

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**MONITOREO DE RUIDO PARA OPERACIONES
HIDROCARBURIFERAS EN PLATAFORMAS
HELITRANSPORTABLES DENTRO DEL PARQUE
NACIONAL YASUNÍ, DURANTE LA FASE
CONSTRUCTIVA Y DE PERFORACION
EXPLORATORIA**

**AUTOR:
ALEX LEONARDO PROAÑO PROAÑO**

**DIRECTORA DE TESIS:
ING. KATTY CORAL**

QUITO-ECUADOR

JULIO 2007

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, quienes fueron las personas que con su apoyo, supieron darme lo necesario en todo momento para culminar mis metas, especialmente en las más importantes de mi vida.

Agradezco a mis profesores, porque siempre estuvieron listos para darme una mano de manera sincera y valiosa, y que gracias a su enseñanza he sabido afrontar los problemas que se han presentado en todos estos años de carrera, siendo ellos los principales gestores de mi formación profesional.

Agradezco a las empresas que me supieron dar una mano, para poder desarrollar el presente estudio durante las diferentes fases del Proyecto.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
ABSTRACT	4
1 GENERALIDADES	6
1.1 Parque Nacional Yasuní	6
1.1.1 Ubicación	6
1.1.2 Descripción de la Zona	6
1.1.3 Flora	7
1.1.4 Fauna	8
1.2 Industria hidrocarburífera en el Ecuador	8
1.2.1 Historia hidrocarburífera en el Ecuador	8
1.2.2 Etapas de la operación hidrocarburífera	9
2 MARCO TEÓRICO	11
2.1 El Ruido	11
2.2 Tipos de Ruido	12
2.2.1 Ruido Ambiental	14
2.2.2 Ruido Estable	14
2.2.3 Ruido Fluctuante	14
2.2.4 Ruido Imprevisto	14
2.2.5 Ruido de Fondo	14
2.3 Mediciones de ruido	14
2.3.1 Unidad de medida y niveles de referencia de ruido	14
2.3.2 Medidores de sonido	15
2.4 Efectos del ruido	16
2.5 Atenuación del sonido y control del ruido	17
2.5.1 Absorción	17
2.5.2 Reflexión.	17
2.5.3 Transmisión	17
2.5.4 Refracción.	17

2.5.5	Difracción o dispersión	18
2.6	Metodología de Mapeo de Isófonas	18
2.6.1	Sistemas de Información Geográfica	18
2.6.2	Métodos de conversión de datos de puntos a datos de cuadrículas	18
2.6.3	Distancia Inversa Ponderada (IDW)	18
2.7	Marco Legal	20
3	MARCO EXPERIMENTAL	21
3.1	Fase Constructiva	21
3.1.1	Alcance	21
3.1.2	Descripción de actividades	21
3.1.3	Metodología	21
3.1.3.1	Medición de los niveles de ruido	21
3.1.3.2	Determinación de datos experimentales	23
3.1.3.3	Análisis Estadístico de los datos experimentales	23
3.1.3.4	Correcciones de los datos con respecto al ruido de fondo	23
3.1.3.5	Equipos y materiales	24
3.1.4	Puntos de muestreo	24
3.1.5	Resultados Experimentales	25
3.1.5.1	Interpretación gráfica de los resultados experimentales	30
3.1.6	Resultados Estadísticos	36
3.1.6.1	Metodología	36
3.1.6.2	Resultados estadísticos de ruido mediante el método de Hanssen	38
3.1.6.3	Interpretación gráfica de los resultados estadísticos	40
3.1.7	Correcciones de valores obtenidos mediante nivel de ruido de fondo	42
3.1.7.1	Resultados obtenidos de la corrección respecto al ruido de fondo	42
3.1.7.2	Representación gráfica	44
3.1.8	Registro de valores finales de ruido respecto a límites permisibles	44
3.1.8.1	Datos de ruido durante la fase constructiva. Primer Monitoreo	45
3.1.8.2	Datos de ruido durante la fase constructiva. Segundo Monitoreo	45
3.1.8.3	Datos de ruido durante la fase constructiva. Tercer Monitoreo	46
3.1.9	Mapas de Isófonas: Datos promedio corregidos frente a ruido de fondo	46
3.1.9.1	Mapa de isófonas del primer monitoreo diario	47

3.1.9.2	Mapa de isófonas del segundo monitoreo diario	48
3.1.9.3	Mapa de isófonas del tercer monitoreo diario	49
3.2	Fase de perforación exploratoria	50
3.2.1	Alcance	50
3.2.2	Descripción de actividades	50
3.2.3	Metodología	50
3.2.3.1	Medición de los niveles de ruido	50
3.2.3.2	Determinación de datos experimentales	51
3.2.3.3	Análisis estadístico de los datos experimentales	51
3.2.3.4	Correcciones de los datos con respecto a ruido de fondo	52
3.2.3.5	Equipos y materiales	52
3.2.4	Puntos de muestreo	53
3.2.5	Resultados Experimentales	54
3.2.5.1	Datos Experimentales	54
3.2.5.2	Interpretación gráfica de datos experimentales	61
3.2.6	Resultados estadísticos	71
3.2.6.1	Datos estadísticos de ruido mediante el método de Hanssen	71
3.2.6.2	Representación gráfica de los datos estadísticos	73
3.2.7	Correcciones con respecto al Ruido de Fondo	75
3.2.7.1	Datos corregidos con respecto al ruido de fondo	75
3.2.7.2	Representación grafica de datos corregidos	77
3.2.8	Registro de valores finales de ruido respecto a límites permisibles	78
3.2.8.1	Datos de ruido durante la fase perforación exploratoria. Primer Monit	78
3.2.8.2	Datos de ruido durante la fase perforación exploratoria. Segundo Monit	79
3.2.8.3	Datos de ruido durante la fase perforación exploratoria. Tercer Monit	79
3.2.9	Mapas de Isófonas: Datos promedio corregidos frente a ruido de fondo	80
3.2.9.1	Mapa de isófonas del primer monitoreo diario	81
3.2.9.2	Mapa de isófonas del segundo monitoreo diario	82
3.2.9.3	Mapa de isófonas del tercer monitoreo diario	83
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
4.1	Conclusiones	84
4.2	Recomendaciones	88

5	BIBLIOGRAFÍA	89
6	ANEXOS	90
6.1	Mapa de implantación de la fase constructiva. Puntos de muestreo	91
6.2	Mapa de implantación de la fase de perforación exploratoria. Puntos de muestreo.	92
6.3	Legislación ecuatoriana	93
6.3.1	Texto Unificado de Legislación Secundaria, TULAS	93
6.3.1.1	Tipos de zona según el uso de suelo	93
6.3.1.2	Límites máximos permisibles de ruido para fuentes fijas	94
6.3.1.3	Correcciones por ruido de fondo	94
6.3.2	Reglamento para operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador	95
6.4	Fotografías de la Fase Constructiva	96
6.5	Fotografías de la Fase de Perforación Exploratoria	100

INTRODUCCIÓN

La explotación hidrocarburífera ha sido una de las principales actividades del Ecuador en los últimos años, principalmente por los ingresos económicos que representa la producción de crudo para el País. Sin embargo, cabe recalcar que toda la operación del negocio petrolero, durante sus fases, acarrea un riesgo de contaminación y genera un impacto en el ambiente, siendo el ruido un aporte importante al deterioro del medio. Esto se complica aún más en el Ecuador, ya que la mayoría de los bloques concesionados por el Estado para la explotación y producción de crudo, están ubicados en áreas sensibles, particularmente por ser zonas de biodiversidad alta, susceptibles de afectación por la presencia de este tipo de industria.

A fin de no recaer en lo sucedido en años anteriores, la legislación ecuatoriana ha venido modificándose, de manera tal que se tengan desarrollen controles más estrictos en el manejo y cuidado ambiental de este tipo de operaciones, principalmente por desarrollarse en zonas que como las que fueron detalladas anteriormente, presentan un alto nivel de susceptibilidad biológica, es así que el Estado incluyó varias hectáreas de tierras, dentro de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).

Este es el caso del Parque Nacional Yasuní, que es el área de estudio de esta investigación, en el cual se encuentran actualmente 3 bloques de explotación y producción de petróleo: bloques 14,16 y parte del bloque 15. Y en espera de aprobación y licenciamiento el Bloque 31 y el campo ITT (Ishpingo, Tambococha, Tiputini).

Actualmente se presenta una controversia por la explotación de crudo dentro de áreas protegidas, especialmente en el Parque Nacional Yasuní (PNY), ya que la industria del petróleo, durante todas sus fases, implica la construcción de grandes facilidades y de oleoductos de transporte de crudo desde las plataformas en donde se está extrayendo el crudo, generando muchos problemas para el ecosistema. El ruido es un contaminante que está presente en todo el período de operación de un proyecto, siendo en algunas fases más notorio que en otras, es por esto que en la presente investigación se busca identificar el comportamiento del Nivel de Presión Sonora (NPS), en dos fases de la etapa exploratoria de un proyecto hidrocarburífero: la fase de construcción de la Plataforma Exploratoria y la fase de Perforación.

En general la presencia industrial dentro de una zona sensible, implica generación de impactos ambientales que alteran las condiciones normales de vida de flora y fauna e inclusive de asentamientos humanos, que en muchos casos, y especialmente dentro del PNY, se trata de grupos denominados No Contactados o en Aislamiento Voluntario.

Otras comunidades, que a diferencia de las anteriores, son contactadas y que también están dentro del área de influencia de estos proyectos, han sido afectadas de manera positiva y/o negativa, ya que muchas de ellas, al ser la mano de obra no calificada importante para este tipo de operaciones, especialmente durante las fases constructiva y de explotación, se han visto beneficiadas por la generación de empleo que se da por la presencia de un Proyecto Petrolero. Además la implementación de infraestructura y servicios básicos, que muchas veces las Operadoras tienen que dotar en las Comunidades, ayudan a mantener buenas relaciones y obtener cooperación mutua.

Se debe mencionar también que existen poblaciones que son más arraigadas ancestralmente a estos territorios y se mantienen en una postura mas bien contraria a las Operadoras, ya que se dan cuenta del problema ambiental que implica la presencia de estos Proyectos, y que a su vez les ocasionan problemas que se sienten en las actividades rutinarias de la comunidad. Básicamente la presencia de una Plataforma de Perforación, ya sea Exploratoria o de Producción, desde su fase de construcción hasta el final, mantiene alejada a la fauna, que sirve de alimento y disminuye la presencia de presas al momento de cacería. De igual manera el desbroce de las áreas donde se va a mantener asentada esta infraestructura, deteriora el suelo y provoca erosión, y en casos peores, en donde el manejo ambiental de las operadoras es mínimo e inclusive nulo, puede generar contaminaciones mayores en medios físicos y biológicos, dejando pasivos ambientales al final del proyecto, que son muy difíciles de remediar.

Con la finalidad de mitigar estos impactos y también de satisfacer las normativas ambientales, las Operadoras deben realizar un proceso de Evaluación de Impactos Ambientales (EIA), que contempla un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), donde se detallan métodos de Evaluación de Impactos que ayudan a generar Planes de Manejo Ambiental (PMA) para controlar y minimizar los mismos. Como parte del PMA se encuentra un Plan de Monitoreo, donde se debe mantener un control periódico de acuerdo a la legislación, de los medios físico,

biológico y socioeconómico, además del comportamiento en dichos medios de los distintos agentes contaminantes que pudieren ser generados.

ABSTRACT

The oil industry operation has been one of the main activities of Ecuador in the last years, mainly by the economic income that the production of crude represents for the Country. However, it is possible to say that all the operation of the oil business, during its phases, carries a contamination risk and generates an impact in the atmosphere, being the noise an important contribution to the deterioration of the environment. This gets more complicated in Ecuador, since most of the oil production blocks into the Government concession for the operation and production of oil, is located in sensible areas, particularly for being zones of high biodiversity, susceptible of affectation by the presence of this type of industry

In order not to fall to the happened in previous years, the Ecuadorian legislation it has come having modified itself, so that this laws are develop to stricter controls in the handling and environmental care of this type of operations, mainly to be developed in zones that like that they were detailed previously, present a high level biological susceptibility, so the State included several hectares of land, within a National System of Protected Areas (SNAP, abbreviations in Spanish).

This is the case of the Yasuní National Park which is the area of study of this investigation, and where there are 3 Blocks of oil operation and petroleum production at the moment: Blocks 14, 16 and part of block 15. Block 31, waiting for approval and licensing and ITT Field (Ishpingo, Tambococha, Tiputini) in exploration attempt.

At the moment there is a controversy by the crude operation within protected areas, specially in the Yasuní National Park (PNY, abbreviations in Spanish), because petroleum's industry, during all its phases, implies the construction of great facilities and pipe lines of transport of oil from the platforms in where the oil is being extracted; this generates many problems for the ecosystem. The noise is a polluting agent that is present in all the period of operation of a project, which in some phases is more present than in others, because of this the present investigation looks for to identify the behavior of the Level of Sonorous Pressure (NPS, abbreviations in Spanish), in two phases of the exploratory period of an Oil Project: the phase of construction of the Exploratory Platform and the phase of Perforation.

In general the industrial presence within a sensible zone implies generation of environmental impacts that alter the normal conditions of flora and fauna's life including human establishments of groups Not Contacted or in Voluntary Isolation within the Yasuní National Park.

Other communities are affected of positive way and/or negative, because many of them have been beneficiaries of work generation that occurs by the presence of an Oil Project, they are the manual labor no described, important for this type of operations, specially during the constructive and operation phases. In addition of that the basic infrastructure implementation and services that often the Operators Companies must equip in the Communities, help to maintain good relations and to obtain mutual cooperation.

It is important to mention also that there are populations more ancestrally attached to these territories and have an opposite position to the Operators companies, because they realize the environmental problem that the presence of these Projects implies to the nature, and that as well cause problems to them that feel in the routine activities of the community. Basically the presence of a Platform of Perforation Exploratory or of Production, from its phase of construction to the end, maintains away the fauna from its ecosystem, diminishes the presence of prey at the time of hunting which serves as food. Also the deforestation of the areas where it is going to be kept this infrastructure deteriorates the ground and it causes erosion, and in worse cases, in where the environmental handling of the operators is minimum and including null, can generate contaminations greater in biological and physics environments, leaving environmental passives at the end of the project, who are very difficult to remedy.

With the purpose of mitigating these impacts and also to satisfy the environmental norms, the Operators must follow a process of Evaluation of Environmental Impacts (EIA, abbreviations in Spanish), that contemplates the make of an Environmental Impacts Study (EsIA, abbreviations in Spanish), where detail methods of Evaluation of Impacts that help to generate Environmental Manage Plans (PMA) to control and to diminish these impacts. A Monitor Plan is part of the Environmental Manage Plan, where must be a periodic control according to the legislation of physic, biological and socioeconomic environment, in addition to the behavior in these environments of the different polluting agents that could be generated.

1 GENERALIDADES

Ya que esta investigación fue desarrollada dentro del Parque Nacional Yasuní, es importante detallar las características principales de esta área.

1.1 Parque Nacional Yasuní¹

1.1.1 Ubicación

Constituye parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, desde Julio 26 de 1979 mediante Decreto No. 322. Está ubicado en las Provincias de Napo y Pastaza, tiene un área de 982000 Ha y su territorio ha sufrido ampliaciones en los años 1990 y 1992. Su ubicación se detalla en la Figura 1.1

1.1.2 Descripción de la Zona

Es un Bosque Húmedo Tropical que se caracteriza por tener una sucesión continua de pequeñas colinas que son resultado de la evolución hidrológica de la zona, siendo ésta la razón del alto nivel de biodiversidad que mantiene.

Comprende varias cuencas, entre las más importantes están las de los ríos Napo, Yasuní, Tiputini, Nushiño, Cononaco y varios afluentes del Curaray, río que limita al Parque por el sur. Son diferentes los orígenes de los ríos en el Parque Nacional Yasuní; unos proceden de los Andes y son conocidos como ríos de aguas blancas por la alta cantidad de sedimentos que arrastran consigo desde la cordillera, otros nacen en la misma Amazonia y son conocidos como ríos de aguas claras dado que están teñidos por un cierto grado de contacto con hojas en descomposición; por último están los de aguas negras, más bien con el color del té, debido al contacto permanente con la hojarasca y con los taninos que adquieren de las hojas.

A pesar del buen estado en que toda esta biodiversidad se mantiene en el Parque, existen también amenazas que ya fueron analizadas anteriormente, principalmente por

¹ Estudio de Flora y Fauna en el Bloque 31, Parque Nacional Yasuní.
Ministerio del Ambiente, PUCE
Quito, Ecuador
2002

la actividad petrolera pero además también por la fuerte presión que ejerce la colonización humana de territorios sobre varios de sus recursos.



FIGURA 1.1 Mapa del Parque Nacional Yasuní.
Estudio de Flora y Fauna en el Bloque 31, Parque Nacional
Yasuní. Ministerio del Ambiente, PUCE

1.1.3 Flora²

En tierra firme el bosque se caracteriza por mantener la vegetación natural siempre verde, heterogénea, densa, con especies de gran tamaño. Su irregular fisonomía y fisiografía ayudan a que se encuentren una gran variedad de hábitats que ocupan alrededor del 77% de la superficie total del Parque; se pueden encontrar musgos, helechos, orquídeas y bromelias combinadas con otras formas de vida vegetal como varias especies de hongos, lianas, trepadoras y líquenes. Por otro lado los árboles del dosel oscilan entre los 30 ó más metros de altura; sus troncos son rectos y sus raíces tienen estructuras zancudas que les permiten fijarse al suelo para evitar ser derribados por el viento. En el subdosel, casi a nivel de suelo, las especies de palmas son las más frecuentes estando entre las más comunes la chambira, la chonta, el palmito, el pambil y la ungurahua, esta última empleada por los indígenas como alimento, medicina y material de construcción.

² Estudio de Flora y Fauna en el Bloque 31, Parque Nacional Yasuní.
Ministerio del Ambiente, PUCE
Quito, Ecuador
2002

1.1.4 Fauna³

Se ha llegado a determinar más de 500 especies de aves, se han registrado 173 especies de mamíferos dentro del Parque, aunque se estima que existen unas 200 que corresponderían al 57% de toda la fauna de mamíferos del Ecuador. Dentro de los mamíferos existe mayor abundancia de especies de murciélagos, 81 en total y 7 familias diferentes. La tala indiscriminada de los bosques y la cacería han influenciado en la disminución significativa de especies de primates del PNY, los mismos que anteriormente eran individuos dominantes en cantidad en lo que a mamíferos corresponde. La herpetofauna se mantiene de igual manera en abundancia, existen 62 especies de serpientes y 43 especies de ranas arborícolas. La cacería ha significado la disminución de Tortugas Charapas y del Caimán Negro que actualmente se encuentra en etapa de recuperación.

1.2 Industria hidrocarburífera en el Ecuador

1.2.1 Historia hidrocarburífera en el Ecuador

El Ecuador se inició como país exportador de crudo hace ya 3 décadas, sin embargo los primeros indicios de explotación de crudo se dieron a partir del año 1911, en Ancón, Península de Santa. Elena. La explotación de crudo ha producido un cambio notable sobre el manejo económico del País, pasando de ser un país netamente agrícola a uno exportador de hidrocarburos. Este cambio tuvo influencia directa en la manera de vivir de los ecuatorianos, por los ingresos que esta industria genera, sin embargo esta mejora en la calidad de vida de la gente se enfrenta a una controversia frente a los problemas que esta actividad ocasiona a los diferentes ecosistemas en los que se encuentran las operadoras, que en su mayoría se trata de áreas sensibles, tal como indica la figura 1.2 y lo que implica la explotación de recursos no renovables.

³ Estudio de Flora y Fauna en el Bloque 31, Parque Nacional Yasuní.
Ministerio del Ambiente, PUCE
Quito, Ecuador
2002

la Plataforma de Perforación Exploratoria. Luego de que se ha realizado la exploración sísmica y se ha podido verificar la presencia de un yacimiento en el subsuelo, que contiene un fluido de diferente densidad que la de los estratos del suelo, se debe constatar si ese fluido es crudo, gas o agua en su totalidad o contiene de los tres tipos. La única manera de tener esa información, es extrayendo el fluido mediante la construcción de una plataforma donde se instale un taladro de perforación, para determinar si existe presencia de crudo y si la cantidad justifica seguir con el proyecto de explotación y producción de petróleo.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 El Ruido

El ruido es un problema ambiental que depende de las condiciones en las que se encuentre el receptor, para poder ser considerado como tal. Al tratarse este tema, es importante identificar dos condiciones importantes:

- El ruido puede no molestar psicológicamente, aunque puede causar daño fisiológico.
- El ruido puede molestar y dañar, en este caso el daño es emocional.

El cuestionamiento, frente a diferenciar un sonido de ruido, implica la necesidad de analizar las definiciones de sonido y ruido:

Sonido⁴

Constituye un fenómeno físico, que se manifiesta como una sensación auditiva para el oyente. Físicamente el sonido es una alteración mecánica, en forma de vibraciones de la materia, que se propagan en forma de ondas longitudinales de presión sonora, en todas direcciones, a través de un medio que puede ser sólido, líquido o gaseoso

El sonido llega a nuestros oídos, gracias a la presencia de partículas que se encuentran en la atmósfera y que son capaces de vibrar y transmitir la oscilación de las ondas sonoras, es por esto que el sonido se transmite más fácilmente y con mayor rapidez a través de un medio líquido o sólido, ya que sus partículas se encuentran más unidas y propagan antes la vibración.

Existe una diferencia fundamental entre lo que se conoce como ondas sonoras, infrasónicas y ultrasónicas. Todo depende de la capacidad de estimulación del oído y el cerebro humano, por parte de dichas ondas. Cuando se encuentran dentro del límite que produce dicha estimulación, se conocen como ondas sonoras, si son inferiores, es decir

⁴ Análisis de un Problema de Contaminación Ambiental.
Niveles de Ruido en Guadalajara
María Georgina Orozco

inaudibles, se clasifican como infrasónicas, y por ende ultrasónicas son aquellas que se encuentran por encima de este límite ya mencionado.

Los sonidos agudos o graves, van a depender principalmente de la longitud de onda, la misma que viene a ser la medida del espacio que existe entre una onda y la siguiente. La relación entre frecuencia y longitud de onda es indirectamente proporcional, es decir a mayor frecuencia menor longitud de onda; la amplitud de una onda determina el volumen o nivel sonoro, por lo que a una mayor amplitud del sonido se pueden provocar daños en el tímpano del oído

Ruido

Al momento de observar las ondas producidas por un sonido y por un ruido, se puede diferenciar notablemente la una de la otra, ya que el ruido está constituido por ondas de presiones sonoras totalmente desordenadas y que se distribuyen de manera aleatoria una sobre la otra, sin una longitud de onda, amplitud y frecuencia constantes. Es por esta razón que un ruido puede resultar molesto, a diferencia del sonido que sigue una estructura armónica en función del tiempo. El ruido puede ocasionar daños fisiológicos y psicológicos en las personas, por su manera desordenada de ser transmitido.

2.2 Tipos de Ruido⁵

Antes de describir los diferentes tipos de ruido que existen, es importante definir los siguientes términos que se aplican en la medición de los niveles de presión sonora (NPS).

Decibel (dB)

Unidad práctica de medición del NPS. Es igual a 20 veces el logaritmo decimal del cociente de la presión de un sonido medido y de uno estándar.

Decibel A (dBA)

Escala internacional que discrimina los niveles de frecuencia altos, bajos e intermedios, tal como lo hace el oído humano. Es también el NPS medido con el filtro de ponderación A.

⁵ Texto Unificado de Legislación Secundaria TULAS
Libro VI, Anexo 5

Nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq, Leq)

Es el nivel de ruido estable que corresponde al promedio en el tiempo de la presión sonora al cuadrado, con ponderación de frecuencia producida por fuentes de sonidos estables, fluctuantes, intermitentes, irregulares o impulsivos en el mismo intervalo de tiempo.

Redes de ponderación de frecuencia

Filtro eléctrico incorporado en un sonómetro que modifica las señales sonoras para cada banda de frecuencia, intentando seguir aproximadamente la respuesta subjetiva del oído humano. Los filtros han adoptado curvas de ponderación designadas por A, B, C.

Ponderación A

Es el NPS que ejerce una correlación adecuada con varias respuestas humanas para distintos tipos de fuentes de ruido. La ponderación “A” tiene la característica de que toma en cuenta la sensibilidad reducida de la audición humana normal para las frecuencias bajas.

Respuesta del instrumento de medición

Es la velocidad de respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de tiempo. Los sonómetros ofrecen diversas respuestas de medición: lenta, rápida e impulsiva.

Respuesta lenta

La constante de tiempo es de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el NPS con respuesta lenta, dicho nivel se conoce como NPS lento.

Respuesta rápida

La constante de tiempo es de 0,125 segundos.

Respuesta Impulsiva

La constante de tiempo para la parte creciente de la señal es de 35 milésimas de segundo y de 1500 milésimas de segundo para la parte decreciente de la señal.

A continuación se definen las diferentes clasificaciones de ruido:

2.2.1 Ruido Ambiental

Cuando se tiene una variedad de actividades operativas en un sitio, como es el caso de las operaciones hidrocarburíferas, son generados sonidos de diferente amplitud y frecuencia, que ocasionan un desorden en la distribución de ondas de presión sonora a lo largo del medio en el que se encuentren y por ende afectan al entorno.

2.2.2 Ruido Estable

Cuando las fluctuaciones de (NPS), se presentan en un rango inferior a 5 decibeles A (dBA) en respuesta lenta, dentro de un período de un minuto.

2.2.3 Ruido Fluctuante

Cuando las fluctuaciones de NPS, se presentan en un rango superior a 5 dBA en respuesta lenta, en período de tiempo igual a un minuto.

2.2.4 Ruido Imprevisto

Cuando las fluctuaciones de NPS, se presentan en un rango superior a 5 dBA en respuesta lenta, en período de tiempo no mayor a un segundo.

2.2.5 Ruido de Fondo

Es el nivel de presión sonora (NPS) que prevalece en ausencia de fuentes de ruido fijas o móviles.

2.3 Mediciones de ruido

2.3.1 Unidad de medida y niveles de referencia de ruido⁶

El ruido puede ser medido mediante Decibeles (dB), que como se explicó anteriormente, es también una unidad de medida adimensional que expresa Niveles de Presión, de Potencia o de Intensidad Sonora.

⁶ Texto Unificado de Legislación Secundaria TULAS
Libro VI, Anexo 5

El Nivel de Presión Sonora (NPS), que es expresado en decibeles (dB), constituye la relación entre la presión sonora que está siendo medida y una presión sonora de referencia. Matemáticamente puede ser expresado como:

$$NPS = 20 \log_{10} (PS / 20 * 10^{-6})$$

Donde PS es la presión sonora medida en Pascales (N/m²)

El NPS puede ser continuo equivalente NPSeq, cuando es un nivel de presión sonora continua, expresado en decibeles A [dBA], que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido.

Es un Nivel de Presión Sonora Corregido cuando resulta de correcciones con respecto a ruido de fondo, como establece la norma en el Texto Unificado de Legislación Secundaria.

2.3.2 Medidores de sonido⁷

Para realizar mediciones de sonido se requiere de instrumentos conocidos como Sonómetros, que tienen la capacidad de detectar la variación de la presión atmosférica en un punto, como consecuencia de la propagación a través del aire de una onda sonora.

Estos medidores están constituidos básicamente por un micrófono patrón, calibrado y que responde a todas las frecuencias audibles. Posee una pantalla análoga o digital y una llave de sensibilidad. Esta sensibilidad tiene que ver con la capacidad del sonómetro para seleccionar un tipo de ponderación de frecuencia.

Para el caso de este estudio se utilizó la Ponderación “A”, que ofrece una correlación adecuada con varias respuestas humanas, para distintos tipos de fuentes de ruido,

⁷ - Análisis de un Problema de Contaminación Ambiental, Niveles de Ruido en Guadalajara
María Georgina Orozco
- Monitoreo de ruido industrial “Casa de generadores estación FANNY Generación”, Andes Petroleum Company.
AmbiGest Cia. Ltda..

como es el caso de las operaciones hidrocarburíferas, especialmente en las fases de construcción y perforación exploratoria, que como se señaló anteriormente.

De igual manera, para medir el NPSeq anteriormente detallado, se requiere que el equipo represente la energía media ponderada “A” de un ruido, promediada durante un período de tiempo de mediciones, de tal manera que las mediciones sean expresadas como dBA.

El instrumento de medición puede establecer medidas de NPS en varios tipos de respuesta, que pueden ser rápida o lenta. En este estudio las mediciones deben ser tomadas en respuesta lenta, es decir, que se evalúe la energía media en un intervalo de un segundo.

2.4 Efectos del ruido⁸

Para los seres humanos la exposición a ruido ambiental, tiene graves efectos en la salud, comportamiento y en el desenvolvimiento normal de las actividades diarias, acarrea también consecuencias psicológicas, sociales y económicas. En general, la población mundial está expuesta a NPS que se encuentran en un rango que va desde los 35 a los 85 dB, sin embargo no todos los individuos captan las molestias ocasionadas por el ruido de igual manera, esto se debe a propiedades físicas propias del ruido y a comportamientos subjetivos del receptor.

Los mecanismos por los que el ruido actúa son fisiológicos y afectan a las vías auditivas del ser humano, deteriorando psicológicamente y lesionando indirectamente la comunicación, atención y comportamiento general de los individuos.

Los efectos que conlleva el ruido sobre el ambiente en general y especialmente sobre la fauna, no difiere a los cambios que sufre el ser humano en su comportamiento, ya que el desenvolvimiento normal de sus actividades se ven alterados, por la presencia de sonidos molestos que difieren de los NPS presentes antes del inicio de cierta actividad externa.

⁸ Análisis de un Problema de Contaminación Ambiental.
Niveles de Ruido en Guadalajara

2.5 Atenuación del sonido y control del ruido

Como se indicó anteriormente, el sonido se propaga en forma de ondas sonoras a través de un medio elástico, que puede ser sólido, líquido o gaseoso.

Existen varios fenómenos físicos que afectan a la propagación del sonido, muchas de estas características de los materiales frente a las ondas de presión sonora, son aprovechadas para diseñar mecanismos de aislamiento acústico, con la finalidad de proteger al ambiente del ruido que pudiere ser generado por actividades principalmente de origen industrial.

De igual manera en el caso de la propagación del sonido a través de un medio forestal, como es el caso del Parque Nacional Yasuní, es atenuado por los árboles, por encontrarse un abultamiento de ramas y hojas que aplicando varias de las siguientes características físicas de disipación del sonido, constituyendo una barrera de sonido.

2.5.1 Absorción

Cuando una onda sonora alcanza una superficie, una parte de su energía se refleja, pero un porcentaje de ésta es absorbida por el nuevo medio.

2.5.2 Reflexión.

Se da cuando una onda sonora topa con un obstáculo que no puede traspasar, se refleja y es devuelto al medio del cual proviene.

2.5.3 Transmisión

En muchos obstáculos planos, una parte de la energía se transmite al otro lado del obstáculo. La suma de la energía reflejada, absorbida y transmitida es igual a la energía sonora incidente o energía sonora original.

2.5.4 Refracción.

Es la desviación que sufren las ondas en la dirección de su propagación, cuando el sonido pasa de un medio a otro diferente. La refracción se debe a que al cambiar de medio, cambia la velocidad de propagación del sonido.

2.5.5 Difracción o dispersión

Se llama difracción al fenómeno que ocurre cuando el sonido, ante determinados obstáculos o aperturas, en lugar de seguir la propagación en la dirección normal, se dispersa.

2.6 Metodología de Mapeo de Isófonas⁹

2.6.1 Sistemas de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), constituyen una integración de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información geográficamente referenciada, con el fin de planificar y gestionar el avance de un estudio hacia conclusiones satisfactorias.

2.6.2 Métodos de conversión de datos de puntos a datos de cuadrículas

Como función fundamental del SIG se encuentra la conversión de los datos de puntos a datos en cuadrículas raster, lo que permite a su vez la interpolación de información puntual al resto de una superficie determinada, mediante un análisis espacial que efectúa el software.

2.6.3 Distancia Inversa Ponderada (IDW)

El método SIG tiene funciones dentro del analista espacial, que permiten modelar la correlación espacial de datos puntuales, ello implica calcular su valor en función de su localización geográfica y el comportamiento en su entorno más o menos próximo.

Del método IDW se debe destacar su simplicidad, ya que únicamente depende de un parámetro, el exponente que indica la mayor o menor ponderación de la distancia inversa entre el punto problema y los datos (Power), ello implica que nunca generará valores fuera del rango de los datos. Para este estudio el método IDW es aplicable, ya que se adapta a fluctuaciones significativas de los datos medidos, como es el caso de los NPSeq que se obtienen en este tipo de plataformas, a diferencia del otro método de

⁹ Sistema de Información Geográfica para el Análisis de Datos de Distribución de Especies
Manual DIVA-GIS
Versión 4

interpolación (Spline), que no soporta salidas de rango excesivas en zonas relativamente próximas.

IDW calcula un estimado de distancia inversa ponderada, en la cuál los puntos lejanos al centro de la celda (y su vecindad) obtienen un valor más bajo que los cercanos, interpolando información para obtener en el caso de este estudio, el comportamiento del ruido y la dispersión que este ocasiona.

Al momento de convertir la información puntual a información raster, se generan varias deficiencias, como es el caso de que el valor de un punto se encuentre en el borde de dos o más celdas, es así que en el método IDW, se distinguen cuatro situaciones para determinar en cuál celda cae un punto:

- J) Un punto está exactamente en medio de una celda;
- K) Un punto está exactamente en el borde de cuatro celdas;
- L) Un punto está exactamente en el borde de dos celdas y equidistante a las otras dos celdas más cercanas;
- M) Todos los otros casos

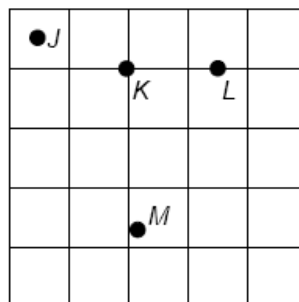


FIGURA 2.1 Situaciones diferentes para la conversión punto-a-cuadrícula mediante el método IDW (J, K, L, y M)

En la situación J, el punto coincide con el centro de una cuadrícula y el valor del punto es asignado exclusivamente a esa celda. Esto es como se realiza tanto en los métodos “Simple” e “IDW”.

En las situaciones K y L, el sistema SIG asigna arbitrariamente el valor del punto a uno de las cuatro o dos celdas. En lugar de usar reglas arbitrarias, el IDW utiliza una técnica de distancia balanceada ponderada en la cual el valor de un punto se asigna a más de una celda en situaciones K, L y M.

En la situación K, el valor del punto es dividido equitativamente entre las cuatro celdas. En la situación L, se divide el valor del punto entre las dos celdas. En la situación M, se asignan los valores de distancias inversas ponderadas a las cuatro celdas más cercanas utilizando la siguiente ecuación, en la cual la distancia de un punto a una celda es calculada como la distancia desde la ubicación del punto al centro de la celda.

$$z_i = \frac{1}{d_i * \sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i}} * z_p$$

FIGURA 2.2. Ecuación de asignación de valores ponderados

z_i = valor de la celda i

z_p = valor del punto p

d_i = distancia del punto p al centro de la celda I

n = número de las celdas entre las que p se encuentra

2.7 Marco Legal

Es de importancia mantener claras las normas que aplican a la actividad en cuestión, para el caso de este estudio se determinó dos criterios, que son ruido ambiental y ruido ocupacional, basándose el primero en la afectación que tiene el ruido producido en las diferentes actividades industriales sobre el ambiente, donde se aplica lo establecido por el Texto Unificado de Legislación Secundaria TULAS, en su Libro VI y anexo 5, referente a Límites Permisibles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y para Vibraciones. El criterio basado en el Ruido Ocupacional, se rige a lo establecido en el Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto No 1215 o RAOHE 1215, donde se establecen límites permisibles de NPS, de acuerdo al tiempo de exposición, en su Anexo 1 de Parámetros Técnicos, Tabla 1.

3 MARCO EXPERIMENTAL

3.1 Fase Constructiva

3.1.1 Alcance

Durante la fase constructiva de la Plataforma de Perforación Exploratoria Batata II, se realizaron mediciones de niveles de presión sonora (NPS) sobre trece puntos de monitoreo, establecidos tanto en la parte externa como interior de las instalaciones, de acuerdo a las posibilidades de movilización, dentro de la plataforma y del área protegida. Esto se realizó con la finalidad de obtener datos que muestren la variación de los niveles de ruido, a lo largo de la plataforma, especialmente influenciada por actividades de movimiento de tierras, como son la presencia de maquinaria pesada y fundamentalmente por la frecuente llegada del helicóptero de carga, ya que al tratarse de una plataforma helitransportable, requiere de la adquisición constante de materiales, movilizadas mediante el uso de estas naves.

3.1.2 Descripción de actividades

Durante esta fase del proyecto, se realizó la primera salida al campo, con la finalidad de obtener datos de ruido generados en la construcción de la Plataforma Batata II, la misma que se llevó a cabo durante el período del 12 de febrero hasta el 22 de febrero del 2006, realizándose mediciones diarias durante tres períodos (mañana, tarde y noche).

De igual manera se llevaron a cabo mediciones en períodos de operación cero, para obtener datos de ruido de fondo.

3.1.3 Metodología

3.1.3.1 Medición de los niveles de ruido¹⁰

En base al procedimiento puesto en práctica por la compañía Azul, previa al inicio de las mediciones se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

¹⁰ Procedimiento Monitoreo de Ruido Azul P - 004 – GA
Sistema de Gestión Ambiental Norma ISO 14001:1996
Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional Norma OHSAS 18001:1999

- Conocimiento de todas las actividades que se llevaron a cabo en el avance del proyecto.
- Identificación de todas las fuentes de generación de ruido (maquinaria y/o actividades) dentro de la plataforma, donde se desarrollaron actividades constructivas y fuera de las instalaciones del proyecto.
- Determinación de los puntos de medición; para esta fase del proyecto se optó por denominar a cada punto de medición con las siglas PBC (Punto Batata II Constructivo)
- Verificación de equipos y materiales que fueron utilizados durante el monitoreo.

Para la medición del ruido se realizaron con los siguientes pasos:

- Notificación al personal que estuvo encargado del manejo de las actividades de construcción, sobre las mediciones de ruido en el área del proyecto.
- Ubicación de los puntos de medición con ayuda del GPS y mapa.
- Para la medición de ruido según criterios de salud ocupacional, se verificó que en la fuente de generación se encuentre personal laborando.¹¹
- Para el monitoreo de ruido ambiental, se realizó la medición en los exteriores del área del proyecto, seleccionando puntos representativos, considerando las principales fuentes de generación y los receptores.¹²
- Se efectuaron 4 mediciones, sobre cada punto de muestreo, que consistieron en tres mediciones diarias (mañana, tarde, noche), durante el período de operaciones, y una cuarta medición al finalizar el día de trabajo, para determinar el ruido de fondo.
- El sonómetro fue ubicado a una distancia de entre 1 m y 1,5 m del suelo, formando un ángulo de 45° con respecto a la horizontal y alejado al menos 3,5 m de objetos que pudieran reflejar el sonido al equipo, como se señaló anteriormente. La persona que realizó las mediciones tuvo que estar en completo silencio y en posición estática, para no alterar los datos. El equipo debió ser dispuesto para mediciones de respuesta lenta y ponderación “A”.

¹¹ De acuerdo a lo descrito en el RAOH 1215, Anexo 1, Tabla 1

¹² De acuerdo a lo descrito en el SUMA, Libro VI, Anexo 5

- Se mantuvo al equipo con los respectivos accesorios de protección siempre y cuando fue necesario, de acuerdo a las condiciones meteorológicas al momento de la medición.

3.1.3.2 Determinación de datos experimentales

- Primero se calibró el equipo.
- Luego se realizó la medición, que consistía en obtener cuatro mediciones en cada punto, orientadas a los cuatro puntos cardinales, siempre prefiriendo las medidas de los niveles sonoros continuos.
- Los datos obtenidos fueron registrados en una libreta de campo. Es importante recalcar que durante la fase constructiva, todos los valores obtenidos datan de un decimal.
- Se ingresó en el software los datos obtenidos registrando la hora de inicio de cada ronda de mediciones e identificando el día y la fecha a la que perteneció esa medición.
- A partir de las cuatro mediciones obtenidas por cada punto de muestreo, se determinaron el valor máximo, mínimo y promedio.

3.1.3.3 Análisis Estadístico de los datos experimentales

- Con el valor promedio de cada medición, se realizó un análisis estadístico mediante el método de Hanssen, para determinar los valores persistentes en los percentiles 10, 25, 50, 75, 90 y los valores notables máximo, mínimo y promedio.
- Se establecieron curvas del comportamiento del ruido de acuerdo al análisis estadístico.

3.1.3.4 Correcciones de los datos con respecto al ruido de fondo

- De los datos promedio obtenidos del análisis estadístico se realizó una corrección de acuerdo al dato obtenido como ruido de fondo, que se obtuvo al momento en que no se registró ningún tipo de actividad antropogénica al ambiente de la zona.
- Este dato se obtuvo en Febrero del 2006, durante la fase constructiva del proyecto, en un punto alejado y en un momento donde no se presentó ningún tipo de actividad de trabajo.

3.1.3.5 Equipos y materiales

Materiales de Trabajo:

- Libreta de campo
- Mapa del área del proyecto
- Baterías para el equipo de medición y GPS
- Protección plástica para proteger el equipo en caso de lluvia
- Equipo de protección personal

Equipos de Trabajo:

- Equipo calibrado (sonómetro), Acoustical Calibrator 840031, Thomas Scientific, diferente al que fue utilizado durante la fase de perforación exploratoria
- GPS, Magellan Map 330
- Cámara fotográfica, Olympus
- Flexómetro
- Brújula

3.1.4 Puntos de muestreo

Se ubicaron 13 puntos para determinar los niveles de ruido existentes durante esta fase del proyecto, puntos que como se señaló anteriormente, se identificaron mediante las siglas PBC (Punto Batata II Constructivo). Los puntos de muestreo constan en el mapa de implantación de la fase constructiva, Anexo 6.1 y son los siguientes:

PUNTOS DE MUESTREO (COORDENADAS UTM)				
PUNTOS	X	Y	COTA (m)	UBICACIÓN
PBC 01	327432	9936564	320	Límite Sur-Centro
PBC 02	327389	9936577	290	Campamento
PBC 03	327392	9936591	295	Generador
PBC 04	327381	9936623	310	Límite Centro-Oeste
PBC 05	327422	9936648	282	Movimiento de Tierras
PBC 06	327422	9936672	294	Motosierras
PBC 07	327459	9936661	280	Límite Norte-Centro
PBC 08	327447	9936648	290	Área de soldadura
PBC 09	327444	9936581	295	Helipuerto
PBC 10	327465	9936559	285	Límite Sur-Este
PBC 11	327478	9936595	279	Límite Centro-Este
PBC 12	327477	9936654	280	Límite Norte-Este
PBC 13	327510	9936675	269	Bomba de agua

TABLA 3.1 Puntos de Muestreo Fase Constructiva

3.1.5 Resultados Experimentales

PUNTOS	LUNES 13-02-06			MARTES 14-02-06			MIERCOLES 15-02-06			JUEVES 16-02-06			VIERNES 17-02-06		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
PBC 01	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	65	71	68	71	67	56	71	64	64	61	67	57	91	66	65
E	65	71	66	71	66	56	68	66	64	59	65	56	93	62	64
S	64	68	66	66	61	56	68	65	62	66	65	58	84	63	63
O	65	73	67	72	67	56	66	65	63	62	68	58	94	63	67
PROMEDIO	65	71	67	70	65	56	68	65	63	62	66	57	91	64	65
MAXIMO	65	73	68	72	67	56	71	66	64	66	68	58	94	66	67
MINIMO	64	68	66	66	61	56	66	64	62	59	65	56	84	62	63
PBC 02	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	64	60	71	69	64	60	69	58	64	62	60	58	64	71	62
E	64	62	69	71	65	59	69	56	61	61	58	57	61	76	60
S	67	61	65	67	65	60	67	57	59	81	58	57	58	71	62
O	67	59	69	68	65	59	68	58	63	68	72	58	59	74	61
PROMEDIO	65	61	68	69	65	59	68	57	62	68	62	57	60	73	61
MAXIMO	67	62	71	71	65	60	69	58	64	81	72	58	64	76	62
MINIMO	64	59	65	67	64	59	67	56	59	61	58	57	58	71	60

PBC 03	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	74	72	80	74	75	74	76	74	76	97	74	76	73	77	75
E	76	76	77	77	76	75	79	76	75	97	76	72	77	77	77
S	77	77	78	79	68	77	79	79	78	98	78	78	78	78	79
O	77	77	78	78	77	77	79	78	79	94	78	78	79	79	79
PROMEDIO	76	76	78	77	74	76	78	77	77	96	76	76	77	78	77
MAXIMO	77	77	80	79	77	77	79	79	79	98	78	78	79	79	79
MINIMO	74	72	77	74	68	74	76	74	75	94	74	72	73	77	75
PBC 04	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	64	61	64	63	69	58	67	57	68	85	70	57	64	69	73
E	62	60	63	63	76	57	68	58	65	85	71	54	63	70	69
S	61	60	63	61	66	57	66	56	64	82	68	56	62	70	66
O	59	60	62	64	65	58	61	58	66	81	73	58	64	74	67
PROMEDIO	62	60	63	63	69	57	66	57	66	83	70	56	63	71	69
MAXIMO	64	61	64	64	76	58	68	58	68	85	73	58	64	74	73
MINIMO	59	60	62	61	65	57	61	56	64	81	68	54	62	69	66
PBC 05	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	67	75	72	69	79	58	74	51	66	70	67	54	67	80	72
E	71	79	69	71	79	55	79	51	68	72	69	54	67	77	71
S	71	78	70	71	76	54	73	51	59	75	70	52	62	77	74
O	67	74	69	69	71	53	73	52	66	69	71	52	69	72	70
PROMEDIO	69	77	70	70	76	55	75	51	65	71	69	53	66	77	72
MAXIMO	71	79	72	71	79	58	79	52	68	75	71	54	69	80	74
MINIMO	67	74	69	69	71	53	73	51	59	69	67	52	62	72	70

PBC 06	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	65	77	69	84	68	60	61	50	83	59	85	59	84	73	62
E	65	78	70	70	74	59	60	50	83	58	87	56	84	74	70
S	63	78	72	80	74	58	59	54	83	59	84	60	87	72	68
O	61	69	70	82	69	58	59	60	78	59	76	57	87	70	64
PROMEDIO	64	75	70	79	71	59	60	54	82	59	83	58	86	72	66
MAXIMO	65	78	72	84	74	60	61	60	83	59	87	60	87	74	70
MINIMO	61	69	69	70	68	58	59	50	78	58	76	56	84	70	62
PBC 07	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	71	80	68	63	59	58	66	62	78	68	73	55	75	72	69
E	74	85	68	64	59	57	66	64	73	67	69	54	78	71	69
S	73	84	73	65	60	56	66	66	75	64	74	51	77	68	68
O	74	82	72	68	61	55	65	66	74	65	75	53	77	71	69
PROMEDIO	73	83	70	65	60	56	66	64	75	66	73	53	77	71	69
MAXIMO	74	85	73	68	61	58	66	66	78	68	75	55	78	72	69
MINIMO	71	80	68	63	59	55	65	62	73	64	69	51	75	68	68
PBC 08	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	67	78	74	66	89	57	71	74	72	77	70	55	79	72	72
E	76	82	76	68	82	55	75	77	72	73	72	55	81	68	69
S	77	81	77	68	80	55	74	77	70	71	71	52	88	62	80
O	82	84	73	65	78	56	73	74	72	74	72	53	82	64	83
PROMEDIO	76	81	75	67	82	56	73	75	72	74	71	54	83	66	76
MAXIMO	82	84	77	68	89	57	75	77	72	77	72	55	88	72	83
MINIMO	67	78	73	65	78	55	71	74	70	71	70	52	79	62	69

PBC 09	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	66	74	72	89	80	59	76	75	72	73	73	56	71	66	69
E	65	74	72	89	81	57	72	72	68	70	74	55	64	63	69
S	63	74	72	83	80	58	71	68	70	63	70	58	65	66	63
O	66	73	75	85	84	58	74	71	67	66	77	58	66	67	68
PROMEDIO	65	74	73	86	81	58	73	71	69	68	73	56	66	65	67
MAXIMO	66	74	75	89	84	59	76	75	72	73	77	58	71	67	69
MINIMO	63	73	72	83	80	57	71	68	67	63	70	55	64	63	63
PBC 10	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	53	58	58	57	60	56	53	61	60	59	56	57	57	57	59
E	56	57	60	58	60	57	58	60	60	59	58	60	56	53	59
S	53	56	60	58	60	59	57	59	58	59	59	60	53	55	56
O	52	57	58	67	62	56	57	58	62	59	59	58	55	56	58
PROMEDIO	54	57	59	60	60	57	56	60	60	59	58	59	55	56	58
MAXIMO	56	58	60	67	62	59	58	61	62	59	59	60	57	57	59
MINIMO	52	56	58	57	60	56	53	58	58	59	56	57	53	53	56
PBC 11	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	69	70	59	72	57	58	69	57	65	63	52	59	76	53	62
E	63	70	58	69	56	59	71	57	64	62	57	59	67	53	62
S	65	67	59	67	55	58	72	55	63	60	54	60	73	51	57
O	68	66	58	67	54	57	71	57	71	63	55	56	76	52	65
PROMEDIO	66	68	58	69	55	58	71	56	66	62	55	58	73	52	62
MAXIMO	69	70	59	72	57	59	72	57	71	63	57	60	76	53	65
MINIMO	63	66	58	67	54	57	69	55	63	60	52	56	67	51	57

PBC 12	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	68	65	59	59	57	62	69	54	80	89	63	61	78	65	71
E	65	66	58	60	57	62	68	55	82	88	60	61	81	64	71
S	65	66	59	62	58	60	68	56	86	87	62	59	77	64	73
O	64	66	58	61	59	61	71	54	84	89	57	57	69	66	67
PROMEDIO	65	66	58	61	58	61	69	55	83	88	60	59	76	65	70
MAXIMO	68	66	59	62	59	62	71	56	86	89	63	61	81	66	73
MINIMO	64	65	58	59	57	60	68	54	80	87	57	57	69	64	67
PBC 13	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	56	56	55	59	59	93	56	55	58	54	56	64	85	57	57
E	55	57	54	59	54	87	57	56	61	56	54	62	84	57	56
S	55	56	55	56	53	93	58	56	63	54	55	62	85	57	56
O	56	57	55	58	53	97	57	55	63	55	54	63	90	58	56
PROMEDIO	56	56	55	58	55	92	57	56	61	55	55	63	86	57	56
MAXIMO	56	57	55	59	59	97	58	56	63	56	56	64	90	58	57
MINIMO	55	56	54	56	53	87	56	55	58	54	54	62	84	57	56

Tabla 3.2 Datos experimentales de ruido durante la fase constructiva

3.1.5.1 Interpretación gráfica de los resultados experimentales

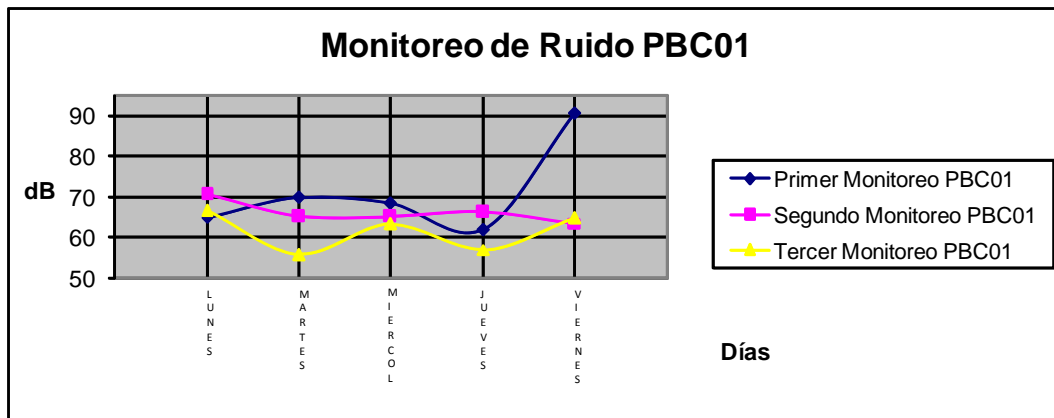


Gráfico 3.1 Datos de ruido: Límite Sur-centro

LÍMITE SUR-CENTRO: El pico más alto de los valores registrados (90.6 dBA), se dio el último día de mediciones, durante el primer monitoreo diario, coincidente con la presencia del helicóptero de carga. Los valores más bajos se detectaron durante el período nocturno de mediciones (55.9 dBA).

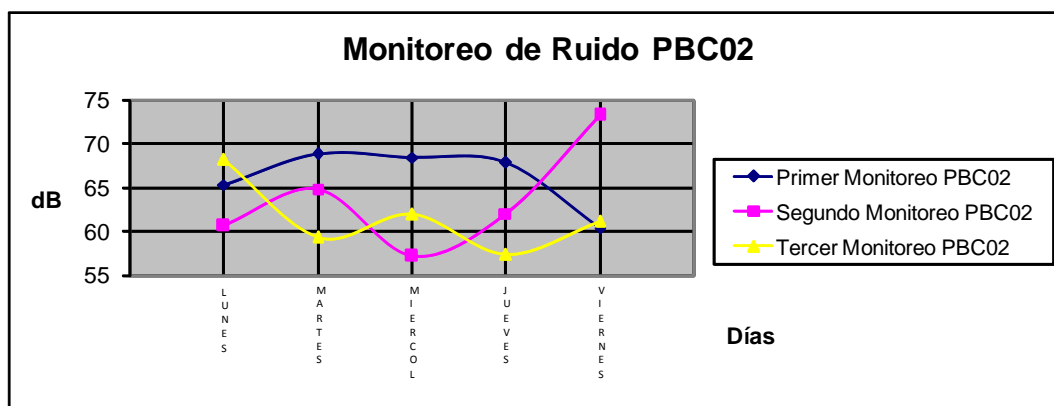


Gráfico 3.2 Datos de ruido: Campamento

CAMPAMENTO: El dato más alto se registró en el segundo monitoreo diario (73.2 dBA), mientras se estuvo trabajando maquinaria pesada en la parte cercana al campamento. Los datos más bajos corresponden al monitoreo nocturno, a excepción del primer día, porque se realizaron trabajos nocturnos, y a los registrados en el segundo monitoreo diario, durante el primer y tercer día, ya que no hubo actividad de movimiento de tierras cercano al campamento.

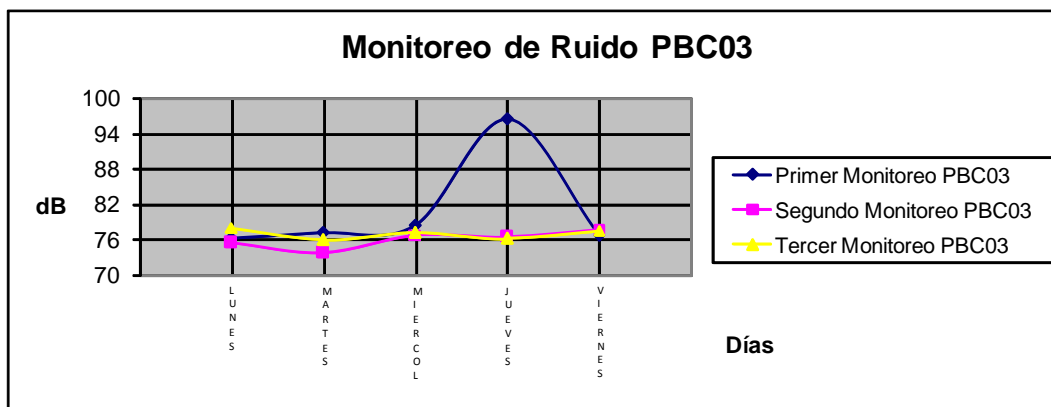


Gráfico 3.3 Datos de ruido: Generador

GENERADOR: Los valores siempre se mantuvieron constantes, entre 75 y 80 dBA, especialmente en el período nocturno de mediciones, ya que no existió otra actividad que genere ruido. El pico más alto de NPSeq (96.4 dBA), se registró durante el primer monitoreo diario en el cuarto día de mediciones, por la presencia del helicóptero de carga, mas no por el ruido del generador.

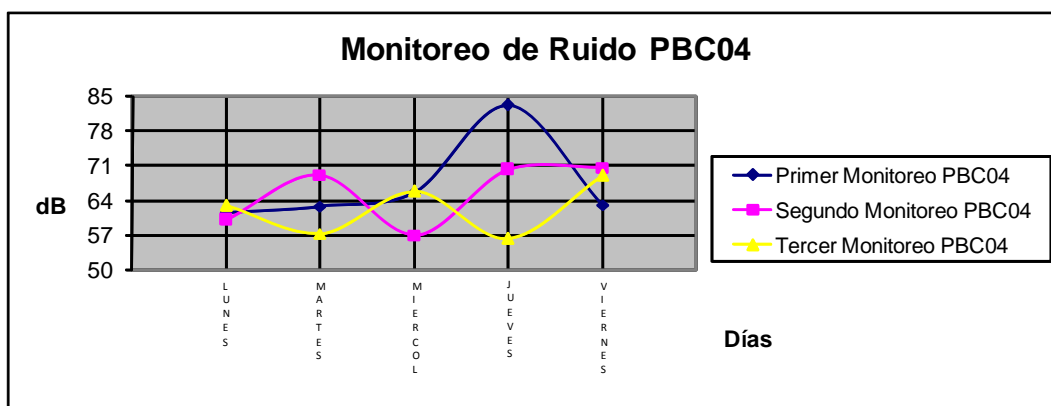


Gráfico 3.4 Datos de ruido: Límite Centro-Oeste

LÍMITE CENTRO-OESTE: El registro más alto de mediciones fue durante el primer monitoreo diario, en el cuarto día de mediciones 83.2 (dBA), ya que hubo la presencia del helicóptero de carga. Sobre este punto existieron fluctuaciones en los valores entre un rango de 55 y 71 dBA, ya que se encontraban realizando tareas de movimiento de tierras y la presencia de maquinaria pesada no era constante en el sitio.

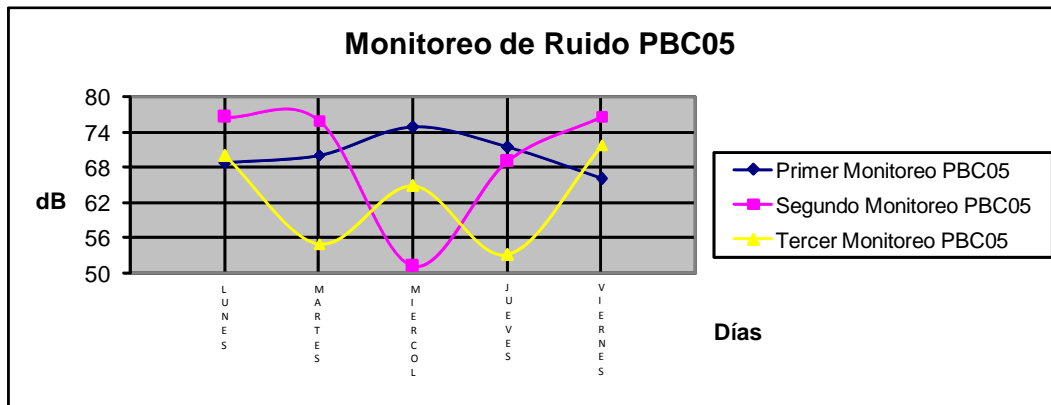


Gráfico 3.5 Datos de ruido: Movimiento de tierras

MOVIMIENTO DE TIERRAS: Sobre este punto se encontraron las mayores fluctuaciones de los datos registrados., se realizaban actividades de movimiento de tierras y por ende la presencia de maquinaria pesada era constante y en completo movimiento.

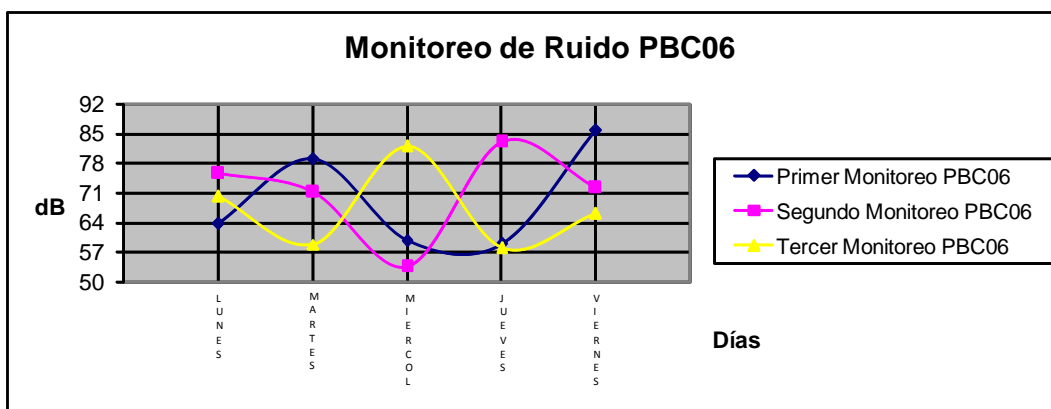


Gráfico 3.6 Datos de ruido: Motosierras

MOTOSIERRAS: Sobre este punto, al igual que el anterior se registraron varias fluctuaciones en los datos, ya que se efectuaban además de trabajos con la motosierra, trabajos de movimiento de tierras que cambiaban los valores que se registraban diariamente. El valor más alto fue medido durante el primer monitoreo diario del quinto día de mediciones, ya que coincidió con la presencia del helicóptero de carga, mientras que durante el tercer monitoreo diario del tercer y primer día de actividades, se registraron trabajos de desbroce con la motosierra en esta área.

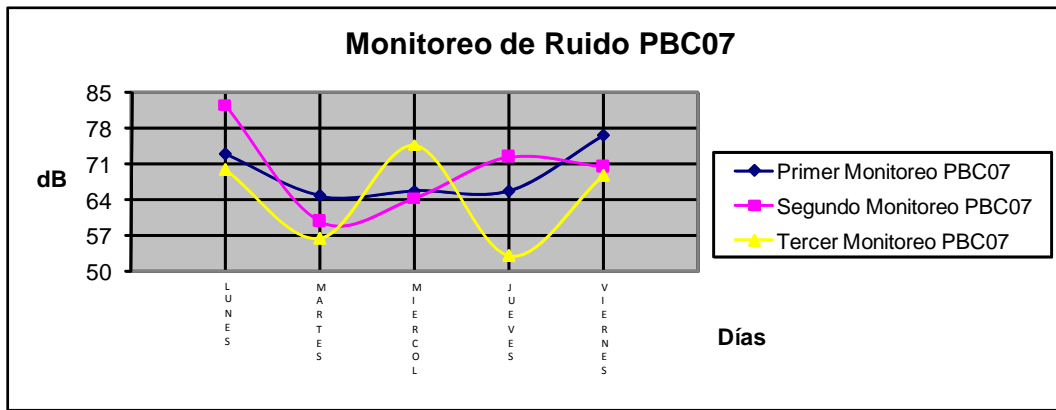


Gráfico 3.7 Datos de ruido: Límite Norte-Centro

LÍMITE NORTE-CENTRO: Se registraron actividades cercanas al área de movimiento de tierras y de trabajos con motosierra, por lo que se generaron valores de NPSeq muy cambiantes. Durante el tercer monitoreo diario sobre este punto, los valores obtenidos mantienen el mismo comportamiento, ya que el primero, tercer y quinto día hubo actividad sobre este punto.

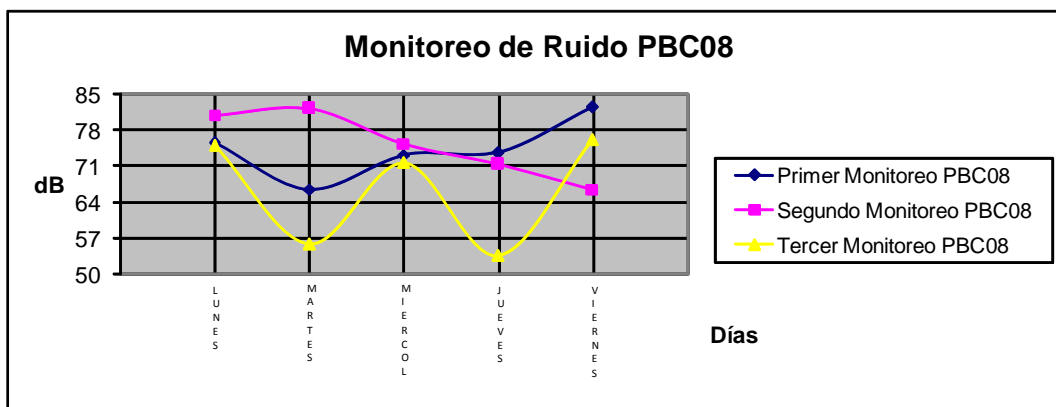


Gráfico 3.8 Datos de ruido: Área de soldadura

ÁREA DE SOLDADURA: El primer y segundo monitoreo diario tienen fluctuaciones en los datos NPSeq por la cercanía de este punto a las actividades de movimiento de tierras y trabajos con motosierra. Mientras que los valores obtenidos durante el tercer monitoreo diario, obedecen al comportamiento visto en puntos anteriores.

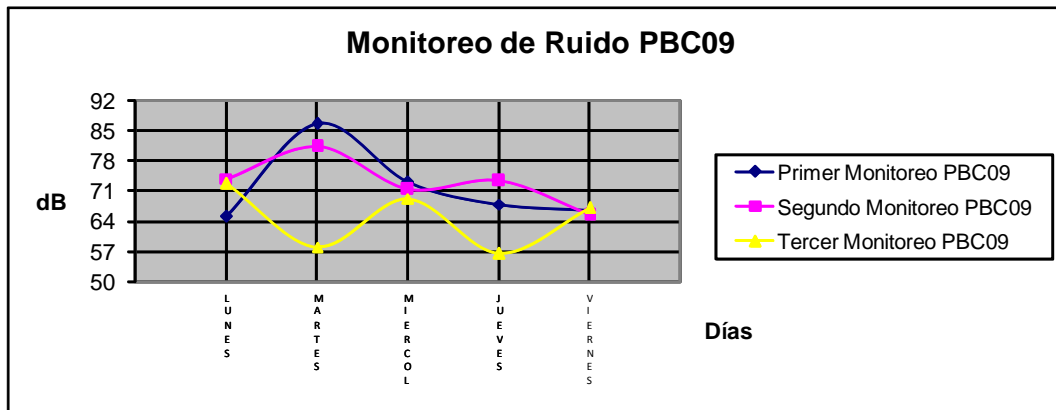


Gráfico 3.9 Datos de ruido: Helipuerto

HELIPUERTO: El valor más alto corresponde al primer monitoreo del segundo día de actividades, donde se registró la presencia del helicóptero de carga. Mientras que el tercer monitoreo del día, se mantiene con el mismo comportamiento.

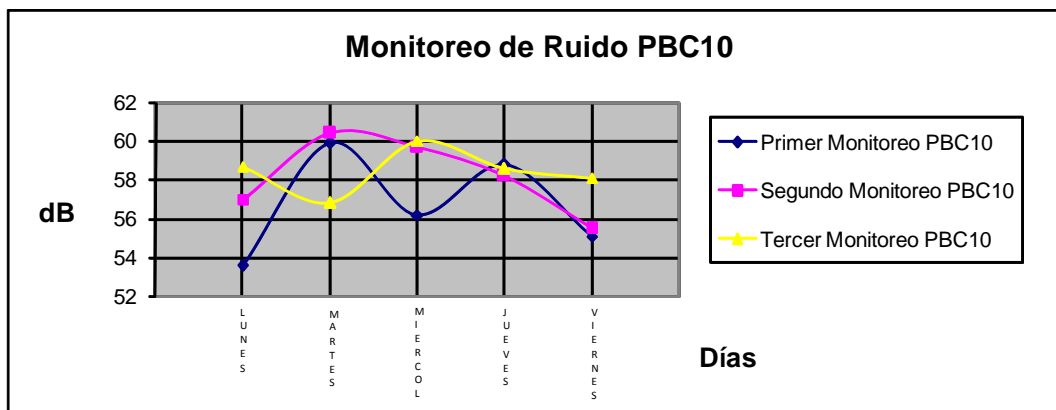


Gráfico 3.10 Datos de ruido: Límite Sur-Este

LÍMITE SUR-ESTE: Se presenta sobre este punto variabilidad en los valores de NPSeq, principalmente por la presencia esporádica de maquinaria pesada, para realizar trabajos de movimiento de tierras. Los valores registrados durante la medición sobre este punto, se mantuvieron en un rango similar durante los tres períodos diarios de monitoreo, ya que en el período nocturno existe mayor actividad en la selva, lo cual eleva el NPSeq.

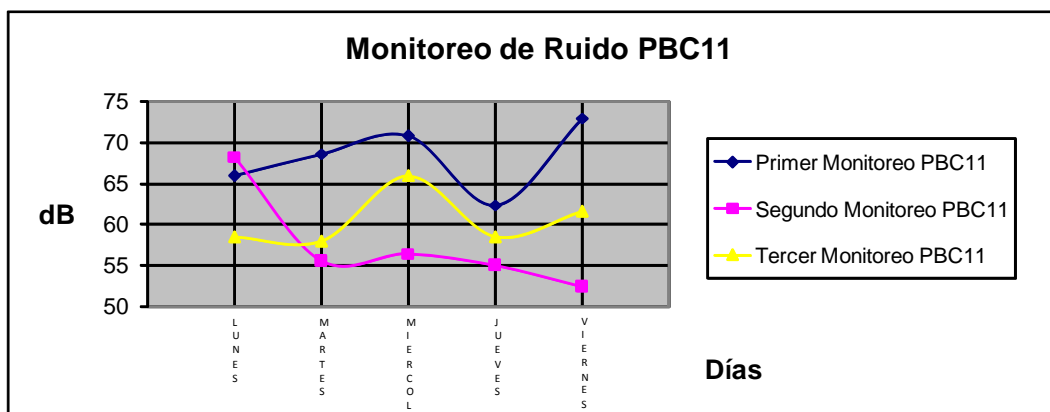


Gráfico 3.11 Datos de ruido: Límite Centro-Este

LÍMITE CENTRO-ESTE: Los valores correspondientes al primer monitoreo diario, registraron los datos más altos, ya que hubo mayor actividad de trabajo, mientras que durante el segundo período de monitoreo diario, no se registró ninguna actividad, a excepción del primer día donde hubo trabajos con la presencia de maquinaria pesada. Los valores sobre el tercer monitoreo diario, estuvieron bajo la influencia de maquinaria pesada, además de la actividad propia de la selva en horas de la noche.

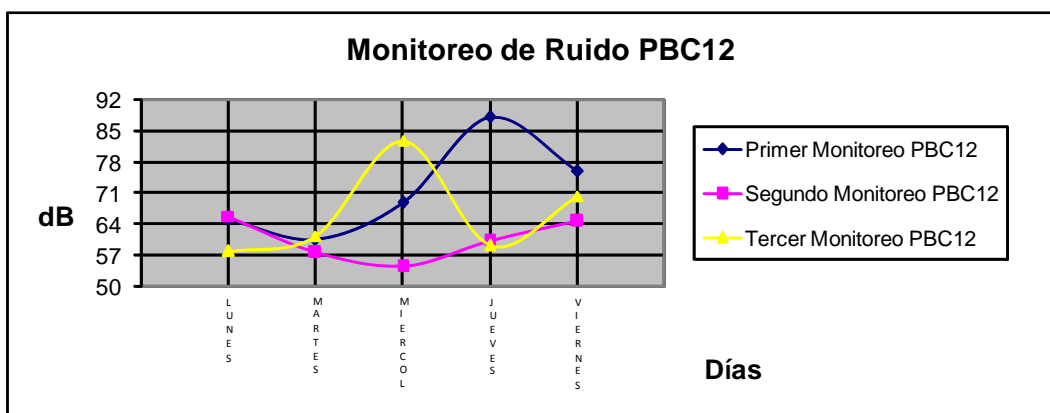


Gráfico 3.12 Datos de ruido: Límite Norte-Este

LÍMITE NORTE-ESTE: La mayor actividad se registró durante el primer monitoreo diario, a excepción del primer y segundo día de trabajo. En el segundo monitoreo del día, se tuvo la menor actividad en este punto, con valores dentro del rango 55 a 65 dBA. Durante el tercer monitoreo solamente se observó actividad de maquinaria pesada, en el tercer día de actividades, donde se obtuvo valores sobre los 80 dBA.

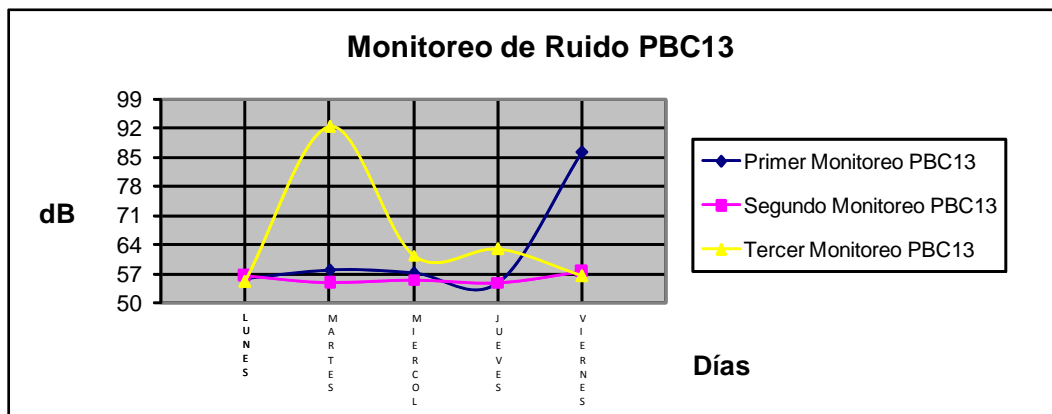


Gráfico 3.13 Datos de ruido: Bomba de agua

BOMBA DE AGUA: Los valores sobre este punto se mantuvieron constantes, mientras se encontraba sin operar la bomba o no había la presencia del helicóptero de carga, ya que los picos que presenta el gráfico durante el tercer monitoreo del segundo día de mediciones (92.4dBA) y el primer monitoreo del quinto día de mediciones (86.1dBA), corresponden a que la bomba de agua se encontraba encendida y hubo la presencia del helicóptero de carga.

3.1.6 Resultados Estadísticos

3.1.6.1 Metodología

El tratamiento de los resultados experimentales se hizo mediante la aplicación del Método de Hanssen, donde se calculan valores notables, valores persistentes, probabilidad de ocurrencia y finalmente la obtención de gráficas para analizar los resultados experimentales y los resultados calculados.

Algoritmo¹³

- Ordenar de forma descendente los valores obtenidos a partir de los resultados experimentales, de manera el dato mayor tenga la probabilidad de ocurrencia menor.

$$n1 > n2 > n3 > \dots > N$$

$$[C1] < [C2] > \dots > [CN]$$

Donde:

¹³ “Monitoreo de ruido existente en las plataformas petroleras dentro de la Reserva Biológica Limoncocha”, Paola Marcela Almeida Cepeda, Universidad Internacional SEK, Quito-Ecuador, 2003.

n = Número de orden del dato experimental

N = Número total de datos experimentales

$[C]$ = Valor del dato experimental

- Calcular la frecuencia mediante la siguiente ecuación:

$$F = n / (N+1)$$

Donde:

F = Frecuencia

n = número de orden del dato experimental

N = Número de datos experimentales

- Calcular la probabilidad de ocurrencia (P), con la siguiente ecuación:

$$P = F * 100$$

- Construir la siguiente tabla de datos discretos:

$[C]$	P
$[C1]$	$P1$
$[C2]$	$P2$
$C_{ni + 1}$	$P_{ni + 1}$

- Construir la gráfica de $[C]$ Vs. P
- Ajustar los resultados experimentales mediante Regresión Lineal.
- Calcular el coeficiente de correlación lineal mediante la siguiente ecuación:

$$r = m (S_x/S_y)$$

Donde:

r = Coeficiente de correlación lineal

m = Pendiente de la recta ajustada

S_x = Desviación estándar de P

S_y = Desviación estándar de $[C]$

El coeficiente de correlación lineal indica el grado de dispersión de los datos en la gráfica. El valor de r debe aproximarse a 1 con un rango mínimo de 0,8 para indicar que el ajuste de la recta es confiable, en caso contrario el método no es aplicable al parámetro que se quiere analizar.

- Calcular los datos empleando la ecuación de la recta ajustada.
- Calcular los valores de percentiles al 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, mediante la ecuación de la recta ajustada.

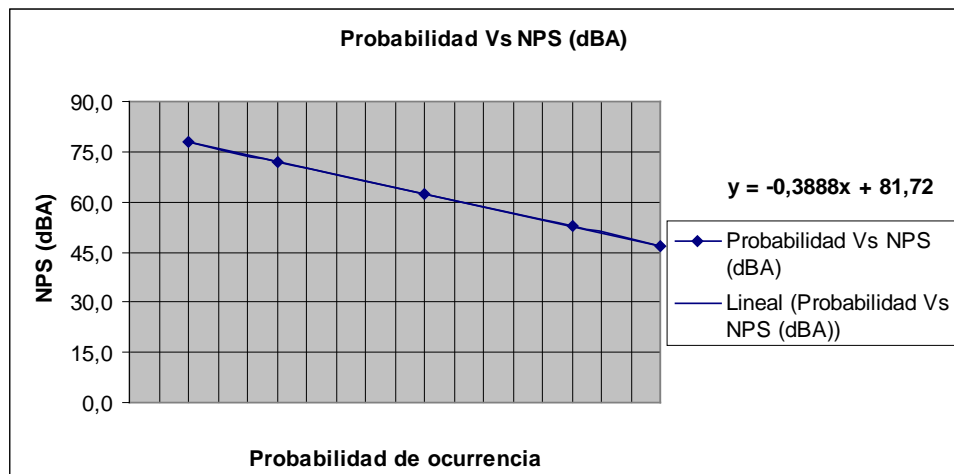
Ejemplo de cálculo:

1er monitoreo del día en el punto 13									
Número de Orden	Frecuencia	Probabilidad	valor promedio dBA	Pendiente m	Punto de Intersección b	Valores persistentes		valores notables	
							dBA		dBA
1	0,2	16,7	86,1	-0,3888	81,72	10	77,8	Max	86,1
2	0,3	33,3	57,8			25	72,0	Min	54,8
3	0,5	50,0	57,1			50	62,3	Promedio	62,3
4	0,7	66,7	55,6			75	52,6		
5	0,8	83,3	54,8			90	46,7		

Ecuación de la Recta:

$$R = 81.72 - 0.3888X$$

La gráfica de Probabilidad de Ocurrencia Vs. NPS queda de la siguiente manera:



3.1.6.2 Resultados estadísticos de ruido mediante el método de Hanssen

NIVELES DE RUIDO OBTENIDOS DURANTE EL PRIMER MONITOREO DIARIO								
PUNTO	VALORES PERSISTENTES (dBA)					VALORES NOTABLES (dBA)		
	P10	P25	P50	P75	P90	MÁXIMO	MINIMO	PROMEDIO
PBC01	86	80	71	62	56	91	62	71
PBC02	71	69	66	63	61	69	60	66
PBC03	91	87	81	75	71	96	76	81
PBC04	78	74	67	60	56	83	62	67
PBC05	75	73	70	67	65	75	66	70
PBC06	87	80	69	58	52	86	59	69
PBC07	77	74	69	65	62	77	65	69

PBC08	83	79	74	69	66	83	67	74
PBC09	84	79	72	64	60	87	65	72
PBC10	61	59	57	54	53	60	54	57
PBC11	74	72	68	64	62	73	62	68
PBC12	88	82	72	62	56	88	61	72
PBC13	78	72	62	53	47	86	55	62

Tabla 3.3 Datos estadísticos de ruido: Primer monitoreo diario

NIVELES DE RUIDO OBTENIDOS DURANTE EL SEGUNDO MONITOREO DIARIO								
PUNTO	VALORES PERSISTENTES (dBA)					VALORES NOTABLES (dBA)		
	P10	P25	P50	P75	P90	MÁXIMO	MINIMO	PROMEDIO
PBC01	70	68	66	64	63	71	64	66
PBC02	72	69	64	58	55	73	57	64
PBC03	78	77	76	75	74	78	74	76
PBC04	74	71	65	60	56	71	57	65
PBC05	84	79	70	61	56	77	51	70
PBC06	86	80	71	62	56	83	54	71
PBC07	83	78	70	62	57	83	60	70
PBC08	85	81	75	69	65	82	67	75
PBC09	81	78	73	68	65	81	66	73
PBC10	61	60	58	56	55	60	56	58
PBC11	65	62	57	52	49	68	52	57
PBC12	68	65	61	56	54	66	55	61
PBC13	57	57	56	55	54	57	55	56

Tabla 3.4 Datos estadísticos de ruido: Segundo monitoreo diario

NIVELES DE RUIDO OBTENIDOS DURANTE EL TERCER MONITOREO DIARIO								
PUNTO	VALORES PERSISTENTES (dBA)					VALORES NOTABLES (dBA)		
	P10	P25	P50	P75	P90	MÁXIMO	MINIMO	PROMEDIO
PBC01	69	66	62	57	55	67	56	62
PBC02	67	65	62	58	56	68	57	62
PBC03	78	78	77	76	76	78	76	77
PBC04	70	67	62	57	54	69	56	62
PBC05	76	71	63	55	50	72	53	63
PBC06	81	76	67	58	53	82	58	67
PBC07	78	73	65	56	51	75	53	65
PBC08	82	76	66	57	51	76	54	66

PBC09	75	71	65	58	54	73	57	65
PBC10	60	59	58	57	57	60	57	58
PBC11	65	63	60	58	56	66	58	60
PBC12	81	76	66	57	52	83	58	66
PBC13	85	78	66	53	46	92	55	66

Tabla 3.5 Datos estadísticos de ruido: Tercer monitoreo diario

3.1.6.3 Interpretación gráfica de los resultados estadísticos

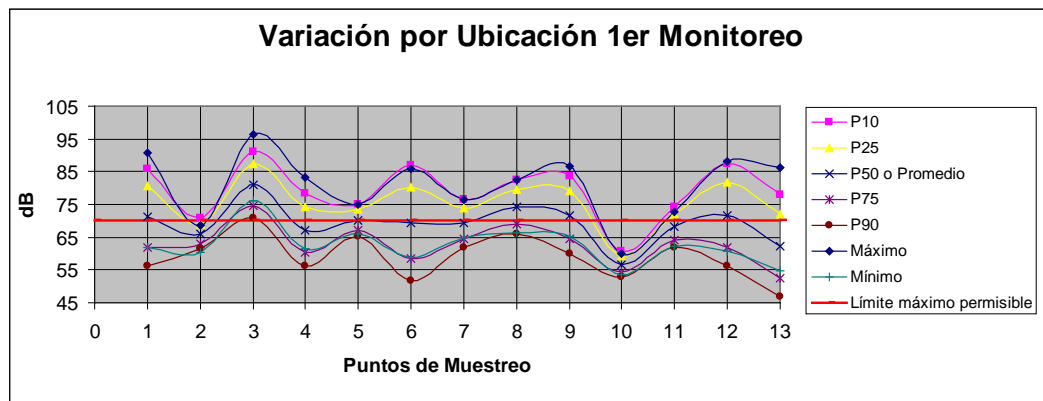


Gráfico 3.14 Análisis gráfico de resultados estadísticos: Primer monitoreo

En la gráfica 3.14 se identifican los valores persistentes de NPSeq, que se registraron en todos los puntos de muestreo, durante el primer monitoreo diario, registrando valores muy cambiantes por la presencia no constante de maquinaria pesada, especialmente y del helicóptero de carga. De igual manera, se puede observar que los valores promedio sobre cada punto de muestreo mantienen fluctuaciones sobre diferentes zonas, siendo el punto PBC10 el que registra los menores datos, y PBC03 los más altos por estar ante de la presencia del generador de electricidad. De acuerdo con la curva que representa al NPS máximo permisible por la legislación ecuatoriana, se puede observar que sobre el punto donde se ubica el generador eléctrico las mediciones siempre estuvieron por encima del límite, mientras que sobre el punto PBC 10 se obtuvieron valores menores a los 70 dBA que exige la norma.

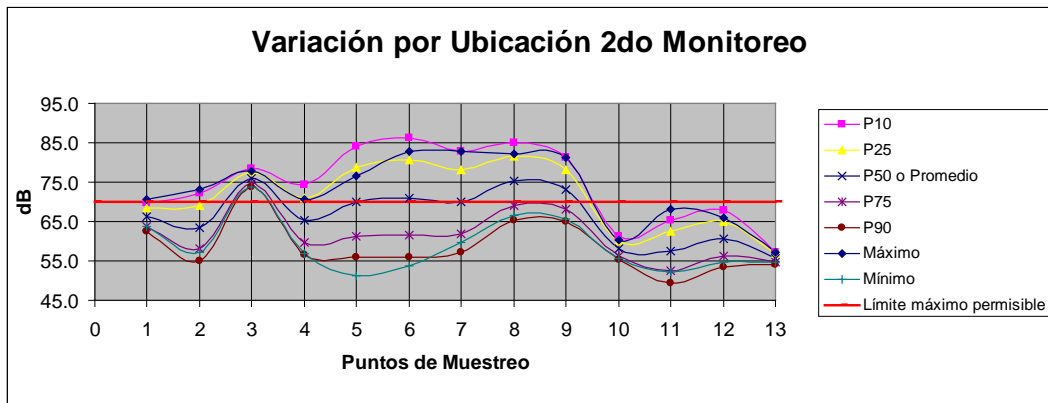


Gráfico 3.15 Análisis gráfico de resultados estadísticos: Segundo monitoreo

Durante el segundo monitoreo, sobre los puntos del PBC04 al PBC09 se registraron valores que tenían una fluctuación muy alta, sin embargo los valores promedios indican que el valor más alto (75.3dBA) fue tomado en el PBC08 y el más bajo (55.7dBA) en el PBC13. Durante este período de monitoreo el generador eléctrico sigue siendo el emisor de niveles de ruido que superan la norma mientras que en los puntos perimetrales del extremo este de la plataforma, siempre se mantuvieron dentro de parámetros.

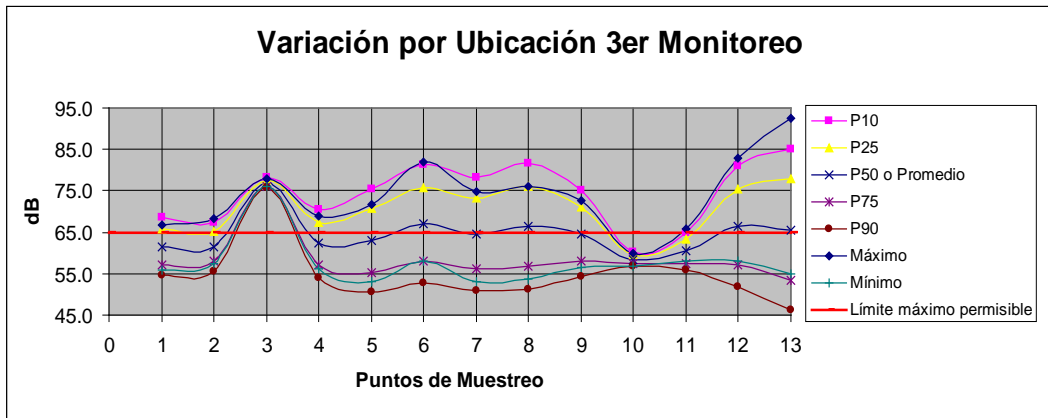


Gráfico 3.16 Análisis gráfico de resultados estadísticos: Tercer monitoreo

De igual manera se registró elevada variación en los datos registrados, sobre todos los puntos de monitoreo, a excepción del PBC03 y al PBC10 en donde se puede decir que sobre estos puntos se tuvieron los datos más altos y más bajos respectivamente, encontrándose PBC03 en los 76.9 dBA y PBC10 en 58.4 dBA. Se mantiene lo descrito en el primer monitoreo diario, donde el punto que ubica a el generador eléctrico las mediciones siempre estuvieron por encima del límite, mientras que sobre el punto PBC 10 se obtuvieron valores menores a los 70 dBA que exige la norma.

3.1.7 Correcciones de valores obtenidos mediante nivel de ruido de fondo

Los resultados obtenidos han sido sometidos a una corrección de acuerdo al ruido de fondo registrado, en cumplimiento a lo que establece el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA (TULAS) en el Libro VI, Anexo 5.

Corrección por nivel de ruido de fondo:

DIFERENCIA ARITMETICA ENTRE NPSeq DE LA FUENTE FIJA Y NPSeq DE RUIDO DE FONDO (dB A)	CORRECCIÓN
10 o mayor	0
De 6 a 9	-1
De 4 a 5	-2
3	-3
menor a 3	Medición nula

Tabla 3.6 Correcciones establecidas por la legislación ecuatoriana frente al ruido de fondo

3.1.7.1 Resultados obtenidos de la corrección respecto al ruido de fondo

Las tablas recopilan los valores obtenidos como valores promedio en los distintos períodos de monitoreo diario, sometidos a correcciones por ruido de fondo como exige la legislación ecuatoriana, dichos valores corregidos son aquellos resaltados en color:

PUNTO	DATOS DE RUIDO PRIMER MONITOREO DIARIO (dBA)			
	PROMEDIO	RUIDO DE FONDO	DIFERENCIA	VALOR CORREGIDO
PBC01	71	49	22	71
PBC02	66	49	17	66
PBC03	81	49	32	81
PBC04	67	49	18	67
PBC05	70	49	21	70
PBC06	69	49	20	69
PBC07	69	49	20	69
PBC08	74	49	25	74
PBC09	72	49	22	72
PBC10	57	49	7	56
PBC11	68	49	19	68
PBC12	72	49	22	72
PBC13	62	49	13	62

Tabla 3.7 Correcciones frente al ruido de fondo: Primer Monitoreo

PUNTO	DATOS DE RUIDO SEGUNDO MONITOREO DIARIO (dBA)			
	PROMEDIO	RUIDO DE FONDO	DIFERENCIA	VALOR CORREGIDO
PBC01	66	49	17	66
PBC02	64	49	14	64
PBC03	76	49	27	76
PBC04	65	49	16	65
PBC05	70	49	21	70
PBC06	71	49	22	71
PBC07	70	49	21	70
PBC08	75	49	26	75
PBC09	73	49	24	73
PBC10	58	49	9	57
PBC11	57	49	8	56
PBC12	61	49	11	61
PBC13	56	49	6	55

Tabla 3.8 Correcciones frente al ruido de fondo: Segundo Monitoreo

PUNTO	DATOS DE RUIDO TERCER MONITOREO DIARIO (dBA)			
	PROMEDIO	RUIDO DE FONDO	DIFERENCIA	VALOR CORREGIDO
PBC01	62	49	12	62
PBC02	62	49	12	62
PBC03	77	49	28	77
PBC04	62	49	13	62
PBC05	63	49	14	63
PBC06	67	49	18	67
PBC07	65	49	15	65
PBC08	66	49	17	66
PBC09	65	49	15	65
PBC10	58	49	9	57
PBC11	60	49	11	60
PBC12	66	49	17	66
PBC13	66	49	16	66

Tabla 3.9 Correcciones frente al ruido de fondo: Tercer Monitoreo

3.1.7.2 Representación gráfica

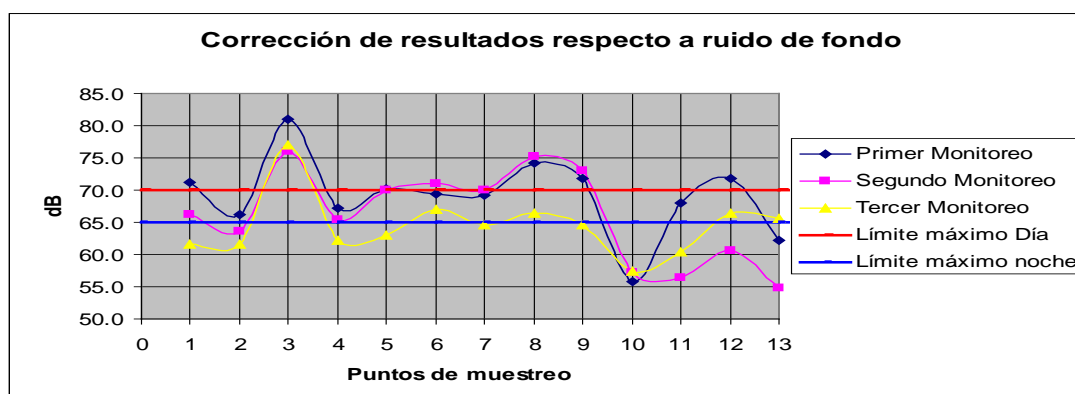


Gráfico 3.17 Análisis gráfico de resultados corregidos frente al ruido de fondo

El punto PBC10 presentó valores más bajos y fue donde se tuvieron que hacer correcciones de acuerdo al ruido registrado como de fondo, de igual manera durante los tres períodos de monitoreo se mantuvo por debajo del límite máximo permisible que exige la legislación ecuatoriana, el dato más alto sobre este punto se obtuvo durante el tercer monitoreo diario, por estar bajo la influencia de mayor actividad de la selva y por estar ubicado en un lado periférico de la plataforma. En el tercer monitoreo diario fue donde se tuvieron que hacer mayores correcciones de los valores respecto a ruido de fondo, específicamente sobre PBC 10, 11, 13, ya que se tuvieron datos relativamente bajos y muy cercanos al valor de fondo. El dato más alto, fue obtenido durante el primer monitoreo diario en el área del generador eléctrico (80.9dBA), mientras que el más bajo fue tomado durante el segundo período de mediciones pero esta vez sobre PBC13 (54.7dBA). El generador eléctrico es el punto donde se tuvo niveles fuera de parámetros durante los tres monitoreos diarios. El período de actividades que comprendía el primer monitoreo diario, es el momento más crítico de ocurrencia de NPS superiores a los establecidos en la norma

3.1.8 Registro de valores finales de ruido respecto a límites permisibles

Los siguientes datos corresponden a valores finales, corregidos respecto a ruido de fondo y comparados con los límites permisibles de NPSeq, amparados en la legislación ecuatoriana, bajo criterio de ruido ambiental y considerando el uso de suelo como industrial. La legislación exige, como se indicó anteriormente, un máximo de 70 dBA

para áreas industriales desde las 06:00 hasta las 20:00 y un valor límite de 65 dBA entre las 20:00 y las 06:00.

3.1.8.1 Datos de ruido durante la fase constructiva. Primer Monitoreo

Formato de Mediciones de Ruido – Ambiental								
Responsable: ALEX PROAÑO Proyecto: Fase Constructiva								
PRIMER MONITOREO								
Muestra	Fecha (m/d/a)	Ruido Promedio Corregido (dBA)	Fuentes de Ruido	Ubicación PSAD 1956		Límite Permisible (dB) SUMA Anexo 5	Cumple (*)	
				X	Y		Si	No
PBC01	02/14/06	71	MOVIL	327432	9936564	70		X
PBC02	02/14/06	66	MOVIL	327389	9936577	70	X	
PBC03	02/14/06	81	FIJA	327392	9936591	70		X
PBC04	02/14/06	67	MOVIL	327381	9936623	70	X	
PBC05	02/14/06	70	MOVIL	327422	9936648	70		X
PBC06	02/14/06	69	FIJA	327422	9936672	70	X	
PBC07	02/14/06	69	FIJA	327459	9936661	70	X	
PBC08	02/14/06	74	MOVIL	327447	9936648	70		X
PBC09	02/14/06	72	MOVIL	327444	9936581	70		X
PBC10	02/14/06	56	MOVIL	327465	9936559	70	X	
PBC11	02/14/06	68	MOVIL	327478	9936595	70	X	
PBC12	02/14/06	72	MOVIL	327477	9936654	70		X
PBC13	02/14/06	62	FIJA	327510	9936675	70	X	

3.1.8.2 Datos de ruido durante la fase constructiva. Segundo Monitoreo

Formato de Mediciones de Ruido – Ambiental								
Responsable: ALEX PROAÑO Proyecto Fase Constructiva								
SEGUNDO MONITOREO								
Muestra	Fecha (m/d/a)	Ruido Promedio Corregido (dBA)	Fuentes de Ruido	Ubicación PSAD 1956		Límite Permisible (dB) SUMA Anexo 5	Cumple (*)	
				X	Y		Si	No
PBC01	02/14/06	66	MOVIL	327432	9936564	70	X	
PBC02	02/14/06	64	MOVIL	327389	9936577	70	X	
PBC03	02/14/06	76	FIJA	327392	9936591	70		X
PBC04	02/14/06	65	MOVIL	327381	9936623	70	X	
PBC05	02/14/06	70	MOVIL	327422	9936648	70	X	
PBC06	02/14/06	71	FIJA	327422	9936672	70		X

Formato de Mediciones de Ruido – Ambiental								
Responsable: ALEX PROAÑO								
Proyecto Fase Constructiva								
SEGUNDO MONITOREO								
Muestra	Fecha (m/d/a)	Ruido Promedio Corregido (dBA)	Fuentes de Ruido	Ubicación PSAD 1956		Límite Permisible (dB) SUMA Anexo 5	Cumple (*)	
				X	Y		Si	No
PBC07	02/14/06	70	FIJA	327459	9936661	70	X	
PBC08	02/14/06	75	MOVIL	327447	9936648	70		X
PBC09	02/14/06	73	MOVIL	327444	9936581	70		X
PBC10	02/14/06	57	MOVIL	327465	9936559	70	X	
PBC11	02/14/06	57	MOVIL	327478	9936595	70	X	
PBC12	02/14/06	61	MOVIL	327477	9936654	70	X	
PBC13	02/14/06	55	FIJA	327510	9936675	70	X	

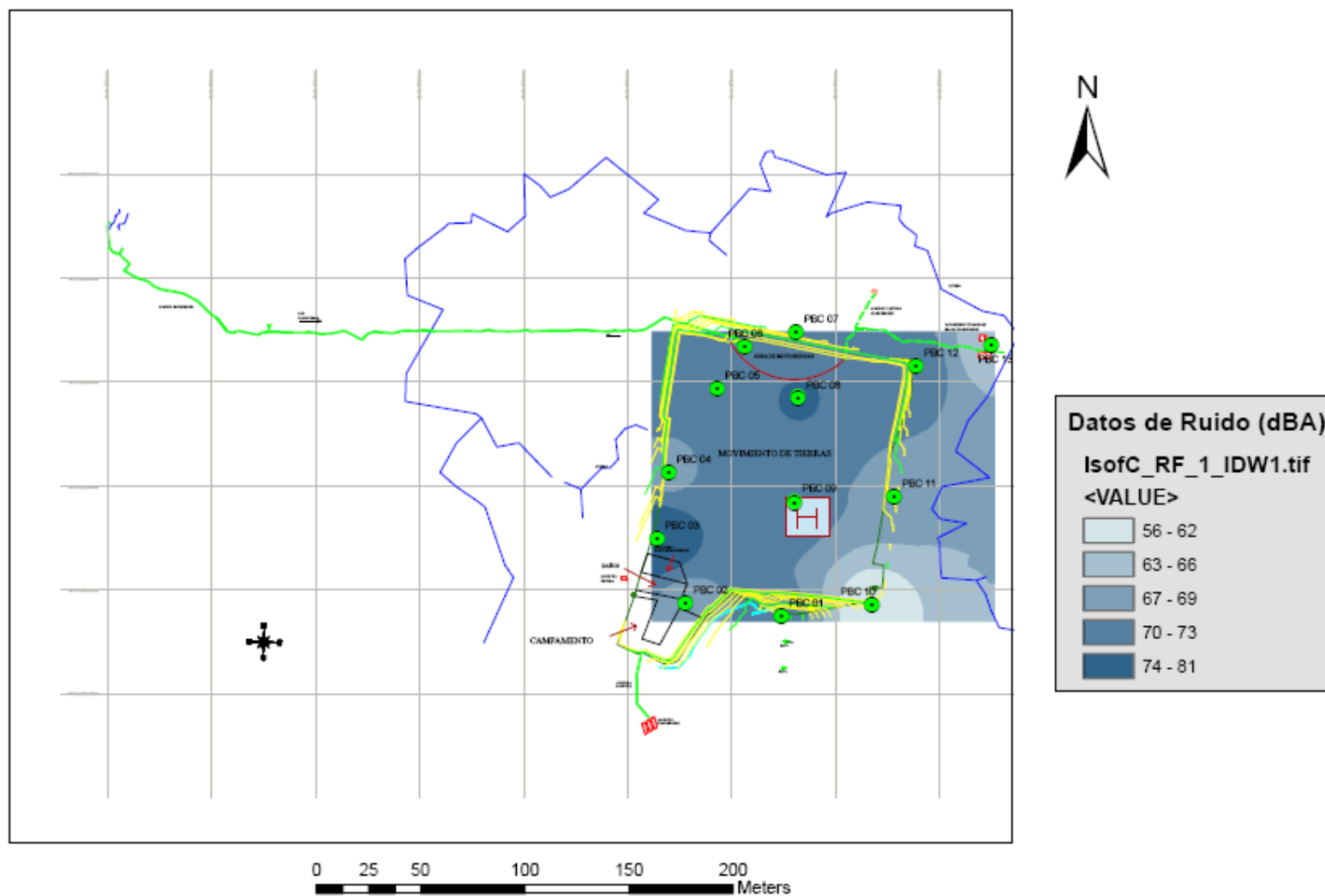
3.1.8.3 Datos de ruido durante la fase constructiva. Tercer Monitoreo

Formato de Mediciones de Ruido – Ambiental								
Responsable: ALEX PROAÑO								
Proyecto: Fase Constructiva								
TERCER MONITOREO								
Muestra	Fecha (m/d/a)	Ruido Promedio Corregido (dBA)	Fuentes de Ruido	Ubicación PSAD 1956		Límite Permisible (dB) SUMA Anexo 5	Cumple (*)	
				X	Y		Si	No
PBC01	02/14/06	62	MOVIL	327432	9936564	65	X	
PBC02	02/14/06	62	MOVIL	327389	9936577	65	X	
PBC03	02/14/06	77	FIJA	327392	9936591	65		X
PBC04	02/14/06	62	MOVIL	327381	9936623	65	X	
PBC05	02/14/06	63	MOVIL	327422	9936648	65	X	
PBC06	02/14/06	67	FIJA	327422	9936672	65		X
PBC07	02/14/06	65	FIJA	327459	9936661	65	X	
PBC08	02/14/06	67	MOVIL	327447	9936648	65		X
PBC09	02/14/06	65	MOVIL	327444	9936581	65	X	
PBC10	02/14/06	57	MOVIL	327465	9936559	65	X	
PBC11	02/14/06	60	MOVIL	327478	9936595	65	X	
PBC12	02/14/06	66	MOVIL	327477	9936654	65		X
PBC13	02/14/06	66	FIJA	327510	9936675	65		X

3.1.9 Mapas de Isófonas: Datos promedio corregidos frente a ruido de fondo

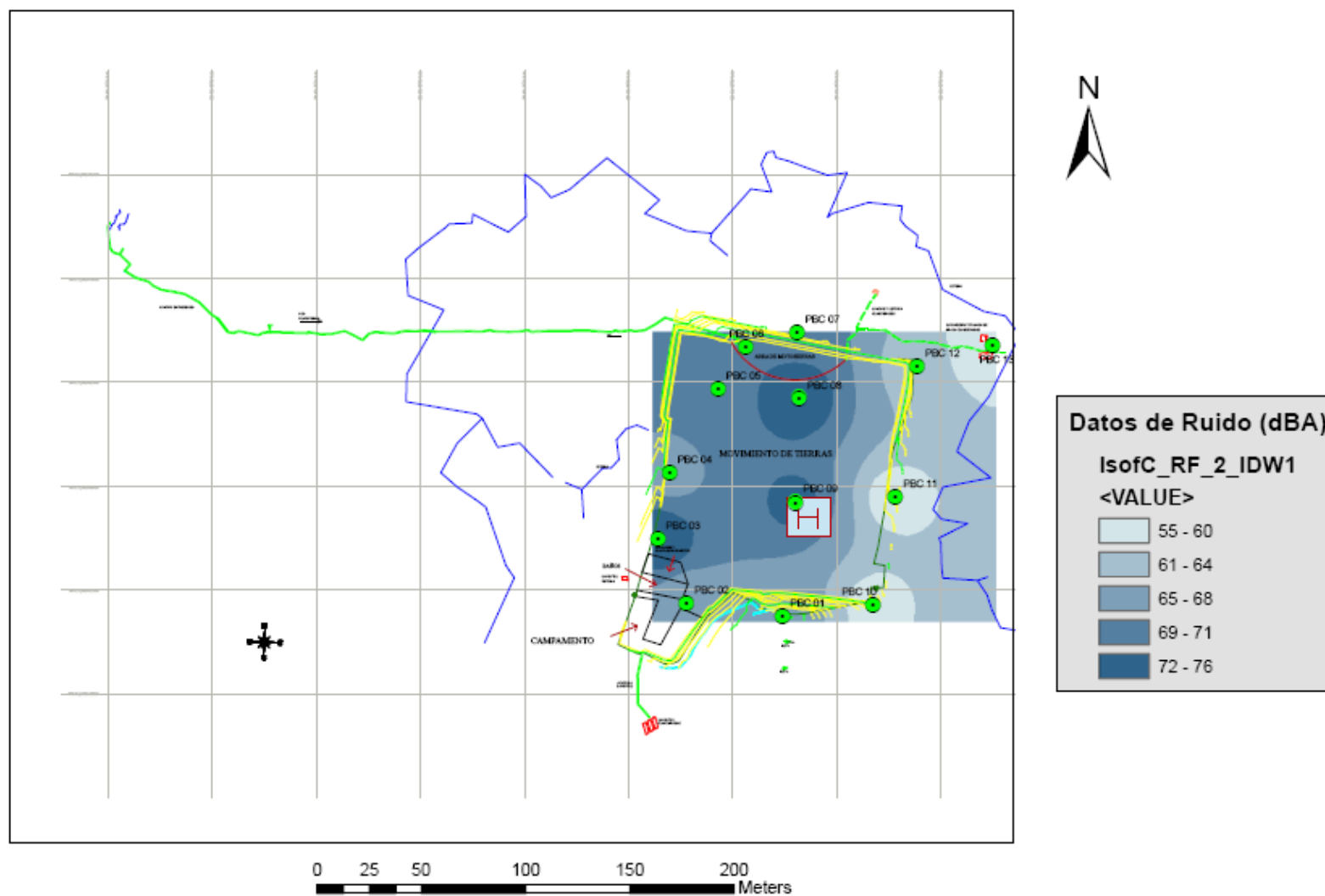
3.1.9.1 Mapa de isófonas del primer monitoreo diario

PLANO DE IMPLANTACIÓN BATATA II Fase Constructiva - Primer Monitoreo



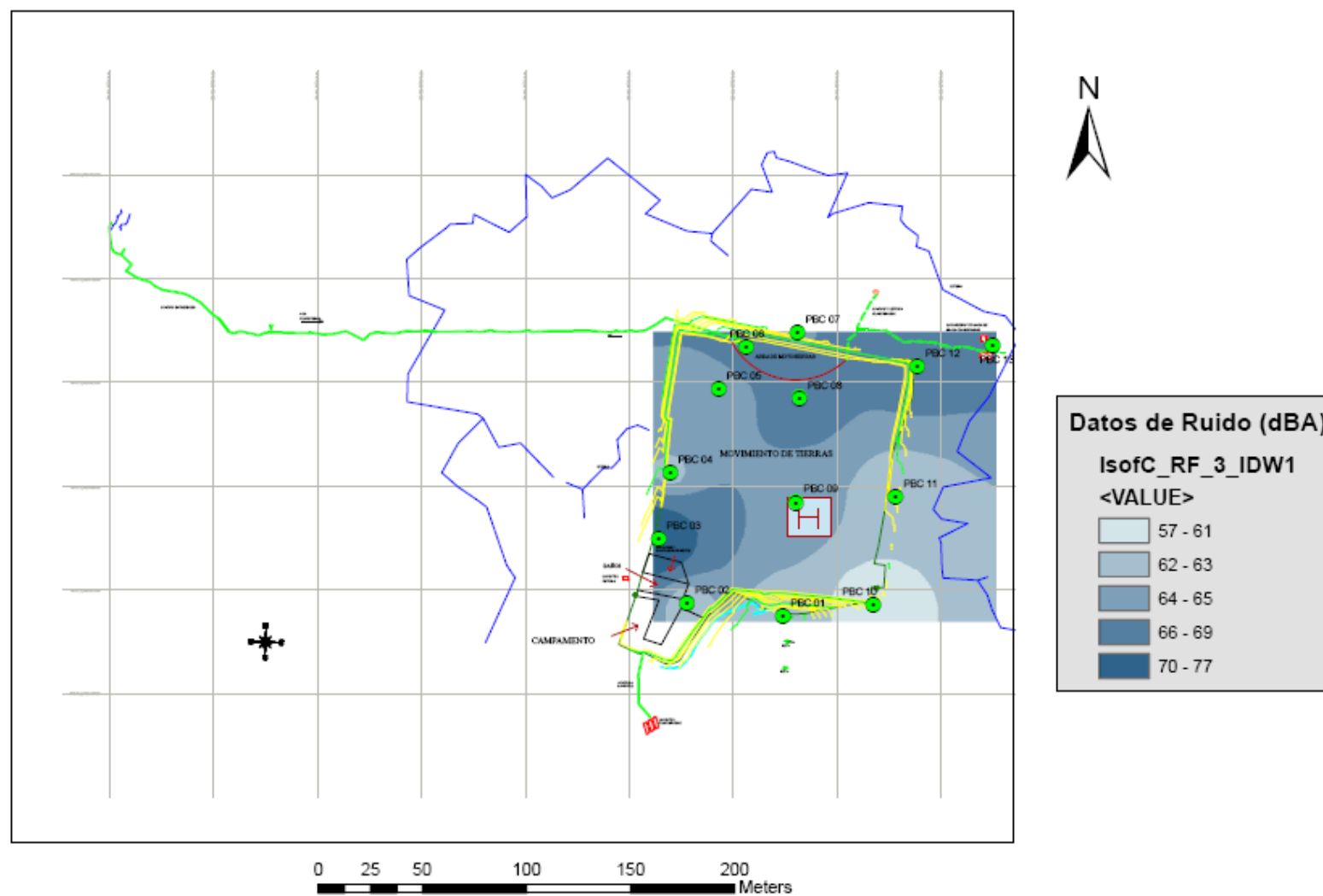
3.1.9.2 Mapa de isófonas del segundo monitoreo diario

PLANO DE IMPLANTACIÓN BATATA II Fase Constructiva - Segundo Monitoreo



3.1.9.3 Mapa de isófonas del tercer monitoreo diario

PLANO DE IMPLANTACIÓN BATATA II Fase Constructiva - Tercer Monitoreo



3.2 Fase de perforación exploratoria

3.2.1 Alcance

Se buscó determinar los niveles de ruido medidos en decibeles (dBA), mediante el uso de un sonómetro como instrumento de medición, para lo cual se establecieron 20 puntos de monitoreo, ubicados tanto alrededor de la plataforma, como en la parte interior y en la parte externa de la misma. Posteriormente se realizó un análisis estadístico de esos datos y una corrección con respecto al ruido de fondo o ruido ambiental. Se buscó, también tener una idea clara de la dispersión del ruido en la plataforma y fuera de ella plasmando los resultados en un mapa de isófonas. Con esto se verificó las zonas más críticas de la incidencia de ruido, ya sea sobre el personal que se desenvuelve dentro de la plataforma así como también el impacto generado en el ambiente que rodea la instalación.

A diferencia de la fase anteriormente analizada, la presencia del helicóptero se redujo notablemente, ya que no existía la necesidad de mantener la misma cantidad de vuelos hacia la plataforma. La presencia de potentes generadores de electricidad, así también del taladro de perforación, se volvieron las zonas más críticas de generación de ruido, como se pudo identificar más adelante.

3.2.2 Descripción de actividades

La segunda salida de campo se realizó con la finalidad de monitorear los niveles de ruido generados durante la fase de perforación exploratoria, durante el período de el 26 de octubre al 2 de noviembre del 2006, realizándose mediciones diarias durante tres períodos: mañana, tarde y noche, en 20 puntos de muestreo.

3.2.3 Metodología

3.2.3.1 Medición de los niveles de ruido¹⁴

- Determinación de los puntos de muestreo haciendo referencia prioritaria al taladro de perforación y las zonas donde se generó la mayor cantidad de ruido durante la

¹⁴ Metodología basada en el monitoreo de ruido industrial en la Casa de Generadores “Estación FANNY Generación” de Andes Petroleum Company Limited.

operación, también en las áreas periféricas para tener un mejor análisis de la dispersión del sonido. Cabe recalcar que todos los puntos de muestreo debieron estar ubicados libres de cualquier barrera acústica que pueda reflejar el sonido al equipo de medición con al menos 3,5 m de distancia.

- El sonómetro tuvo que ser ubicado entre 1 m y 1,5 m del suelo, formando un ángulo de 45° con respecto a la horizontal y alejado al menos 3,5 m de objetos que pudieran reflejar el sonido al equipo, como se señaló anteriormente. La persona que realizó las mediciones tuvo que estar en completo silencio y en posición estática, para no alterar los datos. El equipo utilizado para las mediciones de ruido durante esta fase del proyecto, obtuvo valores enteros, a diferencia del utilizado en la fase anterior.
- Se mantuvo al equipo con los respectivos accesorios de protección siempre y cuando fue necesario, de acuerdo a las condiciones meteorológicas en el momento de la medición.
- Se efectuó la calibración del sonómetro previo a cualquier medición.
- Cada medición consistió en la obtención de cuatro mediciones en cada punto, con respecto a los cuatro puntos cardinales, siempre prefiriendo las medidas de los niveles sonoros continuos. El equipo se dispuso para mediciones en respuesta lenta y ponderación “A”.
- Se registró los datos de las cuatro mediciones de cada punto y las observaciones de cada medición en la libreta de campo.

3.2.3.2 Determinación de datos experimentales

- Se ingresó en el software los datos obtenidos registrando la hora de inicio de cada ronda de mediciones e identificando el día y la fecha a la que perteneció esa medición.
- De las cuatro mediciones obtenidas para cada punto de muestreo, se determinó el valor máximo, mínimo y promedio.

3.2.3.3 Análisis estadístico de los datos experimentales

- Con el valor promedio de cada medición, se realizó un análisis estadístico mediante el método de Hanssen, para determinar los valores persistentes: en los percentiles 10, 25, 50, 75, 90 y los valores notables: máximo, mínimo y promedio.

- Se establecieron curvas del comportamiento del ruido de acuerdo al análisis estadístico.

3.2.3.4 Correcciones de los datos con respecto a ruido de fondo

- De los datos promedio obtenidos en el análisis estadístico se realizó una corrección de acuerdo al dato obtenido como ruido de fondo, que se obtuvo al momento en que no se presentó ningún tipo de actividad ajena al ambiente de la zona.
- Este dato se obtuvo en Febrero del 2006, durante la fase constructiva del proyecto en un momento donde no se registró ningún tipo de actividad de trabajo

3.2.3.5 Equipos y materiales

Materiales de Trabajo:

- Libreta de campo
- Baterías para el equipo de medición y GPS
- Equipo de protección personal

Equipos de Trabajo:

- Equipo calibrado “sonómetro”
- GPS
Magellan Map 330
- Cámara Fotográfica
Olympus
- Flexómetro

3.2.4 Puntos de muestreo

Para la realización del monitoreo de ruido durante esta fase del proyecto se determinaron 20 puntos, que fueron denominados con las siglas PBT (Punto Batata II Taladro) detallados en el mapa de implantación de la Fase de Perforación Exploratoria, Anexo 5.2. Listados a continuación:

PUNTOS DE MUESTREO (COORDENADAS UTM)				
PUNTOS	X	Y	COTA (m)	UBICACIÓN
PBT 01	327452	9936571	295	Área de Generadores
PBT 02	327412	9936582	290	Campamento
PBT 03	327397	9936589	283	Punto de encuentro
PBT 04	327385	9936609	277	Separadores API No 3 y 4
PBT 05	327391	9936636	276	Piscina de Lodos
PBT 06	327398	9936664	294	Planta de tratamiento Aguas Residuales
PBT 07	327413	9936651	311	Helipuerto
PBT 08	327438	9936656	309	Extremo Norte-Centro de la Plataforma
PBT 09	327445	9936611	282	Taladro de Perforación
PBT 10	327461	9936579	306	Extremo Sur-este
PBT 11	327485	9936607	295	Minicamp
PBT 12	327477	9936651	292	Extremo Norte-este
PBT 13	327500	9936675	269	Exteriores- Norte-este
PBT 14	327455	9936678	275	Exteriores-Norte-Centro de la Plataforma
PBT 15	327373	9936681	280	Exteriores- Norte-oeste
PBT 16	327251	9936678	277	Puente de río, dirección a la Bomba de Agua
PBT 17	327189	9936694	267	Bomba Back up
PBT 18	327118	9936715	261	Bomba de Agua
PBT 19	327114	9936733	253	Represa
PBT 20	327368	9936537	278	Extremo Sur-oeste

Tabla 3.10 Puntos de Muestreo: Fase de perforación exploratoria

3.2.5 Resultados Experimentales

3.2.5.1 Datos Experimentales

PUNTOS	VIERNES 27-10-06			SABADO 28-10-06			DOMINGO 29-10-06			LUNES 30-10-06			MARTES 31-10-06		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
PBT 01	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	97	97	97	97	97	97	98	97	97	96	96	97	97	97	98
E	97	96	96	96	97	97	97	97	97	97	95	97	96	96	97
S	96	95	95	95	96	96	96	95	96	95	95	95	95	95	96
O	96	96	96	97	97	97	97	98	97	96	95	97	96	96	97
PROMEDIO	97	96	96	96	97	97	97	97	97	96	95	97	96	96	97
MAXIMO	97	97	97	97	97	97	98	98	97	97	96	97	97	97	98
MINIMO	96	95	95	95	96	96	96	95	96	95	95	95	95	95	96
PBT 02	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	79	75	79	80	81	82	83	78	83	81	80	82	78	93	82
E	81	76	78	83	81	82	84	79	83	80	82	83	79	96	82
S	81	78	81	82	81	80	82	78	82	78	80	80	78	96	81
O	78	75	76	78	76	78	80	77	80	78	79	79	76	98	81
PROMEDIO	80	76	79	81	80	81	82	78	82	79	80	81	78	96	82
MAXIMO	81	78	81	83	81	82	84	79	83	81	82	83	79	98	82
MINIMO	78	75	76	78	76	78	80	77	80	78	79	79	76	93	81

PBT 03	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	71	68	71	72	71	71	72	71	73	71	71	72	72	94	71
E	72	69	72	71	72	73	74	72	73	72	73	73	73	93	72
S	71	73	72	72	72	73	74	71	73	71	72	73	73	89	72
O	71	69	70	71	70	72	72	69	71	69	71	71	71	87	70
PROMEDIO	71	70	71	72	71	72	73	71	73	71	72	72	72	91	71
MAXIMO	72	73	72	72	72	73	74	72	73	72	73	73	73	94	72
MINIMO	71	68	70	71	70	71	72	69	71	69	71	71	71	87	70
PBT 04	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	76	75	75	76	74	75	75	74	75	81	72	74	73	73	74
E	76	74	75	75	75	75	76	73	75	74	72	74	73	73	73
S	75	73	72	74	74	73	73	70	73	80	71	73	72	71	72
O	73	72	73	74	71	72	72	72	72	74	69	70	71	71	72
PROMEDIO	75	74	74	75	74	74	74	72	74	77	71	73	72	72	73
MAXIMO	76	75	75	76	75	75	76	74	75	81	72	74	73	73	74
MINIMO	73	72	72	74	71	72	72	70	72	74	69	70	71	71	72
PBT 05	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	76	75	75	74	74	72	73	73	72	74	71	74	73	73	75
E	91	76	77	75	75	73	74	74	73	75	72	75	74	74	76
S	88	75	75	74	74	73	73	73	73	75	71	75	73	74	75
O	75	73	73	73	72	71	72	72	71	73	70	72	71	72	73
PROMEDIO	83	75	75	74	74	72	73	73	72	74	71	74	73	73	75
MAXIMO	91	76	77	75	75	73	74	74	73	75	72	75	74	74	76
MINIMO	75	73	73	73	72	71	72	72	71	73	70	72	71	72	73

PBT 06	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	80	80	82	81	82	81	78	80	80	79	80	80	81	82	82
E	81	77	78	79	78	78	77	77	78	77	77	79	80	80	80
S	78	76	78	77	77	76	76	77	77	77	76	77	79	79	79
O	79	78	80	80	80	79	78	79	79	78	79	79	81	80	80
PROMEDIO	80	78	80	79	79	79	77	78	79	78	78	79	80	80	80
MAXIMO	81	80	82	81	82	81	78	80	80	79	80	80	81	82	82
MINIMO	78	76	78	77	77	76	76	77	77	77	76	77	79	79	79
PBT 07	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	73	71	74	99	74	73	74	74	73	71	72	72	74	75	74
E	74	72	74	100	75	74	76	75	74	72	73	74	75	77	76
S	75	73	74	98	76	75	77	77	75	73	74	74	76	78	77
O	75	73	75	93	76	74	76	75	75	72	73	74	75	77	75
PROMEDIO	74	72	74	98	75	74	76	75	74	72	73	74	75	77	76
MAXIMO	75	73	75	100	76	75	77	77	75	73	74	74	76	78	77
MINIMO	73	71	74	93	74	73	74	74	73	71	72	72	74	75	74
PBT 08	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	74	72	73	71	72	72	75	76	71	70	69	72	73	72	73
E	77	75	75	74	75	75	78	77	74	73	74	75	75	75	75
S	77	76	76	75	76	76	77	76	75	74	74	75	76	76	79
O	76	75	76	74	75	75	76	75	74	73	73	75	75	75	78
PROMEDIO	76	75	75	74	75	75	77	76	74	73	73	74	75	75	76
MAXIMO	77	76	76	75	76	76	78	77	75	74	74	75	76	76	79
MINIMO	74	72	73	71	72	72	75	75	71	70	69	72	73	72	73

PBT 09	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	85	83	81	84	82	80	96	86	79	87	83	78	91	88	85
E	84	88	81	86	80	81	96	84	80	88	82	82	91	84	87
S	88	83	82	90	82	80	98	88	81	90	83	86	92	86	89
O	87	95	82	83	83	80	95	85	80	85	86	86	92	84	87
PROMEDIO	86	87	82	86	82	80	96	86	80	88	84	83	92	86	87
MAXIMO	88	95	82	90	83	81	98	88	81	90	86	86	92	88	89
MINIMO	84	83	81	83	80	80	95	84	79	85	82	78	91	84	85
PBT 10	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	78	77	80	79	78	78	80	77	78	76	78	78	78	77	77
E	76	75	78	76	77	77	79	77	78	74	76	78	76	75	75
S	80	77	78	79	78	79	81	79	80	76	76	79	77	77	77
O	79	78	80	80	79	80	81	80	81	77	77	81	79	78	79
PROMEDIO	78	77	79	79	78	79	80	78	79	76	77	79	78	77	77
MAXIMO	80	78	80	80	79	80	81	80	81	77	78	81	79	78	79
MINIMO	76	75	78	76	77	77	79	77	78	74	76	78	76	75	75
PBT 11	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	69	70	72	74	73	69	75	75	74	70	68	73	68	76	71
E	67	68	70	74	69	69	73	73	73	71	68	70	71	79	70
S	69	67	70	74	70	71	72	72	72	71	69	72	71	82	71
O	70	67	73	75	72	70	75	74	74	73	68	73	70	81	70
PROMEDIO	69	68	71	74	71	70	74	74	73	71	68	72	70	80	71
MAXIMO	70	70	73	75	73	71	75	75	74	73	69	73	71	82	71
MINIMO	67	67	70	74	69	69	72	72	72	70	68	70	68	76	70

PBT 12	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	65	67	68	74	68	71	72	70	72	69	67	68	78	69	74
E	67	67	69	71	69	70	73	74	74	71	67	68	75	70	74
S	68	68	69	74	69	71	73	74	73	71	68	70	77	70	76
O	67	68	69	75	70	72	74	73	74	68	71	70	79	70	76
PROMEDIO	67	68	69	74	69	71	73	73	73	70	68	69	77	70	75
MAXIMO	68	68	69	75	70	72	74	74	74	71	71	70	79	70	76
MINIMO	65	67	68	71	68	70	72	70	72	68	67	68	75	69	74
PBT 13	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	57	57	59	61	57	60	61	62	63	57	56	59	61	60	60
E	58	57	60	59	58	60	60	62	64	57	56	60	60	58	61
S	59	56	59	60	58	60	61	63	63	56	57	59	60	58	60
O	58	57	59	59	57	59	61	61	63	57	59	60	60	58	60
PROMEDIO	58	57	59	60	58	60	61	62	63	57	57	60	60	59	60
MAXIMO	59	57	60	61	58	60	61	63	64	57	59	60	61	60	61
MINIMO	57	56	59	59	57	59	60	61	63	56	56	59	60	58	60
PBT 14	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	69	61	62	65	62	67	66	67	67	75	61	64	63	63	67
E	70	60	62	66	63	69	67	68	68	65	61	64	62	62	67
S	68	61	62	66	63	70	66	69	67	65	62	64	62	63	67
O	69	61	63	65	62	68	66	69	67	71	64	64	63	63	65
PROMEDIO	69	61	62	66	63	69	66	68	67	69	62	64	63	63	67
MAXIMO	70	61	63	66	63	70	67	69	68	75	64	64	63	63	67
MINIMO	68	60	62	65	62	67	66	67	67	65	61	64	62	62	65

PBT 15	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	62	62	63	63	62	64	63	63	65	62	61	64	65	63	64
E	63	62	65	63	62	64	63	63	64	62	61	64	65	63	64
S	63	62	64	63	63	64	63	63	65	62	61	65	65	64	65
O	62	61	63	63	62	63	62	62	64	61	61	64	65	63	64
PROMEDIO	63	62	64	63	62	64	63	63	65	62	61	64	65	63	64
MAXIMO	63	62	65	63	63	64	63	63	65	62	61	65	65	64	65
MINIMO	62	61	63	63	62	63	62	62	64	61	61	64	65	63	64
PBT 16	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	57	58	61	53	56	61	58	59	62	57	57	62	65	56	62
E	58	59	62	52	57	62	59	59	62	58	58	62	65	57	62
S	59	58	62	53	56	62	59	59	63	57	57	62	65	57	63
O	58	58	62	52	55	61	58	57	62	56	57	62	65	56	62
PROMEDIO	58	58	62	53	56	62	59	59	62	57	57	62	65	57	62
MAXIMO	59	59	62	53	57	62	59	59	63	58	58	62	65	57	63
MINIMO	57	58	61	52	55	61	58	57	62	56	57	62	65	56	62
PBT 17	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	55	57	60	52	52	60	55	54	63	55	55	61	66	54	63
E	53	57	61	53	54	60	56	57	62	54	58	61	66	54	61
S	54	56	59	51	53	60	56	53	61	54	54	60	65	52	62
O	53	57	61	52	52	59	55	54	62	54	57	62	66	52	62
PROMEDIO	54	57	60	52	53	60	56	55	62	54	56	61	66	53	62
MAXIMO	55	57	61	53	54	60	56	57	63	55	58	62	66	54	63
MINIMO	53	56	59	51	52	59	55	53	61	54	54	60	65	52	61

PBT 18	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	77	59	60	72	55	61	75	75	62	75	76	62	78	56	61
E	79	59	60	73	53	62	78	78	62	77	79	62	79	55	62
S	82	57	59	77	53	61	82	80	61	79	82	61	82	55	60
O	81	56	60	75	54	61	80	79	62	79	80	62	80	56	61
PROMEDIO	80	58	60	74	54	61	79	78	62	78	79	62	80	56	61
MAXIMO	82	59	60	77	55	62	82	80	62	79	82	62	82	56	62
MINIMO	77	56	59	72	53	61	75	75	61	75	76	61	78	55	60
PBT 19	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	64	59	62	63	59	65	75	65	64	65	64	64	68	65	66
E	67	59	62	64	58	64	77	66	65	67	67	63	69	64	66
S	67	55	61	63	55	63	74	65	63	66	67	62	70	60	63
O	65	56	61	62	56	63	73	64	63	69	64	63	69	63	65
PROMEDIO	66	57	62	63	57	64	75	65	64	67	66	63	69	63	65
MAXIMO	67	59	62	64	59	65	77	66	65	69	67	64	70	65	66
MINIMO	64	55	61	62	55	63	73	64	63	65	64	62	68	60	63
PBT 20	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
N	64	66	66	77	65	67	71	68	67	63	65	66	71	65	66
E	64	67	66	76	64	66	72	68	66	63	63	66	68	65	66
S	64	67	65	75	65	66	73	67	66	63	63	66	68	65	66
O	64	66	65	79	65	67	73	68	67	63	64	66	67	66	65
PROMEDIO	64	67	66	77	65	67	72	68	67	63	64	66	69	65	66
MAXIMO	64	67	66	79	65	67	73	68	67	63	65	66	71	66	66
MINIMO	64	66	65	75	64	66	71	67	66	63	63	66	67	65	65

Tabla 3.11 Datos experimentales de ruido durante la fase de perforación exploratoria

3.2.5.2 Interpretación gráfica de datos experimentales

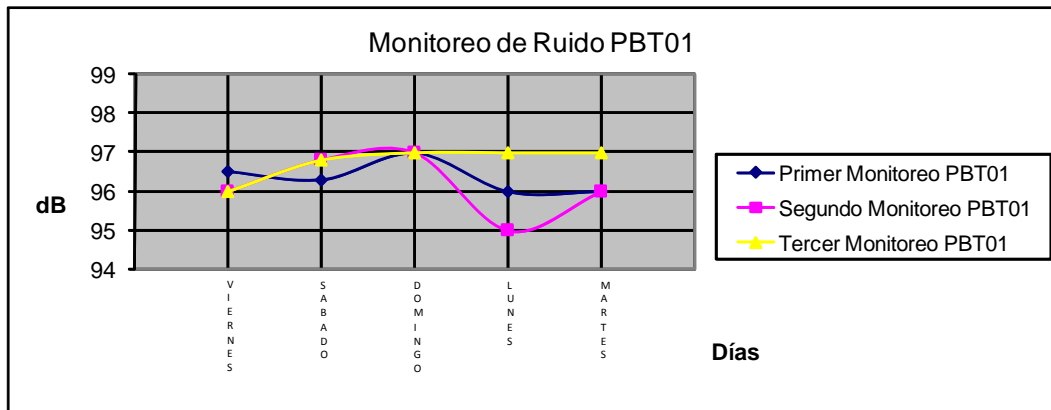


Gráfico 3.18 Datos de ruido: Área de generadores

ÁREA DE GENERADORES: Los datos obtenidos durante el segundo monitoreo tuvieron mayores fluctuaciones, que las tomadas en el resto de períodos de monitoreo, registrando el valor más bajo (95 dBA) para el día 4 y el valor más alto para el día 3 (97 dBA). Siempre se mantuvieron los NPS entre el rango de 95 y 97 dBA. En conclusión los valores obtenidos son regulares y constantes ya que los generadores estuvieron permanente operación.

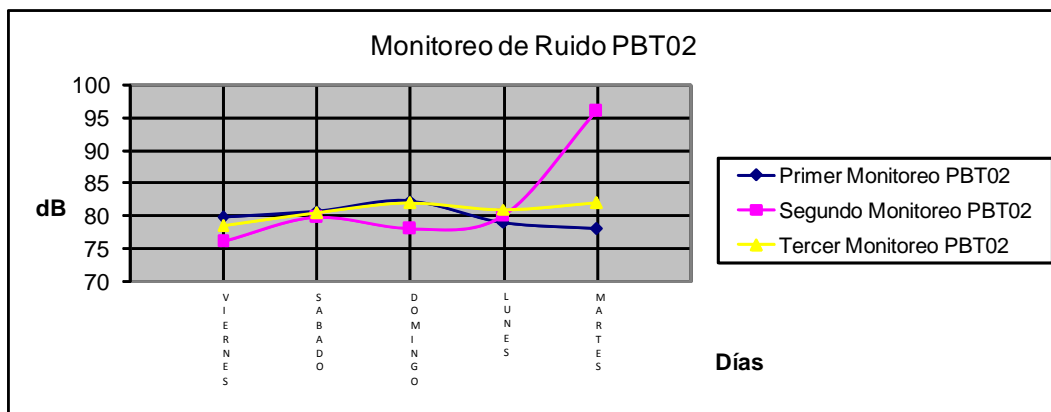


Gráfico 3.19 Datos de ruido: Campamento

CAMPAMENTO: Durante el segundo monitoreo del día 5, se registró el pico más alto (96 dBA) por la presencia del helicóptero de carga. Los NPS se mantuvieron en el rango de 76 a 82 dBA, a excepción del dato anteriormente detallado. Los valores registrados, superiores a 80 dBA, estuvieron marcados por la presencia de maquinaria cercana, ya que en este punto solo se encontraba la influencia del ruido emitido por los generadores, con la respectiva dispersión ocasionada por la distancia.

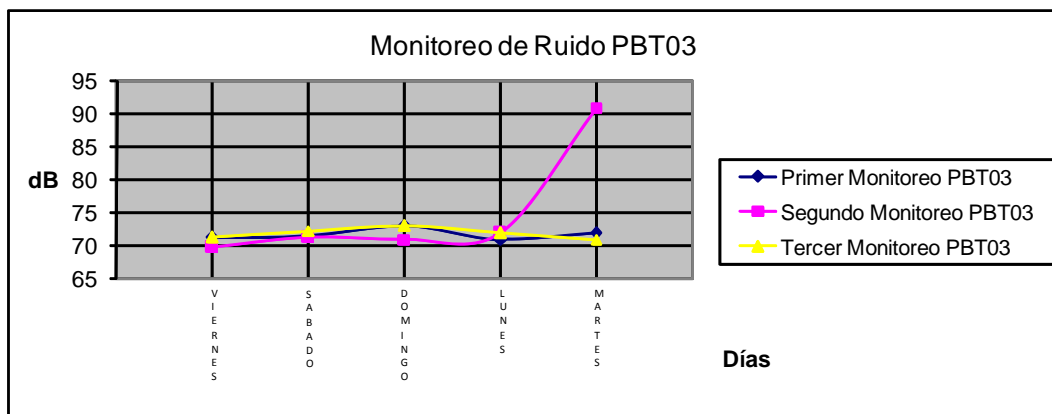


Gráfico 3.20 Datos de ruido: Punto de encuentro

PUNTO DE ENCUENTRO: Durante el segundo monitoreo del día martes se registró la presencia del helicóptero de carga, el mismo que representó el pico más alto de los datos obtenidos durante las mediciones (91 dBA). Las otras mediciones se mantuvieron dentro del rango de valores de Nivel de Presión Sonora que va desde 70 hasta 73 dBA.

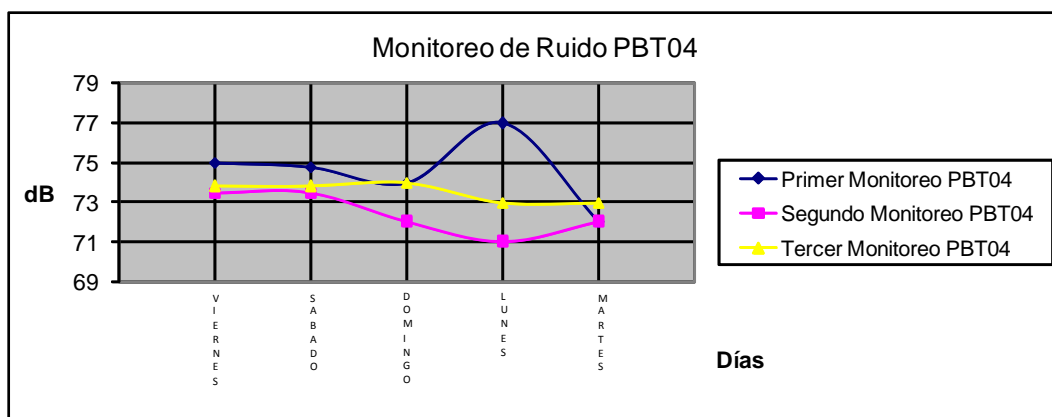


Gráfico 3.21 Datos de ruido: Separadores API No. 3 y 4

SEPARADORES API No 3 y 4: El primer monitoreo del día lunes, se registró el uso de una sierra eléctrica para trabajos de carpintería, registrando 77 dBA. El tercer monitoreo registró los datos mas constantes. Y a excepción del valor más alto de mediciones, los datos se mantuvieron dentro del rango de 71 a 75 dBA.

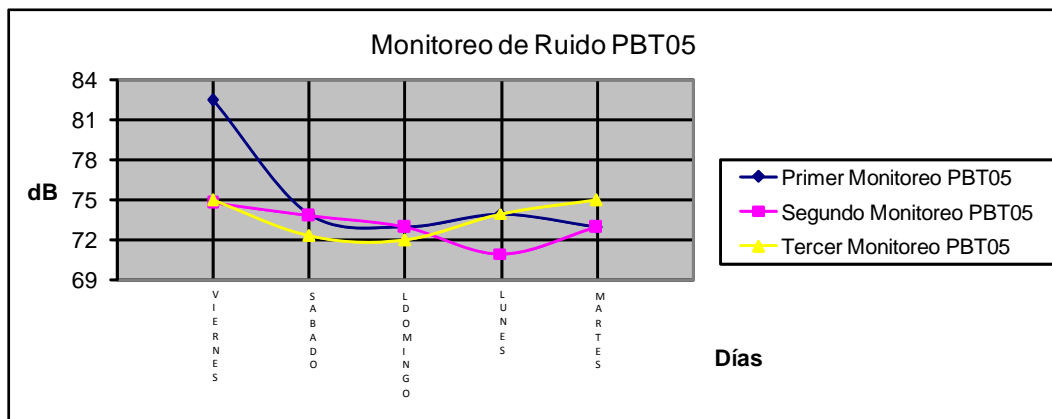


Gráfico 3.22 Datos de ruido: Piscina de lodos

PISCINA DE LODOS: El valor más alto (83 dBA) corresponde al primer monitoreo del día viernes, se encontraba trabajando la bomba de la piscina de lodos. Los valores restantes se mantuvieron entre 75 y 71 dBA.

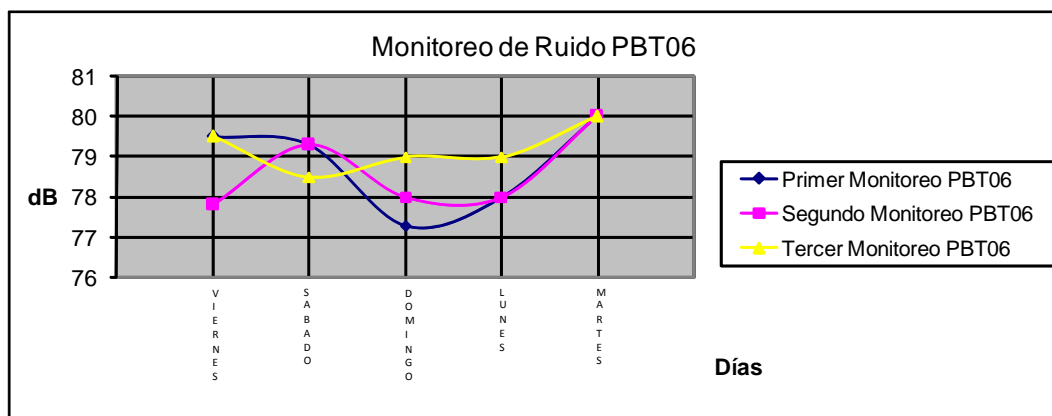


Gráfico 3.23 Datos de ruido: Planta de tratamiento de aguas negras y grises

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y GRISES: se mantuvo en un rango entre 77 y 80 dBA. La planta siempre estuvo en operación.

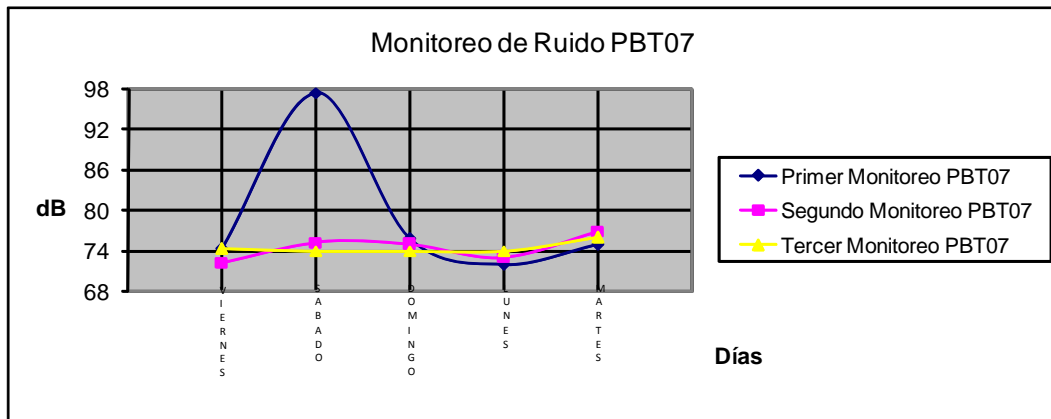


Gráfico 3.24 Datos de ruido: Helipuerto

HELIPUERTO: Durante el primer monitoreo del día sábado, se registró la presencia del helicóptero de carga (98 dBA). El rango fue de 72 y 77 dBA.

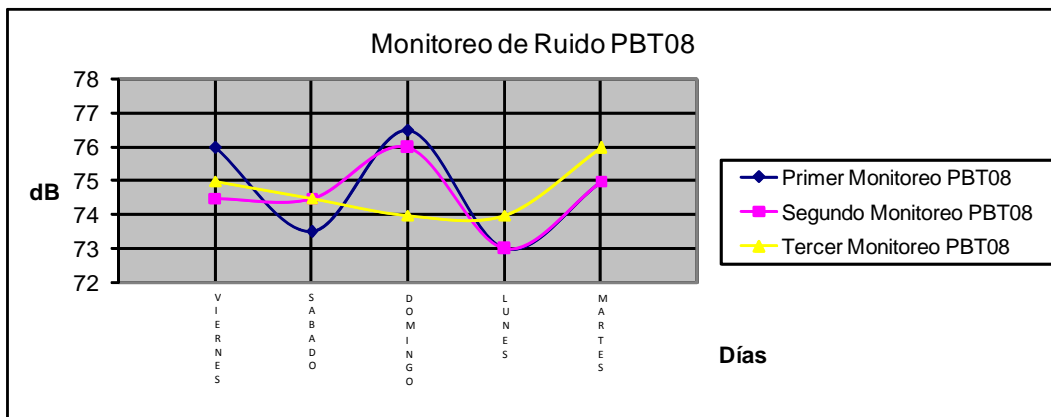


Gráfico 3.25 Datos de ruido: Extremo Norte-Centro

EXTREMO NORTE-CENTRO: No hubo variación, siempre se mantuvo dentro del mismo rango en la parte central de la reja norte 73 a 77 dBA

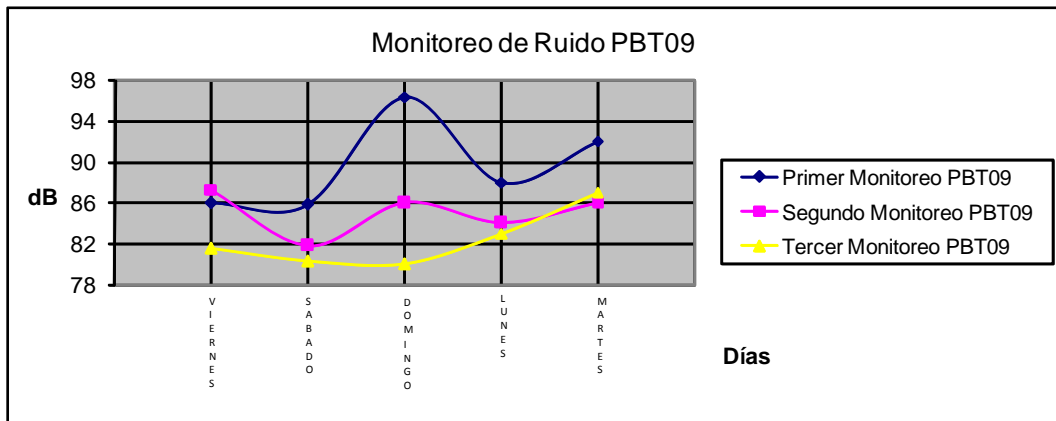


Gráfico 3.26 Datos de ruido: Taladro de perforación

TALADRO DE PERFORACIÓN: La mayor actividad registrada en el taladro fue durante los primeros monitoreos diarios, existiendo mayor actividad los días 3 y 5 que registró 96 y 92 dBA respectivamente. Los valores mas bajos se dieron durante la noche (80 dBA).

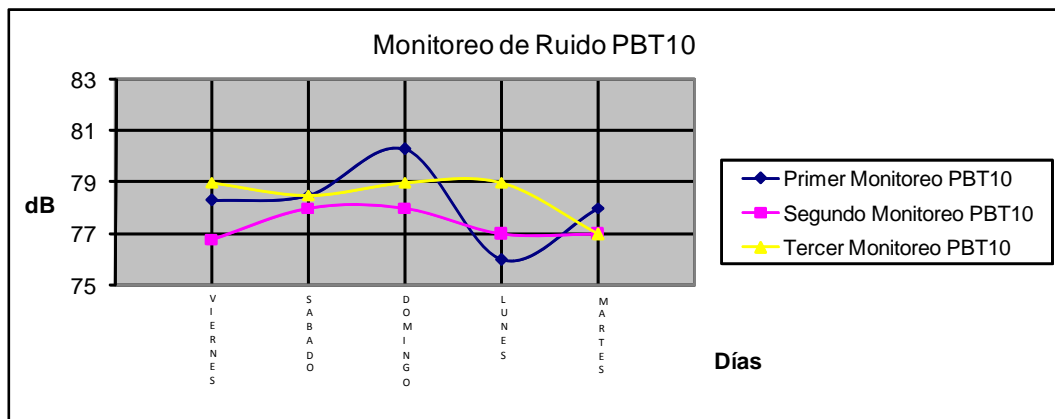


Gráfico 3.27 Datos de ruido: Extremo Sur-Este

EXTREMO SUR-ESTE: El dato más alto se registró cuando hubo mayor actividad en el taladro. El rango fue de 76 a 80 dBA.

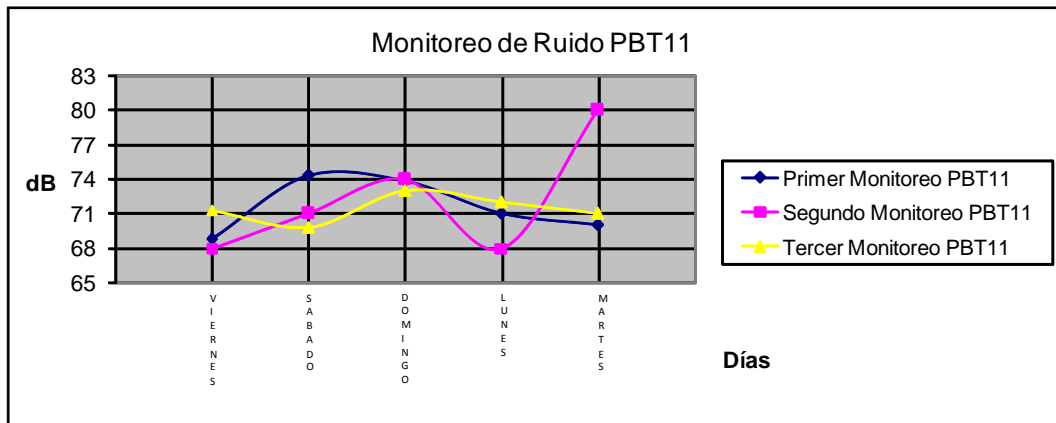


Gráfico 3.28 Datos de ruido: Minicamp

MINICAMP: Durante el segundo monitoreo del día martes hubo la presencia del helicóptero de carga (80 dBA). El rango se mantuvo entre 68 y 74 dBA. Siendo los datos más bajos registrados durante el segundo monitoreo de los días 1 y 4.

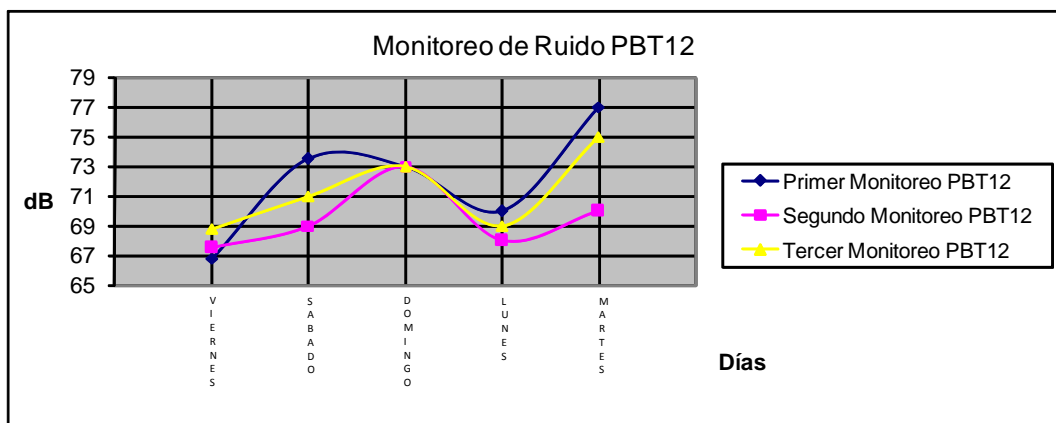


Gráfico 3.29 Datos de ruido: Extremo Norte-Este

EXTREMO NORTE-ESTE: El día martes en los primeros monitoreos del día se registró una mayor actividad en el área de soldadura (77 dBA). El dato más bajo fue de 67 dBA, durante la medición efectuada el día 1, en el primer monitoreo.

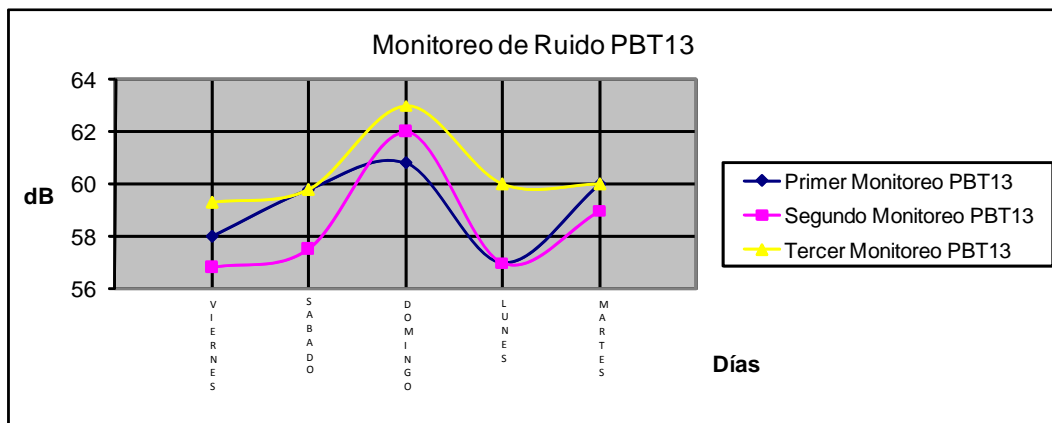


Gráfico 3.30 Datos de ruido: Exterior Norte-Este

EXTERIOR NORTE-ESTE: Durante el monitoreo nocturno se registraron niveles más altos especialmente en los puntos que estaban afuera de la plataforma, con respecto a los otros monitoreos diarios, por una mayor actividad en la selva. 57 y 63dBA.

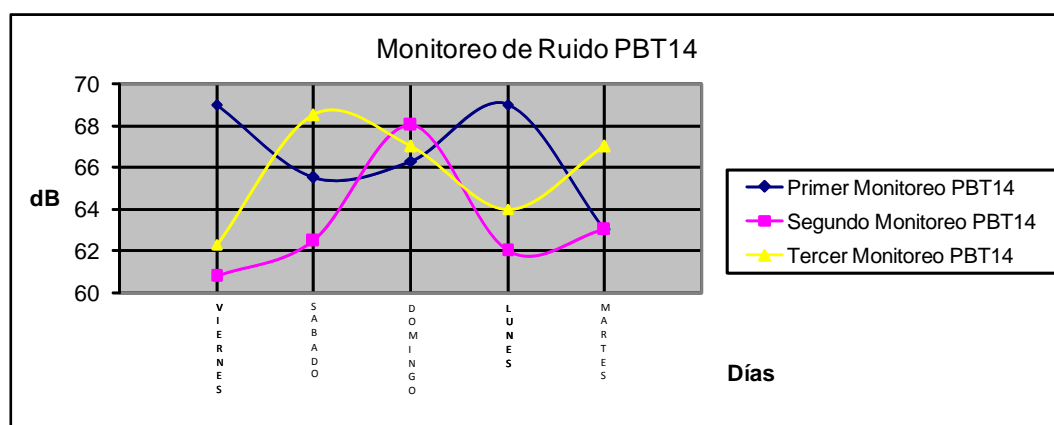


Gráfico 3.31 Datos de ruido: Exterior Norte-Centro

EXTERNO NORTE-CENTRO: El rango de ruido sobre este punto estuvo dentro de los 61 y 69 dBA, los picos más altos se deben a la influencia de actividades de suelda y motosierras, en ciertos momentos del día.

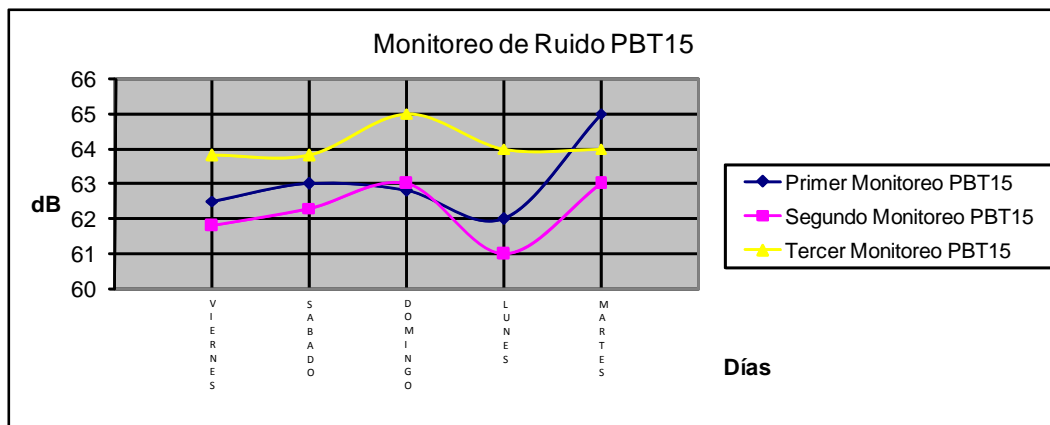


Gráfico 3.32 Datos de ruido: Exterior Norte-Oeste

EXTERIOR NORTE-OESTE: En el primer monitoreo del 5to día se registró un pico de ruido por la presencia de lluvia (65 dBA). El dato menor fue de 61 dBA.

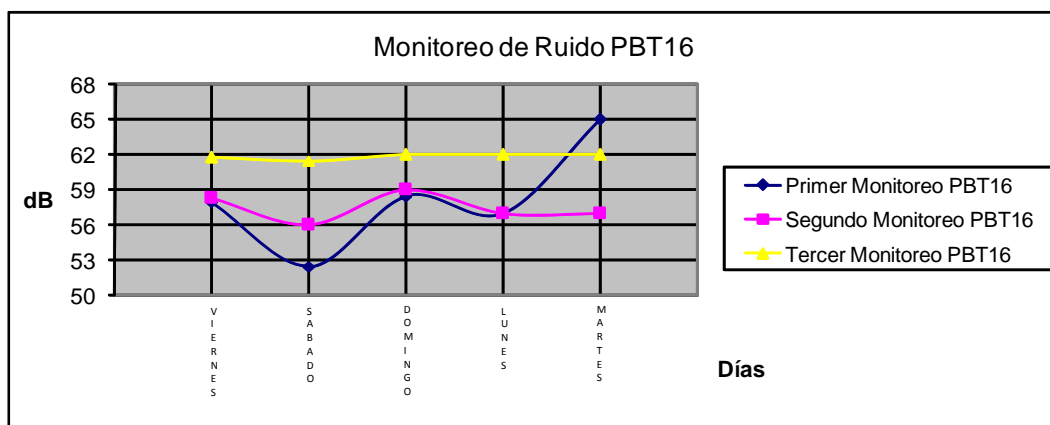


Gráfico 3.33 Datos de ruido: Puente sobre el río camino a la bomba de agua

PUENTE SOBRE EL RÍO CAMINO A LA BOMBA DE AGUA: Al igual que en el punto PBT15 se registraron valores similares a los anteriores, por la presencia de lluvia (65 dBA). El nivel más bajo fue de 53 dBA. Las mediciones efectuadas durante el tercer monitoreo diario, presentaron los valores más constantes y superiores al resto de monitoreos, por mayor actividad de la biota.

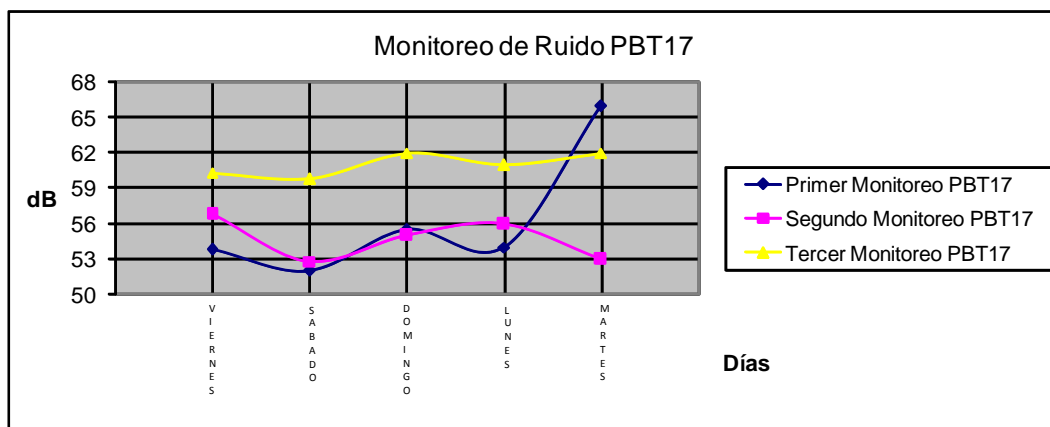


Gráfico 3.34 Datos de ruido: Bomba Back up

BOMBA BACK UP: De igual manera que los anteriores puntos, los niveles más bajos se registraron durante los primeros monitoreos diarios (52 dBA), a diferencia del 5to día donde hubo crecida de agua, por la lluvia ocurrida ese día 66 (dBA). Los valores obtenidos durante el monitoreo nocturno se mantuvieron por encima del resto de las otras mediciones, por actividad biológica en el área.

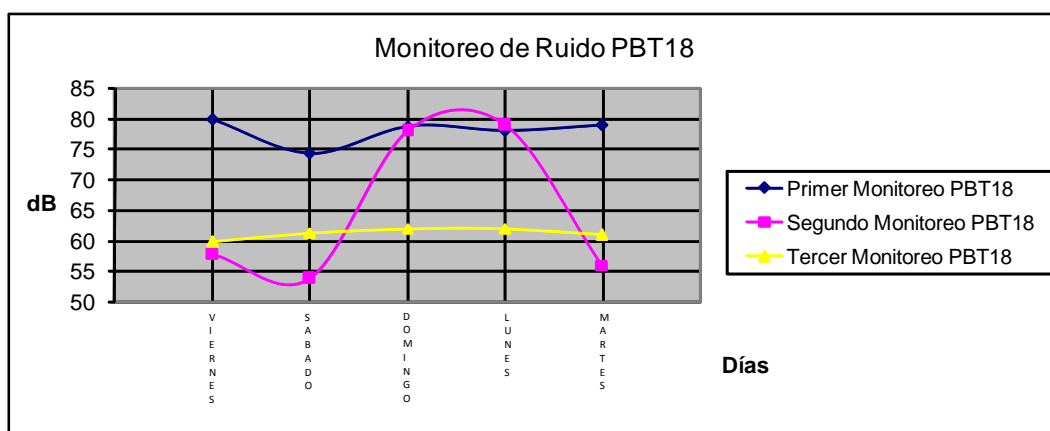


Gráfico 3.35 Datos de ruido: Bomba de agua

BOMBA DE AGUA: Durante el primer monitoreo y el segundo monitoreo del tercer y cuarto día, estuvo prendida la bomba de agua sobre este punto se registraron medidas que estuvieron en un rango de 74 a 80 dBA. Mientras que en el resto de muestreos se encontró apagada la bomba registrando los valores más bajos durante el segundo monitoreo diario, los días 1, 2 y 5, siendo de 58, 54 y 56 dBA respectivamente. Los datos obtenidos del monitoreo nocturno se mantuvieron en el rango de 60 a 61 dBA, mientras estuvo apagada la bomba y solo existía actividad de la biota.

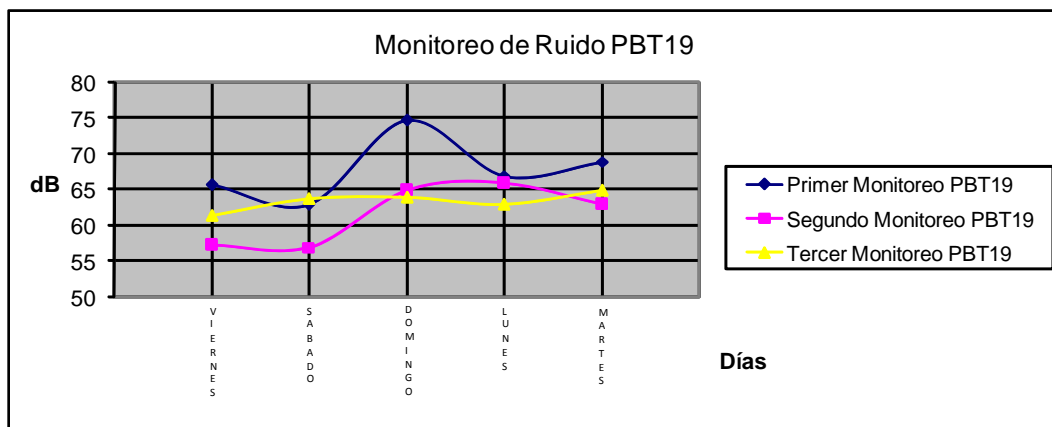


Gráfico 3.36 Datos de ruido: Represa

REPRESA: Además de ser influenciada por la actividad de la bomba, por ser un punto cercano a la bomba de agua, durante el primer monitoreo del tercer día de mediciones, se registró la presencia del helicóptero de carga, siendo el pico más alto de mediciones (75 dBA). Los niveles más altos fueron registrados durante el segundo monitoreo diario, cuando se mantuvo apagada la bomba (57 dBA).

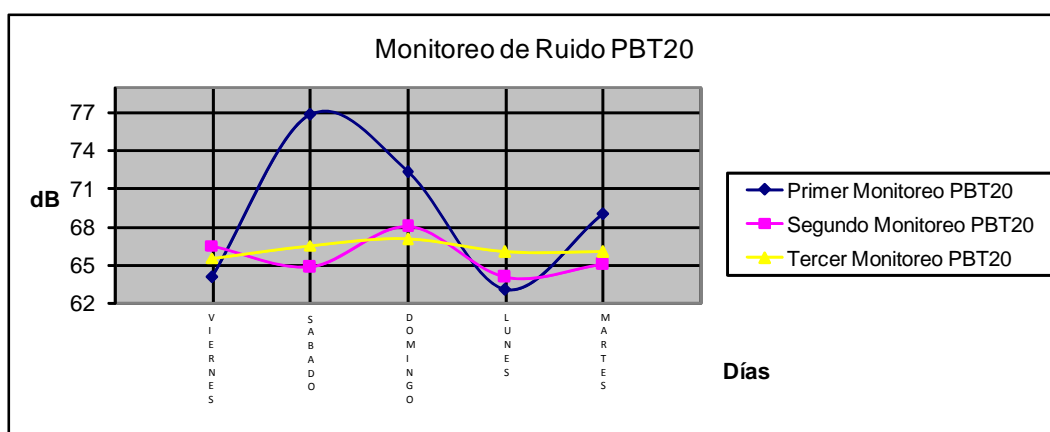


Gráfico 3.37 Datos de ruido: Externo Sur-Oeste

EXTERNO SUR- OESTE: El pico más alto se registró durante el primer monitoreo del 2do y 3er. día de mediciones registrando 77 y 72 dBA respectivamente, donde hubo mayor actividad en esa zona de maquinarias, ya que se estuvo rellinando la piscina de lodos. El cuarto día se presentó la menor actividad sobre esta zona, el dato menor registrado fue de 63 dBA durante el primer monitoreo diario.

3.2.6 Resultados estadísticos

3.2.6.1 Datos estadísticos de ruido mediante el método de Hanssen

NIVELES DE RUIDO OBTENIDOS DURANTE EL PRIMER MONITOREO DIARIO								
PUNTO	VALORES PERSISTENTES (dBA)					VALORES NOTABLES (dBA)		
	P10	P25	P50	P75	P90	MÁXIMO	MINIMO	PROMEDIO
PBT01	97	97	96	96	96	97	96	96
PBT02	82	82	80	78	77	82	78	80
PBT03	73	72	72	71	71	73	71	72
PBT04	77	76	75	73	72	77	72	75
PBT05	80	78	75	72	71	83	73	75
PBT06	80	80	79	78	77	80	77	79
PBT07	92	87	79	71	66	98	72	79
PBT08	77	76	75	73	73	77	73	75
PBT09	96	94	90	86	83	96	86	90
PBT10	80	80	78	77	76	80	76	78
PBT11	75	74	72	69	68	74	69	72
PBT12	78	76	72	68	66	77	67	72
PBT13	61	61	59	58	57	61	57	59
PBT14	70	69	67	64	63	69	63	67
PBT15	65	64	63	62	62	65	62	63
PBT16	65	62	58	54	52	65	53	58
PBT17	63	61	56	52	49	66	52	56
PBT18	81	80	78	76	75	80	74	78
PBT19	74	72	68	64	61	75	63	68
PBT20	78	74	69	64	60	77	63	69

Tabla 3.12 Datos estadísticos de ruido: Primer monitoreo diario

NIVELES DE RUIDO OBTENIDOS DURANTE EL SEGUNDO MONITOREO DIARIO								
PUNTO	VALORES PERSISTENTES (dBA)					VALORES NOTABLES (dBA)		
	P10	P25	P50	P75	P90	MÁXIMO	MINIMO	PROMEDIO
PBT01	97	97	96	96	95	96	95	96
PBT02	92	88	82	76	72	96	76	82
PBT03	85	82	75	69	65	91	70	75
PBT04	74	73	72	71	71	74	71	72
PBT05	75	74	73	72	71	75	71	73
PBT06	80	79	79	78	77	80	78	79

PBT07	77	76	75	73	72	77	72	75
PBT08	76	76	75	74	73	76	73	75
PBT09	88	87	85	83	82	87	82	85
PBT10	78	78	77	77	77	78	77	77
PBT11	79	77	72	68	65	80	68	72
PBT12	73	71	70	68	66	73	68	70
PBT13	61	60	58	57	55	62	57	58
PBT14	67	66	63	61	60	68	61	63
PBT15	63	63	62	61	61	63	61	62
PBT16	59	59	57	56	56	59	56	57
PBT17	57	56	55	53	52	57	53	55
PBT18	82	76	65	54	48	79	54	65
PBT19	68	66	62	58	55	66	57	62
PBT20	68	67	66	64	63	68	64	66

Tabla 3.13 Datos estadísticos de ruido: Segundo monitoreo diario

NIVELES DE RUIDO OBTENIDOS DURANTE EL TERCER MONITOREO DIARIO								
PUNTO	VALORES PERSISTENTES (dBA)					VALORES NOTABLES (dBA)		
	P10	P25	P50	P75	P90	MÁXIMO	MINIMO	PROMEDIO
PBT01	97	97	97	96	96	97	96	97
PBT02	83	82	81	80	79	82	79	81
PBT03	73	73	72	71	71	73	71	72
PBT04	74	74	74	73	73	74	73	74
PBT05	76	75	74	72	72	75	72	74
PBT06	80	80	79	79	78	80	79	79
PBT07	75	75	74	74	73	76	74	74
PBT08	76	75	75	74	74	76	74	75
PBT09	86	85	82	80	78	87	80	82
PBT10	80	79	79	78	77	79	77	79
PBT11	73	73	71	70	70	73	70	71
PBT12	75	74	71	69	67	75	69	71
PBT13	62	62	60	59	59	63	59	60
PBT14	69	68	66	63	62	69	62	66
PBT15	65	65	64	64	63	65	64	64
PBT16	62	62	62	62	62	62	62	62
PBT17	62	62	61	60	60	62	60	61
PBT18	63	62	61	60	60	62	60	61
PBT19	65	65	63	62	62	65	62	63
PBT20	67	67	66	66	65	67	66	66

Tabla 3.14 Datos estadísticos de ruido: Tercer monitoreo diario

3.2.6.2 Representación gráfica de los datos estadísticos

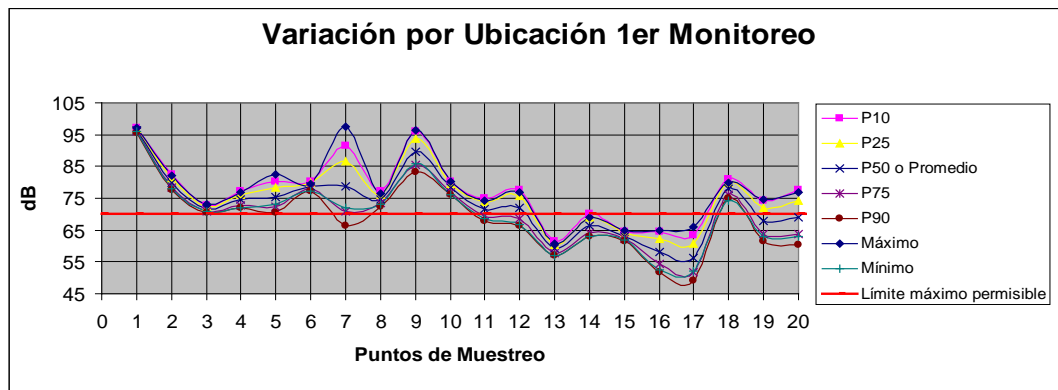


Gráfico 3.38 Análisis gráfico de resultados estadísticos: Primer monitoreo

Se pudo determinar dos puntos críticos con respecto a la presencia de ruido, siendo el área de los generadores (96 dBA) la que registró valores más altos, seguido por el taladro de perforación (90 dBA),

Se presentó un rango de valores entre 78 y 80 dBA, en la planta de tratamiento, en la bomba de agua en el exterior de la plataforma y en las zonas cercanas a los focos mas críticos de ruido que fueron el área de generadores y del taladro de perforación.

Mientras que las zonas donde existió la menor incidencia de ruido fue en los puntos más alejados de la plataforma y de la bomba de agua, en un rango de 56 a 59 dBA.

Hay que recalcar que a diferencia de los resultados obtenidos en la fase anterior, en esta fase el ruido se mantuvo mucho más constante durante sus tres períodos de mediciones, básicamente por estar influenciada por fuentes puntuales de ruido.

En este período de mediciones los valores registrados en los puntos ubicados dentro de los límites de la plataforma, se mantuvieron siempre sobrepasando los límites permisibles mientras que en los puntos exteriores a las instalaciones los niveles estuvieron dentro del rango admisible por el TULAS, a excepción de los puntos PBT 18, 19 y 20, donde se ubica la bomba de agua, que durante este período se mantuvo encendida.

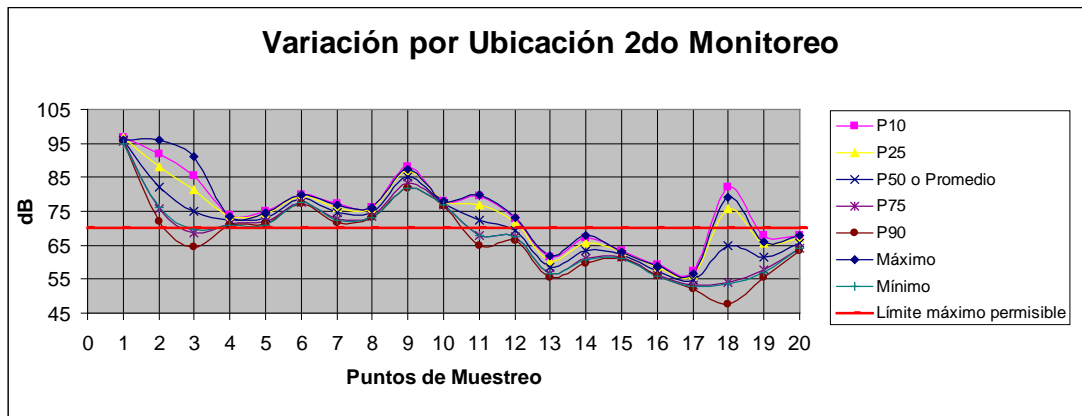


Gráfico 3.39 Análisis gráfico de resultados estadísticos: Segundo monitoreo

De igual manera que en el cuadro anterior, se mantiene el mismo comportamiento en la influencia de ruido, con la diferencia que se reduce la probabilidad de niveles de ruido alto en la bomba de agua, ya que solamente estuvo encendida en dos días de los 5 días de monitoreo. Respecto al cumplimiento con los niveles exigidos en la norma, se tiene una tendencia similar a la observada en el primer monitoreo diario, a diferencia que sobre el punto PBT 18, donde se ubica la bomba, hubieron momentos en los que se encontraba apagada y registró niveles por debajo de los límites permisibles.

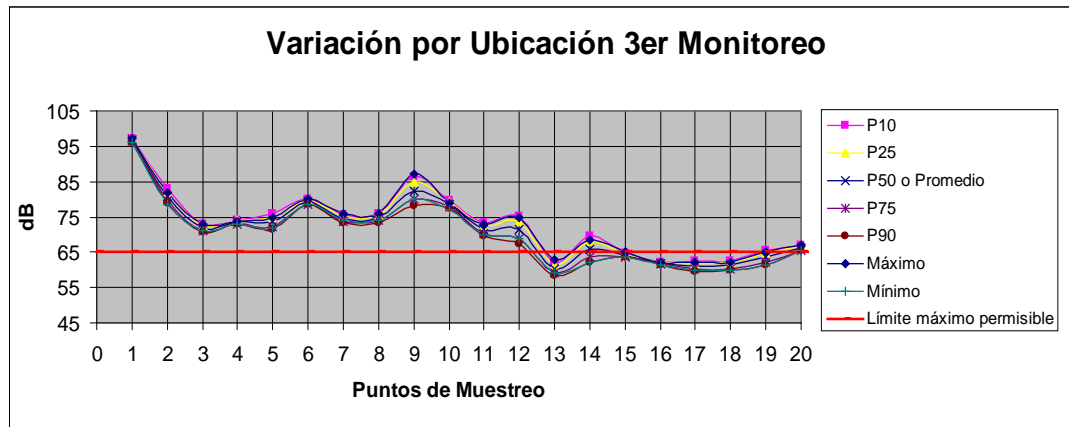


Gráfico 3.40 Análisis gráfico de resultados estadísticos: Tercer monitoreo

El área de generadores es la zona más crítica, manteniendo constante su valor de NPS, en el taladro en cambio se reduce el valor registrado, ya que también las actividades durante este período del día se disminuyeron. La planta de tratamiento de aguas residuales mantiene constante sus valores, siendo otro foco importante de ruido. Los puntos en donde se registraron los valores más bajos, en los otros períodos de medición, se incrementaron en un pequeño margen y se mantuvieron más constantes, sin embargo siguen estando por debajo del resto de puntos que estuvieron dentro de los límites de la plataforma Batata II. Esto se dio, como ya se dijo anteriormente, por existir una mayor actividad de la selva en estas áreas. E

cumplimiento con la normativa durante este período fue más crítico ya que la exigencia en períodos nocturnos del valor máximo permisible es mayor, es así que durante este período de mediciones se mantuvieron NPS por encima de lo exigido en la normativa en casi todos los puntos a excepción de PBT 13, 16, 17 y 18.

3.2.7 Correcciones con respecto al Ruido de Fondo

Los resultados obtenidos tienen que ser corregidos de acuerdo al ruido de fondo registrado, de acuerdo a lo que establece el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA (TULAS) en el Libro VI, Anexo 5, como se señaló en el análisis de la fase constructiva del proyecto.

3.2.7.1 Datos corregidos con respecto al ruido de fondo

Para cumplimiento con lo que exige la normativa se tuvieron que corregir los valores medidos respecto a ruido de fondo, los mismos que fueron resaltados con color para poder identificarlos.

PUNTO	DATOS DE RUIDO EN EL PRIMER MONITOREO DIARIO (dBA)			
	PROMEDIO	RUIDO DE FONDO	DIFERENCIA	VALOR CORREGIDO
PBT01	96	49	47	96
PBT02	80	49	31	80
PBT03	72	49	22	72
PBT04	75	49	25	75
PBT05	75	49	26	75
PBT06	79	49	29	79
PBT07	79	49	30	79
PBT08	75	49	25	75
PBT09	90	49	40	90
PBT10	78	49	29	78
PBT11	72	49	22	72
PBT12	72	49	23	72
PBT13	59	49	10	59
PBT14	67	49	17	67
PBT15	63	49	14	63
PBT16	58	49	9	57
PBT17	56	49	7	55
PBT18	78	49	29	78
PBT19	68	49	19	68
PBT20	69	49	20	69

Tabla 3.15 Correcciones frente al ruido de fondo: Primer Monitoreo

PUNTO	DATOS DE RUIDO SEGUNDO MONITOREO DIARIO (dBA)			
	PROMEDIO	RUIDO DE FONDO	DIFERENCIA	VALOR CORREGIDO
PBT01	96	49	47	96
PBT02	82	49	33	82
PBT03	75	49	26	75
PBT04	72	49	23	72
PBT05	73	49	24	73
PBT06	79	49	29	79
PBT07	75	49	25	75
PBT08	75	49	25	75
PBT09	85	49	36	85
PBT10	77	49	28	77
PBT11	72	49	23	72
PBT12	70	49	20	70
PBT13	58	49	9	57
PBT14	63	49	14	63
PBT15	62	49	13	62
PBT16	57	49	8	56
PBT17	55	49	5	53
PBT18	65	49	16	65
PBT19	62	49	12	62
PBT20	66	49	16	66

Tabla 3.16 Correcciones frente al ruido de fondo: Segundo Monitoreo

PUNTO	DATOS DE RUIDO TERCER MONITOREO DIARIO (dBA)			
	PROMEDIO	RUIDO DE FONDO	DIFERENCIA	VALOR CORREGIDO
PBT01	97	49	47	97
PBT02	81	49	31	81
PBT03	72	49	23	72
PBT04	74	49	24	74
PBT05	74	49	24	74
PBT06	79	49	30	79
PBT07	74	49	25	74
PBT08	75	49	25	75
PBT09	82	49	33	82
PBT10	79	49	29	79
PBT11	71	49	22	71
PBT12	71	49	22	71
PBT13	60	49	11	60
PBT14	66	49	16	66
PBT15	64	49	15	64
PBT16	62	49	12	62
PBT17	61	49	12	61
PBT18	61	49	12	61
PBT19	63	49	14	63
PBT20	66	49	17	66

Tabla 3.17 Correcciones frente al ruido de fondo: Tercer Monitoreo

3.2.7.2 Representación grafica de datos corregidos

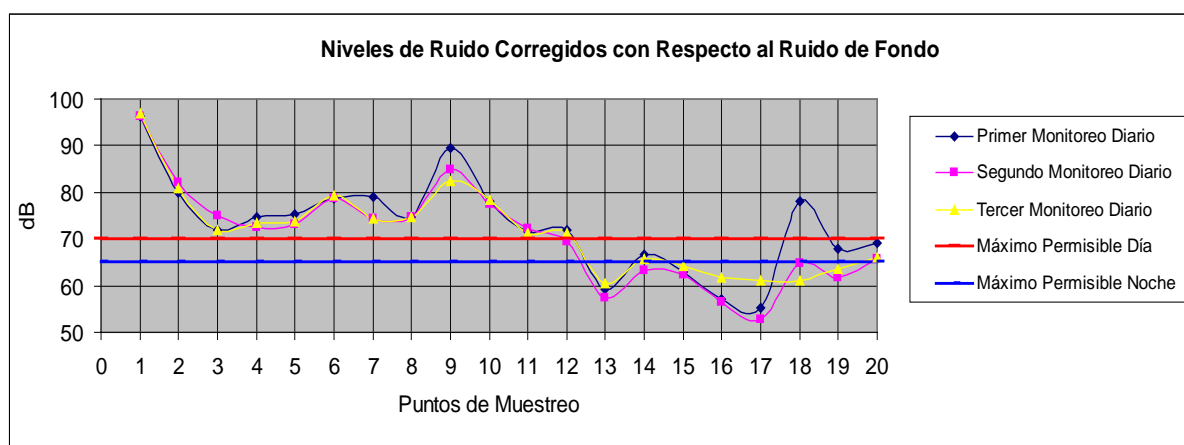


Gráfico 3.41 Análisis gráfico de resultados corregidos frente al ruido de fondo

Los datos corregidos muestran que las zonas críticas de ruido siguen siendo las mismas que se mencionó en graficas anteriores. Sin embargo hay que recalcar que sobre los puntos PBT16 y PBT 17, durante el primer monitoreo diario, los NPS tuvieron que ser corregidos en 1 dBA, ya que existía la diferencia requerida por la ley con el valor obtenido como ruido de fondo, manteniéndose en 57 y 55 dBA respectivamente. Para el segundo monitoreo diario, también se tuvo que corregir los valores obtenidos en las mediciones, con respecto al ruido de fondo. De igual manera se corrigió sobre los puntos PBT16 y PBT17, con la diferencia de que sobre el punto PBT17 se tuvo que corregir en 2 dBA, de acuerdo a lo que indica la norma, ya que la diferencia del dato obtenido fue mucho menor que la registrada como ruido de fondo, manteniéndose en 56 y 53 dBA respectivamente. Además durante este período de monitoreo, se tuvo que corregir en 1 dBA, el valor registrado en el punto PBT13, quedando en 57 dBA.

Los valores se mantienen mucho más constantes que en la fase constructiva del proyecto, por encontrarse principalmente influenciada por fuentes de ruido puntuales y no móviles, por lo que el cumplimiento con los parámetros exigidos en la normativa ecuatoriana es similar durante los tres períodos de monitoreo diario, siendo los puntos interiores de la plataforma donde se incumple con los límites máximos establecidos y en los puntos exteriores donde se mantienen NPS por debajo del rango permisible, a excepción de los puntos cercanos a la bomba de agua especialmente en el primer monitoreo diario que fue cuando se mantuvo encendida la bomba.

3.2.8 Registro de valores finales de ruido respecto a límites permisibles

Los siguientes datos corresponden a valores finales, corregidos respecto a ruido de fondo y comparados con los límites permisibles de NPSeq, amparados en la legislación ecuatoriana, bajo criterio de ruido ambiental y considerando el uso de suelo como industrial. La legislación exige, como se indicó anteriormente, un máximo de 70 dBA para áreas industriales desde las 06:00 hasta las 20:00 y un valor límite de 65 dBA entre las 20:00 y las 06:00.

3.2.8.1 Datos de ruido durante la fase perforación exploratoria. Primer Monitoreo

Formato de Mediciones de Ruido – Ambiental								
Responsable: ALEX PROAÑO								
Proyecto: Fase de Perforación Exploratoria								
PRIMER MONITOREO								
Muestra	Fecha (m/d/a)	Ruido Promedio Corregido (dBA)	Fuentes de Ruido	Ubicación PSAD 1956		Límite Permisible (dB) SUMA Anexo 5	Cumple (*)	
				X	Y		Si	No
PBT01	05/26/07	96	FIJA	327452	9936571	70		X
PBT02	05/26/07	80	FIJA	327412	9936582	70		X
PBT03	05/26/07	72	FIJA	327397	9936589	70		X
PBT04	05/26/07	75	FIJA	327385	9936609	70		X
PBT05	05/26/07	75	FIJA	327391	9936636	70		X
PBT06	05/26/07	79	FIJA	327398	9936664	70		X
PBT07	05/26/07	79	MOVIL	327413	9936651	70		X
PBT08	05/26/07	75	FIJA	327438	9936656	70		X
PBT09	05/26/07	90	FIJA	327445	9936611	70		X
PBT10	05/26/07	78	FIJA	327461	9936579	70		X
PBT11	05/26/07	72	FIJA	327485	9936607	70		X
PBT12	05/26/07	72	FIJA	327477	9936651	70		X
PBT13	05/26/07	59	FIJA	327500	9936651	70	X	
PBT14	05/26/07	67	FIJA	327455	9936678	70	X	
PBT15	05/26/07	63	FIJA	327373	9936681	70	X	
PBT16	05/26/07	58	FIJA	327251	9936678	70	X	
PBT17	05/26/07	56	FIJA	327189	9936694	70	X	
PBT18	05/26/07	78	FIJA	327118	9936715	70		X
PBT19	05/26/07	68	FIJA	327114	9936733	70	X	
PBT20	05/26/07	69	FIJA	327368	9936537	70	X	

3.2.8.2 Datos de ruido durante la fase perforación exploratoria. Segundo Monitoreo

Formato de Mediciones de Ruido – Ambiental								
Responsable: ALEX PROAÑO								
Proyecto: Fase de Perforación Exploratoria								
SEGUNDO MONITOREO								
Muestra	Fecha (m/d/a)	Ruido Promedio Corregido (dBA)	Fuentes de Ruido	Ubicación PSAD 1956		Límite Permisible (dB) SUMA Anexo 5	Cumple (*)	
				X	Y		Si	No
PBT01	05/26/07	96	FIJA	327452	9936571	70		X
PBT02	05/26/07	82	FIJA	327412	9936582	70		X
PBT03	05/26/07	75	FIJA	327397	9936589	70		X
PBT04	05/26/07	72	FIJA	327385	9936609	70		X
PBT05	05/26/07	73	FIJA	327391	9936636	70		X
PBT06	05/26/07	79	FIJA	327398	9936664	70		X
PBT07	05/26/07	75	MOVIL	327413	9936651	70		X
PBT08	05/26/07	75	FIJA	327438	9936656	70		X
PBT09	05/26/07	85	FIJA	327445	9936611	70		X
PBT10	05/26/07	77	FIJA	327461	9936579	70		X
PBT11	05/26/07	72	FIJA	327485	9936607	70		X
PBT12	05/26/07	70	FIJA	327477	9936651	70	X	
PBT13	05/26/07	58	FIJA	327500	9936651	70	X	
PBT14	05/26/07	63	FIJA	327455	9936678	70	X	
PBT15	05/26/07	62	FIJA	327373	9936681	70	X	
PBT16	05/26/07	57	FIJA	327251	9936678	70	X	
PBT17	05/26/07	55	FIJA	327189	9936694	70	X	
PBT18	05/26/07	65	FIJA	327118	9936715	70	X	
PBT19	05/26/07	62	FIJA	327114	9936733	70	X	
PBT20	05/26/07	66	FIJA	327368	9936537	70	X	

3.2.8.3 Datos de ruido durante la fase perforación exploratoria. Tercer Monitoreo

Formato de Mediciones de Ruido – Ambiental								
Responsable: ALEX PROAÑO								
Proyecto: Fase de Perforación Exploratoria								
TERCER MONITOREO								
Muestra	Fecha (m/d/a)	Ruido Promedio Corregido (dBA)	Fuentes de Ruido	Ubicación PSAD 1956		Límite Permisible (dB) SUMA Anexo 5	Cumple (*)	
				X	Y		Si	No
PBT01	05/26/07	97	FIJA	327452	9936571	65		X
PBT02	05/26/07	81	FIJA	327412	9936582	65		X
PBT03	05/26/07	72	FIJA	327397	9936589	65		X

Formato de Mediciones de Ruido – Ambiental

Responsable: ALEX PROAÑO

Proyecto: Fase de Perforación Exploratoria

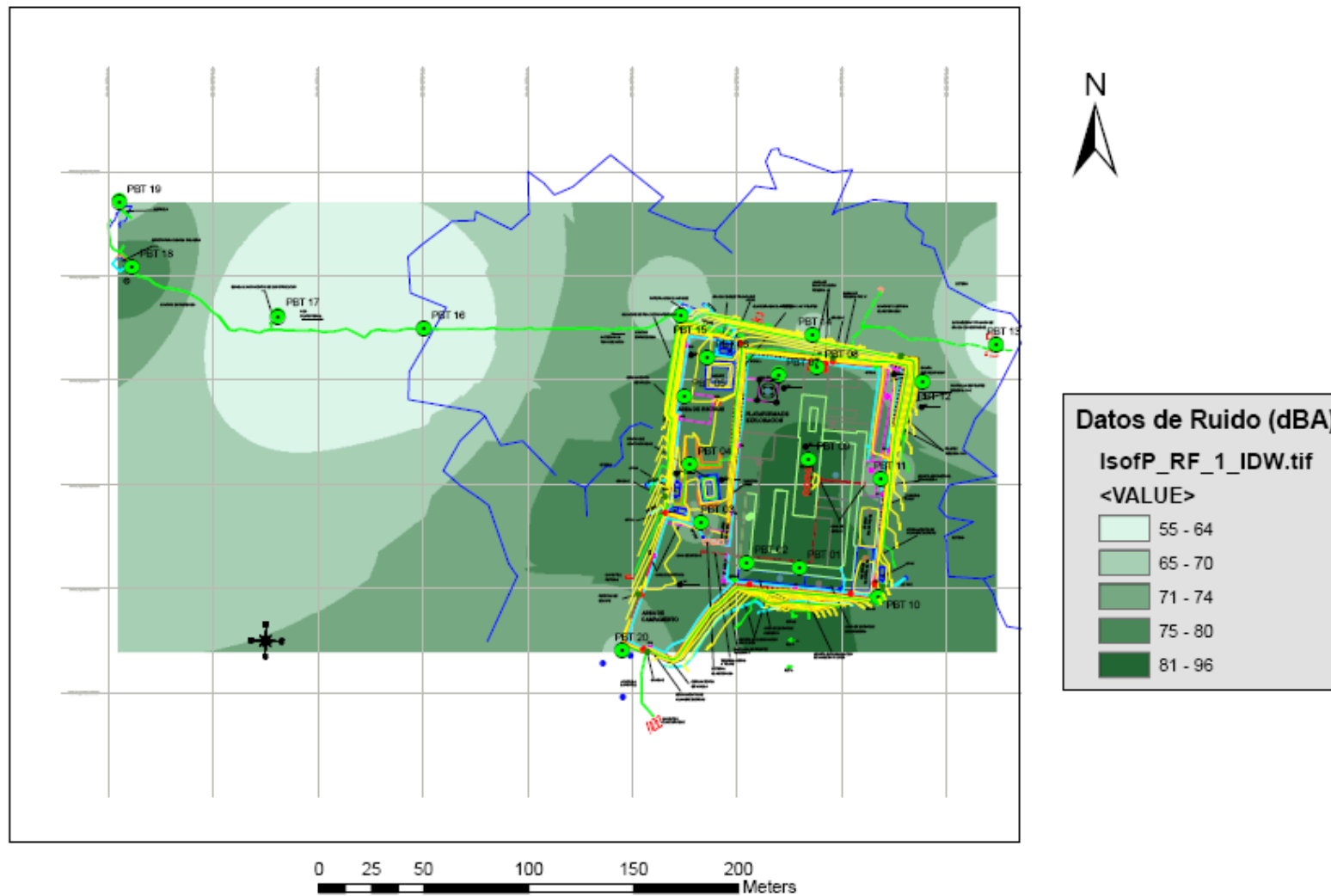
TERCER MONITOREO

Muestra	Fecha (m/d/a)	Ruido Promedio Corregido (dBA)	Fuentes de Ruido	Ubicación PSAD 1956		Límite Permisible (dB) SUMA Anexo 5	Cumple (*)	
				X	Y		Si	No
PBT04	05/26/07	74	FIJA	327385	9936609	65		X
PBT05	05/26/07	74	FIJA	327391	9936636	65		X
PBT06	05/26/07	79	FIJA	327398	9936664	65		X
PBT07	05/26/07	74	MOVIL	327413	9936651	65		X
PBT08	05/26/07	75	FIJA	327438	9936656	65		X
PBT09	05/26/07	82	FIJA	327445	9936611	65		X
PBT10	05/26/07	79	FIJA	327461	9936579	65		X
PBT11	05/26/07	71	FIJA	327485	9936607	65		X
PBT12	05/26/07	71	FIJA	327477	9936651	65		X
PBT13	05/26/07	60	FIJA	327500	9936651	65	X	
PBT14	05/26/07	66	FIJA	327455	9936678	65		X
PBT15	05/26/07	64	FIJA	327373	9936681	65	X	
PBT16	05/26/07	62	FIJA	327251	9936678	65	X	
PBT17	05/26/07	61	FIJA	327189	9936694	65	X	
PBT18	05/26/07	61	FIJA	327118	9936715	65	X	
PBT19	05/26/07	63	FIJA	327114	9936733	65	X	
PBT20	05/26/07	66	FIJA	327368	9936537	65		X

3.2.9 Mapas de Isófonas: Datos promedio corregidos frente a ruido de fondo

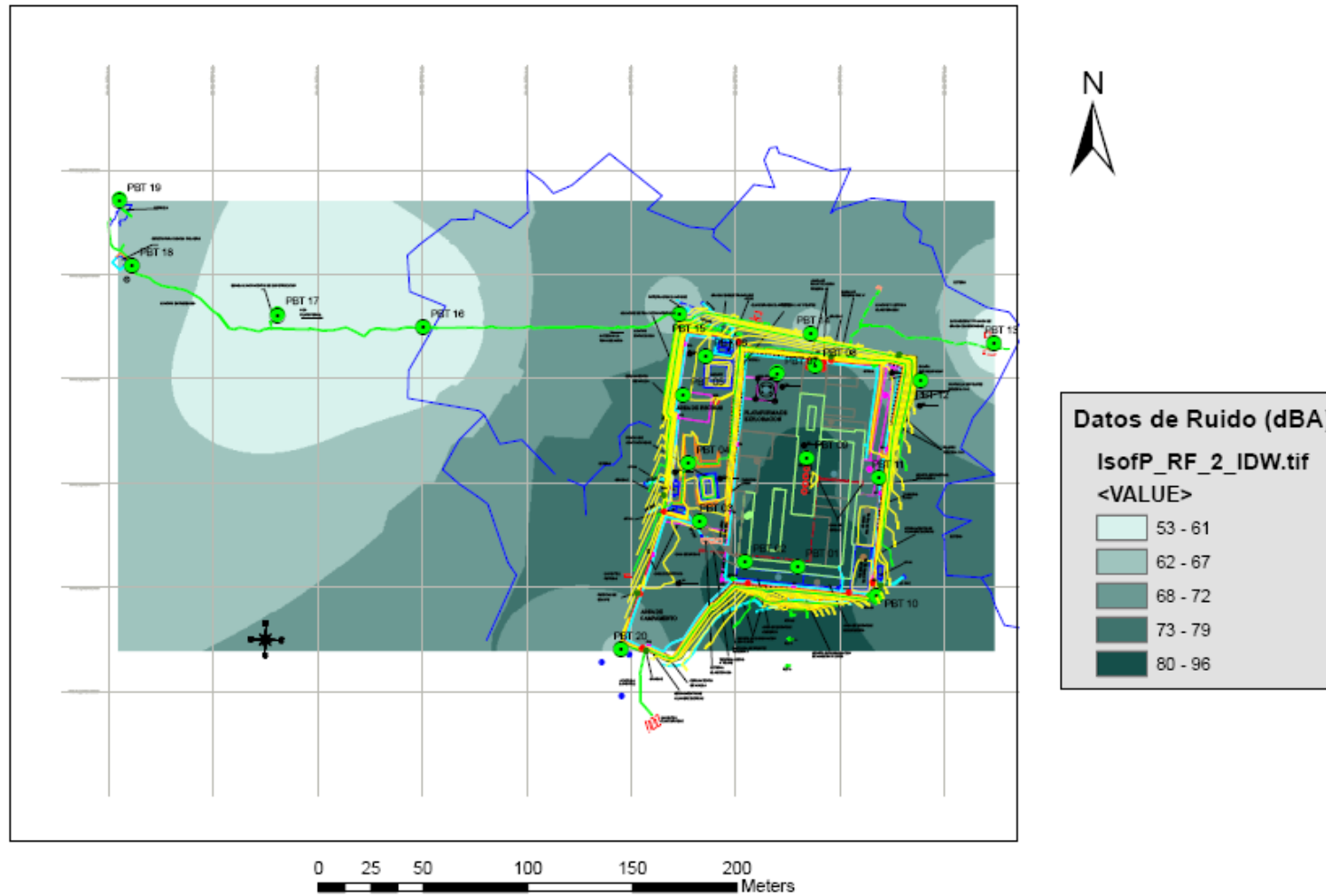
3.2.9.1 Mapa de isófonas del primer monitoreo diario

PLANO DE IMPLANTACIÓN BATATA II Fase de Perforación Exploratoria - Primer Monitoreo



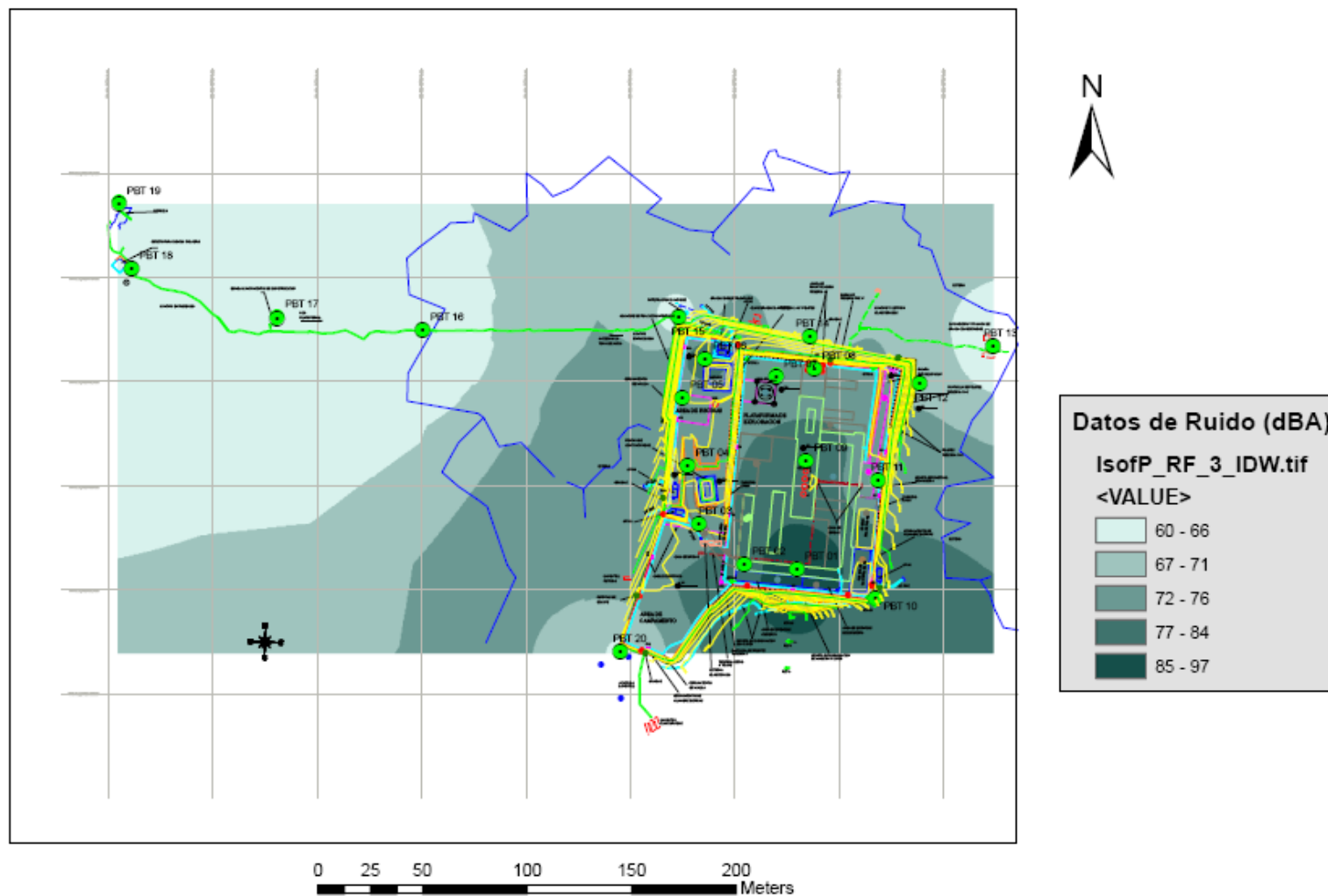
3.2.9.2 Mapa de isófonas del segundo monitoreo diario

PLANO DE IMPLANTACIÓN BATATA II Fase de Perforación Exploratoria - Segundo Monitoreo



3.2.9.3 Mapa de isófonas del tercer monitoreo diario

PLANO DE IMPLANTACIÓN BATATA II Fase de Perforación Exploratoria - Tercer Monitoreo



4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Existieron varias diferencias respecto a la metodología durante las dos fases de este estudio, durante la fase constructiva la metodología aplicada fue en esencia la misma que la aplicada en la perforación exploratoria, pero con diferencias a nivel de procedimiento, ya que se tuvieron que regir guías corporativas establecidas por las operadoras que estuvieron a cargo de cada una de las fases en esta investigación.
- El manejo de datos también mantuvo diferencias, ya que los equipos de medición de ruido utilizados fueron distintos entre fase y fase; el utilizado durante la fase constructiva, el Acoustical Calibrator 840031, Thomas Scientific, el cual registraba datos con un decimal, a diferencia del utilizado durante la fase de perforación exploratoria, que mide valores enteros de NPSeq. Cabe recalcar que los dos sonómetros eran equipos integradores, es decir que miden datos de NPS equivalente y con registros de calificación.
- Los valores obtenidos del monitoreo efectuado en la fase constructiva del proyecto, muestran ser fluctuantes, especialmente por tratarse de fuentes de ruido móviles presentes en la mayoría de los puntos de muestreo. Esto ocasionado principalmente por movimientos de tierras, la cual era la actividad preponderante de la fase constructiva.
- A diferencia de la fase analizada anteriormente, en la perforación exploratoria se obtuvieron valores mas estables sin muchas variaciones, ya que las instalaciones para efectuar esta actividad poseen fuentes de ruido fijas en su mayoría, tales como el taladro de perforación y el área de generadores principalmente, sin embargo se registró en ocasiones la presencia de maquinaria pesada y del helicóptero de carga, los mismos que causaban la fluctuación en los datos.
- Entre las dos fases estudiadas, se notó diferencias en el número de vuelos de carga, ya que durante la construcción de la plataforma la necesidad de materiales e insumos era mucho mayor que durante la perforación exploratoria, es así que la presencia del helicóptero fue muy notoria durante la fase constructiva del proyecto, aportando significativamente datos elevados y una fluctuación mayor de ruido.

- A pesar de que la presencia del helicóptero de carga durante la fase constructiva era superior a la registrada en la perforación exploratoria, en esta última se obtuvieron los datos mas altos del estudio, principalmente en el área de generadores eléctricos, y por el taladro de perforación, siendo la generación eléctrica necesaria para el funcionamiento del taladro, la que genera los niveles mas altos de ruido, tal como se mostró en los mapas de isófonas, siendo esta zona de la plataforma la que sufre más el impacto.
- Durante la fase constructiva, los valores de ruido medidos, se mantuvieron entre 60 y 70 dBA, teniendo picos máximos de 75 a 80 dBA. Durante el primer y segundo monitoreo diario los datos se mantuvieron por encima de los obtenidos en el tercer monitoreo, esto básicamente porque las actividades de trabajo diarias se llevaban a cabo en los dos períodos iniciales del día y durante el tercer monitoreo la única fuente de ruido era el generador eléctrico y la actividad en el campamento. A pesar de esto algunos días se trabajaron horas extras en la noche, lo que equiparó los valores con los del resto del día, superando incluso los límites máximos permisibles por la norma, ya que la legislación impone límites más exigentes de ruido, durante la noche que durante el día.
- Se superaron los límites máximos permisibles establecidos en la legislación ecuatoriana, durante las dos fases del proyecto, siendo la fase de perforación la que registró los valores más altos y por ende los que más sobrepasaron los límites de la normativa, durante el tercer monitoreo de las dos fases, que donde hubo mayores niveles que estuvieron fuera de parámetros, ya que en el período nocturno
- Durante la fase de perforación exploratoria, las diferencias entre los períodos de medición diarios no fueron tan marcadas como las que se observó en la fase anterior, sin embargo se repite la tendencia de que los NPSeq medidos durante la noche fueron menores que los registrados en el resto del día, pero no con mucha diferencia en los valores, ya que durante esta fase, las fuentes principales de ruido, el taladro de perforación y la generación eléctrica no era suspendidos en ninguna parte del día, y la única diferencia encontrada entre los períodos iniciales de medición y el tercer monitoreo diario, estuvo marcada por actividades de soldadura, trabajos de la cuadrilla y en ciertas ocasiones donde se encontró encendida la bomba de agua, principalmente durante el primer monitoreo diario.

- Para efectos de cumplir con la metodología que exige la legislación ecuatoriana, se realizaron correcciones respecto al valor registrado como ruido de fondo, el mismo que fue medido durante la fase constructiva en un período en el que no se efectuaba ningún tipo de operación, y en una zona alejada de la plataforma, para asimilar mejor los NPSeq que se pudieren obtener en el parque sin la presencia de la plataforma.
- El dato de ruido de fondo se lo midió durante el día, ya que en el período nocturno los NPSeq son superiores, por tener una mayor actividad de la fauna muy diversa del PNY, esto se evidenció más aún, por las diferencias entre los valores obtenidos durante los primeros monitoreos diarios y en el monitoreo de la noche, principalmente sobre los puntos que se encontraban en las afueras de la plataforma.
- Durante la fase constructiva se tuvieron que realizar correcciones durante el ruido de fondo, sobre el punto PBC10 durante los tres monitoreos diarios y sobre los puntos PBC11 y PBC13 únicamente durante el segundo monitoreo diario, ya que los valores experimentales obtenidos sobre estos puntos, luego de haber sido sometidos a la herramienta estadística, tenían una diferencia por debajo de los 10 dBA respecto al dato de ruido de fondo y por lo tanto requerían corrección.
- En la fase de perforación exploratoria se tuvieron que realizar correcciones respecto al ruido de fondo, tal como se efectuó en la fase anterior, específicamente sobre los puntos PBT16 y PBT17 durante el primer y segundo monitoreo diario y sobre PBT13 únicamente en el segundo monitoreo, la diferencia con la fase constructiva radica en que durante el tercer monitoreo de perforación exploratoria no se tuvieron que realizar correcciones, ya que la diferencia entre los NPSeq medidos en esta fase y el obtenido como ruido de fondo, se mantuvieron por encima de los 10 dBA. Sin embargo el NPSeq resultante de la medición realizada sobre PBT17 durante el segundo monitoreo, mantuvo una diferencia con el nivel de ruido de fondo de 5 dBA, lo cual de acuerdo a la legislación pertinente exige que la corrección sea de 2 dBA, a diferencia de las otras correcciones que únicamente fueron de 1 dBA.
- En los anexos 5.3.1 y 5.3.2, se determinó que durante la fase de perforación exploratoria, hubo una mayor cantidad de puntos, cuyos valores de ruido estuvieron por encima del límite máximo permisible, a comparación de los NPSeq medidos en la fase constructiva de la plataforma.
- El mapeo de ruido para la fase de perforación exploratoria pudo tener una mayor información en rango de superficies medidas, ya que el monitoreo en esta parte de la

operación fue facilitado por senderos que comunicaban con la bomba de agua, ubicados en los exteriores de la plataforma a 330 metros aproximadamente de los límites de la plataforma y que permitían la ubicación de una cantidad mayor de puntos, a diferencia de la fase constructiva donde el muestreo estuvo restringido a las 1.5 Ha. de superficie que poseía la plataforma, siendo el punto más exterior la bomba de agua ubicada a 50 metros del perímetro de la plataforma, aproximadamente.

- Los mapas de isófonas para la fase de perforación exploratoria, confirman que los sitios más críticos de influencia de ruido son el área de generación eléctrica y el taladro de perforación, sin dejar de lado los valores altos de NPSeq generados por la bomba de agua, especialmente durante el primer monitoreo diario, mientras que el sendero entre la plataforma y la bomba, se registraron los datos mas bajos, por ser el sotobosque, sub-dosel y dosel en esta área, una pantalla para la dispersión del ruido emitido de ambos lados del tramo mencionado.
- Para la fase de perforación exploratoria, la dispersión del ruido por acción de la vegetación, se estima es de 30 dBA cada 100 metros, es así que los niveles más bajos de NPSeq se obtuvieron a 150 metros de la plataforma. Mientras que para la fase constructiva los niveles más bajos pudieron haber sido registrados a una distancia más corta, por tener valores menores a los medidos en la anterior fase.
- Durante la fase constructiva, los mapas de ruido indicaron los puntos más críticos a la zona del generador eléctrico, manteniéndose constante durante los tres monitoreos diarios, y a la parte central de la plataforma, donde se realizaban trabajos de movimiento de tierras, así como también en la zona del helipuerto, donde se descargaban los materiales de construcción que eran helitransportados a diario, siendo mas notorio en el segundo monitoreo diario.
- Se pudo observar mayor presencia de fauna como son el caso de aves, monos, anfibios y otros más, durante los inicios de la etapa constructiva del proyecto, sin embargo a medida que avanzaban las obras la presencia de animales era cada vez mas escasa, hasta volverse nula durante la fase de perforación, ya que el incremento de NPS junto con el avance de obras ahuyentaban a estas especies.

4.2 Recomendaciones

- Para las dos fases del proyecto fue evidente que la zona más crítica de generación de ruido, es el área de generación eléctrica para lo que es importante mantener mecanismos de insonorización en estos equipos, tratando de atenuar los NPSeq mediante métodos físicos que fueron descritos anteriormente en el marco conceptual, siendo los más recomendados los métodos de Absorción mediante el uso de materiales de características aislantes para recubrir la fuente de emisiones de ruido y de reflexión mediante la construcción de cajas de insonorización o cuartos de máquinas aislados.
- Es importante la construcción de este tipo de infraestructuras, en zonas que no se encuentren a desnivel del resto de vegetación presente, ya que se pudo evidenciar que el dosel, sub-dosel y sotobosque alrededor de la plataforma ayudaba a atenuar la dispersión del ruido, actuando como amortiguador y minimizando el impacto.
- Es crítico el uso de equipos de protección personal (EPP) mientras se realizan trabajos en plataformas exploratorias, ya que la exposición al ruido es constante en todas las áreas de la misma, siendo mayor en unas zonas que en otras y obligando a utilizar EPP mas especializado a personal que se desenvuelven en estas partes de mayor impacto.
- Es importante respetar los límites máximos permisibles en horarios nocturnos que contempla la norma, ya que la mayor actividad de la fauna y microfauna ocurre en estos períodos del día. Especialmente para la fase constructiva, visto que en perforación la actividad del taladro muy difícilmente puede ser parada.
- Es importante mantener este tipo de monitoreos de los diferentes factores ambientales para conocer el estado real de las operaciones respecto al medio ambiente y poder saber si se está trabajando dentro de parámetros legales.

5 BIBLIOGRAFÍA

Referencias Bibliográficas

- JARAMILLO, JAIME, *Estudio de Flora y Fauna en el Bloque 31, Parque Nacional Yasuní*, Dirección Editorial, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ministerio del Ambiente del Ecuador, Quito, 2002
- PAOLA MARCELA ALMEIDA CEPEDA, “*Monitoreo de ruido existente en las Plataformas Petroleras dentro de la Reserva Biológica Limoncocha*”, UISEK, Quito, 2003.
- AMBIGEST CIA. LTDA., *Monitoreo de ruido industrial “Casa de generadores estación FANNY Generación.”*, Andes Petroleum Company, Bloque Tarapoa, 2006
- AZUL CIA. LTDA., *Procedimiento P –004-GA, Monitoreo de Ruido Azul*
- Sistema de Gestión Ambiental, *Norma ISO 14001:1996*
- Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional, *Norma OHSAS 18001:1999*
- *Texto Unificado de Legislación Secundaria TULAS*, Ministerio del Ambiente del Ecuador, Quito
- *Reglamento para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador. Decreto 1215*, Ministerio de Energía y Minas, Quito, 2001

Referencias de Internet

www.acude.udg.mx/divulga

www.ruidos.org/Referencias/Guia_OMS.html

www.union.org.mx/guia/actividadesyagravios/ruido.html

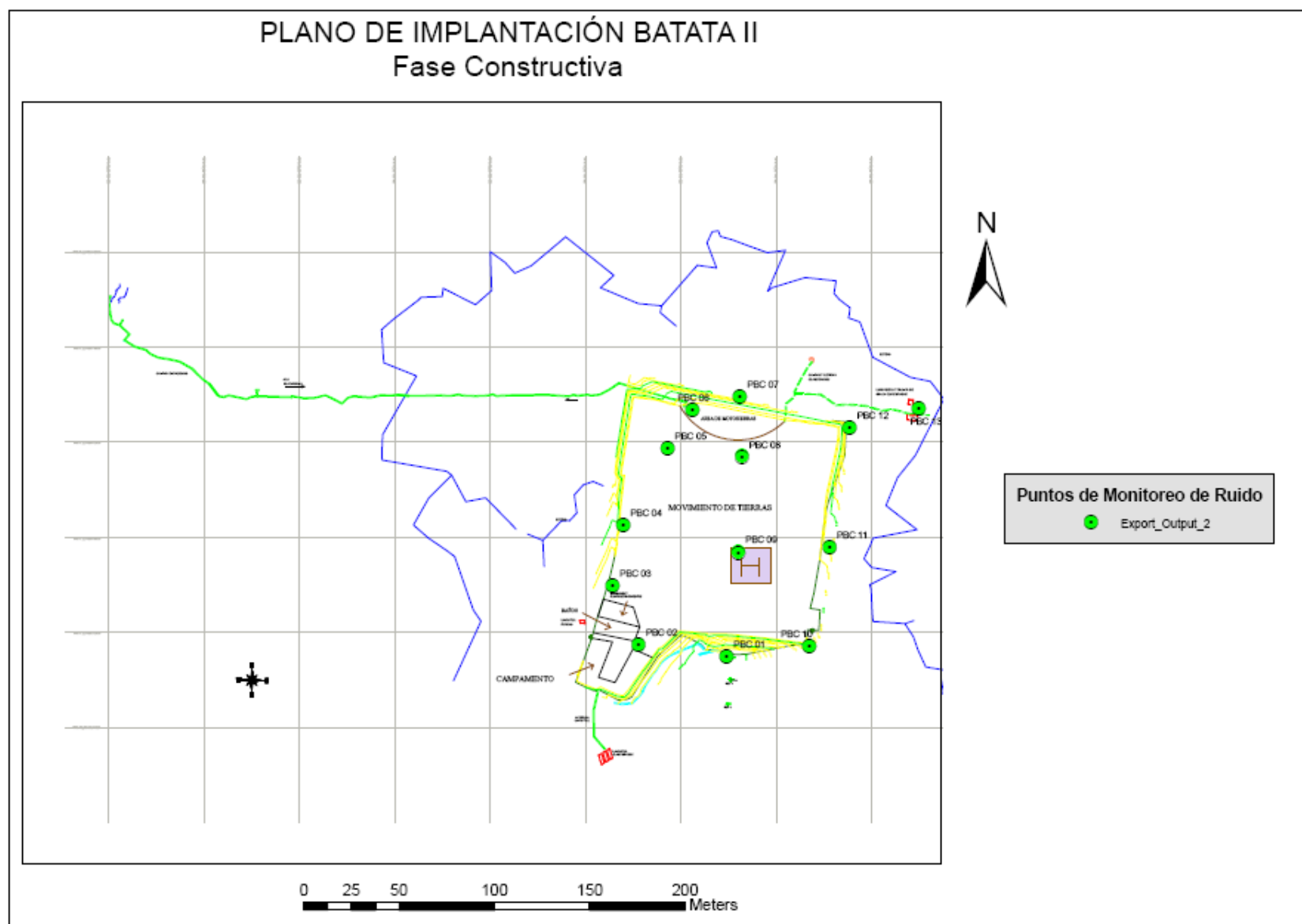
www.usaid.gov/dr/docs/resources/norma_ruido_medicion_fuente_fija.pdf

www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/comite/niveles.htm

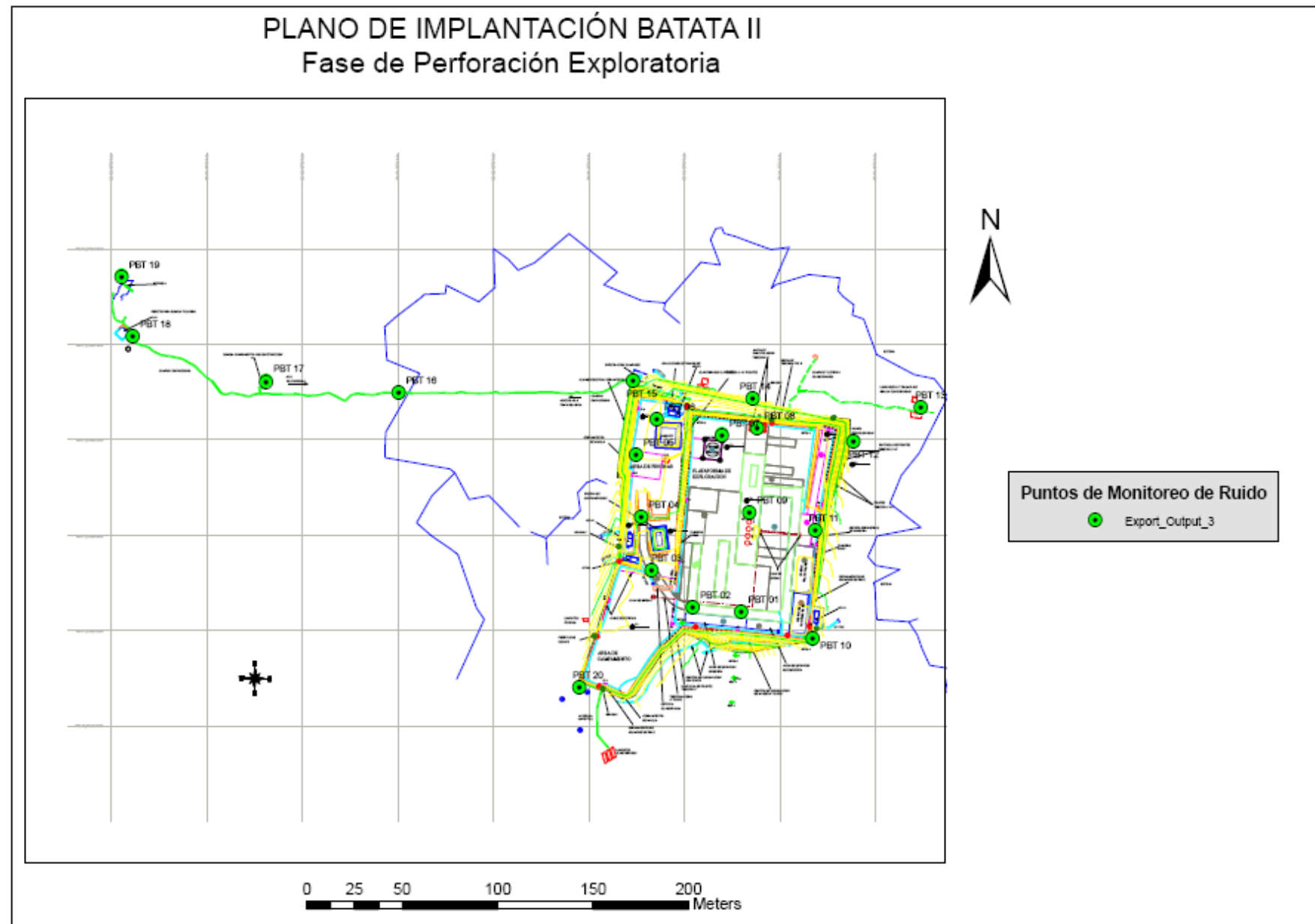
www.sinfomed.org.ar/Mains/publicaciones/acustic1.htm

6 ANEXOS

6.1 Mapa de implantación de la fase constructiva. Puntos de muestreo



6.2 Mapa de implantación de la fase de perforación exploratoria. Puntos de muestreo.



6.3 Legislación ecuatoriana

6.3.1 Texto Unificado de Legislación Secundaria, TULAS

Este reglamento establece una tabla de límites máximos permisibles de NPSeq, los cuales deben ser medidos mediante un sonómetro en ponderación “A”. De igual modo se debe identificar el tipo de zona según el uso de suelo. Para el caso de las actividades de construcción y perforación exploratoria para operaciones hidrocarburíferas, se aplican a la clasificación de Zona Industrial.

6.3.1.1 Tipos de zona según el uso de suelo¹⁵

Zona hospitalaria y educativa

En esta área se requiere de tranquilidad y de la ausencia de ruido a cualquier hora del día, por las actividades que aquí se desenvuelven, las mismas que son de carácter clínico y de concentración.

Zona residencial

Es importante que exista tranquilidad y quietud, ya que según el uso de suelos, esta zona está dedicada a la presencia únicamente de hogares, donde se requieren las condiciones adecuadas de descanso.

Zona comercial

Está dedicada a actividades de carácter comercial, donde existe la necesidad de comunicación constante entre las personas.

Zona industrial

Las actividades aquí son netamente de carácter industrial, y las personas que se desenvuelven en esta zona requieren del uso de protección auditiva, para evitar daños fisiológicos.

Zona mixta

De las zonas analizadas anteriormente, varias pueden coexistir en un solo sitio denominado como zona mixta.

- Zona residencial mixta: En donde existen mayoritariamente viviendas, pero se tiene también la presencia de actividad comercial.

¹⁵ Texto Unificado de Legislación Secundaria TULAS
Libro VI, Anexo 5

- Zona mixta comercial: Es de uso comercial principalmente pero donde también se puede encontrar la presencia limitada de industrias.
- Zona mixta industrial: Es una zona de actividad industrial principalmente, pero donde se pudiere encontrar también, la presencia de residencias o de actividad comercial.

6.3.1.2 Límites máximos permisibles de ruido para fuentes fijas

Se debe identificar a la zona donde se van a realizar las mediciones y ubicarlas dentro de la clasificación según el tipo y uso de suelo.

Las mediciones efectuadas no deben superar a los límites de la tabla 2.1, y de acuerdo al horario también considerado en la misma.

Para mantener relación de los datos obtenidos y poder compararlos con los de la tabla, las mediciones deben ser hechas en ponderación A.

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona residencial	50	40
Zona residencial mixta	55	45
Zona comercial	60	50
Zona comercial mixta	65	55
Zona industrial	70	65

TABLA 2.1 Límites máximos de ruido permisibles según uso de suelo¹⁶

6.3.1.3 Correcciones por ruido de fondo

Luego de haber realizado las mediciones respectivas, siguiendo la metodología que la legislación contempla, se debe realizar una corrección sobre los valores obtenidos, en relación al ruido de fondo.

El mismo que consiste en la medición del NPS eq, que se obtiene en ausencia de ruido generado por la actividad donde se están realizando las mediciones. Debe realizarse de la misma manera en la que fueron realizadas las otras mediciones, pero

¹⁶ Texto Unificado de Legislación Secundaria TULAS
Libro VI, Anexo 5

considerando que es importante obtener los datos en un momento en el que no exista actividad que influya en el valor de fondo.

Las correcciones a realizarse en los valores obtenidos se detallan en la Tabla 2.2, donde se debe realizar una diferencia aritmética entre el dato obtenido y el valor de ruido de fondo, para efectuar la corrección que se detalla a continuación. Cabe recalcar que si la diferencia obtenida es menor a 3, la medición se considera nula y requiere de ser realizada nuevamente.

DIFERENCIA ARITMETICA ENTRE NPSeq DE LA FUENTE FIJA Y NPSeq DE RUIDO DE FONDO (dB A)	CORRECCIÓN
10 o mayor	0
De 6 a 9	-1
De 4 a 5	-2
3	-3
menor a 3	Medición nula

TABLA 2.2 Corrección por nivel de ruido de fondo¹⁷

6.3.2 Reglamento para operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador Decreto No 1215, RAOHE 1215

En este reglamento se puede encontrar parámetros permisibles de ruido, dentro del criterio de ruido ocupacional. Se determina los NPSeq de acuerdo al tiempo de exposición de la persona a la fuente de emisión de ruido.

En el anexo 1 de Parámetros Técnicos, se encuentra la tabla de Límites Máximos Permisibles de Ruido. Al igual que el reglamento anterior se requiere que las mediciones sean en ponderación A. Los valores en la Tabla 2.3. se detallan en el anexo 6.3

Duración diaria por horas	Nivel de ruido (dBA)
16	80
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115

TABLA 2.3 Límites Máximos Permisibles de Ruido¹⁸

¹⁷ Texto Unificado de Legislación Secundaria TULAS
Libro VI, Anexo 5.

¹⁸ Reglamento para operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador Decreto No 1215, RAOHE 1215
Anexo 1, Tabla 1.

6.4 Fotografías de la Fase Constructiva



FOT 5.1. Mediciones de ruido. Fase Constructiva



FOT 5.2. Desbroce del área para inicio de construcción



FOT 5.3. PBC 01: Extremo Sur-Centro y PBC 09: Helipuerto



FOT 5.4. PBC 02: Campamento



FOT 5.5. PBC 04, PBC 05: Movimiento de tierras



FOT 5.6. PBC 03: Generador eléctrico



FOT 5.7. PBC 06, PBC07, PBC 08. Descarga de materiales



FOT 5.8. PBC 10, PBC 11, PBC 12. Trabajos en el perímetro oriental



FOT 5.9. PBC 13: Bomba de agua



FOT 5.10. Helicóptero de carga Super-Puma. Fuente móvil de ruido



FOT 5.11. Maquinaria pesada. Fuentes móviles de ruido

6.5 Fotografías de la Fase de Perforación Exploratoria



FOT 5.12. PBT 01: Área de Generadores



FOT 5.13. PBT 02: Campamento



FOT 5.14. PBT 03: Punto de Encuentro



FOT 5.15. PBT 04: Separadores API



FOT 5.16. PBT 05: Piscina de Lodos



FOT 5.17. PBT 06: Planta de Tratamiento de Aguas Negras y Grises



FOT 5.18. PBT 07 : Helipuerto



FOT 5.19. PBT 08: Extremo Centro – Norte



FOT 5.20. PBT 09: Taladro de Perforación



FOT 5.21. PBT 10: Extremo Sur - Este



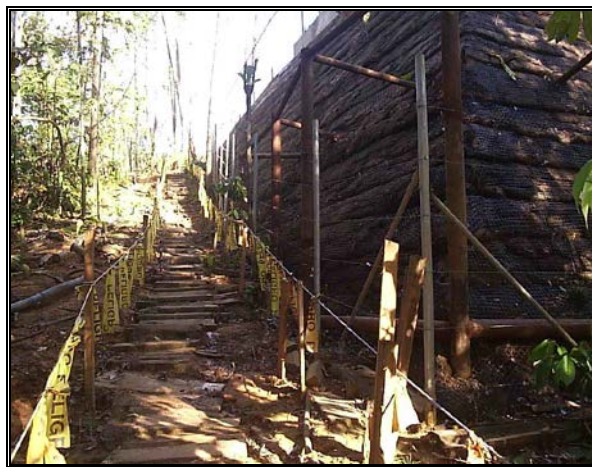
FOT 5.22. PBT 11: Minicamp



FOT 5.23. PBT 12: Extremo Norte - Este



FOT 5.24. PBT 14: Exterior Norte – Centro



FOT 5.25. PBT 15 : Exterior Norte – Oeste



FOT 5.26. PBT 16: Puente camino a la bomba



FOT 5.27. PBT 17: Bomba Back Up



FOT 5.28. PBT 18: Bomba de Agua



FOT 5.29. PBT 19: Represa