteorológica registrará las variables de temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad del viento, dirección del viento y presión atmosférica a intervalos de 30 minutos, desde las 08:00 hrs hasta las 18 hrs. En la siguiente figura se muestra la ubicación de la estación meteorológica.

Figura 15: Ubicación de estación meteorológica en la zona del EPC5



3.3.2.4. Reconocimiento de las características de suelo

La metodología ISO 9613-2 clasifica al suelo según su dureza bajo el siguiente criterio general:

- **Suelo Duro:** Pavimentos, suelos industriales, etc. (Factor $G = 1$).
- **Suelo Blando:** Suelos porosos, con capacidad de generar cultivos, etc. (Factor $G = 0$).
- **Suelo Mixto:** Una mezcla entre suelo duro y suelo blando (Factor $G = [0 \text{ y } 1]$).

El reconocimiento de las características del suelo tiene como finalidad poder determinar el factor G del suelo en la zona del generador eléctrico; para lo cual se tomará como referencia y como información complementaria las características del suelo descritas en la línea base, junto con una inspección visual, en la cual se examinará el relieve del suelo, la pendiente, cobertura y dureza.

3.3.2.5. Reconocimiento de tipo de infraestructura

El análisis de atenuación de ruido, necesita considerar las reflexiones y/o absorciones que pueda sufrir una onda acústica, cuando esta impacta en una estructura determinada, para

esto se procedió a realizar un levantamiento de las dimensiones de las estructuras existentes en la zona del EPC5.

El registro de infraestructura, consistió en identificar barreras o estructuras que puedan interferir la trayectoria de las ondas acústicas, una vez identificadas, se procedió a medir sus dimensiones y luego a analizar si estas pueden considerarse como barrera, según la norma ISO 9613-2.

3.3.2.6. Reconocimiento de vegetación

Es necesario conocer las dimensiones de las especies forestales como, altura de especies, densidad de especies/ha y longitud de extensión de bosque, para poder estimar la atenuación de ruido por el bosque. En base a la información obtenida en la línea base, se procederá a realizar una inspección en campo con la finalidad de actualizar, corregir o validar la información de esta y emplearla en la metodología ISO 9613-2.

3.3.2.7. Análisis de atenuación de ruido (aplicación de metodología ISO 9613-2)

Una vez recabada la información sobre potencia acústica de la fuente (EPC5), niveles de ruido de EPC5 en las estaciones de medición de ruido, temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad del viento, dirección del viento, tipo de suelo, dimensiones de vegetación y presencia de estructuras “barreras” en la zona, se procede a emplear las ecuaciones indicadas en la metodología descrita por la norma ISO 9613-2 (ver punto 2.4 Definiciones de la norma ISO 9613-2) para analizar la atenuación del ruido. Según esta metodología, toda evaluación de ruido debe de tener claro cuál es su fuente y receptor de ruido, para nuestro caso se tiene lo siguiente;

- **Fuente de ruido:** Generador eléctrico (EPC5).
- **Receptor de ruido:** Estaciones de medición de ruido.

Luego, en base a las consideraciones y ecuaciones de la norma ISO 9613-2, se procede a estimar la atenuación de ruido y a calcular el valor final de este, con la finalidad de comparar los valores de ruido calculados (valores teóricos) con los valores de ruido registrados (valores reales); es importante recordar que la metodología ISO 9613-2 indica que el resultado final puede tener un rango de error de +/- 3 dB.

A continuación se presentan las siguientes consideraciones para determinar la atenuación en cada punto de medición de ruido de la zona del EPC5:

- **Atenuación por divergencia geométrica (Adiv):** en función a la ecuación 09, indicada en el punto 2.4.2.1.; la atenuación por divergencia depende de la distancia entre la fuente y el receptor, así como de la distancia de referencia (d0) a la cual se tiene la potencia acústica (Lw) de la fuente. A continuación se presenta los valores teóricos de atenuación esperados para cada punto receptor (estaciones de medición de ruido):

Cuadro 21: Valores teóricos de Adiv para tramos largo zona delantera EPC5

Tramo	Zona de EPC5	do (m)	df (m)	Adiv(db)
EPC5 - RG1	Delantera	1	3	20.54
EPC5 - RG2		1	5	24.98
EPC5 - RG3		1	7	27.90
EPC5 - RG4		1	10	31.00
EPC5 - RG5	Trasera	1	7	27.90
EPC5 - RG6		1	10	31.00
EPC5 - RG7		1	20	37.02
EPC5 - RG8		1	70	47.90

- **Atenuación por absorción atmosférica (Aatm):** en función a la ecuación 10, indicada en el punto 2.4.2.2. la atenuación por absorción atmosférica, está relacionada directamente con la distancia entre los puntos analizados, la frecuencia de onda de interés y el coeficiente de atenuación atmosférica, este último depende de la temperatura ambiental, humedad atmosférica. La metodología ISO 9613 da los valores de coeficiente de absorción atmosférica, para valores de temperatura y humedad que varían en intervalos de +/-5 °C (...20°C, 25°C, 30 °C, etc.) y +/- 10 unidades % HR (...60% HR, 70% HR, 80% HR, etc.); en vista que los valores de temperatura y humedad que se registren durante la medición de variables meteorológicas no necesariamente estarán en intervalos de +/- 5 °C ni de +/- 10%, se procedió a aproximar los valores registrados en la medición a los valores indicados en la ISO 9613, para así poder usar los valores de coeficiente de absorción atmosférica; la aproximación es la siguiente:

Cuadro 22: Valores aproximados de temperatura para coeficiente absorción atmosférica

#	Rango de valores Temperatura (°C) a obtenerse					Valor Aproximado (°C)
1	18	19	20	21	22	20
2	23	24	25	26	27	25
3	28	29	30	31	32	30
4	33	34	35	36	37	35
5	38	39	40	41	42	40

Cuadro 23: Valores aproximados de humedad para coeficiente absorción atmosférica

#	Rango de valores de Humedad Relativa (%) a obtenerse										Valor Aproximado (%)
1	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	60
2	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	70
3	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	80
4	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	90
5	96	97	98	99	100	-	-	-	-	-	100

Para los valores aproximados que se indicaron en el cuadro anterior, se tienen los siguientes valores de coeficiente de absorción atmosférica:

Cuadro 24: Valores de coeficiente absorción atmosférica

#	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Coeficiente de atenuación atmosférica (dB/km) según octavas bandas de frecuencia (Hz)							
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
1	20	90	0.0705	0.272	0.966	2.71	5.3	9.06	20.2	62.6
2	20	80	0.079	0.302	1.04	2.77	5.15	8.98	21.3	68.6
3	30	60	0.076	0.296	1.09	3.36	7.29	12.2	23.4	64.7
4	25	90	0.06	0.236	0.876	2.8	6.44	11	20.9	55.8
5	25	80	0.0673	0.262	0.963	2.96	6.35	10.7	21.1	59.8
6	25	70	0.0765	0.296	1.06	3.08	6.19	10.4	21.9	65.4
7	25	60	0.0888	0.34	1.18	3.18	5.96	10.2	23.2	73.4

- **Atenuación por suelo (Agr):** en función a las ecuaciones 11 y 12, indicada en el punto 2.4.2.3., la atenuación por absorción y/o reflexión de la onda acústica cuando esta impacta en el suelo, está relacionada directamente con la distancia entre los puntos

analizados, el factor de dureza del suelo ($G = 0.5$ para este caso), alturas de la fuente y del receptor y las frecuencias de las ondas.

- **Atenuación por apantallamiento (A_{bar}):** en función a las ecuaciones 13, 14, 15 y 16, indicadas en el punto 2.4.2.4., la atenuación por apantallamiento es la absorción de la onda acústica cuando esta impacta en una pantalla, barrera o estructura que se ubique entre la fuente y el receptor; además estas estructuras, deben de tener la misma o mayor altura que la fuente y/o el receptor, una densidad superficial mayor a 10kg/m^2 , la longitud lateral de la estructura perpendicular a la onda acústica debe de ser mayor a la longitud de onda.
- **Atenuación por reflexión (A_{refl}):** el efecto de reflexión de la onda acústica cuando esta impacta en estructuras cercanas a la fuente y al receptor, barreras o estructuras, puede incrementar el nivel de ruido en el receptor. En la zona del EPC5 existen estructuras cercanas que pueden influir en la reflexión del ruido, sin embargo estas deben de cumplir con el requisito indicado por la ecuación 17.
- **Atenuación por vegetación (A_{refl}):** en función a lo indicado en el punto 2.4.2.5.2., el efecto de la vegetación está asociado a la visibilidad entre la fuente y el receptor, a través del bosque o vegetación, así como también influye la extensión del bosque y las alturas de las especies forestales presentes en este.

Una vez tomado en cuenta, lo indicado anteriormente, se analizara la atenuación tomando como punto de partida la fuente (EPC5) y como puntos de recepción cada estación de medición de ruido, en la figura 16, se puede ver tres tramos, cada uno de estos se evaluaran de manera independiente, calculándose la atenuación de ruido correspondiente a cada tramo. En la figura 17 se indica todas las consideraciones para el cálculo de la atenuación entre la fuente y el receptor.

Figura 16: Esquema 01 de análisis de atenuación de ruido por Tramos largos

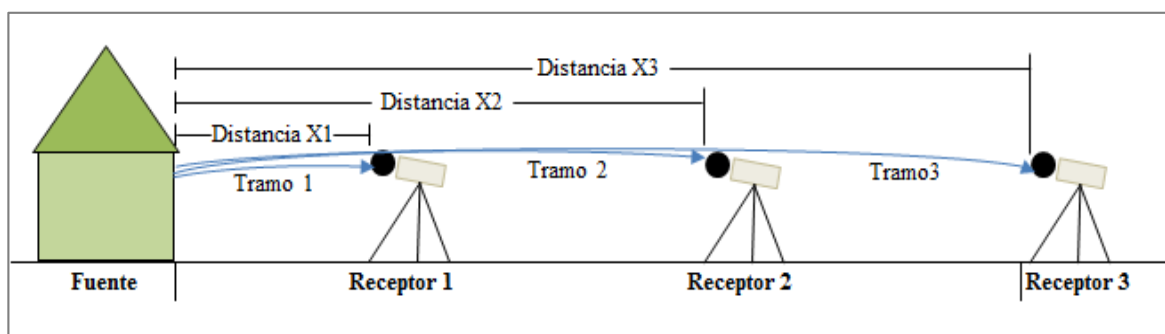
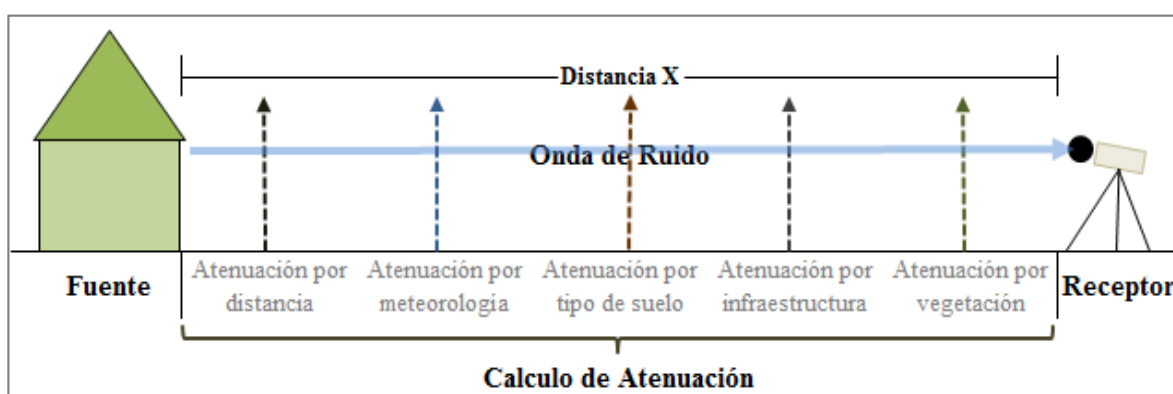


Figura 17: Atenuaciones a considerar en la evaluación de ruido



Una vez calculado los valores de atenuación (según la metodología ISO 9613-2), se procede a restarlos al valor de potencia acústica (L_w) de la fuente (EPC5), todos estos cálculos se hacen en octavas bandas y finalmente se procede a comparar este valor final (valor teórico) con el valor registrado (valor real).

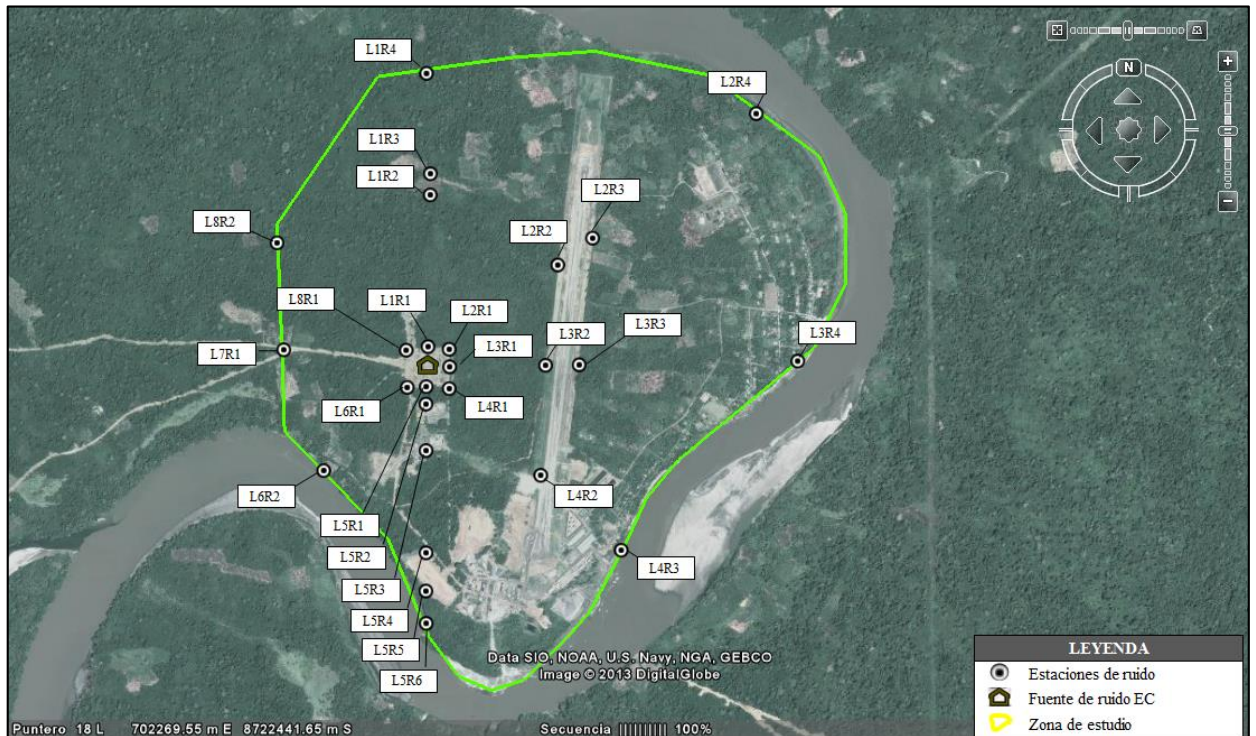
En función a los resultados de la comparación del valor teórico de ruido con los valores reales registrados en cada estación de ruido, se procederá a determinar si la diferencia se encuentra dentro del rango permitido ($\pm 3\text{dB}$), de ser así se procederá a afirmar que la metodología ISO 9613-2 es aplicable a la zona de estudio.

3.3.3. Evaluación final de ruido en la EC (Estación de Compresión)

Una vez conocido el comportamiento de la atenuación del ruido en la zona de estudio, se procede a realizar la evaluación del ruido a generarse por la operación de la Estación de Compresión de Gas Natural en el año 2015.

Para esta evaluación final de ruido, se establecerá como fuente de ruido la “EC (Estación de Compresión)”, luego se procederá a establecer varios puntos receptores de ruido, la distribución de estos últimos se ha realizado simétricamente sobre el área de estudio para así obtener una representación gráfica de la propagación de ruido más confiable. En la siguiente figura se muestra la distribución de las estaciones de estimación de ruido.

Figura 18: Estaciones de estimación de ruido de la EC



Es importante considerar que para esta parte del estudio, los niveles de ruido en cada punto “receptor”, se obtienen aplicando las ecuaciones y consideraciones de atenuación de ruidos indicados por la metodología ISO 9613-2, la cual previamente con la evaluación de atenuación de ruido en la zona del EPC5 será validada y/o ajustada para nuestra zona de estudio.

Para la determinación de la atenuación del ruido generado por la Estación de Compresión (EC) es necesario la siguiente información:

Cuadro 25: Información necesaria para evaluación de ruido generado por la EC

Ítem	Información necesaria	Fuente de información
1	Potencia acústica (Lw) en octavas bandas de frecuencia de la EC (Estación de compresión)	Ficha Técnica de la estación de compresión
2	Información meteorológica en la zona de estudio	Línea base ambiental de la zona de estudio
3	Características del suelo en la zona de estudio	Línea base ambiental de la zona de estudio
4	Características de las especies forestales en la zona de estudio	Línea base ambiental de la zona de estudio
5	Grupos humanos en la zona de estudio	Línea base ambiental de la zona de estudio

Como se puede ver en el cuadro anterior, la fuente de información para la estimación de ruido generalmente es la línea base ambiental elaborada para la zona de estudio, así como también la información levantada durante el trabajo de campo de la presente investigación. Una vez identificada toda la información indicada en el cuadro 26, se procederá a determinar las atenuaciones de ruido en cada tramo fuente – receptor y el valor teórico de ruido en cada estación.

Una vez estimado todos los niveles de ruido (dBA) en cada punto receptor, se procederá a realizar el mapa de ruido ambiental. Finalmente este se usará este mapa como una importante herramienta de gestión para evaluar e identificar zonas sensibles frente a los niveles de ruido de la Estación de Compresión.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Línea Base Ambiental

4.1.1.1. Suelo

En base a la información de las estaciones de medición de suelo que se encuentran dentro de la zona de estudio (ver figura 11), se presenta la siguiente información:

Cuadro 26: Características de suelo en la zona de estudio

#	Estación de medición	Relieve	Pendiente	Textura	Estructura	Porosidad	Capacidad de uso de suelo
1	S-01	Llano	0-2%	Franco arcillo limosa	Conglomerados débiles de granulometría media a fina	Moderada a buena	Tierras aptas para pastos
2	S-02	Llano	0-2%	Franco arcillo limosa	Conglomerados débiles de granulometría media a fina	Moderada a buena	Tierras aptas para pastos
3	S-05	Llano	0-2%	Franco arcillo limosa	Conglomerados débiles de granulometría media a fina	Moderada a buena	Tierras aptas para pastos

Fuente: EIA de Desarrollo

En el cuadro anterior se describe para cada estación características similares, suelo plano con relieve llano, lo cual es importante, ya que el principal requisito para usar la metodología ISO 9613-2, es que el suelo sobre el cual se realice la evaluación de atenuación de ruido tenga pendiente y relieve mínima. Las características de porosidad, textura, estructura y capacidad de uso que se indican en el cuadro, hacen referencia a un suelo de dureza media y poroso con un factor G de 0.5 (según la metodología ISO 9613-2), este último valor nos es útil para calcular la atenuación por absorción del suelo.

4.1.1.2. Vegetación

En nuestra zona de estudio existes tres tipos de bosque, cada uno de estos presenta distintas características en función a las especies forestales presentes, sus dimensiones y distribución dentro el bosque.

Cuadro 27: Características de la vegetación en la zona de estudio

Estación de monitoreo	BOSQUE		ESPECIES FORESTALES EN EL BOSQUE			
	Tipo de bosque	Características de suelo de bosque	Especies (Nombre común)	Número de individuos/ha de bosque	Alto (m)	DAP (m)
Ve-03b	Bosque Ralo con Pacal	Suelo cubierto con 2 cm de hoja rasca de "paca"	Tahuari, Chonisato, Leche leche, Maruja, etc.	51	1 - 15	0.10 - 0.45
F-03b	Bosque Semidenso con Pacal	Suelo cubierto con 4 cm de hoja rasca de "paca"	Tornillo, Lupuna, Yamchana, Chemicua, Cumala, etc.	147	12 - 40	0.25 - 0.78
F-04a	Bosque Secundario	Suelo cubierto con 2 cm de hoja rasca de "paca"	Cetico, Moena y Shimbillo	120	6 - 25	0.22 - 0.30

Fuente: EIA de Desarrollo y Permiso de Desbosque

La información presentada de densidad (número de individuos/hectárea de bosque) y DAP (diámetro de tronco a la altura de pecho) de las especies forestales no indican una buena atenuación por vegetación, debido a que se entiende de que hay muchos espacios vacíos en la extensión del bosque, sin embargo para determinar el nivel de esta hay que considerar también la presencia de hojarasca en el suelo y la existencia de plantas sobre este mismo, esta información se recabó durante la inspección de la vegetación en campo (punto 4.1.2.2.), se describe más adelante.

4.1.1.3. Población

A continuación se presenta las características de los grupos humanos en la zona de estudio:

Cuadro 28: Características de la Población de la Comunidad Nativa de Nuevo Mundo

Hab.	Tasa de crecimiento pob. (%)	Hogares	% Sexo	Edades			Instituciones principales
				Edades	Cantidad de personas	Sexo por edades	
516	3.06	99	251 H (48.6%) 265 M (51.4%)	0-14	220 163 101 21 11	107 (H) y 113 (M) 79 (H) y 84(M) 49 (H) y 52 (M) 10 (H) y 11 (M) 5 (H) y 6 (M)	Centro Educativo Centro de Salud Salón Comunal Tierras de cultivo
				15-29			
				30-44			
				45-59			
				60 a más			

Fuente: EIA de Desarrollo

Cuadro 29: Características de la Población del Campamento de Nuevo Mundo

Hab.	Tasa de crecimiento pob. (%)	Habitaciones	% Sexo	Edades			Instituciones principales
				Edades	Cantidad de personas	Sexo por edades	
200	Todos los años se mantiene la misma cantidad de trabajadores	19	196 H (98%)	25-35	180 20	176 (H) 4(M) 20 (H)	Oficinas Comedor Centro de salud Áreas de trabajo
			4 M (2%)	35-45			

Fuente: Registros de campamento Nuevo Mundo

La Comunidad Nativa de Nuevo Mundo (CNNM) está ubicada a una distancia aproximadamente de 1 000 metros del área en donde se construirá y operará la futura Estación de Compresión; su población sensible al nivel de ruido a generarse, según el cuadro 29, son las mujeres (265, de las cuales el 51 % está en edad reproductora o en periodo de gestación); los niños (43% de toda la población) y las personas de tercera edad (2% de toda la población).

El campamento de Nuevo Mundo está ubicado a una distancia aproximadamente de 1 500 metros desde la ubicación de la futura Estación de Compresión; su población sensible está conformada principalmente por el personal que vaya a trabajar en las instalaciones de la estación de compresión y el personal que trabaje en áreas cercanas a esta.

4.1.1.4. Meteorología

La información registrada en las estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la zona de estudio, e indicados en el punto 3.3.1. Línea Base – Meteorología, es la siguiente:

Cuadro 30: Información meteorológica de la zona de estudio

#	Nombre de estación	Coordenadas UTM			Temp (°C)	Hum (%)	Presión atmosférica (mb)	Velocidad de viento (m/s)
		E	N	Z				
1	CA1	702802	8722544	350	24.95	88.33	984.80	0.51
2	CA2	702590	8722500	349	24.76	85.35	996.53	1.03
3	CA3	702569	8722362	352	24.69	88.27	984.96	0.50
4	CA4	702744	8722496	351	24.64	88.71	984.90	0.63
5	CA5	702500	8722500	350	24.71	91.19	973.00	0.21
6	CA6	702111	8722976	351	24.53	91.75	971.77	0.10
7	CA7	701883	8722993	351	24.65	91.31	971.43	0.10
8	CA8	702065	8723156	352	24.92	90.39	971.48	0.10
9	CA9	701939	8723095	349	25.01	89.84	972.25	0.10
10	CA10	702110	8722553	350	25.13	94.23	972.83	0.35
11	CA11	702266	8722695	351	25.03	95.15	972.78	0.68
12	CA12	702832	8722697	349	23.93	81.75	964.61	0.63
13	CA13	702050	8723359	349	24.20	91.10	969.30	0.10
14	CA14	701896	8723405	350	23.70	94	968.70	0.10
15	CA15	701326	8721960	352	24.5	85	973.25	0.1
16	CA16	703829	8721870	351	25.1	91	984.2	0.6
17	CA17	704086	8724666	348	24.7	88	982.43	0.4
18	CA18	701243	8724806	349	25.72	82	981.28	0.1

Los valores indicados en el cuadro anterior, corresponden al promedio aritmético de los datos registrados en cada estación de medición durante sus respectivos periodos de funcionamiento.

Gráfico 1: Niveles de temperatura en la zona de estudio

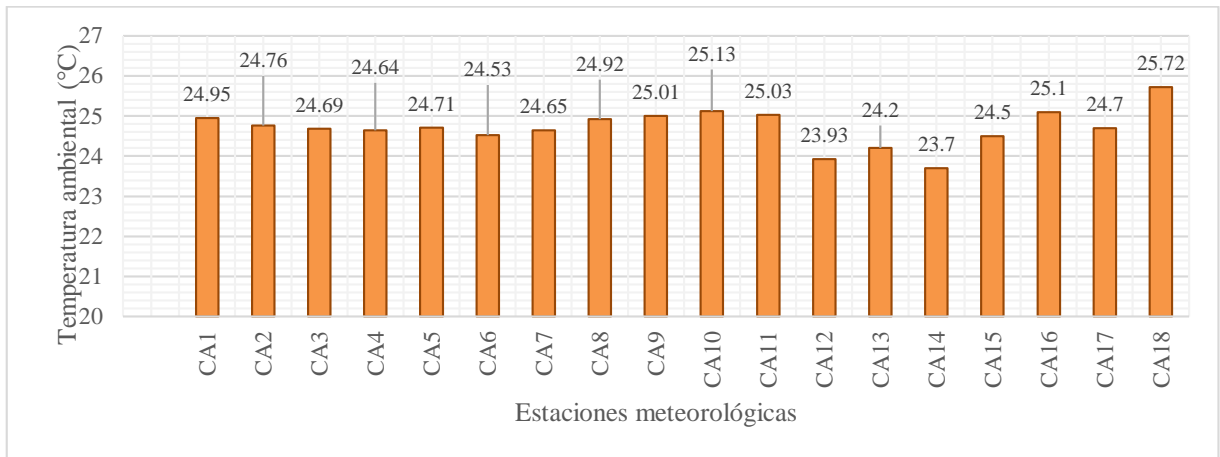


Gráfico 2: Niveles Humedad relativa en la zona de estudio

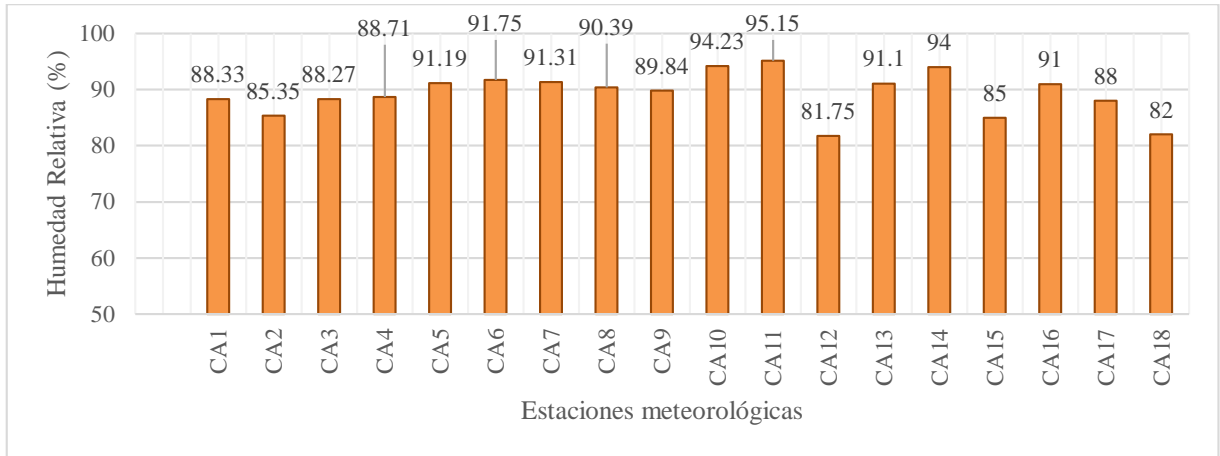


Gráfico 3: Niveles de Presión atmosférica en la zona de estudio

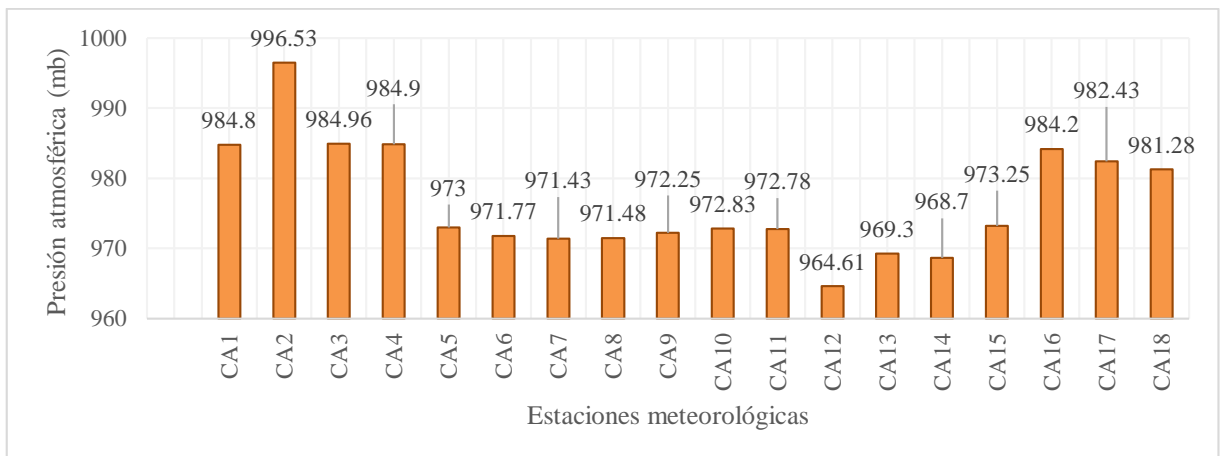


Gráfico 4: Niveles de Velocidad de viento en la zona de estudio

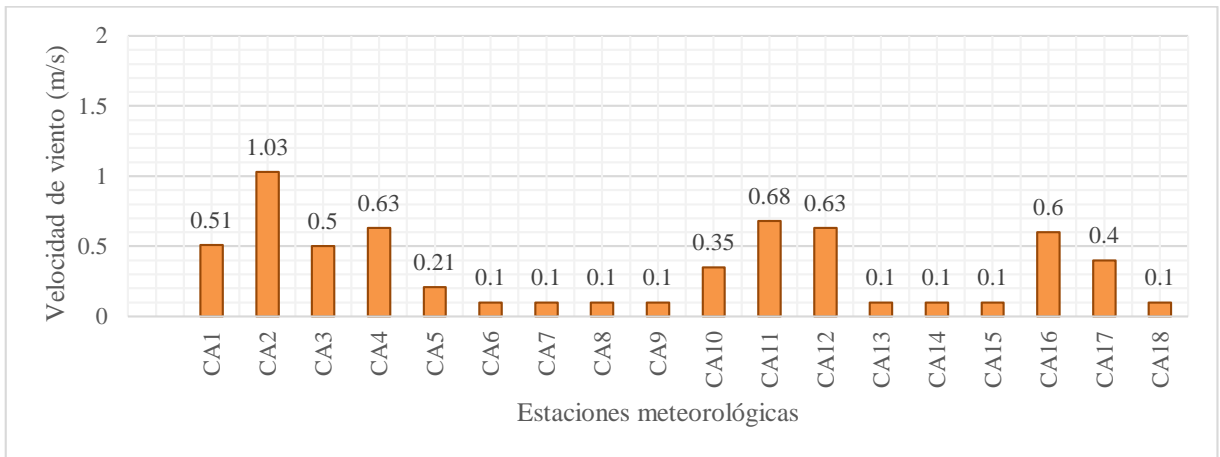


Figura 19: Mapa de Temperatura

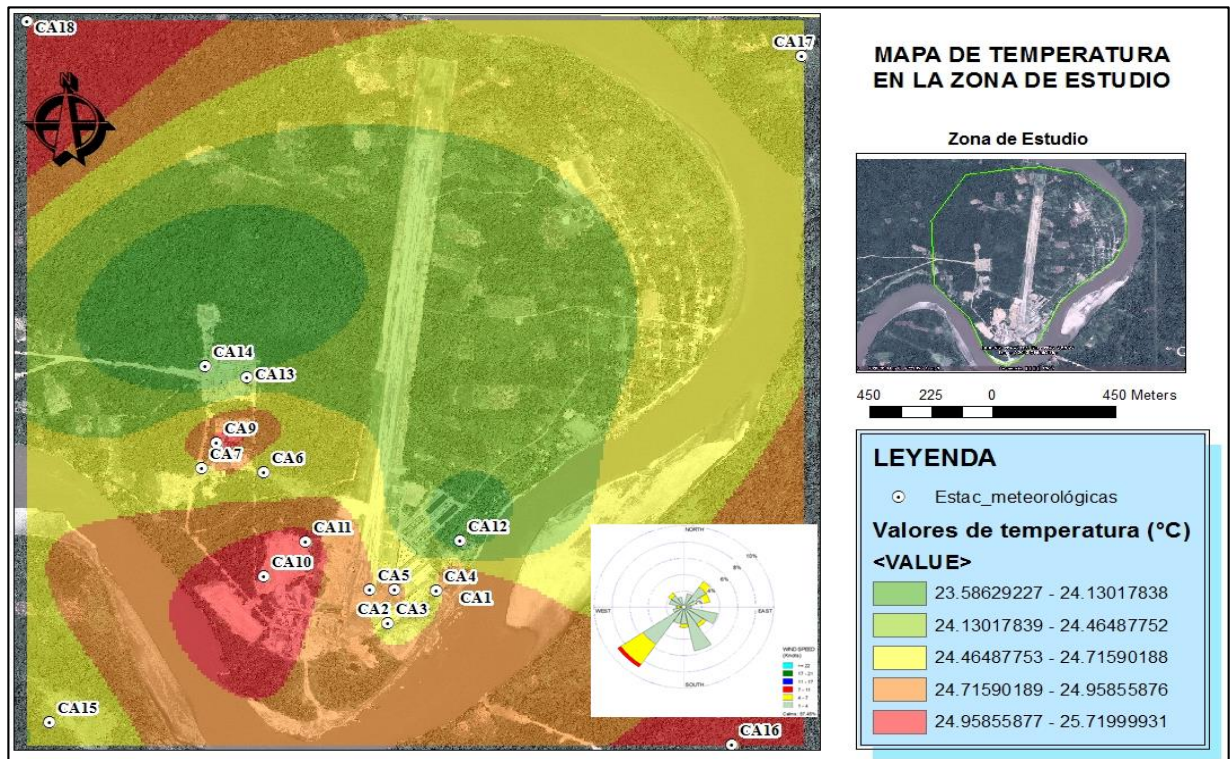
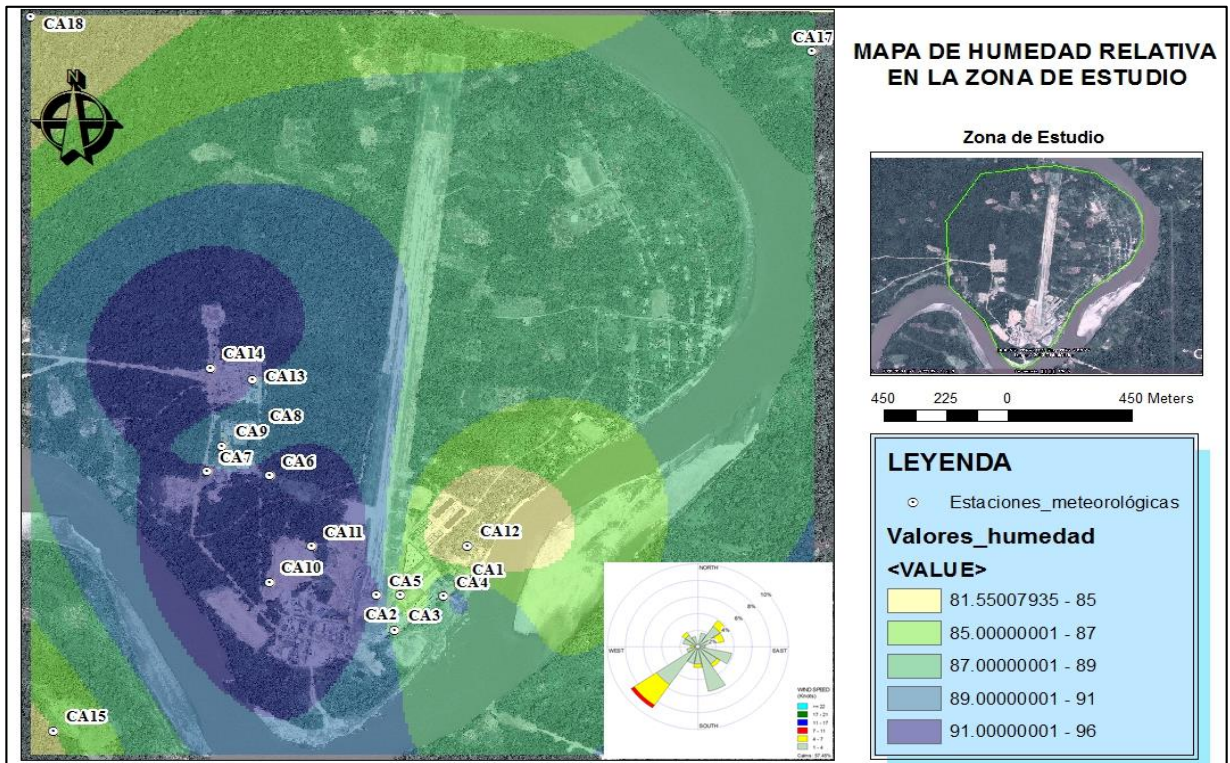


Figura 20: Mapa de Humedad Relativa



Los dos mapas anteriores se elaboraron con la finalidad de conocer la temperatura y humedad relativa en algún punto determinado de la zona de estudio, esta información es importante ya que se emplea para evaluar la atenuación de ruido por absorción atmosférica.

4.1.1.5. Ruido

La información registrada en las estaciones de medición de ruido ubicadas dentro de la zona de estudio, e indicados en el punto 3.3.1. Línea Base – Ruido, es la siguiente:

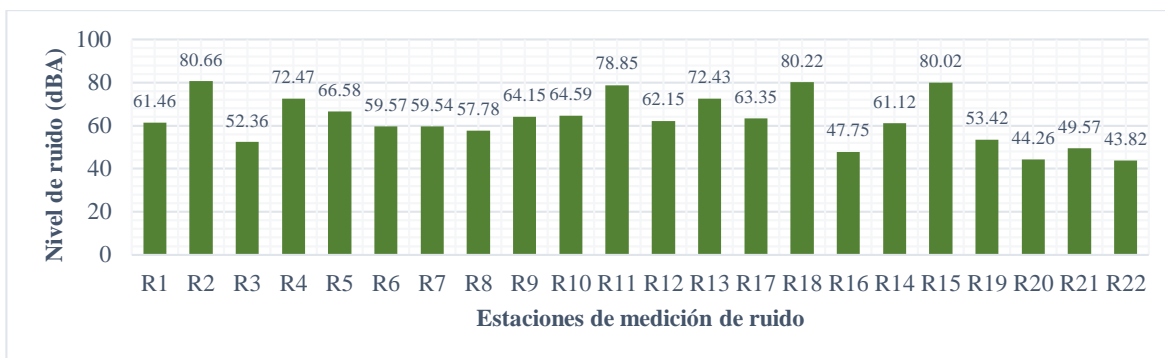
Cuadro 31: Información acústica en la zona de estudio

#	Nombre	Coordenadas UTM			Ruido (dBA)
		X	Y	Z	
1	R1	702811	8722566	350	61.46
2	R2	702690	8722497	351	80.66
3	R3	702702	8724285	348	52.36
4	R4	702745	8722497	350	72.47
5	R5	702546	8722602	350	66.58
6	R6	702383	8722836	349	59.57
7	R7	702629	8722339	349	59.54
8	R8	702595	8722833	348	57.78

#	Nombre	Coordenadas UTM			Ruido (dBA)
		X	Y	Z	
9	R9	702416	8722522	353	64.15
10	R10	702019	8722989	352	64.59
11	R11	701937	8723030	350	78.85
12	R12	702010	8723119	350	62.15
13	R13	701966	8723183	351	72.43
14	R17	702150	8722633	351	63.35
15	R18	702240	8722647	353	80.22
16	R16	702832	8722697	350	47.75
17	R14	702044	8723427	351	61.12
18	R15	701965	8723434	350	80.02
19	R19	701326	8721960	352	53.42
20	R20	703829	8721870	351	44.26
21	R21	704086	8724666	348	49.57
22	R22	701243	8724806	349	43.82

Para obtener los valores indicados en el cuadro anterior, se procedió a promediar logarítmicamente todos los valores registrados en cada estación durante sus respectivos años de funcionamiento. A continuación se muestra un gráfico para ver la tendencia de los niveles de ruido en la zona de estudio:

Gráfico 5: Niveles de ruido en la zona de estudio



Como se puede apreciar los niveles de ruido se encuentran en un rango de los 41 dBA a 81 dBA, los valores más altos corresponden a las áreas en donde hay mayor presencia y actividad humana (ver figura 12); así mismo los valores más bajos corresponden a lugares alejados donde no hay presencia de actividad humana.

4.1.2. Evaluación de atenuación de ruido en la zona del Generador Eléctrico (EPC5)

4.1.2.1. Inspección de Suelo en la zona del EPC5

Durante el trabajo de campo, se procedió a realizar una inspección al suelo, con la finalidad de evaluar la semejanza con la información recabada en la línea base ambiental, y así validarla, corregirla o actualizarla en caso de ser necesario, para así poder aplicar las consideraciones necesarias con respecto a la atenuación de ruido por suelo, que se indican en la metodología ISO 9613-2.

Cuadro 32: Información del suelo en la zona del EPC5

#	Zona de evaluación	Uso actual de suelo	Compactación	Pendiente	Relieve	Factor G ⁴
1	Delante de la fuente	Suelo para tránsito de personas y vehículos	Moderadamente compactado	Plana	El suelo presenta pequeñas grietas, y pequeñas ondulaciones, debido a las lluvias, altas temperaturas y tránsito de vehículos y personas.	0.5
2	Detrás de la fuente	Suelo para tránsito de personas	Moderadamente compactado	Plana	El terreno presenta ondulaciones leves debido a las lluvias, altas temperaturas y tránsito de personas.	0.5

La información descrita en la línea base nos indica que el suelo en toda la zona de estudio presenta una pendiente muy leve (1%), textura franco arcillo limosa, relieve llano, estructura de conglomerados débiles y aptitud para crecimiento de pastos. Durante la visita a la zona del EPC5 se encontraron condiciones similares, la estructura sigue siendo de conglomerados débiles esto debido a que las altas precipitaciones mojan el suelo, luego las temperaturas altas lo secan y agrietan; no se distingue una inclinación del terreno, por tanto se asume que la pendiente es mínima; la textura es la misma porque el suelo sigue siendo el mismo; y el suelo tiene aptitud para crecimiento de pastos y algunas especies forestales, ya que hay presencia de estos en áreas muy cercanas a la zona del EPC5; sin embargo se ha encontrado que el terreno está moderadamente compactado y el relieve no

⁴ Factor G: Se emplea para los cálculos necesarios en la determinación de la atenuación de ruido por reflexión de ondas en el suelo (Atenuación del suelo “Agr”).

es totalmente llano, ya que el tránsito de vehículos y personas junto con la precipitación y las altas temperaturas modelan pequeñas ondulaciones en el suelo.

Según estas consideraciones y las características del suelo en la zona de estudio, se le asigna un valor de 0.5 para el “Factor G”. En el anexo 02, se adjunta el registro fotográfico de la inspección.

4.1.2.2. Inspección de Vegetación en la zona del EPC5

Durante el trabajo de campo, se procedió a evaluar el estado de la vegetación en función a la información recabada en la línea base, esta comparación se realizó de manera subjetiva debido a que no hubo permiso para el ingreso al bosque. Por tanto se procedió principalmente a identificar la presencia, ubicación y extensión de la vegetación.

En la inspección, solo se identificó una extensión de bosque, ubicada en la zona posterior del EPC5, por lo tanto solo se evaluará la atenuación por vegetación en la zona posterior o trasera del EPC5.

Cuadro 33: Información de Bosque en la zona posterior del EPC5

BOSQUE					ESPECIES FORESTALES			
Tipo de bosque	Área (ha)	Longitud* (m)	Suelo	Visibilidad	Especie	Altura (m)	DAP (m)	N° de individuos /ha bosque
Bosque Semidens o con Pacal	0.42	50	Suelo cubierto con 4 cm de hoja rasca de "paca"	Baja	Tornillo, Lupuna, Yamchana, Chemicua, Cumala, etc.	1 - 40	0.25 - 0.78	147

La extensión de bosque en la zona posterior al EPC5 tiene un área de 0.42 has, una longitud de 50 m (entre el penúltimo punto y el último punto de medición de ruido), a través de la cual se evaluará la atenuación de ruido.

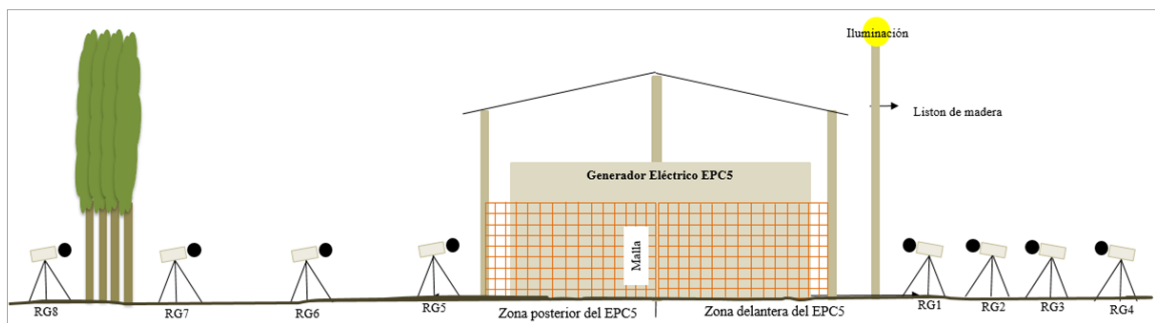
Según la línea base las alturas de las especies forestales están entre 12 m a 40 m y tienen una densidad de 147 individuos (especies forestales)/ha de bosque; sin embargo en la inspección se pudo apreciar que la altura de las especies forestales varían aproximadamente

desde 1 m hasta los 40 m, siendo los árboles más jóvenes los de menor altura; por otro lado no se pudo determinar de manera objetiva el número de individuos/ha, sin embargo de manera subjetiva empleando el factor de visibilidad (visibilidad entre dos puntos), tomando como referencia el punto de medición de ruido antes del inicio del bosque y el punto de medición inmediatamente después del bosque (RG7 y R8, respectivamente), nos arrojó un valor muy bajo de visibilidad (no se pudo ver el punto final), esto indica una alta distribución de individuos/ha, los cuales no son solamente arboles sino también son plantas con alturas de hasta 1.20 m aproximadamente. En el anexo 02, se adjunta el registro fotográfico de la inspección.

4.1.2.3. Inspección de Infraestructura en la zona del EPC5

Solo se consideró evaluar las dimensiones y características de la infraestructura que se encuentre cercana y entre los puntos de medición de ruido y la fuente de ruido, tanto para la zona delantera como para la zona posterior al EPC5, a continuación se presenta un esquema general de la distribución de la infraestructura en la zona del EPC5.

Figura 21: Vista longitudinal a la Infraestructura en la Zona del EPC 5



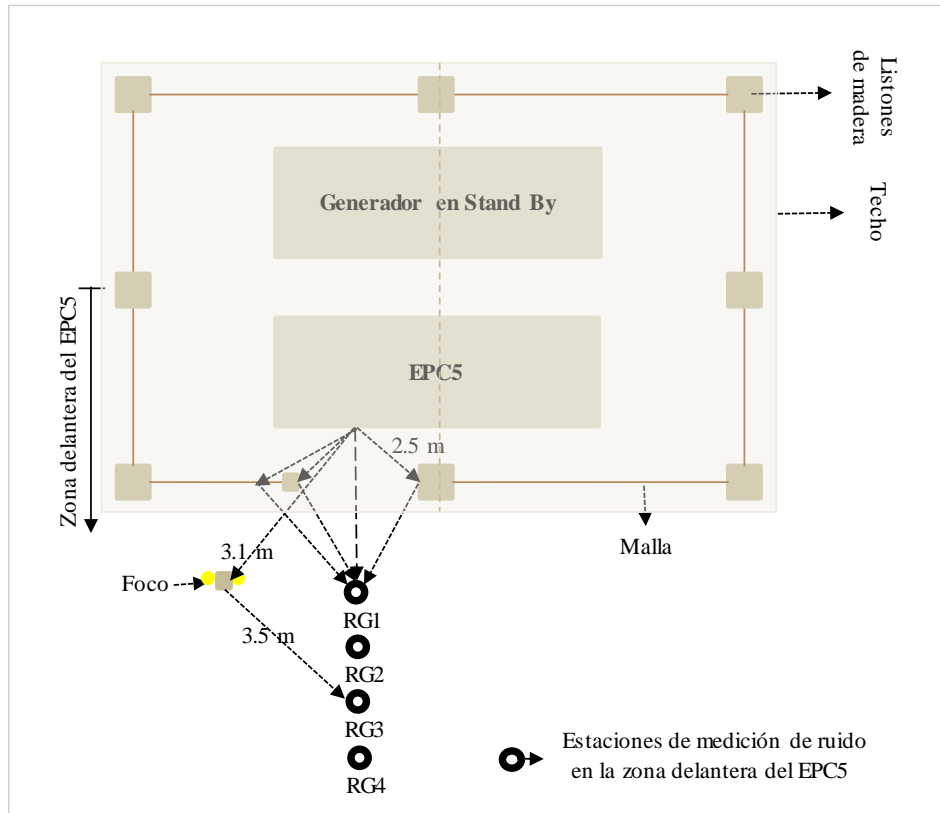
En la figura se representan las estructuras cercanas al EPC5 y a los puntos de medición de ruido, ninguna de estas se encontró sobre la línea de trayectoria de ruido fuente-receptor (puntos de medición de ruido) pero si cercanas a estas, por esta razón ninguna de las estructuras se comportó como barrera, sin embargo se evaluó la capacidad de reflexión de estas estructuras, según las consideraciones indicadas en el punto 2.4.2.6. Atenuación por reflexiones (ecuación 17).

- **Zona delantera al EPC5**

Cuadro 34: Características de la infraestructura en la zona delantera del EPC 5

Tipo de infraestructura	Material	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Distancia a la fuente (m)	Cercanía a punto de ruido	Distancia a punto de ruido (m)	Cumple con requisito de reflexión
Listón de madera	Madera	0.1	0.1	3	2.5	RG1	1.4	No
Listón de madera pequeño	Madera	0.05	0.05	1	2.6	RG1	1.4	No
Malla cuadriculada	Plástico	Dimensiones insignificantes			2.7	RG1	1.9	No
Parente de foco	Madera	0.1	0.1	3.7	3.1	RG3	3.5	No

Figura 22: Infraestructura en la zona delantera del EPC 5



En la columna final del cuadro 35 se indica si es que las estructuras cumplen con el requisito que se indica en el punto 2.4.2.5.1. – Atenuación por reflexiones, lo cual se sustentó mediante el cumplimiento de la siguiente ecuación 17:

$$\frac{1}{\lambda} > \left[\frac{2}{(l_{min} \times \cos \beta)^2} \right] \times \left[\frac{d_{s,o} \times d_{o,r}}{d_{s,o} + d_{o,r}} \right] \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

- λ : es la longitud de onda para cada frecuencia de interés (m).
- β : es el ángulo de incidencia (rad).
- **l_{min}**: es la dimensión mínima (largo o alto) de la cara de reflexión de la estructura (m).
- **d_{s,o}**: es la distancia entre la fuente y el punto de reflexión (m).
- **d_{o,r}**: es la distancia entre la fuente y el punto de reflexión (m).

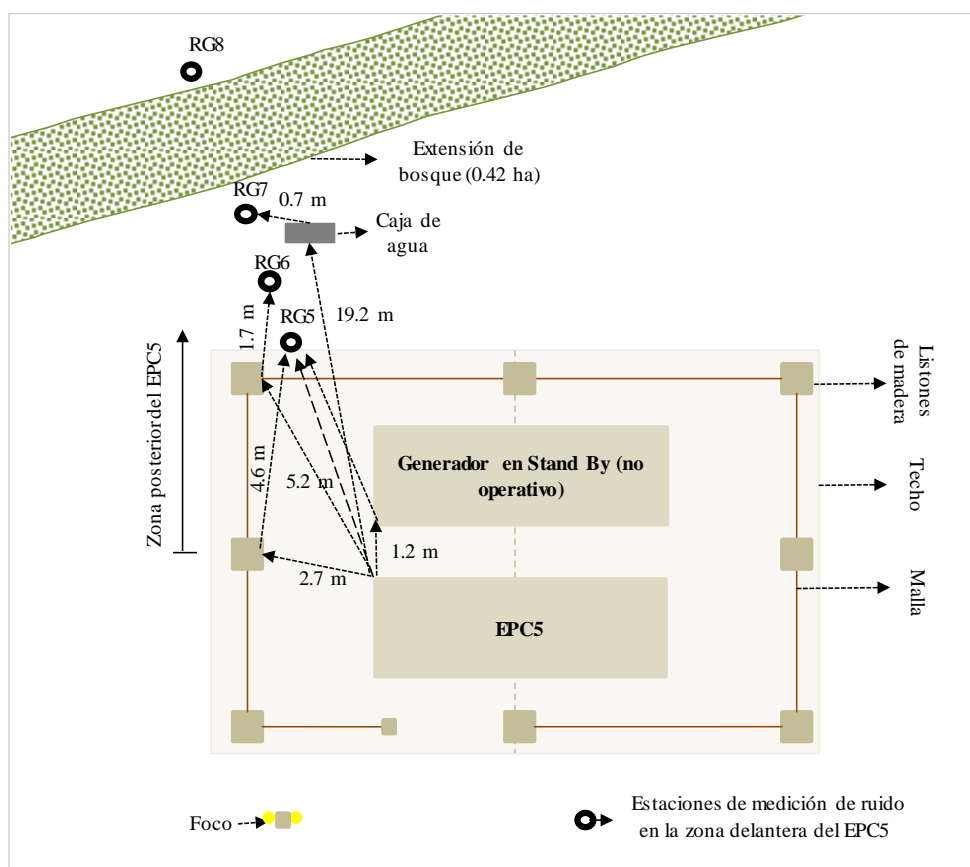
Las estructuras analizadas no cumplen con el requisito de reflexión indicado anteriormente, por tanto en la zona delantera el efecto por reflexión no se considera.

- **Zona posterior al EPC5**

Cuadro 35: Características de la infraestructura en la zona delantera del EPC 5

Tipo de infraestructura	Material	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Distancia a la fuente (m)	Cercanía a punto de ruido (m)	Distancia a punto de ruido (m)	Cumple con requisito de reflexión
Listón de madera	Madera	0.1	0.1	3	2.7	RG5	4.6	No
					5.2	RG6	1.7	No
Compresor en Stand By	Metal	1	3	2	1.2	RG5	4.4	No
Malla cuadriculada	Plástico	Dimensiones insignificantes			4.8	RG5	1.1	No
					5.2	RG6	1.8	No
Caja de agua	Cemento	1	1	0.2	19.2	RG7	0.7	No

Figura 23: Infraestructura en la zona posterior del EPC 5



En la figura anterior se muestra la distribución de las estructuras en la zona posterior del EPC5, sin embargo según la ecuación 17, estas estructuras no cumplen con la condición, no considerándose la atenuación por reflexión de estructuras en la zona posterior del EPC5.

4.1.2.4. Medición de variables meteorológicas

Los registros de las mediciones meteorológicas realizados durante los días 25, 26 y 27 de septiembre del presente mes, dieron como resultado la siguiente información:

Cuadro 36: Registro de meteorología en la zona EPC5 – Día 01 (25/09/2013)

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Presión (mb)	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento
25/09/2013	08:00	22.4	91	980.6	0.4	SW
25/09/2013	08:30	22.7	89	980.7	0.4	SW
25/09/2013	09:00	23.5	88	980.9	0.4	SW
25/09/2013	09:30	23.9	83	980.8	0.4	SW

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad %	Presión (mb)	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento
25/09/2013	10:00	25.6	75	981.1	0.9	SW
25/09/2013	10:30	26.7	70	980.7	1.8	SSW
25/09/2013	11:00	26.7	68	980.7	0.9	SW
25/09/2013	11:30	27.8	65	980.9	1.1	SSE
25/09/2013	12:00	27.8	65	981.2	1.2	SSW
25/09/2013	12:30	28.0	68	979.1	0.9	SSE
25/09/2013	13:00	27.1	70	979.1	0.4	SSE
25/09/2013	13:30	26.3	72	978.7	0.4	SSE
25/09/2013	14:00	25.3	74	978.7	0.4	SSE
25/09/2013	14:30	25.0	74	978.3	0.4	SSW
25/09/2013	15:00	24.4	76	977.5	0.9	SSW
25/09/2013	15:30	24.4	75	977.6	0.4	SSW
25/09/2013	16:00	24.1	75	977.5	0.4	SSW
25/09/2013	16:30	23.7	78	977.4	0.1	SW
25/09/2013	17:00	23.5	81	977.4	0.4	SW
25/09/2013	17:30	22.8	83	977.5	0.4	SW
25/09/2013	18:00	22.2	85	977.5	0.4	SSE

Cuadro 37: Registro de meteorología en la zona EPC5 – Día 02 (26/09/2013)

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad %	Presión (mb)	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento
26/09/2013	08:00	21.0	90	980.7	0.4	SW
26/09/2013	08:30	21.6	90	980.6	0.1	SW
26/09/2013	09:00	21.7	87	980.7	0.4	S
26/09/2013	09:30	23.3	83	980.6	0.4	WSW
26/09/2013	10:00	23.1	81	980.7	0.4	SW
26/09/2013	10:30	24.5	69	980.6	0.4	SSW
26/09/2013	11:00	24.9	68	980.3	1.2	SW
26/09/2013	11:30	25.2	67	980.5	1.1	SSW
26/09/2013	12:00	25.8	67	981.3	1.8	SSW
26/09/2013	12:30	25.8	66	981.1	0.9	SSW
26/09/2013	13:00	27.7	67	979.9	0.4	SSE
26/09/2013	13:30	27.6	69	979.9	0.4	SSE
26/09/2013	14:00	26.0	70	979.5	0.4	SSE

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad %	Presión (mb)	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento
26/09/2013	14:30	25.3	70	978.6	0.4	SE
26/09/2013	15:00	24.4	72	978.1	0.4	SE
26/09/2013	15:30	24.1	74	977.7	0.4	S
26/09/2013	16:00	23.3	75	977.5	0.4	S
26/09/2013	16:30	23.3	75	977.5	0.9	SW
26/09/2013	17:00	22.2	78	977.7	0.4	SSW
26/09/2013	17:30	22.8	80	976.9	0.4	SSW
26/09/2013	18:00	22.2	82	976.9	0.4	SW

Cuadro 38: Registro de meteorología en la zona EPC5 – Día 03 (27/09/2013)

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad %	Presión (mb)	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento
27/09/2013	08:00	21.7	88	980.5	0.4	SW
27/09/2013	08:30	21.9	85	980.5	0.4	SSW
27/09/2013	09:00	21.4	83	980.7	0.4	SSW
27/09/2013	09:30	21.7	79	980.6	0.4	S
27/09/2013	10:00	22.1	76	980.7	0.4	S
27/09/2013	10:30	22.5	73	980.4	0.7	SSE
27/09/2013	11:00	23.9	69	980.3	0.9	SE
27/09/2013	11:30	25.0	68	980.5	0.9	SSE
27/09/2013	12:00	26.1	66	980.8	0.9	SSE
27/09/2013	12:30	26.7	65	980.8	0.4	S
27/09/2013	13:00	27.4	65	978.7	0.4	S
27/09/2013	13:30	27.4	67	978.3	0.4	SE
27/09/2013	14:00	26.5	67	978.3	0.5	S
27/09/2013	14:30	26.1	69	978.3	0.4	SSW
27/09/2013	15:00	25.2	72	978.1	0.4	SSW
27/09/2013	15:30	24.9	72	977.5	0.4	SSE
27/09/2013	16:00	24.4	74	977.5	0.4	SSE
27/09/2013	16:30	23.0	75	977.5	0.4	S
27/09/2013	17:00	23.3	77	977.4	0.4	SW
27/09/2013	17:30	23.2	77	977.4	0.7	SW
27/09/2013	18:00	22.9	79	977.4	0.4	S

A continuación se presentan gráficos en los cuales se puede observar el comportamiento de los parámetros meteorológicos registrados:

Gráfico 6: Comportamiento de Temperatura (°C)

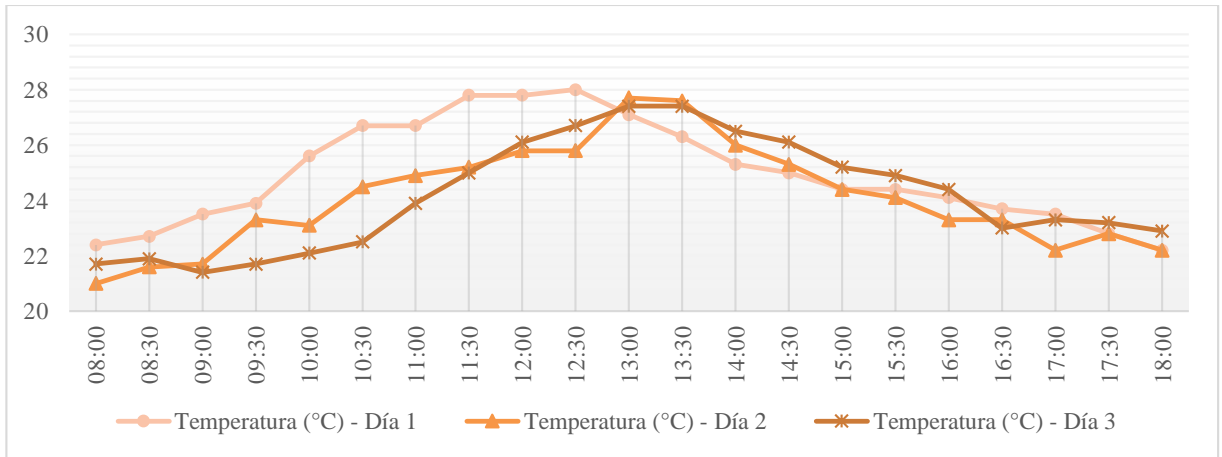


Gráfico 7: Comportamiento de Humedad Relativa (%)

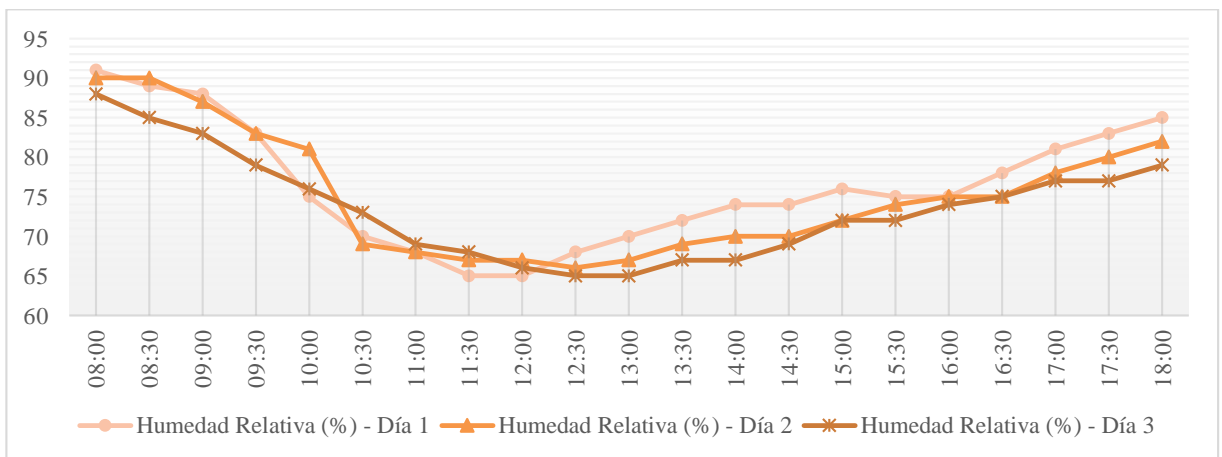


Gráfico 8: Comportamiento de Presión atmosférica (mb)

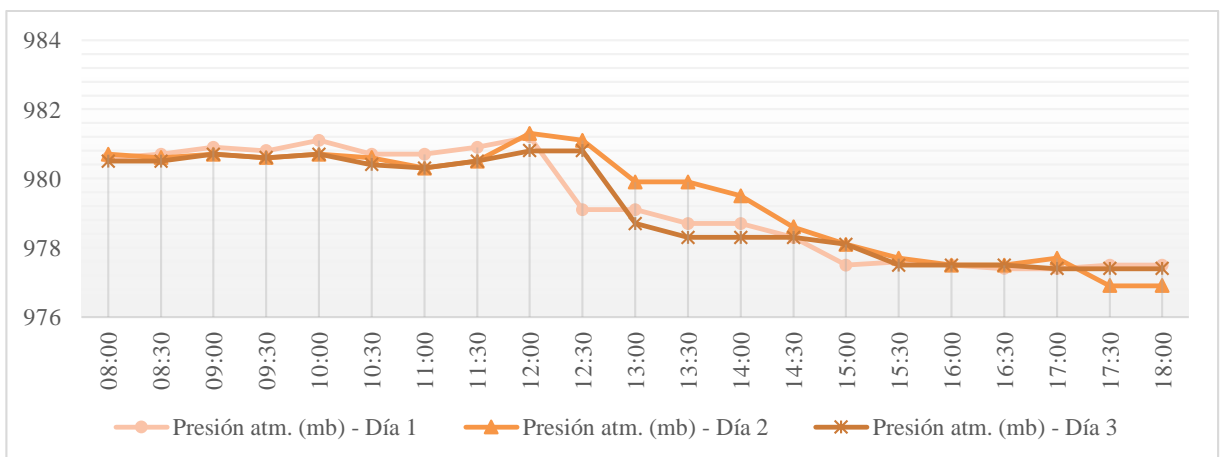


Gráfico 9: Comportamiento de Velocidad de viento (m/s)

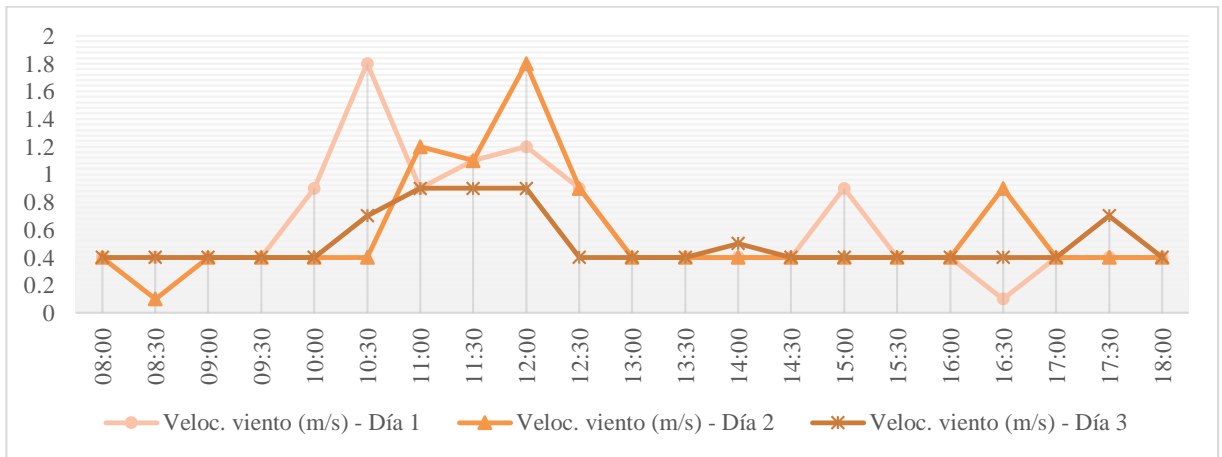
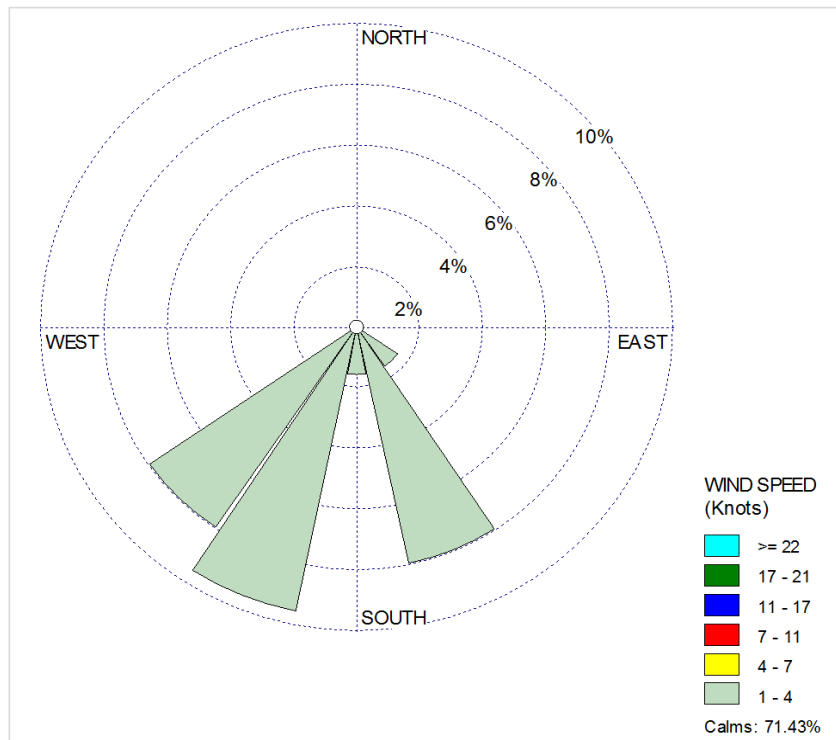


Gráfico 10: Comportamiento de la dirección de viento (m/s)



La temperatura presenta un comportamiento normal, incrementándose al medio día y luego disminuye durante la tarde, a su vez la humedad relativa muestra un comportamiento inverso a la temperatura. La presión atmosférica se mantiene en un rango de 978 mb a 980 mb, manteniéndose estable hasta el mediodía, para después descender ligeramente durante el atardecer. La velocidad de viento a diferencia de los parámetros anteriores muestra un

comportamiento variable, estando los máximos valores entre 1 m/s a 1.8 m/s, hay un predominio de una velocidad de 0.4m/s durante los tres días. La dirección de vientos durante los día de medición proviene predominantemente del sur oeste y sur este (en menor medida) con un 71.43% calma y un 28.57% con velocidades entre 1 a 4 m/s. La dirección y velocidad de viento, así como la presión atmosférica obtenidos son favorables para la aplicación de la metodología ISO 9613-2.

4.1.2.5. Medición de ruido

Los registros de las mediciones de ruido se realizaron los días 25, 26 y 27 de septiembre, en cada día se realizaron tres grupos de mediciones (grupo 1 en la mañana, grupo 2 y 3 en la tarde), en cada grupo se realizó la medición de ruido de manera ordenada y secuencial, comenzando desde la estación RG1 hasta acabar con RG8, obteniendo así 03 repeticiones por punto cada día. En el anexo 02 se adjunta las fotografías del trabajo de medición de ruido. A continuación se presentan los valores promediados logarítmicamente de ruido correspondiente a cada estación por cada día; el registro de las mediciones completo se adjunta en el anexo 03:

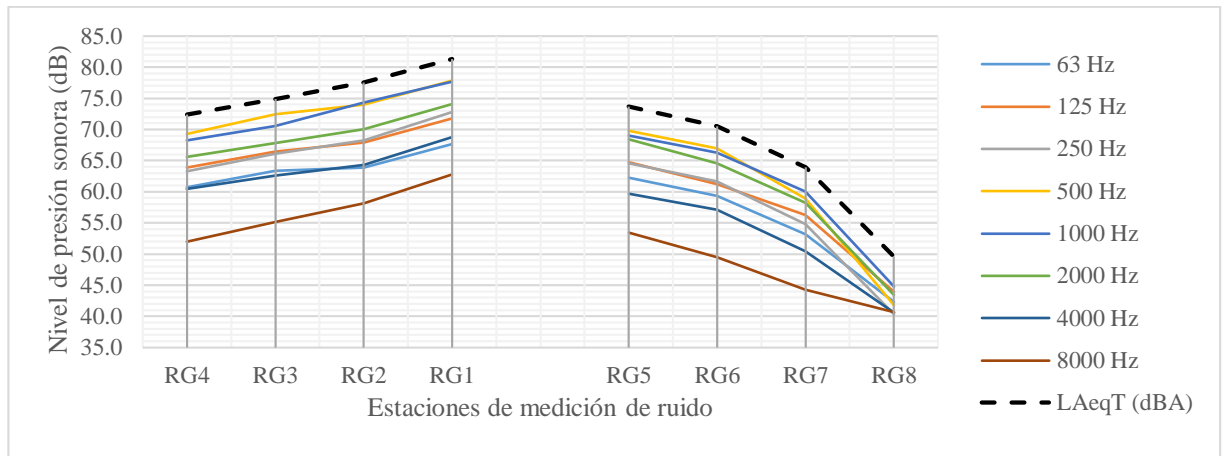
- **Día 01 (25/09/2013)**

Cuadro 39: Valores de ruido promediados del día 25/09/2013 - EPC5

Estación de ruido	Descripción de la estación	Niveles de ruido (dB) en octavas de frecuencia (Hz)								LeqT (dB)	LAeqT (dBA)
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz		
RG1	A 3 m frente de la fuente	67.6	71.7	72.8	77.8	77.7	74.1	68.8	62.8	82.9	81.3
RG2	A 5 m frente de la fuente	63.8	67.9	68.2	74.0	74.3	70.0	64.3	58.2	79.1	77.6
RG3	A 7 m frente de la fuente	63.4	66.4	66.1	72.5	70.6	67.8	62.6	55.2	76.8	74.9
RG4	A 10 m frente de la fuente	60.7	63.9	63.3	69.2	68.2	65.6	60.5	51.9	74.1	72.4
RG5	A 7 m detrás de la fuente	62.3	64.8	64.5	69.8	69.0	68.4	59.6	53.4	75.2	73.7
RG6	A 10 m detrás de la fuente	59.4	61.2	61.7	67.0	66.2	64.5	57.1	49.5	72.1	70.5

Estación de ruido	Descripción de la estación	Niveles de ruido (dB) en octavas de frecuencia (Hz)								LeqT (dB)	LAeqT (dBA)
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz		
RG7	A 20 m detrás de la fuente	53.2	56.2	54.8	58.9	60.0	58.3	50.4	44.3	65.5	63.9
RG8	A 70 m detrás de la fuente	42.3	43.9	40.3	41.8	44.7	43.4	40.6	40.6	51.5	49.6

Gráfico 11: Comportamiento de ruido por octavas y LAeqT – Día 01 (25/09/2013)



Del cuadro 40 y del gráfico 11 se puede observar el decaimiento del ruido para cada frecuencia conforme se avanza de la estación RG1 a la estación RG4 (zona delantera al EPC5) parte de izquierda del gráfico y luego de la RG5 a la RG8 (zona posterior al EPC5) parte derecha del gráfico.

Los decaimientos de ruido más fuertes son desde la estación RG6 a la estación RG7, debido a que hay una distancia de 10 metros entre ellos y los de RG7 a RG8, ya que hay una distancia de 50 metros entre ellos junto con la presencia de un bosque de 0.42 has.

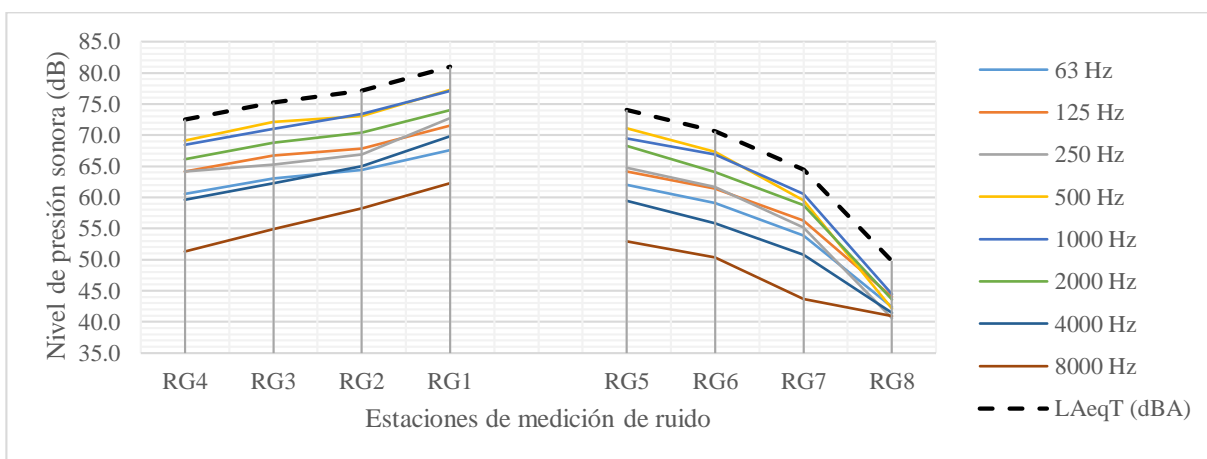
Se puede apreciar que el nivel de ruido en dBA que emite la fuente (EPC5) está entre los 83 dBA y los 48 dBA, los niveles más altos corresponden a las estaciones más cercanas y los más bajos a las más lejanas. Los valores correspondientes a las frecuencias 500 Hz y 1 000 Hz presentan los valores más altos respecto a las otras frecuencias.

- **Día 02 (26/09/2013)**

Cuadro 40: Valores de ruido promediados del día 26/09/2013 - EPC5

Estación de ruido	Descripción de la estación	Niveles de ruido (dB) en octavas de frecuencia (Hz)								LeqT (dB)	LAeqT (dBA)
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz		
RG1	A 3 m frente de la fuente	67.5	71.5	72.7	77.3	77.1	74.0	69.8	62.3	82.5	81.0
RG2	A 5 m frente de la fuente	64.4	67.8	66.9	73.1	73.4	70.4	65.0	58.3	78.5	77.1
RG3	A 7 m frente de la fuente	63.0	66.7	65.3	72.1	71.0	68.7	62.3	54.9	76.8	75.2
RG4	A 10 m frente de la fuente	60.6	64.2	64.1	69.1	68.5	66.1	59.6	51.3	74.3	72.5
RG5	A 7 m detrás de la fuente	62.1	64.2	64.7	71.1	69.5	68.3	59.4	53.0	75.6	74.1
RG6	A 10 m detrás de la fuente	59.1	61.4	61.6	67.3	66.9	64.0	55.8	50.4	72.3	70.6
RG7	A 20 m detrás de la fuente	53.9	56.3	55.1	59.5	60.5	58.8	50.8	43.7	65.9	64.4
RG8	A 70 m detrás de la fuente	42.4	44.0	40.6	42.1	44.4	43.6	41.5	40.9	51.7	49.8

Gráfico 12: Comportamiento de ruido por octavas y LAeqT – Día 02 (26/09/2013)



En los resultados y gráfico del día 26/09/2013 se observa la misma tendencia de decaimiento que mostró el día 01, variando el nivel de ruido en dBA que emite la fuente (EPC5) entre los 82 dBA y los 49 dBA, los valores altos corresponden a las estaciones más

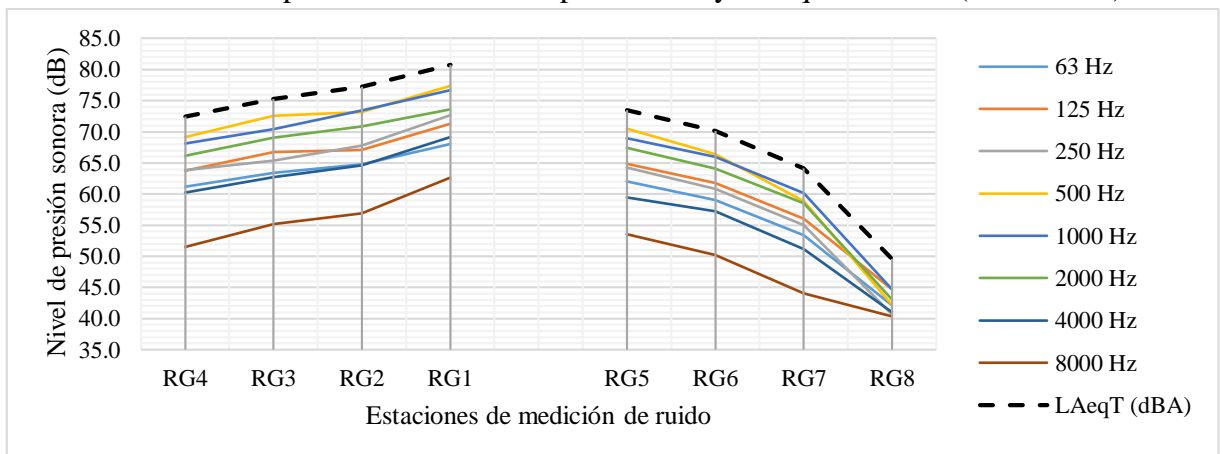
cercanas a la fuente y viceversa. Las frecuencias 500 Hz, 1 000 Hz y 2 000 Hz son las que tienen mayores niveles de ruido y la frecuencia de 8 000 Hz es la que presenta los menores niveles de ruido.

- **Día 03 (27/09/2013)**

Cuadro 41: Valores de ruido promediados del día 27/09/2013 - EPC5

Estación de ruido	Descripción de la estación	Niveles de ruido (dB) en octavas de frecuencia (Hz)								LeqT (dB)	LAeqT (dBA)
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz		
RG1	A 3 m frente de la fuente	68.1	71.3	72.6	77.4	76.7	73.6	69.1	62.6	82.4	80.7
RG2	A 5 m frente de la fuente	64.8	67.1	67.7	73.1	73.4	70.9	64.6	56.9	78.6	77.2
RG3	A 7 m frente de la fuente	63.4	66.7	65.4	72.6	70.5	69.0	62.7	55.2	77.0	75.3
RG4	A 10 m frente de la fuente	61.1	63.8	63.9	69.2	68.1	66.2	60.2	51.5	74.2	72.5
RG5	A 7 m detrás de la fuente	62.1	64.9	64.3	70.5	68.9	67.4	59.5	53.5	75.2	73.5
RG6	A 10 m detrás de la fuente	59.1	61.7	60.9	66.4	66.0	64.1	57.2	50.2	71.8	70.2
RG7	A 20 m detrás de la fuente	53.4	56.0	55.0	58.9	60.1	58.5	51.2	44.1	65.6	64.1
RG8	A 70 m detrás de la fuente	42.2	44.7	40.7	42.3	44.7	43.1	41.0	40.4	51.7	49.6

Gráfico 13: Comportamiento de ruido por octavas y LAeqT – Día 03 (27/09/2013)



Los resultados tanto para el día 03, como para el día 02 y 01, presentan una tendencia similar de decaimiento de ruido conforme uno se aleja de la fuente (EPC5), tanto para la zona delantera como para la zona trasera o posterior del EPC5, lo cual es un buen indicador para la presente investigación, ya que de no haber una tendencia de decaimiento de ruido no se podría analizar la atenuación de este.

Se puede apreciar que los datos registrados durante los tres días de medición guardan una similitud estrecha, para cada estación de medición. Esto se debe a que los puntos de medición de ruido fueron seleccionados en lugares donde no haya interferencia por causas externas (otras fuentes de ruido, ni presencia de estructuras que apantallen y reflexionen el ruido); otra razón es que el generador eléctrico (EPC5) trabajó a la misma potencia durante los días de medición, lo cual es otro motivo para no tener variaciones en los registros de medición y finalmente las distancias entre los puntos de medición de ruido fueron cortas lo cual permitió controlar en los alrededores, el respeto por el trabajo de medición de ruido.

4.1.2.6. Análisis estadístico de los registros de medición de ruido

Para poder realizar un análisis estadístico de los registros obtenidos durante las fechas de medición de ruido, se procedió a emplear los niveles de ruido en dBA registrados en cada estación de medición (ver Anexo 03). En el siguiente cuadro se presentan los valores de ruido empleados:

Cuadro 42: Valores de ruido (dBA) para análisis estadístico

Estación	Niveles de ruido (dBA) por cada estación y grupo de medición								
	Día 01 - 25/09/2013			Día 02 - 26/09/2014			Día 03 - 27/09/2015		
	Grup 1 (mañana)	Grup 2 (tarde)	Grup 3 (tarde)	Grup 1 (mañana)	Grup 2 (tarde)	Grup 3 (tarde)	Grup 1 (mañana)	Grup 2 (tarde)	Grup 3 (tarde)
RG1	82	80.8	81.1	80.9	81.8	80.2	80.8	80.8	80.5
RG2	77.8	77.4	77.6	76.8	77.7	76.8	76.9	76.7	77.9
RG3	74.9	75	74.8	75.6	74.6	75.4	75.4	75.2	75.1
RG4	72.1	72.7	72.3	72.8	72.5	72.3	71.9	72.9	72.6
RG5	73.8	74.2	73.1	74.1	74	74.1	73.3	73.6	73.6
RG6	70.9	70.7	70	70.5	70.8	70.7	70.9	69.6	69.9
RG7	63.6	64.8	63.2	63.9	64.1	65.2	64.3	64.3	63.7
RG8	48.9	49.8	50.1	49.5	49.9	50	49.1	50.1	49.6

*Grup → Grupo

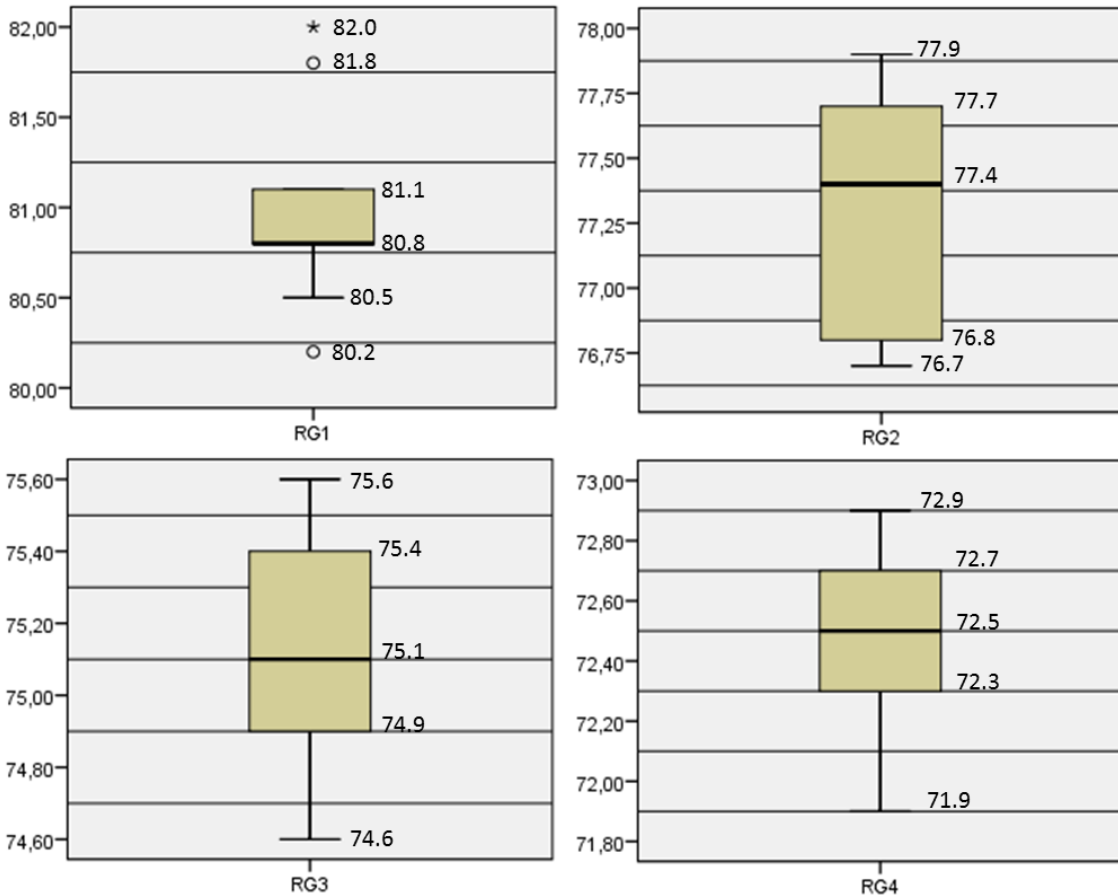
Para el análisis estadístico se empleó el software IBM SPSS Statistics, en el cual se introdujeron para cada estación, sus respectivos valores de ruido en dBA y se procedió a calcular los siguientes valores:

Cuadro 43: Datos estadísticos de los niveles de ruido registrados en EPC5

Estación	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Cuartil 1 (25%)	Mediana (50%)	Cuartil 3 (75%)	Valor máximo	Rango intercuartil
RG1	81	0.6	80.2	80.8	80.8	81.1	82	0.3
RG2	77.3	0.5	76.7	76.8	77.4	77.7	77.9	0.9
RG3	75.1	0.3	74.6	74.9	75.1	75.4	75.6	0.5
RG4	72.5	0.3	71.9	72.3	72.5	72.7	72.9	0.4
RG5	73.8	0.4	73.1	73.6	73.8	74.1	74.2	0.5
RG6	70.4	0.5	69.6	70	70.7	70.8	70.9	0.8
RG7	64.1	0.6	63.2	63.7	64.1	64.3	65.2	0.6
RG8	49.7	0.4	48.9	49.5	49.8	50	50.1	0.5

La desviación estándar indica poca dispersión de los valores obtenidos en cada estación con respecto al valor promedio de cada una de estas; en relación a los valores de cuartiles, mediana, valores máximos, valores mínimos y rangos intercuartílicos que se indican en el cuadro 44, se procedió a construir diagramas de cajas, tanto para la zona delantera del EPC5, representada por las estaciones RG1, RG2, RG3 y RG4, como para la zona posterior al EPC5, representada por las estaciones RG5, RG6, RG7 y RG8; a continuación se presentan los gráficos en mención:

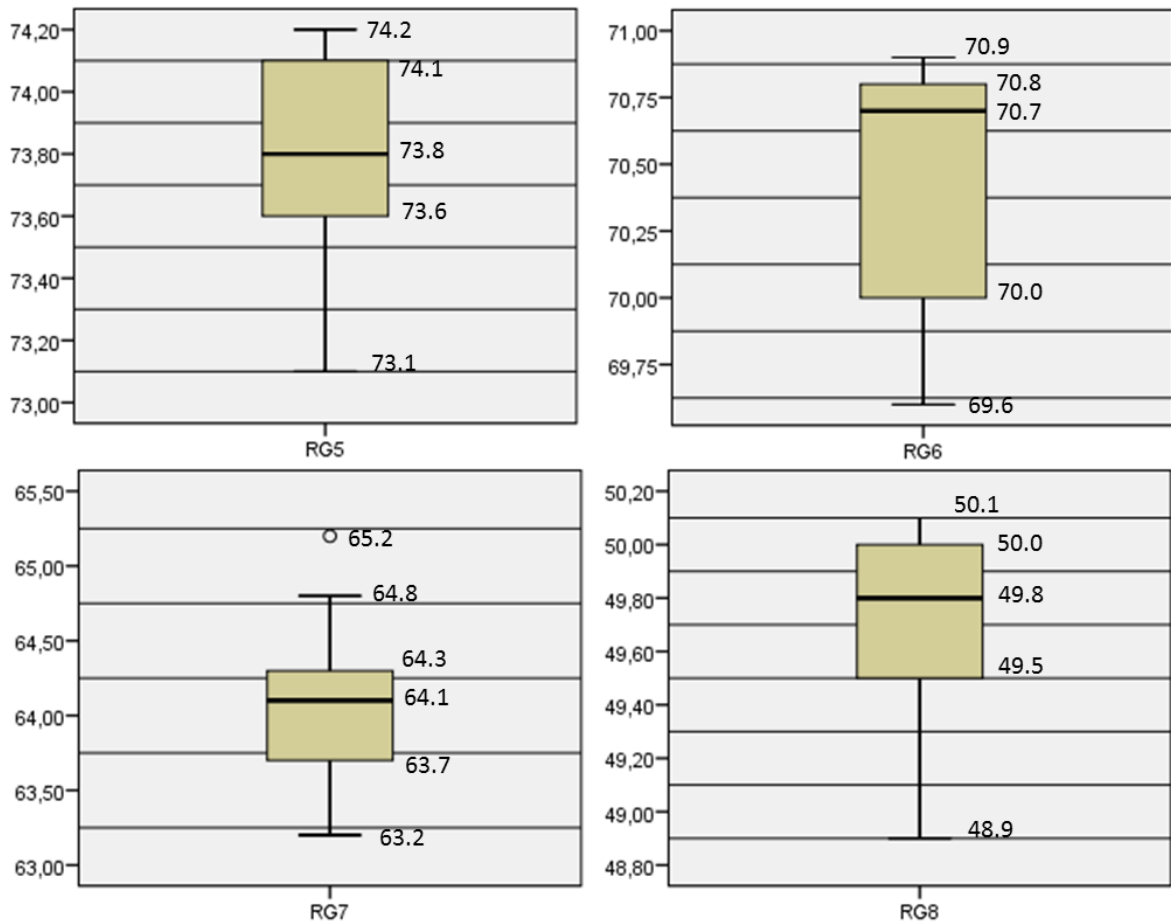
Gráfico 14: Diagrama de cajas de registros de ruido – Zona delantera del EPC5



Del gráfico 14 se tienen las siguientes observaciones:

- En la estación RG1, los valores de ruido por encima del 75% son mayores a 81.1 dBA hasta 82.0 dBA, y los valores por debajo al 75% varían desde 80.2 dBA a 81.1 dBA.
- En la estación RG2, los valores de ruido por encima del 75% son mayores a 77.7 dBA hasta 77.9 dBA, y los valores por debajo al 75% varían desde 76.7 dBA a 77.7 dBA.
- En la estación RG3, los valores de ruido por encima del 75% son mayores a 75.4 dBA hasta 75.6 dBA, y los valores por debajo al 75% varían desde 74.6 dBA a 75.4 dBA.
- En la estación RG4, los valores de ruido por encima del 75% son mayores a 72.7 dBA hasta 72.9 dBA, y los valores por debajo al 75% varían desde 71.9 dBA a 72.7 dBA.

Gráfico 15: Diagrama de cajas de registros de ruido – Zona posterior del EPC5



Del gráfico 15 se tienen las siguientes observaciones:

- En la estación RG5, los valores de ruido por encima del 75% son mayores a 74.1 dBA hasta 74.2 dBA, y los valores por debajo al 75% varían desde 73.1 dBA a 74.1 dBA.
- En la estación RG6, los valores de ruido por encima del 75% son mayores a 70.8 dBA hasta 70.9 dBA, y los valores por debajo al 75% varían desde 69.6 dBA a 70.8 dBA.
- En la estación RG7, los valores de ruido por encima del 75% son mayores a 64.3 dBA hasta 65.2 dBA, y los valores por debajo al 75% varían desde 63.2 dBA a 64.3 dBA.
- En la estación RG8, los valores de ruido por encima del 75% son mayores a 50.0 dBA hasta 50.1 dBA, y los valores por debajo al 75% varían desde 48.9 dBA a 50.0 dBA.

4.1.2.7. Análisis de Atenuación de Ruido a Escala – Zona EPC5

Una vez recabada toda la información en campo; como se indicó en la metodología (Capítulo II - punto 2.4.3. Atenuación de ruido según la metodología ISO 9613-2), se procedió a calcular los valores de atenuación de ruido para así obtener valores teóricos o esperados de ruido y compararlos con los valores reales de ruido (registros de medición, ver anexo 03).

La presente evaluación solo consideró las atenuaciones por divergencia geométrica (A_{div}), absorción atmosférica (A_{atm}), absorción de suelo (A_{suelo}) y absorción por vegetación o follaje (A_{veg}); no se consideró la atenuación por barreras ni por reflexión, debido a que las estructuras que pudieron contribuir a este tipo de atenuación, no cumplieron con los requisitos indicados en la metodología (Capítulo II - punto 2.4.3. Atenuación de ruido según la metodología ISO 9613-2).

En el cuadro 46 se presenta el análisis de atenuación realizado para los valores promedio de todos los datos de ruido registrados en las estaciones de medición (las hojas de cálculo para cada registro de medición de ruido se encuentra en el anexo 04) durante los días de medición. Los valores indicados en el cuadro 46 se calcularon considerando una temperatura promedio de 25°C y una humedad relativa de 80%, un factor de dureza de suelo de $G = 0.5$ y las siguientes consideraciones para la atenuación por vegetación o follaje:

Cuadro 44: Valores de atenuación por absorción de follaje

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Atenuación por absorción de follaje (db/m) (20 m < d < 200 m)*	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

*(20 m < d < 200 m) → es la distancia de vegetación que debe de haber entre un punto y otro

Cuadro 45: Resultados del análisis de atenuación de ruido - zona del EPC5

Resultados calculados a 25°C y 80% HR									
Tramo	Frecuencia (Hz)	Potencia acústica EPC5 (dB)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Diferencia	Error relativo %
EPC5 - RG1 (zona delantera del EPC 5 - 3m)	63 Hz	86.9	20.542	0	-3	69.4	67.8	-1.6	2.4
	125 Hz	93.1	20.542	0.001	-1.45	74	71.5	-2.5	-3.5
	250 Hz	92.3	20.542	0.003	-1.121	72.9	72.7	-0.2	-0.3
	500 Hz	98.8	20.542	0.009	-1.29	79.5	77.5	-2	-2.6
	1 000 Hz	97.4	20.542	0.019	-1.477	78.3	77.2	-1.1	-1.4
	2 000 Hz	93.7	20.542	0.032	-1.5	74.6	73.9	-0.7	-0.9
	4 000 Hz	88.3	20.542	0.063	-1.5	69.2	69.3	0.1	0.1
	8 000 Hz	82	20.542	0.179	-1.5	62.8	62.6	-0.2	-0.3
EPC5 - RG2 (zona delantera del EPC 5 - 5m)	63 Hz	86.9	24.979	0	-3	64.9	64.3	-0.6	-0.9
	125 Hz	93.1	24.979	0.001	-1.419	69.5	67.6	-1.9	-2.8
	250 Hz	92.3	24.979	0.005	-0.88	68.2	67.7	-0.5	-0.7
	500 Hz	98.8	24.979	0.015	-1.158	75	73.4	-1.5	-2.2
	1 000 Hz	97.4	24.979	0.032	-1.462	73.9	73.7	-0.1	-0.3
	2 000 Hz	93.7	24.979	0.054	-1.5	70.2	70.5	0.3	0.4
	4 000 Hz	88.3	24.979	0.106	-1.5	64.7	64.7	0	0.0
	8 000 Hz	82	24.979	0.299	-1.5	58.2	57.8	-0.4	-0.7
EPC5 - RG3 (zona delantera del EPC 5 - 7m)	63 Hz	86.9	27.902	0	-3	62	63.3	1.3	2.1
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-1.388	66.6	66.6	0	0.0
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65	65.6	0.6	0.9
	500 Hz	98.8	27.902	0.021	-1.03	71.9	72.4	0.5	0.7
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.044	-1.448	70.9	70.7	-0.2	-0.3
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.075	-1.5	67.2	68.6	1.3	2.0
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.148	-1.5	61.8	62.6	0.8	1.3
	8 000 Hz	82	27.902	0.419	-1.5	55.2	55.1	-0.1	-0.2
EPC5 - RG4 (zona delantera del EPC 5 - 10m)	63 Hz	86.9	31	0.001	-3	58.9	60.8	1.9	3.1
	125 Hz	93.1	31	0.003	-1.345	63.4	63.9	0.5	0.8
	250 Hz	92.3	31	0.01	-0.32	61.6	63.8	2.2	3.4
	500 Hz	98.8	31	0.03	-0.848	68.6	69.2	0.6	0.9
	1 000 Hz	97.4	31	0.064	-1.428	67.8	68.3	0.5	0.7
	2 000 Hz	93.7	31	0.107	-1.5	64.1	66	1.9	2.9
	4 000 Hz	88.3	31	0.211	-1.5	58.6	60.1	1.6	2.5
	8 000 Hz	82	31	0.598	-1.5	51.9	51.6	-0.3	-0.6

EPC5 - RG5 (zona posterior del EPC 5 - 7m)	63 Hz	86.9	27.902	0	-3	62	62.1	0.1	0.2
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-1.388	66.6	64.6	-2	-3.1
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65	64.5	-0.5	-0.8
	500 Hz	98.8	27.902	0.021	-1.03	71.9	70.5	-1.4	-2.0
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.044	-1.448	70.9	69.1	-1.8	-2.6
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.075	-1.5	67.2	68.1	0.8	1.3
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.148	-1.5	61.8	59.5	-2.2	-3.9
	8 000 Hz	82	27.902	0.419	-1.5	55.2	53.3	-1.9	-3.6
EPC5 - RG6 (zona posterior del EPC 5 - 10m)	63 Hz	86.9	31	0.001	-3	58.9	59.2	0.3	0.5
	125 Hz	93.1	31	0.003	-1.345	63.4	61.5	-2	-3.1
	250 Hz	92.3	31	0.01	-0.32	61.6	61.4	-0.2	-0.3
	500 Hz	98.8	31	0.03	-0.848	68.6	66.9	-1.7	-2.5
	1 000 Hz	97.4	31	0.064	-1.428	67.8	66.4	-1.4	-2.1
	2 000 Hz	93.7	31	0.107	-1.5	64.1	64.2	0.1	0.2
	4 000 Hz	88.3	31	0.211	-1.5	58.6	56.8	-1.8	-3.2
	8 000 Hz	82	31	0.598	-1.5	51.9	50	-1.9	-3.8
EPC5 - RG7 (zona posterior del EPC 5 - 20m)	63 Hz	86.9	37.021	0.001	-3	52.9	53.5	0.6	1.1
	125 Hz	93.1	37.021	0.005	-1.218	57.3	56.2	-1.1	-2.0
	250 Hz	92.3	37.021	0.019	0.647	54.6	55	0.4	0.7
	500 Hz	98.8	37.021	0.059	-0.314	62	59.1	-2.9	-4.9
	1 000 Hz	97.4	37.021	0.127	-1.369	61.6	60.2	-1.4	-2.3
	2 000 Hz	93.7	37.021	0.214	-1.5	58	58.5	0.5	0.9
	4 000 Hz	88.3	37.021	0.422	-1.5	52.4	50.8	-1.5	-3.1
	8 000 Hz	82	37.021	1.196	-1.5	45.3	44	-1.3	-3.0
Tramo	Frecuencia (Hz)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Aveg (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Diferencia	Error relativo %
EPC5 - RG8 (zona posterior del EPC 5 - 70m)	63 Hz	47.902	0.005	-3	1	41	42.3	1.3	3.1
	125 Hz	47.902	0.018	-0.856	1.5	44.5	44.3	-0.3	-0.5
	250 Hz	47.902	0.067	3.406	2	38.9	40.5	1.6	4.0
	500 Hz	47.902	0.207	1.211	2.5	47	42.1	-4.9	-11.6
	1 000 Hz	47.902	0.445	-1.2	3	47.3	44.6	-2.6	-6.1
	2 000 Hz	47.902	0.749	-1.5	4	42.5	43.4	0.8	2.1
	4 000 Hz	47.902	1.477	-1.5	4.5	35.9	41	5.1	12.4
	8 000 Hz	47.902	4.186	-1.5	6	25.4	40.6	15.2	37.4

De los resultados presentados en el cuadro 46, se observa que para la mayor parte de las diferencias entre los valores reales y los valores teóricos de ruido, se encuentran dentro del rango de error de +/- 3 dB indicado por la norma ISO 9613-2; con excepción de los valores analizados para el tramo EPC5 - RG8, en el cual se evalúa la atenuación de ruido por

vegetación. En este tramo, los valores reales de ruido estuvieron muy por encima de los valores teóricos de ruido, observándose este suceso solamente para altas frecuencias (4 000 Hz y 8 000 Hz), esto se debe a que el ruido del EPC5 registrado en la estación RG8 estuvo apantallado por un ruido mayor proveniente de actividades de movilización de equipos, maquinarias, aterrizaje y despegue de aviones cerca a la estación RG8.

Cuadro 46: Análisis de valores que exceden el rango de +/- 3 dB

Frecuencia (Hz)	Rango de valores (dB)		Porcentaje de valores (%)		Valores que exceden el rango de +/- 3 dB		
	Valor mínimo	Valor máximo	Negativos	Positivos	de valores que exceden	% de excedencia	Estación responsable
63	-2.3	2.6	36.1	63.9	0	0	-
125	-2.2	2	63.9	36.1	0	0	-
250	-1.9	3.1	41.7	58.3	1	1.4	RG4
500	-2.4	2.7	58.3	41.7	0	0	-
1 000	-2.3	2.3	61.1	38.9	0	0	-
2 000	-2.1	2.5	27.8	72.2	0	0	-
4 000	-3	6.1	54.2	45.8	9	12.5	RG8
8 000	-2.9	16.1	68.1	31.9	9	12.5	RG8

El cuadro 47 sintetiza la información del cuadro 46, evaluando los rangos resultantes de las diferencias entre todos los valores reales y teóricos de ruido, para cada frecuencia analizada (63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz y 8 000 Hz) con la finalidad de identificar los valores que hayan excedido el rango indicado en la metodología ISO 9613-2 (+/-3 dB). En este cuadro se aprecia que para la frecuencia de 250 Hz, solo hubo un valor (3.1 dB) que excedió el rango (+/- 3 dB), este valor corresponde al tramo EPC5 – RG4 y se atribuye a la influencia de un ruido externo de movilización de materiales cerca a la estación de medición. Adicionalmente para las frecuencias de 4 000 HZ y 8 000 Hz, hubieron 09 valores para cada frecuencia analizada que excedieron el rango. Estos valores corresponden a los valores analizados en el tramo EPC5 – RG8, siendo el tramo más largo y con presencia de vegetación, lo cual influyo para que el valor teórico obtenido sea pequeño, sin embargo los valores registrados fueron mayores, debido a que cerca de la estación RG8 hubo presencia de actividades de movilización de equipos, maquinarias, aterrizaje y despegue de aviones, las cuales apantallaron el nivel de ruido generado por el EPC5.

Así mismo, en el cuadro 47 se observa a nivel de porcentaje que predominan los valores negativos de las diferencias entre los valores reales y teóricos de ruido, con respecto a los valores positivos, lo cual indica que el valor teórico está por encima del valor real, de esta manera las medidas a emplear para disminuir el ruido serán más eficientes ya que estratégicamente estarían atacando un valor sobre estimado.

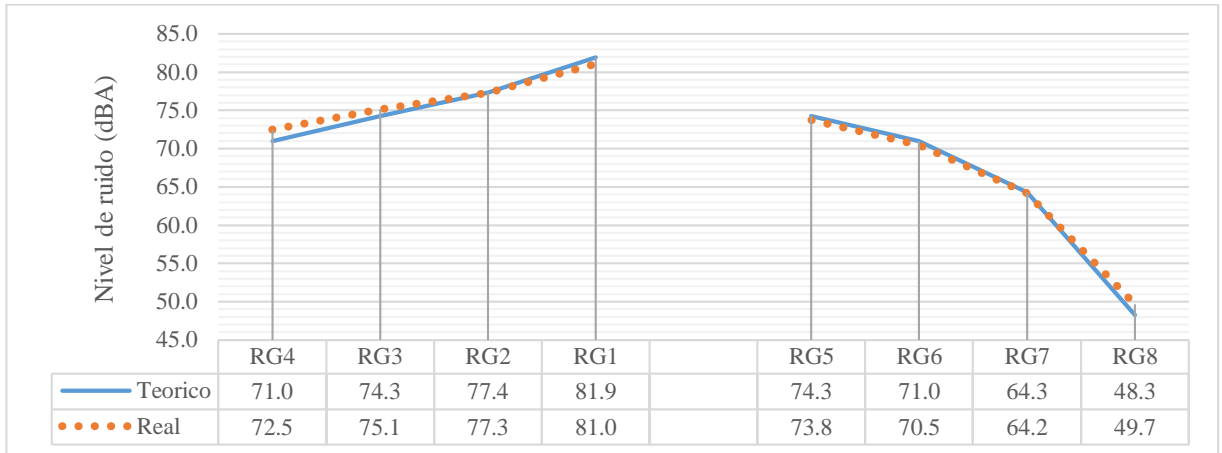
Cuadro 47: Análisis de errores

Rango de Error relativo (%)	Nº de veces	Porcentaje
-11.6	1	1.5625
-6.1	1	1.5625
-4.9	1	1.5625
-3.9 a -3	9	14.0625
-2.9 a -2.0	9	14.0625
-1.9 a -0.1	14	21.875
0 a 1.9	17	26.5625
2 a 2.9	6	9.375
3 a 3.9	3	4.6875
4	1	1.5625
12.4	1	1.5625
37.4	1	1.5625
Error por exceso	35	54.7
Error por defecto	29	45.3

En el cuadro N° 46 y 47 se procedió a estimar el error relativo porcentual de las diferencias entre el valor teórico y real de ruido. De los valores obtenidos se aprecia que el 54.7 % de valores de error son por exceso al valor real y el 45.3% por defecto. Además el mayor porcentaje (26.5%) de los valores de error, se encuentra entre el rango de 0.1 y 1.9; los valores de error alto (-11.6, -6.1, -4.9, 4, 12.4 y 37.4) corresponden a valores de medición no representativos, estos corresponden a los mismos valores elevados del cuadro N° 46.

De todos los niveles de ruido registrados, se procedió a determinar el nivel de ruido en dBA por cada estación, para compararlo con los valores teóricos de ruido en dBA. En el gráfico 16 se muestra la tendencia de estos valores, en el cual se puede apreciar que los valores están muy cercanos, salvo para las estaciones RG4 Y RG8 los cuales presentan una diferencia de 1.5 dBA y 1.4 dBA respectivamente entre sus valores teóricos y reales.

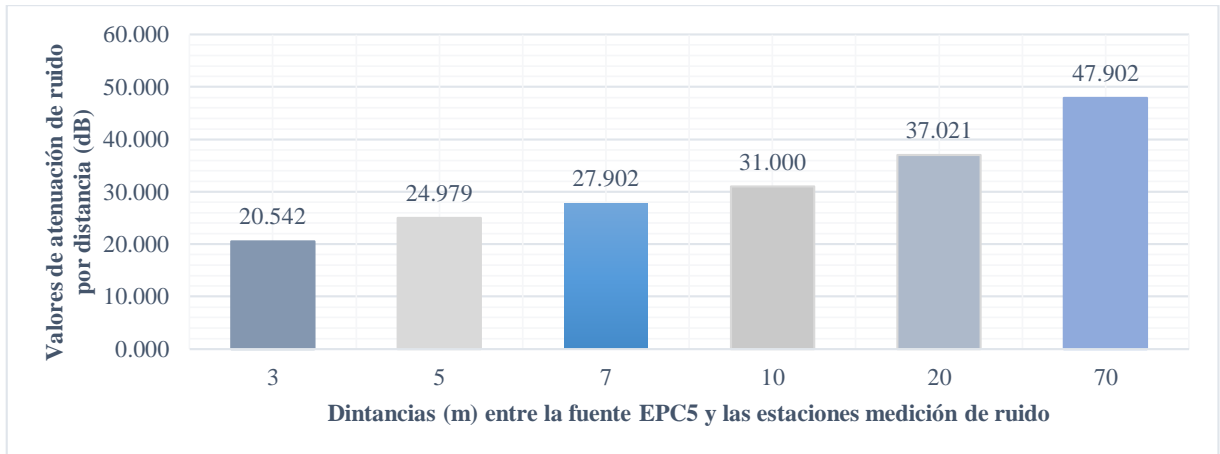
Gráfico 16: Comparación de niveles de ruido promedio (dBA) teóricos y reales



A partir de los resultados presentados en los cuadros 46, 47 y gráfico 16, se puede afirmar que la metodología ISO 9613-2 es aplicable a la zona de estudio. A continuación se procede a analizar el comportamiento de las atenuaciones de ruido en el área de estudio.

- **Atenuación por divergencia geométrica (Adiv)**

Gráfico 17: Atenuación de ruido por distancia



El gráfico 17 muestra los valores de atenuación de ruido en función a las distancias entre la fuente de ruido (EPC5) y la ubicación de las estaciones de medición de ruido. La atenuación por divergencia geométrica depende solamente de la distancia, conforme esta es mayor, la atenuación de ruido también.

- **Atenuación por absorción atmosférica (Aatm)**

Se elaboraron tres gráficos a las temperaturas de 20°C, 25°C y 30 °C; a humedades relativas de 90%, 80%, 70% y 60% y considerando una distancia de 3m entre la fuente y la estación de ruido. En los gráficos se presenta los niveles de atenuación de ruido para las frecuencias de 63 Hz, 125 Hz, 250Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz y 8 000 Hz a nivel de barras en orden consecutivo de izquierda a derecha respectivamente.

Gráfico 18: Atenuación de ruido por absorción atmosférica a 20°C

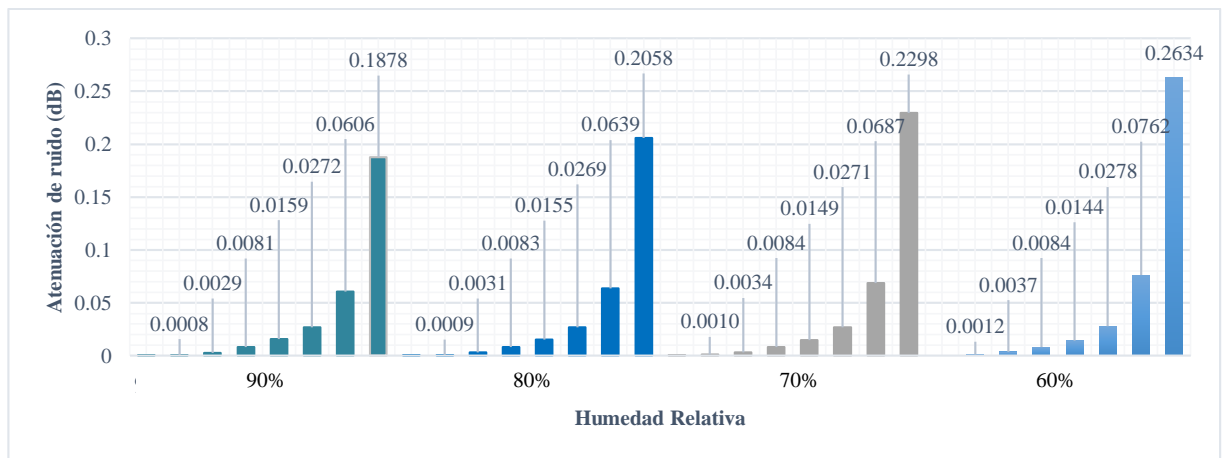


Gráfico 19: Atenuación de ruido por absorción atmosférica a 25°C

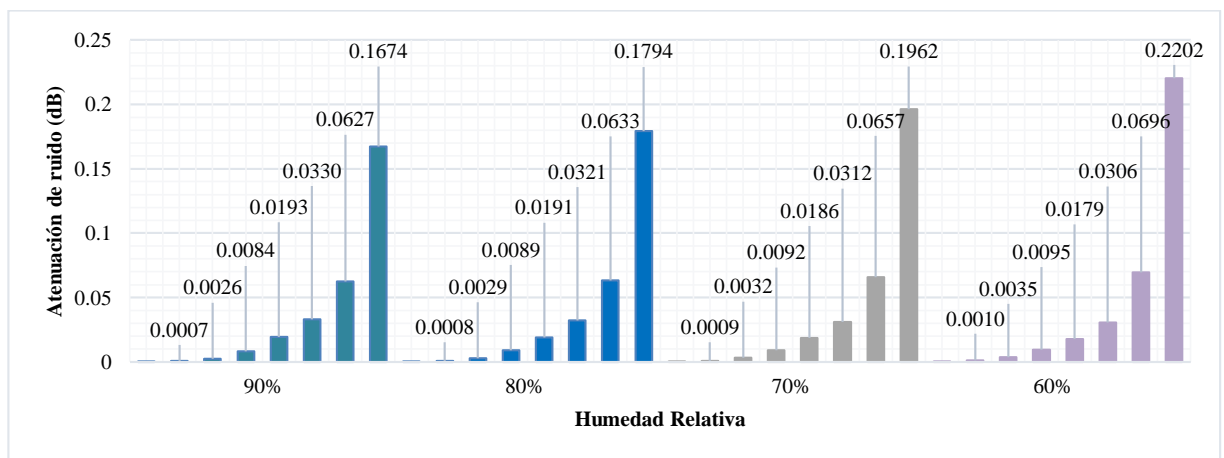
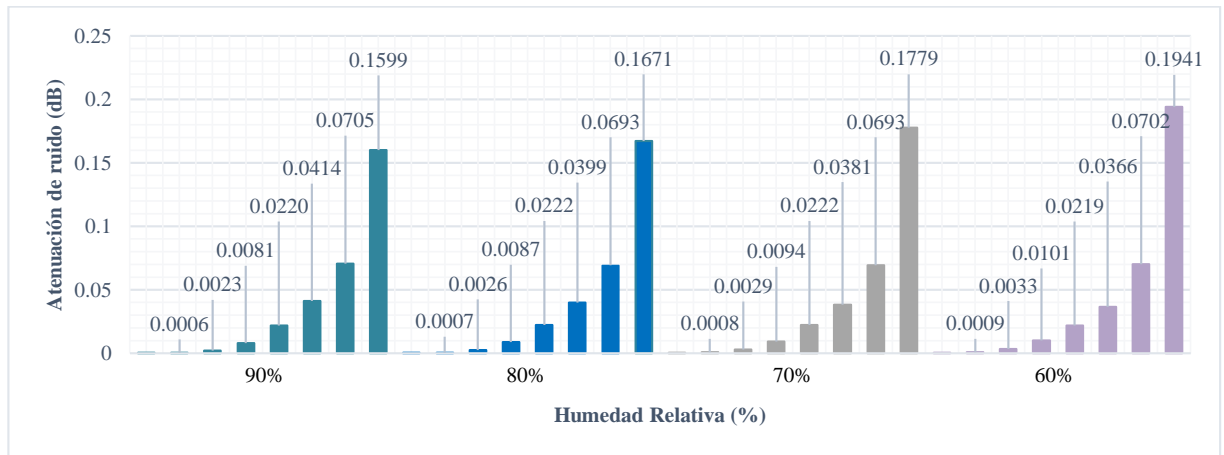


Gráfico 20: Atenuación de ruido por absorción atmosférica a 30°C



De los resultados de los gráficos 18, 19 y 20, se puede apreciar que la atenuación por absorción atmosférica muestra una tendencia creciente a cualquier temperatura y humedad en orden de la frecuencia menor a la frecuencia mayor (de izquierda a derecha en cada grupo de barras de color).

Si analizamos la atenuación, solo en función a la humedad, se puede decir que para las frecuencias de 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz (cuatro primeras barras) y 8 000 Hz (últimas barras) la atenuación aumenta conforme disminuye la humedad. Para los otros valores 1 000 Hz, 2 000 Hz y 4 000 Hz (tres penúltimas barras) la atenuación puede disminuir, mantenerse o incrementarse ligeramente conforme disminuye la humedad.

Si analizamos la atenuación en función a la temperatura, se puede decir que para las frecuencias de 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz (tres penúltimas barras) y 8 000 Hz (últimas barras) la atenuación de ruido es menor conforme aumenta la temperatura, esto se cumple para cualquier valor de humedad. Para los otros valores de frecuencias, conforme se aumenta la temperatura, la atenuación de ruido tiende a ser mayor.

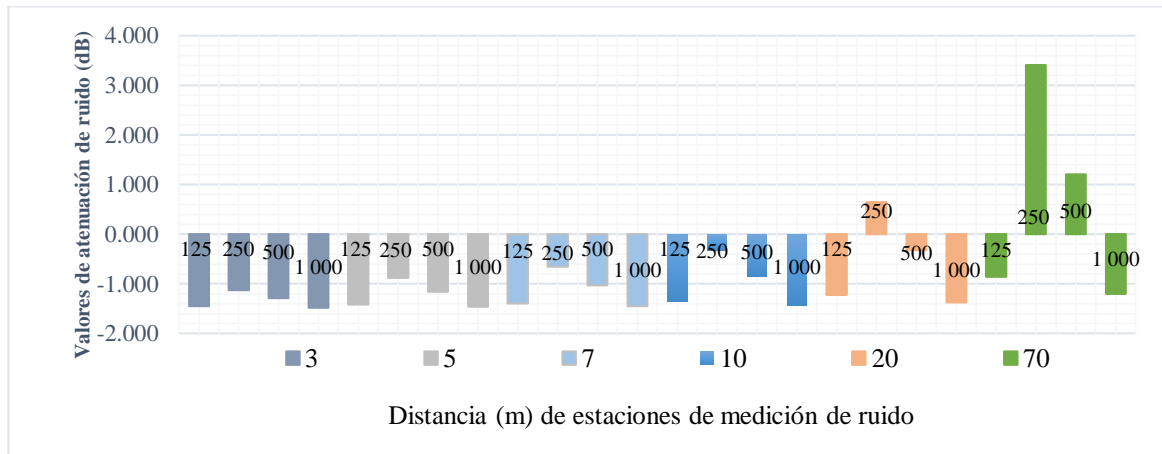
Además, según los resultados del cuadro 46, se puede apreciar que los valores de atenuación atmosférica se incrementan, cuando se aumenta la distancia.

- **Atenuación por efecto de suelo (Agr)**

En el gráfico 21, se presentan los valores de atenuación de ruido correspondiente a las frecuencias 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz y 1 000 Hz (ver etiquetas en cada barra) colocados de

izquierda a derecha respectivamente; los otros valores de atenuación correspondientes a las otras frecuencias no se presentaron debido a que se mantuvieron constantes para todas las distancias. En este gráfico se considera un suelo con factor de dureza $G = 0.5$ (suelo duro, poroso y con aptitud para crecimiento de vegetación).

Gráfico 21: Atenuación de ruido por absorción de suelo



Los valores negativos de atenuación indican que el suelo se encuentra reflejando las ondas acústicas y los valores positivos indican que el suelo se encuentra absorbiendo las ondas, atenuando mayormente el ruido. En el gráfico 21 se puede observar que los valores correspondientes a las frecuencias de 250 Hz y 500 Hz son los más susceptibles a atenuarse, mientras que los valores de atenuación para las frecuencias de 125 Hz y 1 000 Hz presentan valores similares a distancias cortas, pero al incrementarse la distancia a 20 m y 70 m los valores tienden a disminuir.

4.1.3. Evaluación Final de Ruido – Zona Estación de Compresión (EC)

Los resultados obtenidos en la evaluación de atenuación de ruido a en la zona del EPC 5, confirman la aplicabilidad de la metodología ISO 9613-2 a nuestra zona de estudio; en este sentido se procede a evaluar la propagación del ruido generado por la operación de la futura Estación de Compresión (EC).

Para evaluar la propagación del ruido generado por la operación de la estación de compresión de gas natural, se distribuyeron 26 puntos receptores sobre la zona de estudio, con la finalidad de estimar en cada uno de estos el valor teórico de ruido, considerando todas las atenuaciones posibles que se presenten durante la trayectoria de la onda acústica

desde la fuente hasta el receptor. La distribución de puntos de estimación de ruido se ha realizado a partir de trazado de 08 líneas imaginarias desde la fuente (EC) hacia los límites del área de estudio.

Figura 24: Puntos receptores en la evaluación de ruido de la EC



Los primeros 08 puntos de cada línea, corresponden a la zona directa de trabajo o a la zona más próxima de la EC, los siguientes puntos se encuentran distribuidos sobre las áreas contiguas (bosque, pista de aterrizaje de aviones, campamento de trabajadores de Nuevo Mundo y Comunidad Nativa de Nuevo Mundo).

Para determinar la atenuación por absorción atmosférica (Aatm), los valores de temperatura y humedad en cada punto receptor, se estimaron asociando los valores de temperatura y humedad que figuran en los mapas de las figuras 19 (mapa de temperatura) y 20 (mapa de humedad relativa) de la línea base, para luego poder aproximar cada valor de temperatura y humedad de los puntos receptores a los valores indicados en los cuadros 23 (valores aproximados de temperatura) y 24 (valores aproximados de humedad), para así determinar el coeficiente de absorción atmosférica (ver anexo 05); luego de aproximar los valores de temperatura y humedad en cada punto receptor, se obtuvo como valores

representativos 25°C y 90% HR, con esto, se aplicaron los siguientes coeficientes de absorción atmosférica:

Cuadro 48: Coeficientes de atenuación atmosférica a 25°C y 90 %

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Coefficiente de atenuación alfa (db/km)	0.06	0.235	0.876	2.8	6.44	11	20.8	55.8

Para determinar la atenuación por absorción de suelo (Agr), se consideraron dos valores de dureza de suelo (G); el primero se empleó para evaluar la atenuación por absorción en el suelo próximo a la EC, en el cual se encuentran los 08 primeros puntos receptores de cada línea (ver figura 24), como este suelo no tiene presencia de vegetación sin embargo es poroso, se le asignó un valor de dureza de $G = 0.5$; el segundo valor se empleó para evaluar la atenuación de ruido entre la EC y los segundos, terceros y otros receptores, en estas zonas predomina la presencia de vegetación de tipo arbustivo, sin embargo también se encuentran zonas desboscadas, por esta razón asignó un valor de dureza de $G = 0.8$.

Para determinar la atenuación a través de follaje (vegetación) se toma en consideración lo indicado en la norma ISO 9613-2, la cual indica que cuando la distancia evaluada es mayor a 200 m y cuando hay poca visibilidad a causa de la vegetación (esta condición se cumple, ver línea base), se toma como referencia los siguientes valores:

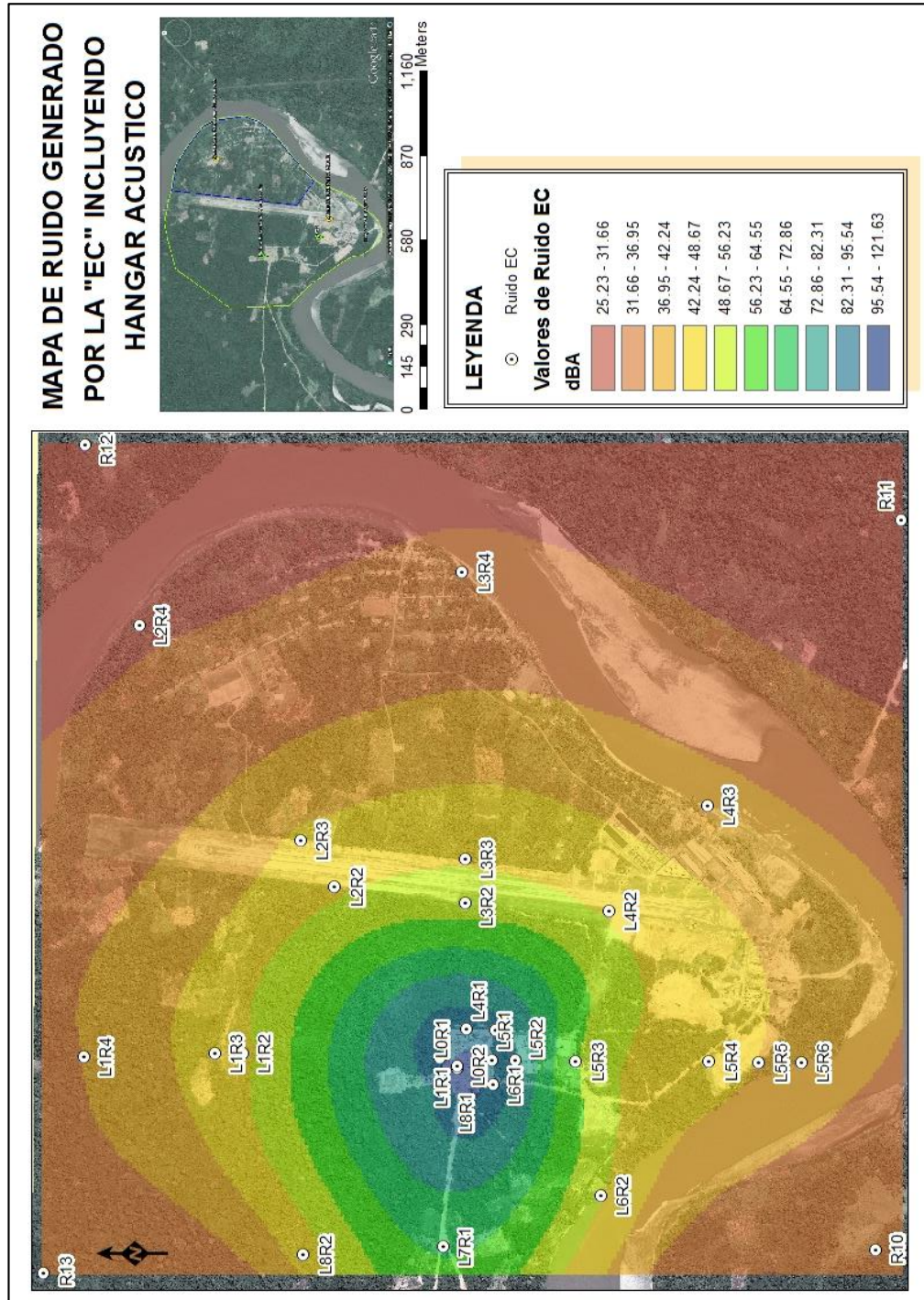
Cuadro 49: Valores de atenuación por absorción de follaje

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Atenuación por absorción de follaje (db) $d > 200$ m	4	6	8	10	12	16	18	24
Atenuación por absorción de follaje (db/m) $20 < d < 200$ m	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

Tomando en consideración las indicaciones líneas arriba, se procedió a estimar los valores de ruido en cada punto receptor; a continuación se presenta el mapa de la zona de estudio en la cual se han interpolado los valores de ruido estimados; en el anexo 06 se encuentra la

relación de todos los valores estimados para cada punto receptor, junto con sus respectivas atenuaciones.

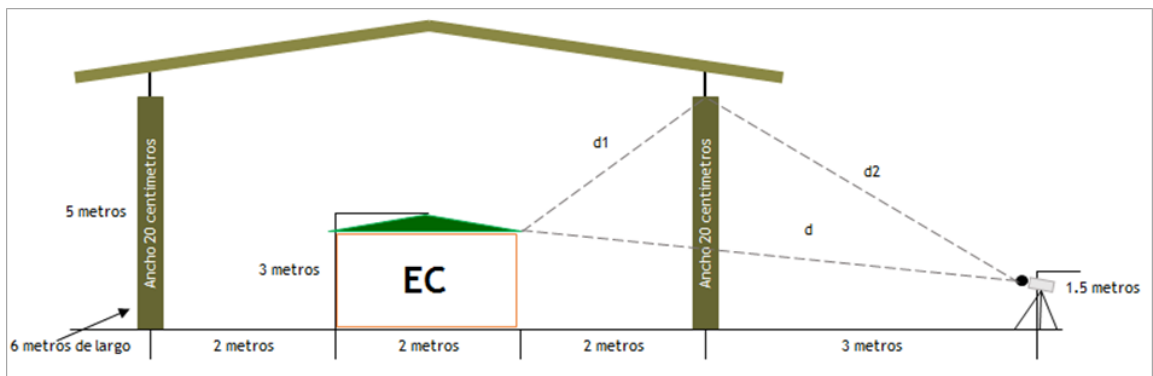
Figura 25: Mapa de ruido generado por la EC sobre la zona de estudio



Del mapa se puede concluir que tanto la zona del campamento de trabajadores de Nuevo Mundo, como la Comunidad Nativa de Nuevo Mundo no se verán impactadas por el ruido generado por la Estación de Compresión, sin embargo los niveles de ruido (dBA) en las zonas próximas a la EC, presentan valores altos que inclusive pueden llegar a ser perjudiciales para los trabajadores de esta zona, superando los estándares nacionales de calidad de ruido ambiental, tanto para horario diurno (80 dBA) como para horario nocturno (70 dBA).

Teniendo en cuenta esta situación, se propone implementar pantallas acústicas que tengan efecto de barreras para las ondas acústicas, con la finalidad de atenuar el ruido en la zona de trabajo. A continuación se presentan los niveles de ruido estimados con y sin pantallas acústicas, según lo indicado en la metodología ISO 9613-2 y considerando pantallas de 5 metros de alto, 1 metro de ancho y 6 metros de largo, cada barrera estará a una distancia de 2 metros de cada uno de los 4 lados de la EC.

Figura 26: Esquema de hangar acústico para la EC

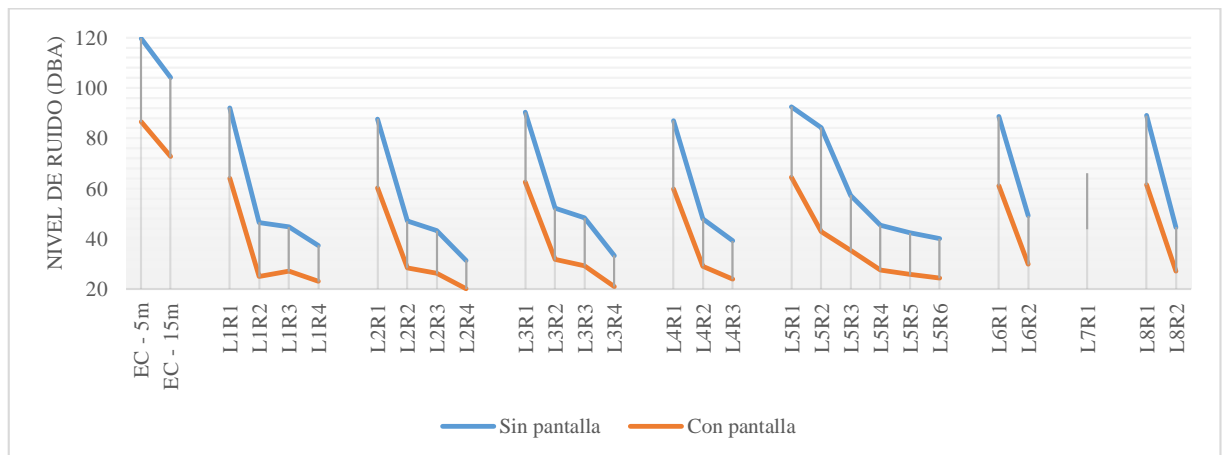


Cuadro 50: Niveles de ruido generados por la EC con y sin barreras acústicas

Punto de ruido	Niveles de ruido sin pantallas (dBA)				Niveles de ruido con pantallas (dBA)			
	Sin pantalla	ECA Ruido Diurno	ECA Ruido Nocturno	Excede estándar	Con pantalla	ECA Ruido Diurno	ECA Ruido Nocturno	Excede estándar
EC – 5 m	119.7	80	70	Si	86.5	80	70	Si
EC – 15 m	104.1	80	70	Si	72.7	80	70	Si
L1R1 (90 m)	92.1	80	70	Si	64.1	80	70	No
L1R2 (770 m)	46.6	80	70	No	25.0	80	70	No
L1R3 (865 m)	44.7	80	70	No	27.1	80	70	No
L1R4 (1327 m)	37.4	80	70	No	23.1	80	70	No
L2R1 (132 m)	87.7	80	70	Si	60.3	80	70	No
L2R2 (748 m)	47.0	80	70	No	28.5	80	70	No
L2R3 (945 m)	43.2	80	70	No	26.3	80	70	No
L2R4 (1868 m)	31.5	80	70	No	20.1	80	70	No
L3R1 (105 m)	90.3	80	70	Si	62.6	80	70	No
L3R2 (537 m)	52.1	80	70	No	31.8	80	70	No
L3R3 (689 m)	48.3	80	70	No	29.3	80	70	No
L3R4 (1672 m)	33.4	80	70	No	21.1	80	70	No
L4R1 (140 m)	87.0	80	70	Si	59.8	80	70	No
L4R2 (704 m)	48.0	80	70	No	29.1	80	70	No
L4R3 (1198 m)	39.2	80	70	No	24.1	80	70	No
L5R1 (86 m)	92.6	80	70	Si	64.6	80	70	No

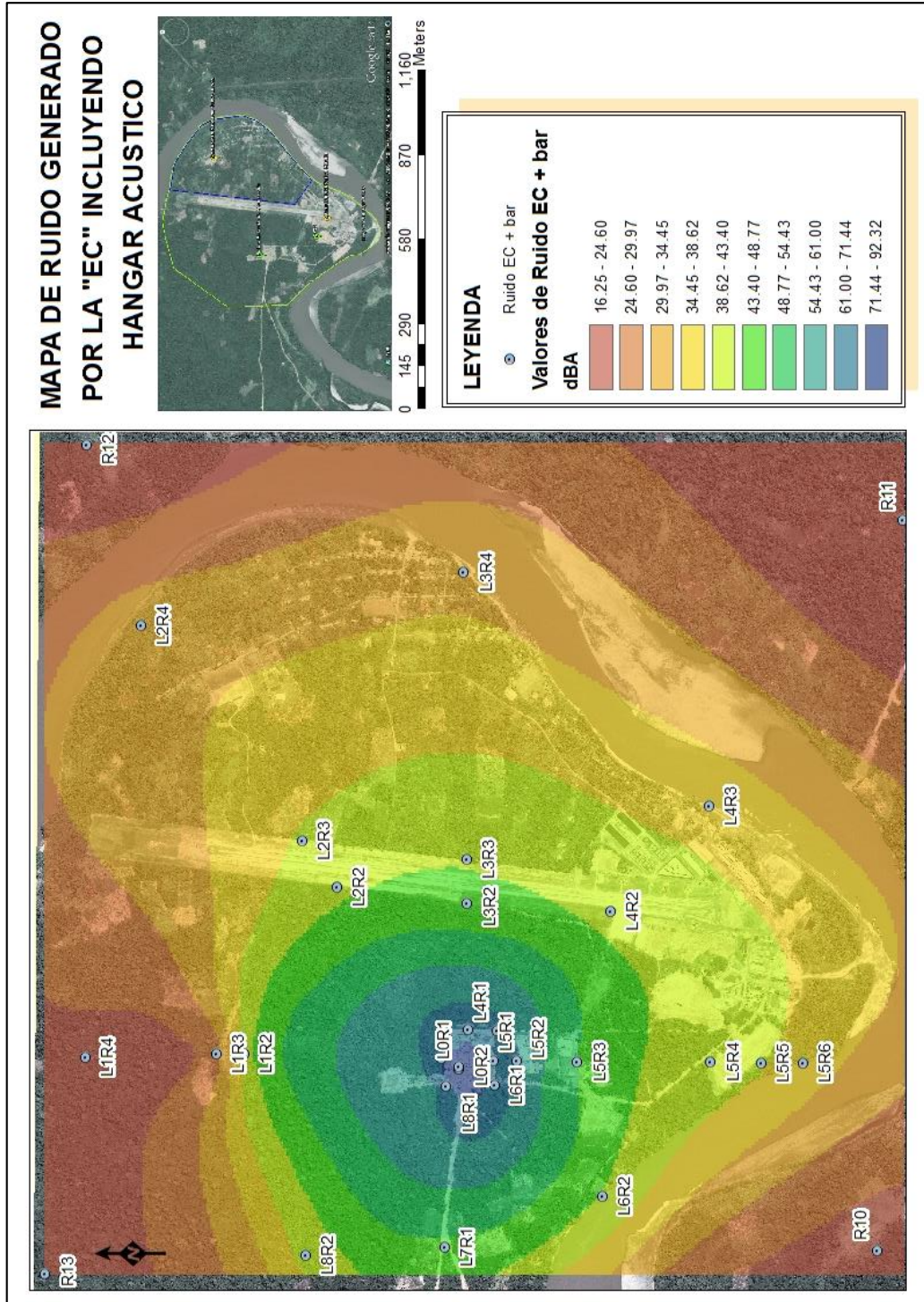
Punto de ruido	Niveles de ruido sin pantallas (dBA)				Niveles de ruido con pantallas (dBA)			
	Sin pantalla	ECA Ruido Diurno	ECA Ruido Nocturno	Excede estándar	Con pantalla	ECA Ruido Diurno	ECA Ruido Nocturno	Excede estándar
L5R2 (164 m)	84.2	80	70	Si	42.9	80	70	No
L5R3 (370 m)	57.3	80	70	No	35.4	80	70	No
L5R4 (828 m)	45.4	80	70	No	27.5	80	70	No
L5R5 (995 m)	42.4	80	70	No	25.8	80	70	No
L5R6 (1140 m)	40.1	80	70	No	24.5	80	70	No
L6R1 (140 m)	88.6	80	70	Si	61.1	80	70	No
L6R2 (651 m)	49.2	80	70	No	29.9	80	70	No
L7R1 (650 m)	66.1	80	70	No	43.8	80	70	No
L8R1 (118 m)	89.0	80	70	Si	61.5	80	70	No
L8R2 (870 m)	44.6	80	70	No	27.1	80	70	No

Gráfico 22: Comparación entre valores de estimación de ruido con pantallas y sin pantallas



En la siguiente figura se presenta el mapa de ruido considerando la implementación de pantallas acústicas (hangar acústico).

Figura 27: Mapa de ruido generado por la EC incluyendo hangar acústico



Los valores que exceden los ECA diurno y nocturno respectivamente al no usar las pantallas acústicas, corresponden a las zonas próximas a la EC. Sin embargo, estos valores se reducen entre 25 – 30 dBA aproximadamente al emplear pantallas acústicas, obteniendo niveles de ruido por debajo de lo indicado en los ECA diurno y nocturno; no obstante esto sucede a unas distancias en promedio de 86 a 140 metros de la fuente, pero a menores distancias como 10 metros, el nivel de ruido todavía es alto, bordeando los 86 dBA, para estas zonas específicas, los trabajadores usaran protector auditivo, el cual disminuye en 28 dBA el nivel de ruido, disminuyendo el impacto de este a un nivel no perjudicial.

La presente evaluación de ruido para una instalación que va a comenzar a funcionar el año 2015, ha sido de mucha utilidad, ya que se puede estimar el nivel de impacto acústico derivado de su generación de ruido; en función a estos resultados se pueden evaluar otras alternativas o mecanismos que permitan reducir el nivel de ruido, pudiendo ser necesario cambiar a otro modelo de estación de compresión que tenga una menor potencia acústica.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que la metodología de evaluación de atenuación de ruido de la presente investigación es aplicable a la zona de estudio.
- La presente metodología de evaluación de ruido, es una herramienta adecuada de gestión ambiental preventiva, ya que permite estimar el nivel de ruido a generarse de algún equipo u maquinaria, antes de que esta comience a funcionar.
- Se estimó los niveles de ruido a generarse por la operación de la futura estación de compresión, los cuales estuvieron muy por encima de los valores indicados en los ECA Ruido (80 dBA diurnos y 70 dBA nocturnos), con esta situación los trabajadores de la empresa y la fauna de los bosques ubicados 300 metros a la redonda estarían expuestos a una contaminación acústica tanto en horario diurno y nocturno; los pobladores de la Comunidad Nativa de Nuevo Mundo no se verían afectados debido a que se encuentran ubicados a una distancia de 1000 metros a la cual el nivel de ruido de la estación de compresión es imperceptible.
- La evaluación de los niveles de ruido a generarse por la Estación de Compresión nos permitió visualizar una futura contaminación acústica; frente a esta situación se planteó el uso de un hangar acústico conformado por pantallas acústicas con paredes de 6 metros de largo, 1 metro de ancho y 5 metros de alto, de material aislante y hermético ubicados simétricamente a 2 metros de cada lado de la estación, con esta estructura los niveles de ruido se redujeron entre 25 a 30 dBA, de esta forma se minimizó el impacto a un área de 15 metros a la redonda a la cual solo estarán expuestos el personal de mantenimiento y operario de la estación de compresión, el cual empleará protección auditiva para los trabajos a realizarse en la zona. De esta manera la presente metodología evaluación cumple una función de herramienta preventiva minimizando el impacto ambiental por contaminación acústica asociado a la operación de la estación de compresión.
- Conforme la distancia es mayor entre la fuente y el punto receptor, mayor es la atenuación de ruido por divergencia geométrica, absorción atmosférica y por absorción del suelo.

- Los valores teóricos y reales de ruido presenta un error relativo que se encuentra mayoritariamente dentro de un rango de 0 % a 6.1 %, lo cual indica una buena representatividad de datos.
- Las frecuencias altas (2000 Hz, 4000 Hz y 8000 Hz) de ruido son más susceptibles a atenuarse por absorción atmosférica y por atenuación de la vegetación.
- La atenuación por absorción atmosférica (Amet) está más asociada a las variaciones de humedad relativa que a la temperatura; a mayor humedad relativa mayor valor de ruido y menor atenuación, a menor valor de humedad la atenuación es mayor.
- A distancias cortas, el valor de la atenuación de ruido por absorción de suelo tiende a ser negativa y casi constante para las frecuencias de 63 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz y 8 000 Hz; conforme la distancia se incrementa, en un primer instante la atenuación aumenta para las frecuencias de 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz y 1 000 Hz; y conforme la distancia alcanza valores muy altos las otras frecuencias de 63 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz y 8 000 Hz también incrementan su valor de atenuación de ruido.
- Los valores negativos de atenuación de suelo indican que no está ocurriendo una absorción de ruido sino una reflexión que permite incrementar los niveles de ruido conforme las ondas reflejadas chocan con otras.
- Los valores de atenuación de ruido por vegetación solo son viables cuando el área boscosa relacionada a la propagación de la onda acústica evaluada es lo suficiente densa o tupida y alta como para que la visibilidad de un extremo a otro del bosque sea nula o mínima.

5.2. RECOMENDACIONES

- No es recomendable realizar el análisis de atenuación de ruido para distancias muy grandes (mayores a 400 *metros*) ya que los resultados de los cálculos matemáticos de atenuación de ruido dan valores negativos para las altas frecuencias (2 000 Hz, 4 000 Hz y 8 000 Hz).
- Los niveles de atenuación de ruido propuestos por la metodología ISO 9613-2 por vegetación son muy generales, así como las consideraciones para su determinación; es necesario evaluar o investigar una relación de la densidad y frondosidad del bosque para estimar su atenuación.
- La metodología desarrollada en la presente investigación es aplicable para terrenos horizontales; con relieve llano y sin ondulaciones; con una velocidad de viento menor a 5 m/s y en lo posible con la menor cantidad de interferencias de ruido en los alrededores.
- En caso de existir otras fuentes de ruido en la zona de estudio de evaluación, después de analizar la atenuación de ruido, sumarle logarítmicamente los otros niveles de ruido en los puntos en que se encuentren las ondas acústicas.

VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A continuación se procede a indicar las referencias bibliográficas de la información consultada para el desarrollo de la presente Tesis, el orden en que aparecen las referencias está acorde al desarrollo de este estudio.

- MINAM (MINISTERIO NACIONAL DEL AMBIENTE). 2009. Decreto Supremo 019-2009-MINAM Reglamento Nacional de la Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- SPDA (SOCIEDAD PERUANA DE DERECHO AMBIENTAL). 2009. Manual de tierras – Manual de Capacitación de saneamiento físico legal-rural.
- MINAM (MINISTERIO NACIONAL DEL AMBIENTE). 2013. Resolución Ministerial N° 227-2013-MINAM - Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental.
- PCM (PRESIDENCIA DE CONEJO DE MINISTROS). 2003. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.
- HARRIS, C. 1995. Manual de medidas acústicas y control del ruido. Tercera edición. Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Escuela de Posgrado de Arquitectura, Planificación y Conservación de la Universidad de Columbia: pp 48.1 - 48.27.
- SETO, W. 1973. Teoría y Problemas de Acústica. Traducción de Guillermo Sarmiento Rodríguez. Bogotá: Libros McGRAW-HILL de México S.A.
- ROUGERON, C. 1977. Aislamiento Acústico y Térmico en la Construcción. Traducción de Rafael Luque. Barcelona.

- VIRO, G y BONELLO, O y GAVINOWICH, D y RUFFA, F. 2002. Protocolo de mediciones para trazado de Mapas de Ruido Normalizados. Trabajo Profesional de Ingeniería Electrónica. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Laboratorio De Acústica y Electroacústica (LACEA)
- ISO (INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION). 1996. ISO 9613:1996 – Parte 2. Atenuación de ruido durante su propagación en exteriores.
- NTP (NORMA TECNICA PERUANA). 2012. NTP 854.001-1:2012: Acústica. Métodos para el Registro del Nivel de la Presión Sonora. Parte 1: Medición y Valoración de un Ruido Presuntamente Molesto Proveniente de Fuentes Fijas.
- NTP (NORMA TECNICA PERUANA). 2012. NTP 854.001-2:2012: Acústica. Métodos para el Registro del Nivel de la Presión Sonora. Parte 2: Medición del Ruido Ambiental para Estudios de Impacto Ambiental Acústico.
- NTP (NORMA TECNICA PERUANA). 2012. NTP 854.001-3:2012: Acústica. Métodos para el Registro del Nivel de la Presión Sonora. Parte 3: Mapas de simulación de la propagación sonora. Requisitos mínimos.
- NTP (NORMA TECNICA PERUANA). 2008. NTP ISO 1996-2: 2008. Acústica. Descripción, Medición y Evaluación del ruido ambiental. Parte2: Determinación de los Niveles de Ruido Ambiental.
- NTP (NORMA TECNICA PERUANA). 2007. NTP ISO 1996-1: 2007. Acústica. Descripción, Medición y Evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices Básicos y Procedimiento de Evaluación.
- REPSOL EXPLORACIÓN PERÚ. 2013. Plan de Manejo Ambiental Estación de Compresión Nuevo Mundo – Primera Etapa.

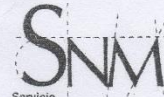
- REPSOL EXPLORACIÓN PERÚ. 2010. Informes de Monitoreo Ambiental en el Campamento Nuevo Mundo.
- REPSOL EXPLORACIÓN PERÚ. 2011. Informes de Monitoreo Ambiental en el Campamento Nuevo Mundo.
- REPSOL EXPLORACIÓN PERÚ. 2012. Informes de Monitoreo Ambiental en el Campamento Nuevo Mundo.
- REPSOL EXPLORACIÓN PERÚ. 2013. Informes de Monitoreo Ambiental en el Campamento Nuevo Mundo.
- REPSOL EXPLORACIÓN PERÚ. 2010. Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Desarrollo del Área Sur del Campo Kinteroni.
- REPSOL EXPLORACIÓN PERÚ. 2010. Permiso de Desbosque para el Proyecto de Desarrollo del Área Sur del Campo de Kinteoni.

VII. ANEXOS

7.1. ANEXO 01 – Certificado de calibración de sonómetro marca SQUETCH.



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
 "Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"



Servicio Nacional de Metrología
 Laboratorio de Acústica

Certificado de Calibración

LAC - 008 - 2013

Página 1 de 10

Expediente	66655	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	FUNDACION PARA EL DESARROLLO AGRARIO	
Dirección	Av. La Universidad s/n - La Molina	
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	QUEST	
Modelo	SOUNDPRO	
Procedencia	USA	
Resolución	0,1 dB	
Clase	1	
Número de Serie	BF1010005	El SNM custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la Metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de medida del Perú. (SLUMP).
Micrófono	Bruel & Kjaer 4936	
Serie del Micrófono	2663314	
Fecha de Calibración	2013-01-31 al 2013-02-01	El SNM es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Inter comparaciones que éste realiza en la región.
		Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización del Servicio Nacional de Metrología. Certificados sin firma y sello carecen de validez.



Fecha

2013-02-01

Sub Jefe del Servicio Nacional de Metrología

HENRY POSTIGO LINARES

Responsable del laboratorio

HENRY DIAZ CHONATE

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - Indecopi
 Servicio Nacional de Metrología
 Calle De La Prosa 104, San Borja Lima - Perú / Telf.: 2247800 Anexo 1331 ; Fax: Anexo 1264
 email: metrologia@indecopi.gob.pe
 WEB: www.indecopi.gob.pe

7.2. ANEXO 02 – Registro fotográfico de trabajo de campo

Fotografía 01 – Reconocimiento con GPS de estación de medición de ruido



Fotografía 02 – Medición de distancias entre estaciones de medición de ruido



Fotografía 03 – Medición de distancias entre estaciones de medición de ruido



Fotografía 04 – Estación meteorológica en la zona del EPC5



Fotografía 05 – Estación de medición de ruido RG1 “Zona delantera EPC5”



Fotografía 06 – Estación de medición de ruido RG2 “Zona delantera EPC5”



Fotografía 07 – Estación de medición de ruido RG3 “Zona delantera EPC5”



Fotografía 08 – Estación de medición de ruido RG4 “Zona delantera EPC5”



Fotografía 09 – Estación de medición de ruido RG5 “Zona posterior al EPC5”



Fotografía 10 – Estación de medición de ruido RG6 “Zona posterior al EPC5”



Fotografía 11 – Estación de medición de ruido RG7 “Zona posterior al EPC5”



Fotografía 12 – Estación de medición de ruido RG8 “Zona posterior al EPC5”



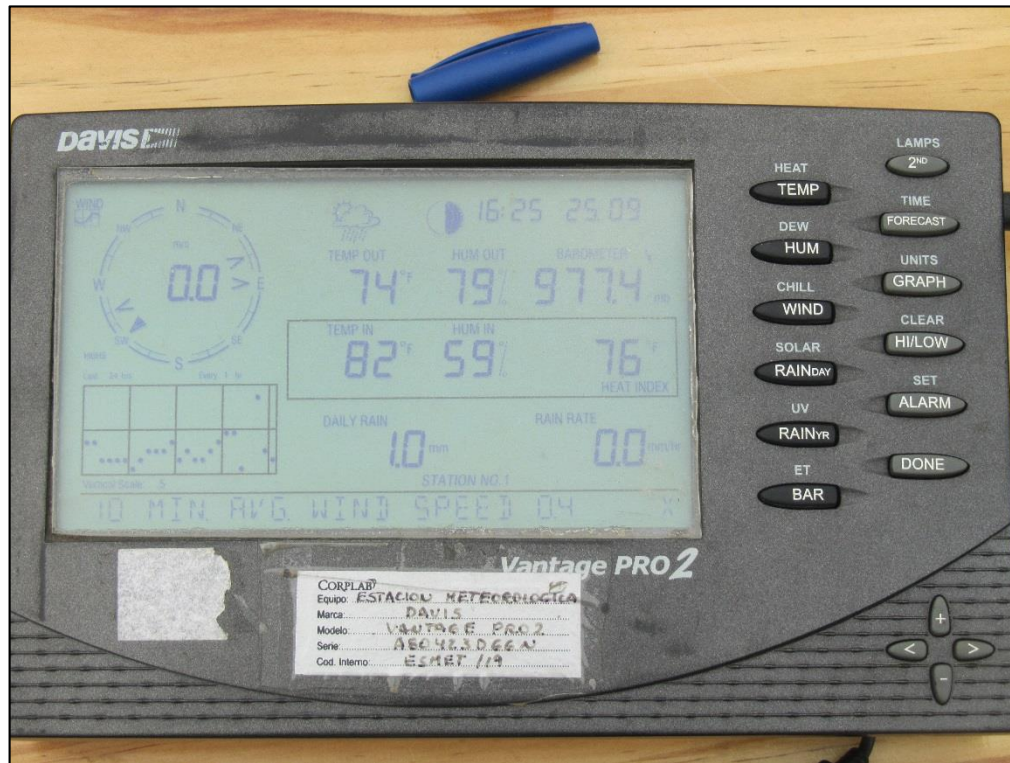
Fotografía 13 – Inspección de suelo y medición de distancia en la Zona del EPC5



Fotografía 14 – Medición de dimensiones de estructuras en la Zona del EPC5



Fotografía 15 – Medición de variables meteorológicas en la Zona del EPC5



Fotografía 16 – Inspección de vegetación en la Zona del EPC5



Fotografía 17 – Inspección de vegetación en la Zona del EPC5



7.3. ANEXO 03 – Registro de mediciones de ruido en la zona del EPC5

7.3.1. Mediciones realizadas el día 01 - (25/09/2013)

Hora de medición	Estación de ruido	Descripción de la estación de ruido	Niveles de ruido (dB) en octavas de frecuencia (Hz)								LeqT (dB)	LAeqT (dBA)
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz		
Grupo 01												
10:15	RG1	A 3 m frente de la fuente	67.8	71.7	71.9	78.1	78.9	74.3	69.5	62.1	83.3	82
10:27	RG2	A 5 m frente de la fuente	64.7	68.6	68.2	74.1	74.9	69.6	64.5	56.7	79.3	77.8
10:39	RG3	A 7 m frente de la fuente	63.3	66.8	66.3	72.7	71.4	66	61.6	54.9	76.9	74.9
10:52	RG4	A 10 m frente de la fuente	60.8	63.7	62.9	68.9	67.9	65.1	61	51.8	73.8	72.1
11:29	RG5	A 7 m detrás de la fuente	62.5	65.1	63.8	69.3	69.2	68.7	59.5	53.6	75.2	73.8
11:41	RG6	A 10 m detrás de la fuente	60.1	61.7	62	66.2	66.6	65.5	57.2	49	72.3	70.9
11:53	RG7	A 20 m detrás de la fuente	51.6	56.2	53.7	58.1	59.4	58.4	50.7	44.2	65	63.6
12:05	RG8	A 70 m detrás de la fuente	42.3	43.5	40.3	41.1	43.5	42.9	40	40.5	51	48.9
Grupo 02												
13:00	RG1	A 3 m frente de la fuente	67.3	71.6	72.3	77.5	76.7	74.1	68.3	62.4	82.4	80.8
13:12	RG2	A 5 m frente de la fuente	63.2	67.3	67.8	74.7	73.4	70.2	64	59.1	79	77.4
13:24	RG3	A 7 m frente de la fuente	63.6	66.5	65.3	72.4	70.1	68.7	63.2	55.6	76.8	75
13:36	RG4	A 10 m frente de la fuente	60.7	63.2	63.8	69.7	68.5	65.9	60.6	51.9	74.4	72.7
14:14	RG5	A 7 m detrás de la fuente	62.4	64.7	66.1	70.7	69.5	68.7	59.3	53.7	75.8	74.2
14:26	RG6	A 10 m detrás de la fuente	60.3	60.8	61.9	67.3	66.3	64.7	57	49.3	72.3	70.7

Hora de medición	Estación de ruido	Descripción de la estación de ruido	Niveles de ruido (dB) en octavas de frecuencia (Hz)								LeqT (dB)	LAeqT (dBA)
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz		
14:38	RG7	A 20 m detrás de la fuente	54.5	56.7	54.5	58.4	61.5	59.1	50.1	44.5	66.1	64.8
14:50	RG8	A 70 m detrás de la fuente	42.6	44.8	40.3	41.5	45.2	43.5	40.5	41.1	51.8	49.8
Grupo 03												
15:15	RG1	A 3 m frente de la fuente	67.8	71.9	73.9	77.9	77.1	73.9	68.4	63.7	82.9	81.1
15:27	RG2	A 5 m frente de la fuente	63.5	67.7	68.7	73.1	74.5	70.2	64.4	58.4	78.9	77.6
15:39	RG3	A 7 m frente de la fuente	63.3	66	66.6	72.3	70.1	68.2	62.9	55	76.7	74.8
15:52	RG4	A 10 m frente de la fuente	60.6	64.7	63.2	69.1	68.2	65.7	59.8	52.1	74.1	72.3
16:29	RG5	A 7 m detrás de la fuente	61.9	64.5	63.1	69.3	68.3	67.7	60.1	53	74.6	73.1
16:41	RG6	A 10 m detrás de la fuente	57	61.2	61	67.4	65.8	63.1	57.1	50	71.8	70
16:53	RG7	A 20 m detrás de la fuente	53	55.7	55.9	59.9	58.7	57	50.5	44.2	65.2	63.2
17:05	RG8	A 70 m detrás de la fuente	42	43.4	40.3	42.7	45.3	43.8	41.2	40.3	51.7	50.1

*Grupo 01 (mediciones durante la mañana), Grupo 02 y 03 (mediciones durante la tarde)

7.3.2. Mediciones realizadas el día 02 - (26/09/2013)

Hora de medición	Estación de ruido	Descripción de la estación de ruido	Niveles de ruido (dB) en octavas de frecuencia (Hz)								LeqT (dB)	LAeqT (dBA)
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz		
Grupo 01												
10:15	RG1	A 3 m frente de la fuente	67.6	71.9	72.6	77.2	77	74.3	68.4	60.9	82.5	80.9
10:27	RG2	A 5 m frente de la fuente	63.3	66.9	66.6	72.1	73.5	70.1	64	57.6	78	76.8
10:39	RG3	A 7 m frente de la fuente	60.9	66.4	65.6	73.1	70.5	69.7	62.4	54.3	77.2	75.6
10:52	RG4	A 10 m frente de la fuente	60.8	64.2	64.7	68.3	69.5	65.9	60.1	51.4	74.4	72.8
11:29	RG5	A 7 m detrás de la fuente	60.7	63.6	64.1	69.8	70.1	68.5	59.4	52.9	75.3	74.1
11:41	RG6	A 10 m detrás de la fuente	58	61.5	61.7	66.6	66.8	64	55.7	51.1	72	70.5
11:53	RG7	A 20 m detrás de la fuente	52.4	57.5	55.8	59.6	59.7	58.2	50.7	43	65.8	63.9
12:05	RG8	A 70 m detrás de la fuente	41.7	44.1	41.1	42.7	43.9	43.6	40.2	40.9	51.5	49.5
Grupo 02												
13:00	RG1	A 3 m frente de la fuente	67.9	71.3	72.3	77.8	78	74.9	70.8	63.2	83.1	81.8
13:12	RG2	A 5 m frente de la fuente	65.9	69	67.4	73.4	73.8	71.2	66.2	59.8	79.1	77.7
13:24	RG3	A 7 m frente de la fuente	63.3	66.6	65.4	70.1	71.3	67.3	62.6	55.2	76.2	74.6
13:36	RG4	A 10 m frente de la fuente	61	64.7	63	69.3	67.8	66.6	59.8	51.2	74.2	72.5
14:14	RG5	A 7 m detrás de la fuente	62.7	64.1	65.7	71.2	69.1	68.1	59.7	53.5	75.7	74
14:26	RG6	A 10 m detrás de la fuente	59.7	61.6	61.9	67.4	67.2	63.9	56.2	50.1	72.5	70.8
14:38	RG7	A 20 m detrás de la fuente	54.4	55.6	55.5	59.6	60.2	58.1	50.5	43.8	65.7	64.1

Hora de medición	Estación de ruido	Descripción de la estación de ruido	Niveles de ruido (dB) en octavas de frecuencia (Hz)								LeqT (dB)	LAeqT (dBA)
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz		
14:50	RG8	A 70 m detrás de la fuente	42.6	43.9	40.7	41.3	44.7	43.6	42	40.9	51.7	49.9
Grupo 03												
15:15	RG1	A 3 m frente de la fuente	67.1	71.4	73.1	76.7	76.2	72.5	70	62.4	82	80.2
15:27	RG2	A 5 m frente de la fuente	63.4	67.2	66.5	73.6	72.8	69.9	64.6	56.8	78.3	76.8
15:39	RG3	A 7 m frente de la fuente	64.2	67.1	64.9	72.6	71.1	68.9	61.9	55.1	77.1	75.4
15:52	RG4	A 10 m frente de la fuente	59.9	63.5	64.5	69.6	67.9	65.7	58.9	51.2	74.1	72.3
16:29	RG5	A 7 m detrás de la fuente	62.5	64.7	64.2	71.9	69.1	68.2	59.2	52.4	75.9	74.1
16:41	RG6	A 10 m detrás de la fuente	59.5	61.2	61.3	67.8	66.6	64.2	55.6	49.9	72.4	70.7
16:53	RG7	A 20 m detrás de la fuente	54.5	55.4	53.8	59.3	61.5	59.8	51.2	44.1	66.3	65.2
17:05	RG8	A 70 m detrás de la fuente	42.7	44.1	39.8	42.2	44.7	43.6	42	40.9	51.8	50

*Grupo 01 (mediciones durante la mañana), Grupo 02 y 03 (mediciones durante la tarde)

7.3.3. Mediciones realizadas el día 03 - (27/09/2013)

Hora de medición	Estación de ruido	Descripción de la estación de ruido	Niveles de ruido (dB) en octavas de frecuencia (Hz)								LeqT (dB)	LAeqT (dBA)
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz		
Grupo 01												
10:15	RG1	A 3 m frente de la fuente	68.4	71.4	72.6	76.9	76.8	74.3	68.9	63.1	82.4	80.8
10:27	RG2	A 5 m frente de la fuente	65.9	67.1	67.2	72.6	73.3	70.4	65	57.8	78.3	76.9
10:39	RG3	A 7 m frente de la fuente	63.6	66.6	65.8	72.6	70.5	69.5	62.6	55	77.1	75.4
10:52	RG4	A 10 m frente de la fuente	61.1	63.9	63.1	67.9	67.4	65.9	60.2	51.3	73.5	71.9
11:29	RG5	A 7 m detrás de la fuente	61.9	65.8	64.1	70.2	68.7	67.3	59.1	53.3	75.1	73.3
11:41	RG6	A 10 m detrás de la fuente	59	62.1	60.5	66.9	67.1	64.6	57.7	50.3	72.3	70.9
11:53	RG7	A 20 m detrás de la fuente	53.6	55.7	55.1	59.3	60.3	58.7	51.3	43.5	65.7	64.3
12:05	RG8	A 70 m detrás de la fuente	42.1	45.1	40.5	41.6	44.1	42.5	40.7	40.1	51.5	49.1
Grupo 02												
13:00	RG1	A 3 m frente de la fuente	68	71	72.6	77.5	77.1	73.1	69.3	62.5	82.4	80.8
13:12	RG2	A 5 m frente de la fuente	64	66.7	69.1	73.4	72.7	69.9	64.3	56.1	78.4	76.7
13:24	RG3	A 7 m frente de la fuente	63.1	66.7	65.5	72.6	70.3	69	63.2	55.5	76.9	75.2
13:36	RG4	A 10 m frente de la fuente	61.5	64.2	64.5	69.3	68.7	66.4	61	52	74.5	72.9
14:14	RG5	A 7 m detrás de la fuente	62.3	64	64.4	70.5	68.9	67.7	59.5	53.1	75.2	73.6
14:26	RG6	A 10 m detrás de la fuente	60.2	61.4	61	66.4	64.9	63.6	56.9	50.5	71.5	69.6
14:38	RG7	A 20 m detrás de la fuente	54.2	56	54.8	59.2	60.3	58.6	51.4	44.6	65.8	64.3

Hora de medición	Estación de ruido	Descripción de la estación de ruido	Niveles de ruido (dB) en octavas de frecuencia (Hz)								LeqT (dB)	LAeqT (dBA)
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz		
14:50	RG8	A 70 m detrás de la fuente	43	44.5	40.8	42.8	45.4	43.6	41.5	40.5	52.1	50.1
Grupo 03												
15:15	RG1	A 3 m frente de la fuente	67.8	71.4	72.7	77.8	76.2	73.2	69.2	62.3	82.3	80.5
15:27	RG2	A 5 m frente de la fuente	64.1	67.5	66.5	73.4	74.1	72.1	64.6	56.6	79	77.9
15:39	RG3	A 7 m frente de la fuente	63.4	66.9	64.7	72.5	70.6	68.6	62.4	55	76.8	75.1
15:52	RG4	A 10 m frente de la fuente	60.8	63.1	63.9	70.1	68.1	66.2	59.4	51.2	74.4	72.6
16:29	RG5	A 7 m detrás de la fuente	62	64.6	64.3	70.8	69.2	67.3	59.9	54.1	75.3	73.6
16:41	RG6	A 10 m detrás de la fuente	57.6	61.7	61.1	66	65.6	64	57	49.7	71.5	69.9
16:53	RG7	A 20 m detrás de la fuente	52.1	56.4	55.2	58	59.8	58.2	50.8	44	65.2	63.7
17:05	RG8	A 70 m detrás de la fuente	41.3	44.6	40.8	42.4	44.5	43.2	40.8	40.5	51.6	49.6

*Grupo 01 (mediciones durante la mañana), Grupo 02 y 03 (mediciones durante la tarde)

7.4. ANEXO 04 – Resultados de análisis de atenuación de ruido a escala en la zona del EPC5

A continuación se presentan todos los resultados de la evaluación de la atenuación en la zona del EPC5:

25/09/2013 - Grupo 01								
Tra mo	Frecuencia (Hz)	Potencia acústica EPC5 (dB)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Difere ncia
EPC5 - RG1 (Distancia de 3 m)	63 Hz	86.9	20.542	0.000	-3.000	69.4	67.8	-1.6
	125 Hz	93.1	20.542	0.001	-0.646	73.2	71.7	-1.5
	250 Hz	92.3	20.542	0.003	-1.121	72.9	71.9	-1.0
	500 Hz	98.8	20.542	0.009	-0.883	79.1	78.1	-1.0
	1 000 Hz	97.4	20.542	0.019	-1.280	78.1	78.9	0.8
	2 000 Hz	93.7	20.542	0.031	-1.500	74.6	74.3	-0.3
	4 000 Hz	88.3	20.542	0.066	-1.500	69.2	69.5	0.3
	8 000 Hz	82.0	20.542	0.196	-1.500	62.8	62.1	-0.7
EPC5 - RG2 (Distancia de 5 m)	63 Hz	86.9	24.979	0.000	-3.000	64.9	64.7	-0.2
	125 Hz	93.1	24.979	0.001	-0.645	68.8	68.6	-0.2
	250 Hz	92.3	24.979	0.005	-0.880	68.2	68.2	0.0
	500 Hz	98.8	24.979	0.015	-0.491	74.3	74.1	-0.2
	1 000 Hz	97.4	24.979	0.031	-1.140	73.5	74.9	1.4
	2 000 Hz	93.7	24.979	0.052	-1.500	70.2	69.6	-0.6
	4 000 Hz	88.3	24.979	0.110	-1.500	64.7	64.5	-0.2
	8 000 Hz	82.0	24.979	0.327	-1.500	58.2	56.7	-1.5
EPC5 - RG3 (Distancia de 7 m)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	63.3	1.3
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	66.8	1.0
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	66.3	1.3
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	72.7	1.7
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	71.4	0.9
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	66.0	-1.2
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	61.6	-0.1
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	54.9	-0.2
EPC5 - RG4 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	60.8	1.9
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	63.7	1.0
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	62.9	1.3
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	68.9	1.6
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	67.9	0.7
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	65.1	1.0
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	61.0	2.4
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	51.8	0.0

EPC5 – RG5 (Distancia de 7 m - zona)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	62.5	0.5
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	65.1	-0.7
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	63.8	-1.2
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	69.3	-1.7
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	69.2	-1.3
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	68.7	1.5
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	59.5	-2.2
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	53.6	-1.5
EPC5 – RG6 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	60.1	1.2
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	61.7	-1.0
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	62.0	0.4
	500 Hz	98.8	31.000	0.034	0.422	67.3	66.2	-1.1
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.073	-0.814	67.1	66.6	-0.5
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.122	-1.500	64.1	65.5	1.4
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.234	-1.500	58.6	57.2	-1.4
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.647	-1.500	51.9	49.0	-2.9
EPC5 – RG7 (Distancia de 20 m)	63 Hz	86.9	37.021	0.002	-3.000	52.9	51.6	-1.3
	125 Hz	93.1	37.021	0.006	-0.641	56.7	56.2	-0.5
	250 Hz	92.3	37.021	0.022	0.647	54.6	53.7	-0.9
	500 Hz	98.8	37.021	0.067	1.995	59.7	58.1	-1.6
	1 000 Hz	97.4	37.021	0.146	-0.252	60.5	59.4	-1.1
	2 000 Hz	93.7	37.021	0.244	-1.500	57.9	58.4	0.5
	4 000 Hz	88.3	37.021	0.468	-1.500	52.3	50.7	-1.6
	8 000 Hz	82.0	37.021	1.294	-1.500	45.2	44.2	-1.0
Tra	Frecuencia	Adiv (dB)	Aatm	Agr	Aveg	Valor	Valor Real	Difere
mo	(Hz)		(dB)	(dB)	(dB)	teórico (dB)	(dB)	ncia
EPC5 – RG8 (Distancia de 70 m)	63 Hz	47.902	0.005	-3.000	1.000	41.0	42.3	1.3
	125 Hz	47.902	0.021	-0.587	1.500	44.3	43.5	-0.8
	250 Hz	47.902	0.076	3.406	2.000	38.9	40.3	1.4
	500 Hz	47.902	0.235	6.486	2.500	41.7	41.1	-0.6
	1 000 Hz	47.902	0.510	1.352	3.000	44.6	43.5	-1.1
	2 000 Hz	47.902	0.854	-1.500	4.000	42.4	42.9	0.5
	4 000 Hz	47.902	1.638	-1.500	4.500	35.8	40.0	4.2
	8 000 Hz	47.902	4.529	-1.500	6.000	25.1	40.5	15.4

Resultados de atenuación correspondiente al segundo bloque de medición en las estaciones de ruido:

25/09/2013 – Grupo 02								
Tra mo	Frecuencia (Hz)	Potencia acústica EPC5 (dB)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Diferencia
EPC5 - RG1 (Distancia de 3 m)	63 Hz	86.9	20.542	0.000	-3.000	69.4	67.3	-2.1
	125 Hz	93.1	20.542	0.001	-0.646	73.2	71.6	-1.6
	250 Hz	92.3	20.542	0.003	-1.121	72.9	72.3	-0.6
	500 Hz	98.8	20.542	0.009	-0.883	79.1	77.5	-1.6
	1 000 Hz	97.4	20.542	0.022	-1.280	78.1	76.7	-1.4
	2 000 Hz	93.7	20.542	0.038	-1.500	74.6	74.1	-0.5
	4 000 Hz	88.3	20.542	0.069	-1.500	69.2	68.3	-0.9
	8 000 Hz	82.0	20.542	0.178	-1.500	62.8	62.4	-0.4
EPC5 - RG2 (Distancia de 5 m)	63 Hz	86.9	24.979	0.000	-3.000	64.9	63.2	-1.7
	125 Hz	93.1	24.979	0.001	-0.645	68.8	67.3	-1.5
	250 Hz	92.3	24.979	0.005	-0.880	68.2	67.8	-0.4
	500 Hz	98.8	24.979	0.016	-0.491	74.3	74.7	0.4
	1 000 Hz	97.4	24.979	0.037	-1.140	73.5	73.4	-0.1
	2 000 Hz	93.7	24.979	0.064	-1.500	70.2	70.2	0.0
	4 000 Hz	88.3	24.979	0.116	-1.500	64.7	64.0	-0.7
	8 000 Hz	82.0	24.979	0.297	-1.500	58.2	59.1	0.9
EPC5 - RG3 (Distancia de 7 m)	63 Hz	86.9	27.902	0.000	-3.000	62.0	63.6	1.6
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	66.5	0.7
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	65.3	0.3
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	72.4	1.4
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.052	-1.005	70.5	70.1	-0.4
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.089	-1.500	67.2	68.7	1.5
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.162	-1.500	61.7	63.2	1.5
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.415	-1.500	55.2	55.6	0.4
EPC5 - RG4 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	60.7	1.8
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	63.2	0.5
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	63.8	2.2
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	69.7	2.4
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	68.5	1.3
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	65.9	1.8
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	60.6	2.0
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	51.9	0.1

EPC5 – RG5 (Distancia de 7 m)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	62.4	0.4
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	64.7	-1.1
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	66.1	1.1
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	70.7	-0.3
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	69.5	-1.0
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	68.7	1.5
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	59.3	-2.4
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	53.7	-1.4
EPC5 – RG6 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	60.3	1.4
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	60.8	-1.9
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	61.9	0.3
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	67.3	0.0
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	66.3	-0.9
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	64.7	0.6
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	57.0	-1.6
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	49.3	-2.5
EPC5 – RG7 (Distancia de 20 m)	63 Hz	86.9	37.021	0.002	-3.000	52.9	54.5	1.6
	125 Hz	93.1	37.021	0.006	-0.641	56.7	56.7	0.0
	250 Hz	92.3	37.021	0.021	0.647	54.6	54.5	-0.1
	500 Hz	98.8	37.021	0.062	1.995	59.7	58.4	-1.3
	1 000 Hz	97.4	37.021	0.124	-0.252	60.5	61.5	1.0
	2 000 Hz	93.7	37.021	0.208	-1.500	58.0	59.1	1.1
	4 000 Hz	88.3	37.021	0.438	-1.500	52.3	50.1	-2.2
	8 000 Hz	82.0	37.021	1.308	-1.500	45.2	44.5	-0.7
Tra	Frecuencia	Adiv (dB)	Aatm	Agr	Aveg	Valor	Valor Real	Difere
mo	(Hz)		(dB)	(dB)	(dB)	teórico (dB)	(dB)	ncia
EPC5 – RG8 (Distancia de 70 m)	63 Hz	47.902	0.005	-3.000	1.000	41.0	42.6	1.6
	125 Hz	47.902	0.021	-0.587	1.500	44.3	44.8	0.5
	250 Hz	47.902	0.074	3.406	2.000	38.9	40.3	1.4
	500 Hz	47.902	0.216	6.486	2.500	41.7	41.5	-0.2
	1 000 Hz	47.902	0.433	1.352	3.000	44.7	45.2	0.5
	2 000 Hz	47.902	0.728	-1.500	4.000	42.6	43.5	0.9
	4 000 Hz	47.902	1.533	-1.500	4.500	35.9	40.5	4.6
	8 000 Hz	47.902	4.578	-1.500	6.000	25.0	41.1	16.1

Resultados de atenuación correspondiente al tercer bloque de medición en las estaciones de ruido:

25/09/2013 - Grupo 03								
Tra mo	Frecuencia (Hz)	Potencia acústica EPC5 (dB)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Diferencia
EPC5 - RG1 (Distancia de 3 m)	63 Hz	86.9	20.542	0.000	-3.000	69.4	67.8	-1.6
	125 Hz	93.1	20.542	0.001	-0.646	73.2	71.9	-1.3
	250 Hz	92.3	20.542	0.003	-1.121	72.9	73.9	1.0
	500 Hz	98.8	20.542	0.009	-0.883	79.1	77.9	-1.2
	1 000 Hz	97.4	20.542	0.019	-1.280	78.1	77.1	-1.0
	2 000 Hz	93.7	20.542	0.032	-1.500	74.6	73.9	-0.7
	4 000 Hz	88.3	20.542	0.063	-1.500	69.2	68.4	-0.8
	8 000 Hz	82.0	20.542	0.179	-1.500	62.8	63.7	0.9
EPC5 - RG2 (Distancia de 5 m)	63 Hz	86.9	24.979	0.000	-3.000	64.9	63.5	-1.4
	125 Hz	93.1	24.979	0.001	-0.645	68.8	67.7	-1.1
	250 Hz	92.3	24.979	0.005	-0.880	68.2	68.7	0.5
	500 Hz	98.8	24.979	0.015	-0.491	74.3	73.1	-1.2
	1 000 Hz	97.4	24.979	0.032	-1.140	73.5	74.5	1.0
	2 000 Hz	93.7	24.979	0.054	-1.500	70.2	70.2	0.0
	4 000 Hz	88.3	24.979	0.106	-1.500	64.7	64.4	-0.3
	8 000 Hz	82.0	24.979	0.299	-1.500	58.2	58.4	0.2
EPC5 - RG3 (Distancia de 7 m)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	63.3	1.3
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	66.0	0.2
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	66.6	1.6
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	72.3	1.3
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	70.1	-0.4
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	68.2	1.0
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	62.9	1.2
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	55.0	-0.1
EPC5 - RG4 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	60.6	1.7
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	64.7	2.0
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	63.2	1.6
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	69.1	1.8
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	68.2	1.0
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	65.7	1.6
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	59.8	1.2
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	52.1	0.3

EPC5 – RG5 (Distancia de 7 m - zona)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	61.9	-0.1
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	64.5	-1.3
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	63.1	-1.9
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	69.3	-1.7
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	68.3	-2.2
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	67.7	0.5
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	60.1	-1.6
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	53.0	-2.1
EPC5 – RG6 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	57.0	-1.9
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	61.2	-1.5
	250 Hz	92.3	31.000	0.010	-0.320	61.6	61.0	-0.6
	500 Hz	98.8	31.000	0.030	0.422	67.3	67.4	0.1
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.064	-0.814	67.2	65.8	-1.4
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.107	-1.500	64.1	63.1	-1.0
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.211	-1.500	58.6	57.1	-1.5
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.598	-1.500	51.9	50.0	-1.9
EPC5 – RG7 (Distancia de 20 m)	63 Hz	86.9	37.021	0.001	-3.000	52.9	53.0	0.1
	125 Hz	93.1	37.021	0.005	-0.641	56.7	55.7	-1.0
	250 Hz	92.3	37.021	0.019	0.647	54.6	55.9	1.3
	500 Hz	98.8	37.021	0.059	1.995	59.7	59.9	0.2
	1 000 Hz	97.4	37.021	0.127	-0.252	60.5	58.7	-1.8
	2 000 Hz	93.7	37.021	0.214	-1.500	58.0	57.0	-1.0
	4 000 Hz	88.3	37.021	0.422	-1.500	52.4	50.5	-1.9
	8 000 Hz	82.0	37.021	1.196	-1.500	45.3	44.2	-1.1
Tra	Frecuencia	Adiv (dB)	Aatm	Agr	Aveg	Valor	Valor Real	Difere
mo	(Hz)		(dB)	(dB)	(dB)	teórico (dB)	(dB)	ncia
EPC5 – RG8 (Distancia de 70 m)	63 Hz	47.902	0.005	-3.000	1.000	41.0	42.0	1.0
	125 Hz	47.902	0.018	-0.587	1.500	44.3	43.4	-0.9
	250 Hz	47.902	0.067	3.406	2.000	38.9	40.3	1.4
	500 Hz	47.902	0.207	6.486	2.500	41.7	42.7	1.0
	1 000 Hz	47.902	0.445	1.352	3.000	44.7	45.3	0.6
	2 000 Hz	47.902	0.749	-1.500	4.000	42.5	43.8	1.3
	4 000 Hz	47.902	1.477	-1.500	4.500	35.9	41.2	5.3
	8 000 Hz	47.902	4.186	-1.500	6.000	25.4	40.3	14.9

Resultados de atenuación correspondiente al cuarto bloque de medición en las estaciones de ruido:

26/09/2013 – Grupo 01								
Tra mo	Frecuencia (Hz)	Potencia acústica EPC5 (dB)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Diferencia
EPC5 - RG1 (Distancia de 3 m)	63 Hz	86.9	20.542	0.000	-3.000	69.4	67.6	-1.8
	125 Hz	93.1	20.542	0.001	-0.646	73.2	71.9	-1.3
	250 Hz	92.3	20.542	0.003	-1.121	72.9	72.6	-0.3
	500 Hz	98.8	20.542	0.009	-0.883	79.1	77.2	-1.9
	1 000 Hz	97.4	20.542	0.019	-1.280	78.1	77.0	-1.1
	2 000 Hz	93.7	20.542	0.032	-1.500	74.6	74.3	-0.3
	4 000 Hz	88.3	20.542	0.063	-1.500	69.2	68.4	-0.8
	8 000 Hz	82.0	20.542	0.179	-1.500	62.8	60.9	-1.9
EPC5 - RG2 (Distancia de 5 m)	63 Hz	86.9	24.979	0.000	-3.000	64.9	63.3	-1.6
	125 Hz	93.1	24.979	0.001	-0.645	68.8	66.9	-1.9
	250 Hz	92.3	24.979	0.005	-0.880	68.2	66.6	-1.6
	500 Hz	98.8	24.979	0.015	-0.491	74.3	72.1	-2.2
	1 000 Hz	97.4	24.979	0.032	-1.140	73.5	73.5	0.0
	2 000 Hz	93.7	24.979	0.054	-1.500	70.2	70.1	-0.1
	4 000 Hz	88.3	24.979	0.106	-1.500	64.7	64.0	-0.7
	8 000 Hz	82.0	24.979	0.299	-1.500	58.2	57.6	-0.6
EPC5 - RG3 (Distancia de 7 m)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	60.9	-1.1
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	66.4	0.6
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	65.6	0.6
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	73.1	2.1
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	70.5	0.0
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	69.7	2.5
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	62.4	0.7
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	54.3	-0.8
EPC5 - RG4 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	60.8	1.9
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	64.2	1.5
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	64.7	3.1
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	68.3	1.0
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	69.5	2.3
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	65.9	1.8
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	60.1	1.5
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	51.4	-0.4

EPC5 – RG5 (Distancia de 7 m - zona)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	60.7	-1.3
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	63.6	-2.2
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	64.1	-0.9
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	69.8	-1.2
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	70.1	-0.4
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	68.5	1.3
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	59.4	-2.3
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	52.9	-2.2
EPC5 – RG6 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	58.0	-0.9
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	61.5	-1.2
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	61.7	0.1
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	66.6	-0.7
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	66.8	-0.4
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	64.0	-0.1
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	55.7	-2.9
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	51.1	-0.7
EPC5 – RG7 (Distancia de 20 m)	63 Hz	86.9	37.021	0.002	-3.000	52.9	52.4	-0.5
	125 Hz	93.1	37.021	0.006	-0.641	56.7	57.5	0.8
	250 Hz	92.3	37.021	0.021	0.647	54.6	55.8	1.2
	500 Hz	98.8	37.021	0.062	1.995	59.7	59.6	-0.1
	1 000 Hz	97.4	37.021	0.124	-0.252	60.5	59.7	-0.8
	2 000 Hz	93.7	37.021	0.208	-1.500	58.0	58.2	0.2
	4 000 Hz	88.3	37.021	0.438	-1.500	52.3	50.7	-1.6
	8 000 Hz	82.0	37.021	1.308	-1.500	45.2	43.0	-2.2
Tra	Frecuencia	Adiv (dB)	Aatm	Agr	Aveg	Valor	Valor Real	Difere
mo	(Hz)		(dB)	(dB)	(dB)	teórico (dB)	(dB)	ncia
EPC5 – RG8 (Distancia de 70 m)	63 Hz	47.902	0.005	-3.000	1.000	41.0	41.7	0.7
	125 Hz	47.902	0.021	-0.587	1.500	44.3	44.1	-0.2
	250 Hz	47.902	0.074	3.406	2.000	38.9	41.1	2.2
	500 Hz	47.902	0.216	6.486	2.500	41.7	42.7	1.0
	1 000 Hz	47.902	0.433	1.352	3.000	44.7	43.9	-0.8
	2 000 Hz	47.902	0.728	-1.500	4.000	42.6	43.6	1.0
	4 000 Hz	47.902	1.533	-1.500	4.500	35.9	40.2	4.3
	8 000 Hz	47.902	4.578	-1.500	6.000	25.0	40.9	15.9

Resultados de atenuación correspondiente al quinto bloque de medición en las estaciones de ruido:

26/09/2013 – Grupo 02								
Tra mo	Frecuencia (Hz)	Potencia acústica EPC5 (dB)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Diferencia
EPC5 - RG1 (Distancia de 3 m)	63 Hz	86.9	20.542	0.000	-3.000	69.4	67.9	-1.5
	125 Hz	93.1	20.542	0.001	-0.646	73.2	71.3	-1.9
	250 Hz	92.3	20.542	0.003	-1.121	72.9	72.3	-0.6
	500 Hz	98.8	20.542	0.009	-0.883	79.1	77.8	-1.3
	1 000 Hz	97.4	20.542	0.022	-1.280	78.1	78.0	-0.1
	2 000 Hz	93.7	20.542	0.038	-1.500	74.6	74.9	0.3
	4 000 Hz	88.3	20.542	0.069	-1.500	69.2	70.8	1.6
	8 000 Hz	82.0	20.542	0.178	-1.500	62.8	63.2	0.4
EPC5 - RG2 (Distancia de 5 m)	63 Hz	86.9	24.979	0.000	-3.000	64.9	65.9	1.0
	125 Hz	93.1	24.979	0.001	-0.645	68.8	69.0	0.2
	250 Hz	92.3	24.979	0.005	-0.880	68.2	67.4	-0.8
	500 Hz	98.8	24.979	0.016	-0.491	74.3	73.4	-0.9
	1 000 Hz	97.4	24.979	0.037	-1.140	73.5	73.8	0.3
	2 000 Hz	93.7	24.979	0.064	-1.500	70.2	71.2	1.0
	4 000 Hz	88.3	24.979	0.116	-1.500	64.7	66.2	1.5
	8 000 Hz	82.0	24.979	0.297	-1.500	58.2	59.8	1.6
EPC5 - RG3 (Distancia de 7 m)	63 Hz	86.9	27.902	0.000	-3.000	62.0	63.3	1.3
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	66.6	0.8
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	65.4	0.4
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	70.1	-0.9
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.052	-1.005	70.5	71.3	0.8
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.089	-1.500	67.2	67.3	0.1
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.162	-1.500	61.7	62.6	0.9
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.415	-1.500	55.2	55.2	0.0
EPC5 - RG4 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	61.0	2.1
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	64.7	2.0
	250 Hz	92.3	31.000	0.010	-0.320	61.6	63.0	1.4
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	69.3	2.0
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.074	-0.814	67.1	67.8	0.7
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.127	-1.500	64.1	66.6	2.5
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.231	-1.500	58.6	59.8	1.2
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.593	-1.500	51.9	51.2	-0.7

EPC5 – RG5 (Distancia de 7 m - zona)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	62.7	0.7
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	64.1	-1.7
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	65.7	0.7
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	71.2	0.2
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	69.1	-1.4
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	68.1	0.9
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	59.7	-2.0
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	53.5	-1.6
EPC5 – RG6 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	59.7	0.8
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	61.6	-1.1
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	61.9	0.3
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	67.4	0.1
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	67.2	0.0
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	63.9	-0.2
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	56.2	-2.4
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	50.1	-1.7
EPC5 – RG7 (Distancia de 20 m)	63 Hz	86.9	37.021	0.002	-3.000	52.9	54.4	1.5
	125 Hz	93.1	37.021	0.006	-0.641	56.7	55.6	-1.1
	250 Hz	92.3	37.021	0.021	0.647	54.6	55.5	0.9
	500 Hz	98.8	37.021	0.062	1.995	59.7	59.6	-0.1
	1 000 Hz	97.4	37.021	0.124	-0.252	60.5	60.2	-0.3
	2 000 Hz	93.7	37.021	0.208	-1.500	58.0	58.1	0.1
	4 000 Hz	88.3	37.021	0.438	-1.500	52.3	50.5	-1.8
	8 000 Hz	82.0	37.021	1.308	-1.500	45.2	43.8	-1.4
Tra	Frecuencia	Adiv (dB)	Aatm	Agr	Aveg	Valor	Valor Real	Difere
mo	(Hz)		(dB)	(dB)	(dB)	teórico (dB)	(dB)	ncia
EPC5 – RG8 (Distancia de 70 m)	63 Hz	47.902	0.005	-3.000	1.000	41.0	42.6	1.6
	125 Hz	47.902	0.021	-0.587	1.500	44.3	43.9	-0.4
	250 Hz	47.902	0.074	3.406	2.000	38.9	40.7	1.8
	500 Hz	47.902	0.216	6.486	2.500	41.7	41.3	-0.4
	1 000 Hz	47.902	0.433	1.352	3.000	44.7	44.7	0.0
	2 000 Hz	47.902	0.728	-1.500	4.000	42.6	43.6	1.0
	4 000 Hz	47.902	1.533	-1.500	4.500	35.9	42.0	6.1
	8 000 Hz	47.902	4.578	-1.500	6.000	25.0	40.9	15.9

Resultados de atenuación correspondiente al sexto bloque de medición en las estaciones de ruido:

26/09/2013 – Grupo 03								
Tra mo	Frecuencia (Hz)	Potencia acústica EPC5 (dB)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Diferencia
EPC5 - RG1 (Distancia de 3 m)	63 Hz	86.9	20.542	0.000	-3.000	69.4	67.1	-2.3
	125 Hz	93.1	20.542	0.001	-0.646	73.2	71.4	-1.8
	250 Hz	92.3	20.542	0.003	-1.121	72.9	73.1	0.2
	500 Hz	98.8	20.542	0.009	-0.883	79.1	76.7	-2.4
	1 000 Hz	97.4	20.542	0.019	-1.280	78.1	76.2	-1.9
	2 000 Hz	93.7	20.542	0.031	-1.500	74.6	72.5	-2.1
	4 000 Hz	88.3	20.542	0.066	-1.500	69.2	70.0	0.8
	8 000 Hz	82.0	20.542	0.196	-1.500	62.8	62.4	-0.4
EPC5 - RG2 (Distancia de 5 m)	63 Hz	86.9	24.979	0.000	-3.000	64.9	63.4	-1.5
	125 Hz	93.1	24.979	0.001	-0.645	68.8	67.2	-1.6
	250 Hz	92.3	24.979	0.005	-0.880	68.2	66.5	-1.7
	500 Hz	98.8	24.979	0.015	-0.491	74.3	73.6	-0.7
	1 000 Hz	97.4	24.979	0.031	-1.140	73.5	72.8	-0.7
	2 000 Hz	93.7	24.979	0.052	-1.500	70.2	69.9	-0.3
	4 000 Hz	88.3	24.979	0.110	-1.500	64.7	64.6	-0.1
	8 000 Hz	82.0	24.979	0.327	-1.500	58.2	56.8	-1.4
EPC5 - RG3 (Distancia de 7 m)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	64.2	2.2
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	67.1	1.3
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	64.9	-0.1
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	72.6	1.6
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	71.1	0.6
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	68.9	1.7
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	61.9	0.2
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	55.1	0.0
EPC5 - RG4 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	59.9	1.0
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	63.5	0.8
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	64.5	2.9
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	69.6	2.3
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	67.9	0.7
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	65.7	1.6
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	58.9	0.3
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	51.2	-0.6

EPC5 – RG5 (Distancia de 7 m - zona)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	62.5	0.5
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	64.7	-1.1
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	64.2	-0.8
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	71.9	0.9
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	69.1	-1.4
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	68.2	1.0
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	59.2	-2.5
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	52.4	-2.7
EPC5 – RG6 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	59.5	0.6
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	61.2	-1.5
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	61.3	-0.3
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	67.8	0.5
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	66.6	-0.6
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	64.2	0.1
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	55.6	-3.0
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	49.9	-1.9
EPC5 – RG7 (Distancia de 20 m)	63 Hz	86.9	37.021	0.002	-3.000	52.9	54.5	1.6
	125 Hz	93.1	37.021	0.006	-0.641	56.7	55.4	-1.3
	250 Hz	92.3	37.021	0.021	0.647	54.6	53.8	-0.8
	500 Hz	98.8	37.021	0.062	1.995	59.7	59.3	-0.4
	1 000 Hz	97.4	37.021	0.124	-0.252	60.5	61.5	1.0
	2 000 Hz	93.7	37.021	0.208	-1.500	58.0	59.8	1.8
	4 000 Hz	88.3	37.021	0.438	-1.500	52.3	51.2	-1.1
	8 000 Hz	82.0	37.021	1.308	-1.500	45.2	44.1	-1.1
Tra	Frecuencia	Adiv (dB)	Aatm	Agr	Aveg	Valor	Valor Real	Difere
mo	(Hz)		(dB)	(dB)	(dB)	teórico (dB)	(dB)	ncia
EPC5 – RG8 (Distancia de 70 m)	63 Hz	47.902	0.006	-3.000	1.000	41.0	42.7	1.7
	125 Hz	47.902	0.021	-0.587	1.500	44.3	44.1	-0.2
	250 Hz	47.902	0.073	3.406	2.000	38.9	39.8	0.9
	500 Hz	47.902	0.194	6.486	2.500	41.7	42.2	0.5
	1 000 Hz	47.902	0.361	1.352	3.000	44.8	44.7	-0.1
	2 000 Hz	47.902	0.629	-1.500	4.000	42.7	43.6	0.9
	4 000 Hz	47.902	1.491	-1.500	4.500	35.9	42.0	6.1
	8 000 Hz	47.902	4.802	-1.500	6.000	24.8	40.9	16.1

Resultados de atenuación correspondiente al séptimo bloque de medición en las estaciones de ruido:

27/09/2013 – Grupo 01								
Tra mo	Frecuencia (Hz)	Potencia acústica EPC5 (dB)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Diferencia
EPC5 - RG1 (Distancia de 3 m)	63 Hz	86.9	20.542	0.000	-3.000	69.4	68.4	-1.0
	125 Hz	93.1	20.542	0.001	-0.646	73.2	71.4	-1.9
	250 Hz	92.3	20.542	0.003	-1.121	72.9	72.6	-0.3
	500 Hz	98.8	20.542	0.008	-0.883	79.1	76.9	-2.2
	1 000 Hz	97.4	20.542	0.015	-1.280	78.1	76.8	-1.3
	2 000 Hz	93.7	20.542	0.027	-1.500	74.6	74.3	-0.4
	4 000 Hz	88.3	20.542	0.064	-1.500	69.2	68.9	-0.3
	8 000 Hz	82.0	20.542	0.206	-1.500	62.8	63.1	0.3
EPC5 - RG2 (Distancia de 5 m)	63 Hz	86.9	24.979	0.000	-3.000	64.9	65.9	1.0
	125 Hz	93.1	24.979	0.002	-0.645	68.8	67.1	-1.7
	250 Hz	92.3	24.979	0.005	-0.880	68.2	67.2	-1.0
	500 Hz	98.8	24.979	0.014	-0.491	74.3	72.6	-1.7
	1 000 Hz	97.4	24.979	0.026	-1.140	73.5	73.3	-0.2
	2 000 Hz	93.7	24.979	0.045	-1.500	70.2	70.4	0.2
	4 000 Hz	88.3	24.979	0.107	-1.500	64.7	65.0	0.2
	8 000 Hz	82.0	24.979	0.343	-1.500	58.2	57.8	-0.4
EPC5 - RG3 (Distancia de 7 m)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	63.6	1.6
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	66.6	0.7
	250 Hz	92.3	27.902	0.008	-0.649	65.0	65.8	0.7
	500 Hz	98.8	27.902	0.020	-0.115	71.0	72.6	1.6
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.035	-1.005	70.5	70.5	0.0
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.063	-1.500	67.2	69.5	2.3
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.160	-1.500	61.7	62.6	0.9
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.536	-1.500	55.1	55.0	-0.1
EPC5 - RG4 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	61.1	2.2
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	63.9	1.2
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	63.1	1.5
	500 Hz	98.8	31.000	0.028	0.422	67.4	67.9	0.5
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.050	-0.814	67.2	67.4	0.2
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.090	-1.500	64.1	65.9	1.8
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.229	-1.500	58.6	60.2	1.6
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.766	-1.500	51.7	51.3	-0.5

EPC5 – RG5 (Distancia de 7 m - zona)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	61.9	-0.1
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	65.8	0.0
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	64.1	-0.9
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	70.2	-0.8
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	68.7	-1.8
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	67.3	0.1
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	59.1	-2.6
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	53.3	-1.8
EPC5 – RG6 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	59.0	0.1
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	62.1	-0.6
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	60.5	-1.1
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	66.9	-0.4
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	67.1	-0.1
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	64.6	0.5
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	57.7	-0.9
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	50.3	-1.5
EPC5 – RG7 (Distancia de 20 m)	63 Hz	86.9	37.021	0.002	-3.000	52.9	53.6	0.7
	125 Hz	93.1	37.021	0.006	-0.641	56.7	55.7	-1.0
	250 Hz	92.3	37.021	0.021	0.647	54.6	55.1	0.5
	500 Hz	98.8	37.021	0.062	1.995	59.7	59.3	-0.4
	1 000 Hz	97.4	37.021	0.124	-0.252	60.5	60.3	-0.2
	2 000 Hz	93.7	37.021	0.208	-1.500	58.0	58.7	0.7
	4 000 Hz	88.3	37.021	0.438	-1.500	52.3	51.3	-1.0
	8 000 Hz	82.0	37.021	1.308	-1.500	45.2	43.5	-1.7
Tra	Frecuencia	Adiv (dB)	Aatm	Agr	Aveg	Valor	Valor Real	Difere
mo	(Hz)		(dB)	(dB)	(dB)	teórico (dB)	(dB)	ncia
EPC5 – RG8 (Distancia de 70 m)	63 Hz	47.902	0.005	-3.000	1.000	41.0	42.1	1.1
	125 Hz	47.902	0.021	-0.587	1.500	44.3	45.1	0.8
	250 Hz	47.902	0.074	3.406	2.000	38.9	40.5	1.6
	500 Hz	47.902	0.216	6.486	2.500	41.7	41.6	-0.1
	1 000 Hz	47.902	0.433	1.352	3.000	44.7	44.1	-0.6
	2 000 Hz	47.902	0.728	-1.500	4.000	42.6	42.5	-0.1
	4 000 Hz	47.902	1.533	-1.500	4.500	35.9	40.7	4.8
	8 000 Hz	47.902	4.578	-1.500	6.000	25.0	40.1	15.1

Resultados de atenuación correspondiente al octavo bloque de medición en las estaciones de ruido:

27/09/2013 – Grupo 02								
Tra mo	Frecuencia (Hz)	Potencia acústica EPC5 (dB)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Diferencia
EPC5 - RG1 (Distancia de 3 m)	63 Hz	86.9	20.542	0.000	-3.000	69.4	68.0	-1.4
	125 Hz	93.1	20.542	0.001	-0.646	73.2	71.0	-2.2
	250 Hz	92.3	20.542	0.003	-1.121	72.9	72.6	-0.3
	500 Hz	98.8	20.542	0.010	-0.883	79.1	77.5	-1.6
	1 000 Hz	97.4	20.542	0.022	-1.280	78.1	77.1	-1.0
	2 000 Hz	93.7	20.542	0.037	-1.500	74.6	73.1	-1.6
	4 000 Hz	88.3	20.542	0.070	-1.500	69.2	69.3	0.1
	8 000 Hz	82.0	20.542	0.194	-1.500	62.8	62.5	-0.3
EPC5 - RG2 (Distancia de 5 m)	63 Hz	86.9	24.979	0.000	-3.000	64.9	64.0	-0.9
	125 Hz	93.1	24.979	0.001	-0.645	68.8	66.7	-2.1
	250 Hz	92.3	24.979	0.005	-0.880	68.2	69.1	0.9
	500 Hz	98.8	24.979	0.017	-0.491	74.3	73.4	-0.9
	1 000 Hz	97.4	24.979	0.036	-1.140	73.5	72.7	-0.8
	2 000 Hz	93.7	24.979	0.061	-1.500	70.2	69.9	-0.3
	4 000 Hz	88.3	24.979	0.117	-1.500	64.7	64.3	-0.4
	8 000 Hz	82.0	24.979	0.324	-1.500	58.2	56.1	-2.1
EPC5 - RG3 (Distancia de 7 m)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	63.1	1.1
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	66.7	0.8
	250 Hz	92.3	27.902	0.008	-0.649	65.0	65.5	0.5
	500 Hz	98.8	27.902	0.024	-0.115	71.0	72.6	1.6
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.051	-1.005	70.5	70.3	-0.2
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.085	-1.500	67.2	69.0	1.7
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.164	-1.500	61.7	63.2	1.4
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.453	-1.500	55.1	55.5	0.3
EPC5 - RG4 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	61.5	2.6
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	64.2	1.5
	250 Hz	92.3	31.000	0.010	-0.320	61.6	64.5	2.9
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	69.3	2.0
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.074	-0.814	67.1	68.7	1.6
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.127	-1.500	64.1	66.4	2.3
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.231	-1.500	58.6	61.0	2.4
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.593	-1.500	51.9	52.0	0.1

EPC5 – RG5 (Distancia de 7 m - zona)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	62.3	0.3
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	64.0	-1.8
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	64.4	-0.6
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	70.5	-0.5
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	68.9	-1.5
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	67.7	0.4
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	59.5	-2.2
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	53.1	-2.0
EPC5 – RG6 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	60.2	1.3
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	61.4	-1.3
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	61.0	-0.6
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	66.4	-0.9
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	64.9	-2.3
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	63.6	-0.5
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	56.9	-1.7
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	50.5	-1.3
EPC5 – RG7 (Distancia de 20 m)	63 Hz	86.9	37.021	0.002	-3.000	52.9	54.2	1.3
	125 Hz	93.1	37.021	0.006	-0.641	56.7	56.0	-0.7
	250 Hz	92.3	37.021	0.021	0.647	54.6	54.8	0.2
	500 Hz	98.8	37.021	0.062	1.995	59.7	59.2	-0.5
	1 000 Hz	97.4	37.021	0.124	-0.252	60.5	60.3	-0.2
	2 000 Hz	93.7	37.021	0.208	-1.500	58.0	58.6	0.7
	4 000 Hz	88.3	37.021	0.438	-1.500	52.3	51.4	-0.9
	8 000 Hz	82.0	37.021	1.308	-1.500	45.2	44.6	-0.6
Tra	Frecuencia	Adiv (dB)	Aatm	Agr	Aveg	Valor	Valor Real	Difere
mo	(Hz)		(dB)	(dB)	(dB)	teórico (dB)	(dB)	ncia
EPC5 – RG8 (Distancia de 70 m)	63 Hz	47.902	0.005	-3.000	1.000	41.0	43.0	2.0
	125 Hz	47.902	0.021	-0.587	1.500	44.3	44.5	0.2
	250 Hz	47.902	0.074	3.406	2.000	38.9	40.8	1.8
	500 Hz	47.902	0.216	6.486	2.500	41.7	42.8	1.1
	1 000 Hz	47.902	0.433	1.352	3.000	44.7	45.4	0.7
	2 000 Hz	47.902	0.728	-1.500	4.000	42.6	43.6	1.1
	4 000 Hz	47.902	1.533	-1.500	4.500	35.9	41.5	5.7
	8 000 Hz	47.902	4.578	-1.500	6.000	25.0	40.5	15.5

Resultados de atenuación correspondiente al noveno bloque de medición en las estaciones de ruido:

27/09/2013 – Grupo 03								
Tra mo	Frecuencia (Hz)	Potencia acústica EPC5 (dB)	Adiv (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Valor teórico (dB)	Valor Real (dB)	Difere ncia
EPC5 - RG1 (Distancia de 3 m)	63 Hz	86.9	20.542	0.000	-3.000	69.4	67.8	-1.6
	125 Hz	93.1	20.542	0.001	-0.646	73.2	71.4	-1.9
	250 Hz	92.3	20.542	0.002	-1.121	72.9	72.7	-0.2
	500 Hz	98.8	20.542	0.006	-0.883	79.1	77.8	-1.3
	1 000 Hz	97.4	20.542	0.012	-1.280	78.1	76.2	-2.0
	2 000 Hz	93.7	20.542	0.021	-1.500	74.6	73.2	-1.4
	4 000 Hz	88.3	20.542	0.044	-1.500	69.2	69.2	0.0
	8 000 Hz	82.0	20.542	0.131	-1.500	62.8	62.3	-0.6
EPC5 - RG2 (Distancia de 5 m)	63 Hz	86.9	24.979	0.000	-3.000	64.9	64.1	-0.8
	125 Hz	93.1	24.979	0.001	-0.645	68.8	67.5	-1.3
	250 Hz	92.3	24.979	0.004	-0.880	68.2	66.5	-1.7
	500 Hz	98.8	24.979	0.012	-0.491	74.3	73.4	-0.9
	1 000 Hz	97.4	24.979	0.025	-1.140	73.5	74.1	0.6
	2 000 Hz	93.7	24.979	0.042	-1.500	70.2	72.1	1.9
	4 000 Hz	88.3	24.979	0.088	-1.500	64.7	64.6	-0.1
	8 000 Hz	82.0	24.979	0.262	-1.500	58.3	56.6	-1.7
EPC5 - RG3 (Distancia de 7 m)	63 Hz	86.9	27.902	0.000	-3.000	62.0	63.4	1.4
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	66.9	1.0
	250 Hz	92.3	27.902	0.006	-0.649	65.0	64.7	-0.4
	500 Hz	98.8	27.902	0.018	-0.115	71.0	72.5	1.5
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.037	-1.005	70.5	70.6	0.1
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.062	-1.500	67.2	68.6	1.3
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.131	-1.500	61.8	62.4	0.6
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.392	-1.500	55.2	55.0	-0.3
EPC5 - RG4 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	60.8	1.9
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	63.1	0.4
	250 Hz	92.3	31.000	0.010	-0.320	61.6	63.9	2.2
	500 Hz	98.8	31.000	0.028	0.422	67.4	70.1	2.7
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.056	-0.814	67.2	68.1	0.9
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.094	-1.500	64.1	66.2	2.0
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.197	-1.500	58.6	59.4	0.7
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.589	-1.500	51.9	51.2	-0.7

EPC5 – RG5 (Distancia de 7 m - zona)	63 Hz	86.9	27.902	0.001	-3.000	62.0	62.0	0.0
	125 Hz	93.1	27.902	0.002	-0.645	65.8	64.6	-1.3
	250 Hz	92.3	27.902	0.007	-0.649	65.0	64.3	-0.7
	500 Hz	98.8	27.902	0.022	-0.115	71.0	70.8	-0.1
	1 000 Hz	97.4	27.902	0.043	-1.005	70.5	69.2	-1.2
	2 000 Hz	93.7	27.902	0.073	-1.500	67.2	67.3	0.0
	4 000 Hz	88.3	27.902	0.153	-1.500	61.7	59.9	-1.8
	8 000 Hz	82.0	27.902	0.458	-1.500	55.1	54.1	-1.0
EPC5 – RG6 (Distancia de 10 m)	63 Hz	86.9	31.000	0.001	-3.000	58.9	57.6	-1.3
	125 Hz	93.1	31.000	0.003	-0.645	62.7	61.7	-1.1
	250 Hz	92.3	31.000	0.011	-0.320	61.6	61.1	-0.6
	500 Hz	98.8	31.000	0.031	0.422	67.3	66.0	-1.4
	1 000 Hz	97.4	31.000	0.062	-0.814	67.2	65.6	-1.6
	2 000 Hz	93.7	31.000	0.104	-1.500	64.1	64.0	-0.1
	4 000 Hz	88.3	31.000	0.219	-1.500	58.6	57.0	-1.6
	8 000 Hz	82.0	31.000	0.654	-1.500	51.8	49.7	-2.1
EPC5 – RG7 (Distancia de 20 m)	63 Hz	86.9	37.021	0.002	-3.000	52.9	52.1	-0.8
	125 Hz	93.1	37.021	0.006	-0.641	56.7	56.4	-0.3
	250 Hz	92.3	37.021	0.021	0.647	54.6	55.2	0.6
	500 Hz	98.8	37.021	0.062	1.995	59.7	58.0	-1.7
	1 000 Hz	97.4	37.021	0.124	-0.252	60.5	59.8	-0.8
	2 000 Hz	93.7	37.021	0.208	-1.500	58.0	58.2	0.2
	4 000 Hz	88.3	37.021	0.438	-1.500	52.3	50.8	-1.5
	8 000 Hz	82.0	37.021	1.308	-1.500	45.2	44.0	-1.2
Tra	Frecuencia	Adiv (dB)	Aatm	Agr	Aveg	Valor	Valor Real	Difere
mo	(Hz)		(dB)	(dB)	(dB)	teórico (dB)	(dB)	ncia
EPC5 – RG8 (Distancia de 70 m)	63 Hz	47.902	0.005	-3.000	1.000	41.0	41.3	0.3
	125 Hz	47.902	0.018	-0.587	1.500	44.3	44.6	0.3
	250 Hz	47.902	0.067	3.406	2.000	38.9	40.8	1.9
	500 Hz	47.902	0.207	6.486	2.500	41.7	42.4	0.7
	1 000 Hz	47.902	0.445	1.352	3.000	44.7	44.5	-0.2
	2 000 Hz	47.902	0.749	-1.500	4.000	42.5	43.2	0.7
	4 000 Hz	47.902	1.477	-1.500	4.500	35.9	40.8	4.9
	8 000 Hz	47.902	4.186	-1.500	6.000	25.4	40.5	15.1

7.5. ANEXO 05 – Valores de temperatura y humedad de atenuación atmosférica en los puntos receptores de ruido de la EC

7.5.1. Valores de aproximación de Temperatura

#	Rango de valores Temperatura (°C) a obtenerse					Valor Aproximado (°C)
1	18	19	20	21	22	20
2	23	24	25	26	27	25
3	28	29	30	31	32	30
4	33	34	35	36	37	35
5	38	39	40	41	42	40

7.5.2. Valores de aproximación de Humedad Relativa

#	Rango de valores de Humedad Relativa (%) a obtenerse										Valor Aproximado (%)
1	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	60
2	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	70
3	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	80
4	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	90
5	96	97	98	99	100	-	-	-	-	-	100

7.5.3. Aproximaciones de temperatura y humedad relativa

Estaciones de medición	Valores según mapas de temperatura y humedad		Valores aproximados	
	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Humedad (%)
EC - 5m	23.9	93.5	25	90
EC - 15m	24.3	93.5	25	90
L1R1	23.9	93.5	25	90
L1R2	24.3	90	25	90
L1R3	24.3	88	25	90
L1R4	24.8	86	25	90
L2R1	23.9	93.5	25	90
L2R2	24.3	90	25	90
L2R3	24.3	88	25	90
L2R4	24.6	88	25	90
L3R1	24.3	91	25	90
L3R2	24.3	91	25	90
L3R3	24.3	88	25	90
L3R4	24.6	88	25	90
L4R1	24.3	90	25	90

Estaciones de medición	Valores según mapas de temperatura y humedad		Valores aproximados	
	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Temperatura (°C)	Humedad (%)
L4R2	24.6	90	25	90
L4R3	24.8	88	25	90
L5R1	24.6	90	25	90
L5R2	23.9	90	25	90
L5R3	24.6	93.5	25	90
L5R4	25.3	93.5	25	90
L5R5	25.3	93.5	25	90
L5R6	25.3	93.5	25	90
L6R1	24.3	93.5	25	90
L6R2	24.6	90	25	90
L7R1	24.3	90	25	90
L8R1	23.9	93.5	25	90
L8R2	24.3	88	25	90

7.6. ANEXO 06 – Estimaciones de atenuaciones de ruido entre EC y puntos receptores

7.6.1. Estimaciones de ruido a distancias cortas de 05 y 15 m desde la fuente (EC)

Valores cercanos							
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A _{dis} (dB)	A _{atm} (dB)	A _{gr} (dB)	A _{bar} (dB)	A _{veg} (dB)	EC - 5m
63	122.9	24.979	0.000	-3.000	13.233	0.000	87.7
125	121.0	24.979	0.001	-1.379	15.901	0.000	81.5
250	120.5	24.979	0.004	-0.984	18.785	0.000	77.7
500	122.5	24.979	0.014	-1.253	21.880	0.000	76.9
1 000	127.5	24.979	0.032	-1.469	25.422	0.000	78.5
2 000	132.8	24.979	0.055	-1.500	29.718	0.000	79.5
4 000	139.0	24.979	0.104	-1.500	34.205	0.000	81.2
8 000	140.3	24.979	0.279	-1.500	38.012	0.000	78.5
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							86.5
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A _{dis} (dB)	A _{atm} (dB)	A _{gr} (dB)	A _{bar} (dB)	A _{veg} (dB)	EC - 15m
63	122.9	34.522	0.001	21.000	11.341	0.000	56.0
125	121.0	34.522	0.004	4.728	14.358	0.000	67.4
250	120.5	34.522	0.013	6.450	17.166	0.000	62.3
500	122.5	34.522	0.042	5.277	20.220	0.000	62.4
1 000	127.5	34.522	0.097	4.337	23.739	0.000	64.8
2 000	132.8	34.522	0.165	4.200	28.024	0.000	65.9
4 000	139.0	34.522	0.312	4.200	32.507	0.000	67.5
8 000	140.3	34.522	0.837	4.200	36.313	0.000	64.4
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							72.7

7.6.2. Resultados de la estimación de ruido en Línea 1 – Zona EC

Línea 01							
FRECUENCIA A (Hz)	Potencia acústica EC	A _{dis} (dB)	A _{atm} (dB)	A _{gr} (dB)	A _{bar} (dB)	A _{veg} (dB)	L1R1 - 90m (dB)
63	122.9	50.085	0.005	-3.000	9.785	0.000	66.0
125	121.0	50.085	0.021	-0.437	12.032	0.000	59.3
250	120.5	50.085	0.079	3.028	14.655	0.000	52.7
500	122.5	50.085	0.252	0.669	17.602	0.000	53.9
1 000	127.5	50.085	0.580	-1.224	21.063	0.000	57.0
2 000	132.8	50.085	0.990	-1.500	25.317	0.000	57.9
4 000	139.0	50.085	1.872	-1.500	29.789	0.000	58.8
8 000	140.3	50.085	5.022	-1.500	33.591	0.000	53.1
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							64.1

FRECUENCIA A (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L1R2 - 770m (dB)
63	122.9	68.730	0.046	-5.474	8.233	4.000	47.4
125	121.0	68.730	0.181	0.942	10.118	6.000	35.0
250	120.5	68.730	0.675	7.585	12.482	8.000	23.0
500	122.5	68.730	2.156	3.062	15.267	10.000	23.3
1 000	127.5	68.730	4.959	-0.566	18.633	12.000	23.7
2 000	132.8	68.730	8.470	-1.095	22.839	16.000	17.9
4 000	139.0	68.730	16.016	-1.095	27.291	18.000	10.1
8 000	140.3	68.730	42.966	-1.095	31.087	24.000	-25.4
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							25.0
FRECUENCIA A (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L1R3 - 865m (dB)
63	122.9	69.740	0.052	-5.532	8.054	4.000	46.6
125	121.0	69.740	0.203	0.931	9.886	6.000	34.2
250	120.5	69.740	0.758	7.573	12.207	8.000	22.2
500	122.5	69.740	2.422	3.051	14.965	10.000	22.3
1 000	127.5	69.740	5.571	-0.577	18.315	12.000	22.5
2 000	132.8	69.740	9.515	-1.106	22.511	16.000	16.1
4 000	139.0	69.740	17.992	-1.106	26.961	18.000	7.4
8 000	140.3	69.740	48.267	-1.106	30.755	24.000	-31.4
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							27.1
FRECUENCIA A (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L1R4 - 1327m (dB)
63	122.9	73.457	0.080	-5.695	7.273	4.000	43.8
125	121.0	73.457	0.312	0.898	8.836	6.000	31.5
250	120.5	73.457	1.162	7.540	10.933	8.000	19.4
500	122.5	73.457	3.716	3.018	13.535	10.000	18.8
1 000	127.5	73.457	8.546	-0.610	16.787	12.000	17.3
2 000	132.8	73.457	14.597	-1.139	20.931	16.000	9.0
4 000	139.0	73.457	27.602	-1.139	25.359	18.000	-4.3
8 000	140.3	73.457	74.047	-1.139	29.147	24.000	-59.2
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							23.1

7.6.3. Resultados de la estimación de ruido en Línea 2 – Zona EC

Línea 2							
FRECUENCIA A (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L2R1 - 132m (dB)
63	122.9	53.411	0.008	-3.000	9.651	0.000	62.8
125	121.0	53.411	0.031	-0.318	11.872	0.000	56.0

250	120.5	53.411	0.116	3.538	14.478	0.000	49.0
500	122.5	53.411	0.370	0.913	17.415	0.000	50.4
1 000	127.5	53.411	0.850	-1.193	20.870	0.000	53.6
2 000	132.8	53.411	1.452	-1.500	25.121	0.000	54.3
4 000	139.0	53.411	2.746	-1.500	29.592	0.000	54.8
8 000	140.3	53.411	7.366	-1.500	33.393	0.000	47.6
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							60.3
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L2R2 - 748m (dB)
63	122.9	68.478	0.045	-5.459	8.276	4.000	47.6
125	121.0	68.478	0.176	0.945	10.173	6.000	35.2
250	120.5	68.478	0.655	7.588	12.546	8.000	23.2
500	122.5	68.478	2.094	3.065	15.337	10.000	23.5
1 000	127.5	68.478	4.817	-0.563	18.707	12.000	24.1
2 000	132.8	68.478	8.228	-1.092	22.914	16.000	18.3
4 000	139.0	68.478	15.558	-1.092	27.368	18.000	10.7
8 000	140.3	68.478	41.738	-1.092	31.164	24.000	-24.0
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							28.5
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L2R3 - 945m (dB)
63	122.9	70.509	0.057	-5.571	7.907	4.000	46.0
125	121.0	70.509	0.222	0.923	9.694	6.000	33.7
250	120.5	70.509	0.828	7.565	11.979	8.000	21.6
500	122.5	70.509	2.646	3.043	14.713	10.000	21.6
1 000	127.5	70.509	6.086	-0.585	18.048	12.000	21.4
2 000	132.8	70.509	10.395	-1.114	22.237	16.000	14.8
4 000	139.0	70.509	19.656	-1.114	26.683	18.000	5.3
8 000	140.3	70.509	52.731	-1.114	30.476	24.000	-36.3
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							26.3
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L2R4 - 1868m (dB)
63	122.9	76.428	0.112	-5.783	6.546	4.000	41.6
125	121.0	76.428	0.439	0.880	7.790	6.000	29.5
250	120.5	76.428	1.636	7.523	9.585	8.000	17.3
500	122.5	76.428	5.230	3.000	11.953	10.000	15.9
1 000	127.5	76.428	12.030	-0.627	15.048	12.000	12.6
2 000	132.8	76.428	20.548	-1.157	19.103	16.000	1.9
4 000	139.0	76.428	38.854	-1.157	23.495	18.000	-16.6
8 000	140.3	76.428	104.234	-1.157	27.270	24.000	-90.5
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							20.1

7.6.4. Resultados de la estimación de ruido en Línea 3 – Zona EC

Línea 3							
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L3R1 - 105m (dB)
63	122.9	51.424	0.006	-3.000	9.733	0.000	64.7
125	121.0	51.424	0.025	-0.383	11.971	0.000	58.0
250	120.5	51.424	0.092	3.260	14.587	0.000	51.1
500	122.5	51.424	0.294	0.780	17.531	0.000	52.5
1 000	127.5	51.424	0.676	-1.210	20.989	0.000	55.6
2 000	132.8	51.424	1.155	-1.500	25.243	0.000	56.5
4 000	139.0	51.424	2.184	-1.500	29.714	0.000	57.2
8 000	140.3	51.424	5.859	-1.500	33.516	0.000	51.0
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							62.6
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L3R2 - 537m (dB)
63	122.9	65.599	0.032	-5.246	8.702	4.000	49.8
125	121.0	65.599	0.126	0.988	10.714	6.000	37.6
250	120.5	65.599	0.470	7.630	13.172	8.000	25.6
500	122.5	65.599	1.504	3.108	16.018	10.000	26.3
1 000	127.5	65.599	3.458	-0.520	19.421	12.000	27.5
2 000	132.8	65.599	5.907	-1.049	23.646	16.000	22.7
4 000	139.0	65.599	11.170	-1.049	28.106	18.000	17.2
8 000	140.3	65.599	29.965	-1.049	31.904	24.000	-10.1
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							31.8
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L3R3 - 689m (dB)
63	122.9	67.764	0.041	-5.412	8.391	4.000	48.1
125	121.0	67.764	0.162	0.954	10.321	6.000	35.8
250	120.5	67.764	0.604	7.597	12.719	8.000	23.8
500	122.5	67.764	1.929	3.074	15.526	10.000	24.2
1 000	127.5	67.764	4.437	-0.553	18.906	12.000	24.9
2 000	132.8	67.764	7.579	-1.082	23.118	16.000	19.4
4 000	139.0	67.764	14.331	-1.082	27.574	18.000	12.4
8 000	140.3	67.764	38.446	-1.082	31.370	24.000	-20.2
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							29.3
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L3R4 - 1672m (dB)
63	122.9	75.465	0.100	-5.758	6.787	4.000	42.3
125	121.0	75.465	0.393	0.885	8.146	6.000	30.1

250	120.5	75.465	1.465	7.528	10.054	8.000	18.0
500	122.5	75.465	4.682	3.005	12.513	10.000	16.8
1 000	127.5	75.465	10.768	-0.622	15.671	12.000	14.2
2 000	132.8	75.465	18.392	-1.152	19.762	16.000	4.3
4 000	139.0	75.465	34.778	-1.152	24.169	18.000	-12.3
8 000	140.3	75.465	93.298	-1.152	27.950	24.000	-79.3
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							21.1

7.6.5. Resultados de la estimación de ruido en Línea 4 – Zona EC

Línea 4							
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A_{dis} (dB)	A_{atm} (dB)	A_{gr} (dB)	A_{bar} (dB)	A_{veg} (dB)	L4R1 - 140m (dB)
63	122.9	53.923	0.008	-3.107	9.628	0.000	62.4
125	121.0	53.923	0.033	-0.358	11.844	0.000	55.6
250	120.5	53.923	0.123	3.541	14.447	0.000	48.5
500	122.5	53.923	0.392	0.886	17.383	0.000	49.9
1 000	127.5	53.923	0.902	-1.243	20.836	0.000	53.1
2 000	132.8	53.923	1.540	-1.554	25.088	0.000	53.8
4 000	139.0	53.923	2.912	-1.554	29.558	0.000	54.2
8 000	140.3	53.923	7.812	-1.554	33.359	0.000	46.8
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							59.8
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A_{dis} (dB)	A_{atm} (dB)	A_{gr} (dB)	A_{bar} (dB)	A_{veg} (dB)	L4R2 - 704m (dB)
63	122.9	67.951	0.042	-5.425	8.362	4.000	48.0
125	121.0	67.951	0.165	0.952	10.283	6.000	35.6
250	120.5	67.951	0.617	7.594	12.675	8.000	23.7
500	122.5	67.951	1.971	3.072	15.478	10.000	24.0
1 000	127.5	67.951	4.534	-0.556	18.855	12.000	24.7
2 000	132.8	67.951	7.744	-1.085	23.066	16.000	19.1
4 000	139.0	67.951	14.643	-1.085	27.521	18.000	12.0
8 000	140.3	67.951	39.283	-1.085	31.317	24.000	-21.2
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							29.1
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A_{dis} (dB)	A_{atm} (dB)	A_{gr} (dB)	A_{bar} (dB)	A_{veg} (dB)	L4R3 - 1198m (dB)
63	122.9	72.569	0.072	-5.662	7.476	4.000	44.4
125	121.0	72.569	0.282	0.905	9.115	6.000	32.1
250	120.5	72.569	1.049	7.547	11.278	8.000	20.1
500	122.5	72.569	3.354	3.024	13.928	10.000	19.6
1 000	127.5	72.569	7.715	-0.603	17.210	12.000	18.6
2 000	132.8	72.569	13.178	-1.132	21.371	16.000	10.8

4 000	139.0	72.569	24.918	-1.132	25.806	18.000	-1.2
8 000	140.3	72.569	66.848	-1.132	29.595	24.000	-51.6
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							24.1

7.6.6. Resultados de la estimación de ruido en Línea 5 – Zona EC

Línea 5							
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A_{dis} (dB)	A_{atm} (dB)	A_{gr} (dB)	A_{bar} (dB)	A_{veg} (dB)	L5R1 - 86m (dB)
63	122.9	49.690	0.005	-3.000	9.800	0.000	66.4
125	121.0	49.690	0.020	-0.455	12.049	0.000	59.7
250	120.5	49.690	0.075	2.953	14.674	0.000	53.1
500	122.5	49.690	0.241	0.633	17.622	0.000	54.3
1 000	127.5	49.690	0.554	-1.228	21.084	0.000	57.4
2 000	132.8	49.690	0.946	-1.500	25.339	0.000	58.3
4 000	139.0	49.690	1.789	-1.500	29.811	0.000	59.2
8 000	140.3	49.690	4.799	-1.500	33.612	0.000	53.7
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							64.6
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A_{dis} (dB)	A_{atm} (dB)	A_{gr} (dB)	A_{bar} (dB)	A_{veg} (dB)	L5R2 - 164m (dB)
63	122.9	55.297	0.010	-3.530	9.561	0.000	61.6
125	121.0	55.297	0.039	1.254	11.765	0.000	52.6
250	120.5	55.297	0.144	7.647	14.359	0.000	43.1
500	122.5	55.297	0.459	3.294	17.289	0.000	46.2
1 000	127.5	55.297	1.056	-0.197	20.740	0.000	50.6
2 000	132.8	55.297	1.804	-0.706	24.990	0.000	51.4
4 000	139.0	55.297	3.411	-0.706	29.460	0.000	51.5
8 000	140.3	55.297	9.151	-0.706	33.261	0.000	43.3
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							42.9
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A_{dis} (dB)	A_{atm} (dB)	A_{gr} (dB)	A_{bar} (dB)	A_{veg} (dB)	L5R3 - 370m (dB)
63	122.9	62.364	0.022	-4.905	9.065	4.000	52.4
125	121.0	62.364	0.087	1.055	11.163	6.000	40.3
250	120.5	62.364	0.324	7.693	13.684	8.000	28.4
500	122.5	62.364	1.036	3.173	16.570	10.000	29.4
1 000	127.5	62.364	2.383	-0.452	19.995	12.000	31.2
2 000	132.8	62.364	4.070	-0.981	24.232	16.000	27.1
4 000	139.0	62.364	7.696	-0.981	28.696	18.000	23.2
8 000	140.3	62.364	20.646	-0.981	32.496	24.000	1.8
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							35.4

FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L5R4 - 828m (dB)
63	122.9	69.361	0.050	-5.511	8.123	4.000	46.9
125	121.0	69.361	0.195	0.935	9.976	6.000	34.5
250	120.5	69.361	0.725	7.577	12.314	8.000	22.5
500	122.5	69.361	2.318	3.055	15.082	10.000	22.7
1 000	127.5	69.361	5.332	-0.573	18.438	12.000	22.9
2 000	132.8	69.361	9.108	-1.102	22.639	16.000	16.8
4 000	139.0	69.361	17.222	-1.102	27.089	18.000	8.4
8 000	140.3	69.361	46.202	-1.102	30.884	24.000	-29.0
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							27.5
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L5R5 - 995m (dB)
63	122.9	70.956	0.060	-5.593	7.818	4.000	45.7
125	121.0	70.956	0.234	0.918	9.576	6.000	33.3
250	120.5	70.956	0.872	7.561	11.838	8.000	21.3
500	122.5	70.956	2.786	3.038	14.556	10.000	21.2
1 000	127.5	70.956	6.408	-0.589	17.881	12.000	20.8
2 000	132.8	70.956	10.945	-1.119	22.065	16.000	14.0
4 000	139.0	70.956	20.696	-1.119	26.509	18.000	4.0
8 000	140.3	70.956	55.521	-1.119	30.302	24.000	-39.4
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							25.8
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L5R6 - 1140m (dB)
63	122.9	72.138	0.068	-5.645	7.571	4.000	44.8
125	121.0	72.138	0.268	0.908	9.244	6.000	32.4
250	120.5	72.138	0.999	7.550	11.436	8.000	20.4
500	122.5	72.138	3.192	3.028	14.106	10.000	20.0
1 000	127.5	72.138	7.342	-0.600	17.401	12.000	19.2
2 000	132.8	72.138	12.540	-1.129	21.569	16.000	11.7
4 000	139.0	72.138	23.712	-1.129	26.006	18.000	0.3
8 000	140.3	72.138	63.612	-1.129	29.797	24.000	-48.1
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							24.5

7.6.7. Resultados de la estimación de ruido en Línea 6 – Zona EC

Línea 6							
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	Adis (dB)	Aatm (dB)	Agr (dB)	Abar (dB)	Aveg (dB)	L6R1 - 120m (dB)
63	122.9	52.727	0.007	-3.000	9.680	0.000	63.5

125	121.0	52.727	0.029	-0.338	11.907	0.000	56.7
250	120.5	52.727	0.107	3.452	14.517	0.000	49.7
500	122.5	52.727	0.342	0.872	17.456	0.000	51.1
1 000	127.5	52.727	0.786	-1.198	20.913	0.000	54.3
2 000	132.8	52.727	1.342	-1.500	25.165	0.000	55.1
4 000	139.0	52.727	2.538	-1.500	29.636	0.000	55.6
8 000	140.3	52.727	6.808	-1.500	33.437	0.000	48.8
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							61.1
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A_{dis} (dB)	A_{atm} (dB)	A_{gr} (dB)	A_{bar} (dB)	A_{veg} (dB)	L6R2 - 651m (dB)
63	122.9	67.272	0.039	-5.378	8.467	4.000	48.5
125	121.0	67.272	0.153	0.961	10.418	6.000	36.2
250	120.5	67.272	0.570	7.604	12.831	8.000	24.2
500	122.5	67.272	1.823	3.081	15.649	10.000	24.7
1 000	127.5	67.272	4.192	-0.546	19.034	12.000	25.5
2 000	132.8	67.272	7.161	-1.076	23.250	16.000	20.2
4 000	139.0	67.272	13.541	-1.076	27.706	18.000	13.6
8 000	140.3	67.272	36.326	-1.076	31.503	24.000	-17.7
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							29.9

7.6.8. Resultados de la estimación de ruido en Línea 7 – Zona EC

Línea 7							
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A_{dis} (dB)	A_{atm} (dB)	A_{gr} (dB)	A_{bar} (dB)	A_{veg} (dB)	L7R1 - 650m (dB)
63	122.9	67.258	0.039	-5.377	8.469	0.000	52.5
125	121.0	67.258	0.153	-1.415	10.421	0.000	44.6
250	120.5	67.258	0.569	2.736	12.834	0.000	37.1
500	122.5	67.258	1.820	-0.090	15.652	0.000	37.9
1 000	127.5	67.258	4.186	-2.358	19.037	0.000	39.4
2 000	132.8	67.258	7.150	-2.688	23.253	0.000	37.8
4 000	139.0	67.258	13.520	-2.688	27.710	0.000	33.2
8 000	140.3	67.258	36.270	-2.688	31.507	0.000	8.0
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							43.8

7.6.9. Resultados de la estimación de ruido en Línea 8 – Zona EC

Línea 8							
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A_{dis} (dB)	A_{atm} (dB)	A_{gr} (dB)	A_{bar} (dB)	A_{veg} (dB)	L8R1 - 118m (dB)
63	122.9	52.438	0.007	-3.000	9.692	0.000	63.8

125	121.0	52.438	0.028	-0.347	11.922	0.000	57.0
250	120.5	52.438	0.103	3.412	14.533	0.000	50.0
500	122.5	52.438	0.330	0.853	17.473	0.000	51.4
1 000	127.5	52.438	0.760	-1.200	20.930	0.000	54.6
2 000	132.8	52.438	1.298	-1.500	25.183	0.000	55.4
4 000	139.0	52.438	2.454	-1.500	29.654	0.000	56.0
8 000	140.3	52.438	6.584	-1.500	33.455	0.000	49.3
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							61.5
FRECUENCIA (Hz)	Potencia acústica EC	A_{dis} (dB)	A_{atm} (dB)	A_{gr} (dB)	A_{bar} (dB)	A_{veg} (dB)	L_{8R2} - 870m (dB)
63	122.9	69.790	0.052	-5.534	8.044	4.000	46.5
125	121.0	69.790	0.204	0.930	9.873	6.000	34.2
250	120.5	69.790	0.762	7.573	12.193	8.000	22.2
500	122.5	69.790	2.436	3.050	14.949	10.000	22.3
1 000	127.5	69.790	5.603	-0.578	18.298	12.000	22.4
2 000	132.8	69.790	9.570	-1.107	22.494	16.000	16.1
4 000	139.0	69.790	18.096	-1.107	26.943	18.000	7.3
8 000	140.3	69.790	48.546	-1.107	30.737	24.000	-31.7
Ruido equivalente con ponderación A (dBA)							27.1