



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**

TEMA:

---

SONOMETRÍA LABORAL EN LOS PISOS DE TURBINAS Y GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN DE LA CIUDAD DE BAÑOS

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial en Procesos de Automatización.

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Sistemas de Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional y Medio Ambiente.

**AUTOR:** Christian Alberto Lluglla Tubon.

**TUTOR:** Ing. Andrés Gonzalo Cabrera Acosta, Mg.

**AMBATO - ECUADOR**

**Junio– 2018**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el Tema; "SONOMETRÍA LABORAL EN LOS PISOS DE TURBINAS Y GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN DE LA CIUDAD DE BAÑOS", elaborado por el Sr. Christian Alberto Lluglla Tubon, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la Facultad de ingeniería en Sistema Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficiente para que continúe con los tramites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la Aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambatojunio, 2018

EL TUTOR



Ing. Andrés Gonzalo Cabrera Acosta Msc.

## AUTORÍA

El presente proyecto de investigación titulado “SONOMETRÍA LABORAL EN LOS PISOS DE TURBINAS Y GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN DE LA CIUDAD DE BAÑOS”, es absolutamente original autentico y personal en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son exclusiva responsabilidad del autor

Ambato junio, 2018



---

Christian Alberto Lluglla Tubon

CC: 1804938155

## DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica De Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la universidad

Ambato junio, 2018



Christian Alberto Lluglla Tubon

CC: 1804938155

## APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Jéssica López, Ing. Luis Morales, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “SONOMETRÍA LABORAL EN LOS PISOS DE TURBINAS Y GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN DE LA CIUDAD DE BAÑOS”, presentado por el señor Christian Alberto Lluglla Tubon de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Jéssica López, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Luis Morales, Mg

DOCENTE CALIFICADOR

## DEDICATORIA

*A Dios, fuente de sabiduría,  
por regalarme la dicha de  
compartir momentos junto a  
mi familia.*

*A mi madre Gloria Tubon, por  
su comprensión, paciencia y  
apoyo incondicional en todo el  
trayecto de mi carrera, por  
haber inculcado en mí valores  
que permitieron mi desarrollo  
personal.*

*A mi padre Alberto Lluglla,  
por enseñado a luchar y  
defender a aquellas personas  
que más quiero y respeto.*

*A mis hermanos Stalin y  
Jeaneth, por haber sido un  
ejemplo de superación, por  
acompañarme en los  
momentos de dificultad y  
alegría.*

*Christian Alberto Lluglla Tubon.*

## AGRADECIMIENTOS

*Mi agradecimiento al altísimo todo poderoso por brindarme su guarda en cada día de mi vida.*

*A mis padres por su apoyo perdurable, sus consejos, su ejemplo de superación y humildad.*

*A la FISEI que me brindo la mejor educación, donde conocí el valor de la amistad.*

*Al ing. Andrés Cabrera por bagaje de conocimientos, por su sabia dirección en este trabajo y su amistad.*

*Al Ing. Edgar Villacís por su altruismo, por la oportunidad y amistad brindada.*

*A la UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN. por haberme abierto las puertas para la ejecución y desarrollo del proyecto.*

*Christian Alberto Lluglla Tubon.*

## ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	II
AUTORÍA .....	III
DERECHOS DEL AUTOR.....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
RESUMEN .....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XVIII
CAPÍTULO I .....	20
1.1. Tema de investigación.....	20
1.2. Planteamiento del problema .....	20
1.2.1. Contextualización .....	20
1.3. Delimitación del problema .....	22
1.3.1. Delimitación de contenido .....	22
1.3.2. Delimitación espacial.....	22
1.3.3. Delimitación temporal .....	22
1.4. Justificación .....	22
1.5. Objetivos de estudio .....	24
1.5.1. Objetivo general .....	24
1.5.2. Objetivos específicos .....	24
CAPÍTULO II .....	25
MARCO TEÓRICO .....	25

2.1.	Antecedentes investigativos.....	25
2.2.	Fundamentación teórica.....	27
2.2.1.	Seguridad industrial .....	27
2.2.2.	Higiene industrial.....	27
2.2.3.	Riesgos laborales.....	27
2.2.4.	Factor de riesgo laboral .....	28
2.2.5.	Factor de riesgo físico .....	28
2.2.6.	Ruido .....	28
2.2.7.	Evaluación de riesgos laborales .....	30
2.2.8.	Decibel (dB).....	31
2.2.9.	Frecuencia.....	32
2.2.10.	Espectro de frecuencia .....	33
2.2.11.	Presión acústica .....	33
2.2.12.	Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado “A”,.....	36
2.2.13.	Cómputos con decibelios .....	37
2.2.14.	Duración de la tarea media aritmética, $T_m$ .....	37
2.2.15.	Presión acústica continuo equivalente ponderado “A”.....	38
2.2.16.	Nivel de exposición diario equivalente.....	39
2.2.17.	Presión acústica equivalente para espectro de frecuencia.....	40
2.2.19.	Instrumentos de medición .....	41
2.2.20.	Casa de máquinas centrar hidroeléctrica.....	43
2.3.	Propuesta de solución.....	45
CAPÍTULO III.....		46
METODOLOGÍA .....		46
3.1.	Modalidad de la investigación .....	46
3.1.1.	Investigación bibliográfica-documental .....	46
3.1.2.	Investigación de campo .....	46
3.1.3.	Investigación aplicada .....	46
3.2.	Población y muestra .....	46
3.3.	Recolección de la información.....	47

3.3.1.	Investigación de campo .....	47
3.3.2.	Procedimiento para evaluación del ruido .....	49
3.3.3.	Procedimiento para la medición de ruido .....	52
3.3.4.	Estrategia para tiempos de tarea .....	62
3.4.	Procesamiento y análisis de datos .....	64
CAPÍTULO IV .....		70
DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....		70
4.1.	Tema de la propuesta.....	70
4.1.1.	Datos informativos .....	70
4.1.2.	Información general .....	71
4.1.3.	Introducción .....	71
4.2.1.	Precepción de los trabajadores respecto al ruido.....	78
4.2.2.	Discusión de resultados .....	90
4.3.	Recolección y análisis de datos.....	94
4.3.1.	Tipo de ruido.....	94
4.3.2.	Ruido de fondo.....	98
4.5.	Control.....	119
4.6.	Informe evaluación.....	119
4.7.	Informe para medidas de control .....	123
	Medida de control.....	124
	Evaluación de atenuación de protectores auditivos .....	132
CAPÍTULO V .....		138
5.1.	Conclusiones .....	138
5.2.	Recomendaciones.....	139
BIBLIOGRAFÍA.....		141
ANEXO 1 .....		144
	Encuesta aplicada a operadores de la casa de máquinas de la central hidroeléctrica Hidroagoyán .....	144
ANEXO 2 .....		148
	Cronograma analítico del operador .....	148

ANEXO 3 .....	149
Fichas tipo de ruido.....	149
ANEXO 4 .....	170
Tratamiento de incertidumbre .....	170
Incertidumbre piso turbinas .....	172
Fichas bandas de octava.....	174
ANEXO 6 .....	201
Plan de mantenimiento.....	201
ANEXO 7 .....	202
Mapa de ruido.....	202
ANEXO 8 .....	205
Nota técnica de prevención 951 .....	205
Estrategias de medición de ruido.....	205
ANEXO 9 .....	205
Nota técnica de prevención 503 .....	205
Confort acústico en oficinas.....	205
ANEXO 10 .....	205
Nota técnica de prevención 638 .....	205
Estimación de atenuación efectiva del ruido.....	205
ANEXO 11 .....	205
Decreto ejecutivo 2393 .....	205
ANEXO 12 .....	206
Certificados de calibración del equipo .....	206
Sonómetro bandas de octava EXTECH 407790 .....	206
SONOMETRO PCE--322.....	207

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Gestión del riesgo.....	31
<b>Fig. 2.</b> Distribución espectro de frecuencia por banda de octava .....	33
<b>Fig. 3.</b> Sonómetro integrador.....	42
<b>Fig. 4.</b> Dosímetro personal .....	42
<b>Fig. 5.</b> Distribuidor de piso de válvulas.....	43
<b>Fig. 6.</b> Metodología para la evaluación del ruido .....	51
<b>Fig. 7.</b> Metodología para estrategia de medición basada en la jornada completa.....	55
<b>Fig. 8.</b> Metodología de medición basada en el puesto de trabajo.....	56
<b>Fig. 9.</b> Metodología de medición basada en la tarea.....	58
<b>Fig. 10.</b> Proceso para aplicación de encuesta .....	65
<b>Fig. 11.</b> Icono para entrada de datos de calculadora en línea del INSHT.....	67
<b>Fig. 12.</b> Selección de la metodología aplicada en la medición .....	67
<b>Fig. 13.</b> Selección del equipo utilizado para la medición.....	67
<b>Fig. 14.</b> Entrada de datos por cada tarea identificada .....	68
<b>Fig. 15.</b> Layout casa de máquinas hidroeléctrica Hidroagoyán.....	73
<b>Fig. 16.</b> Proceso ejecutado por cada operador en turno .....	74
<b>Fig. 17.</b> Recorrido piso turbinas y puntos de tareas.....	76
<b>Fig. 18.</b> Recorrido piso generadores y puntos de tareas.....	77
<b>Fig. 19.</b> Identificación de las caracterizas de la tarea.....	78
<b>Fig. 20.</b> Identificación de las fuentes de ruido.....	79
<b>Fig. 21.</b> Identificación de las fuentes de ruido - ruido exterior.....	79
<b>Fig. 22.</b> Identificación de las fuentes de ruido – ruido por personas .....	80
<b>Fig. 23.</b> Identificación de las fuentes de ruido - ruido de las instalaciones.....	81
<b>Fig. 24.</b> Identificación de las fuentes de ruido - ruido de los equipos de trabajo .....	81
<b>Fig. 25.</b> Mantenimiento de equipos e instalaciones .....	82
<b>Fig. 26.</b> Características del ruido .....	83
<b>Fig. 27.</b> Nivel de molestias del ruido en el puesto de trabajo.....	83
<b>Fig. 28.</b> Tiempo de la jornada en que el ruido es más molesto.....	84
<b>Fig. 29.</b> Molestias causadas por las fuentes de ruido.....	85

<b>Fig. 30.</b> Perturbación de la concentración mental - distracción.....	86
<b>Fig. 31.</b> Dificulta de concentración mental para las tareas.....	87
<b>Fig. 32.</b> Interferencia de la comunicación verbal tono de voz.....	87
<b>Fig. 33.</b> Interferencia con la comunicación verbal atención del receptor.....	88
<b>Fig. 34.</b> Atención a señales acústicas o de megafonía .....	89
<b>Fig. 35.</b> Puntos de medición piso generadores .....	94
<b>Fig. 36.</b> Puntos de medición piso turbina .....	95
<b>Fig. 37.</b> Espectro de banda de octava.....	109
<b>Fig. 38.</b> Nivel de presión acústica diaria respecto al límite permitido.....	117
<b>Fig. 39.</b> Nivel de presión acústica para oficinas respecto al límite permitido.....	118
<b>Fig. 40.</b> Medidas técnicas y organizativas para reducir los niveles de ruido .....	124
<b>Fig. 41.</b> Barreras de atenuación de ruido .....	127
<b>Fig. 42.</b> Característica de vidrios .....	128
<b>Fig. 43.</b> Espectro de frecuencia de ruido medido .....	136
<b>Fig. 44.</b> Espectro de frecuencias de ruido y de atenuación del protector.....	136

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Agente de riesgo físico – tipos de ruido .....	28
<b>Tabla 2.</b> Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo .....	32
<b>Tabla 3.</b> Distribución de población .....	47
<b>Tabla 4.</b> Selección de la estrategia de medición .....	58
<b>Tabla 5.</b> Especificación técnica de sonómetro EXTCECH 407790.....	59
<b>Tabla 6.</b> Valores recomendados por general electric par determinación de ciclos .....	63
<b>Tabla 7.</b> Instrumentos de medida .....	68
<b>Tabla 8.</b> Información preliminar .....	70
<b>Tabla 9.</b> Especificaciones para monitoreo y control de la planta.....	75
<b>Tabla 10.</b> Especificaciones para ejecución del recorrido para recolección de datos.....	75
<b>Tabla 11.</b> Instalaciones de unidades por pisos .....	90
<b>Tabla 12.</b> Tiempo de recorrido para recoger datos de auxiliares y unidades en piso de turbina.....	92
<b>Tabla 13.</b> Tiempo de recorrido para recoger datos de auxiliares y unidades en piso de generadores .....	93
<b>Tabla 14.</b> Datos para identificación del tipo de ruido. ....	96
<b>Tabla 15.</b> Tipo de ruido piso generadores.....	97
<b>Tabla 16.</b> Tipo de ruido sala de control .....	98
<b>Tabla 17.</b> Muestreo para ruido de fondo piso turbinas. ....	100
<b>Tabla 18.</b> Muestreo para ruido de fondo piso turbinas .....	101
<b>Tabla 19.</b> Tareas recorrido y recolección de datos en piso generadores. ....	102
<b>Tabla 20.</b> Tareas para recorrido y recolección de datos en piso turbinas .....	103
<b>Tabla 21.</b> Tareas recorrido y recolección de datos en la sala de control. ....	104
<b>Tabla 22.</b> $T_m^-$ por jornada piso de generadores .....	106
<b>Tabla 23.</b> $T_m^-$ por jornada piso de turbinas .....	107
<b>Tabla 24.</b> $T_m^-$ por jornada sala de control .....	108
<b>Tabla 25.</b> Medidas para cada frecuencia del espectro de banda de octava .....	109
<b>Tabla 26.</b> Presión acústica equivalente por tarea piso generadores .....	112

<b>Tabla 27.</b> Presión acústica equivalente por tarea piso turbinas.....	113
<b>Tabla 28.</b> Presión acústica equivalente por tarea en la sala de control.....	114
<b>Tabla 29.</b> Exposición permisible según legislación aplicable .....	116
<b>Tabla 30.</b> Resumen de resultados por tareas.....	116
<b>Tabla 31.</b> Dosis de ruido permitida por normas de seguridad .....	119
<b>Tabla 32.</b> Evidencia de toma de datos en la casa de máquinas Hidroagoyán.....	121
<b>Tabla 33</b> Coeficiente de absorción de materiales.....	126
<b>Tabla 34.</b> Características de vidrios insulados Trosifol .....	129
<b>Tabla 35.</b> Característica de equipos de protección auditivo pasivos.....	130
<b>Tabla 36</b> .Característica de equipos de protección auditivo no pasivos .....	131
<b>Tabla 37.</b> Información de protectores auditivos.....	132
<b>Tabla 38.</b> Datos reales tomados en la fuente.....	133
<b>Tabla 39.</b> Datos de fabricante del protector auditivo .....	133
<b>Tabla 40.</b> Protección asumida por el protector .....	134
<b>Tabla 41.</b> Porcentaje de protección y protección asumida de un protector .....	135
<b>Tabla 42.</b> Resultado de atenuación del ruido .....	135

## **RESUMEN**

La exposición a altos niveles de ruido provoca daños irreversibles en la salud del trabajador, no sola a nivel del aparato auditivo, también la exposición a este riesgo acarrea efectos extruditados, razón a la cual la presente investigación se basa en el análisis del nivel de contaminación acústica presente en la casa de máquinas de la central hidroeléctrica de la unidad de negocio Hidroagoyán perteneciente a la ciudad de Baños.

La evaluación consta de un procedimiento sistemático establecido en normas nacionales e internacionales como es la NTE INEN-ISO9612-2009 la cual es base fundamental de la metodología aplicada al estudio del ruido, basados en el uso de herramientas como: la entrevista, encuestas planteadas a los trabajadores, la observación directa de las actividades ejecutadas por el operador, las mediciones del nivel de ruido con instrumentos debidamente calibrados y con protocolos de medición.

Los resultados de las mediciones demuestran que para cada piso de la casa de máquinas existen diferentes niveles de ruido, encontrando el nivel más alto en el piso de generadores con 87,05 dB(A), seguido por el piso de turbinas que se encuentra con una contaminación de 78.38 dB(A), para el caso de la sala de control está a un nivel de 70,70 dB(A), encontrándose en los límites permisible establecidos por el decreto ejecutivo 2393. En conjunto, toda la investigación y en base a los resultados se determina que los trabajadores se encuentran sobreexuestos, surgiendo la necesidad de tomar acciones técnicas para minimizar al máximo el riesgo.

## **ABSTRACT**

Exposure to high levels of noise causes irreversible damage to the health of the worker, not only at the level of the auditory apparatus, also the exposure to this risk has extrauditivo effects, reason for which the present investigation is based on the analysis of the level of contamination acoustic present in the power house of the hydroelectric power station of the Hidroagoyán business unit belonging to the city of Baños,

The evaluation consists of a systematic procedure established in national and international standards such as the NTE INE-ISO 9612-2009 which is the fundamental basis of the methodology applied to the study of noise, based on the use of tools such as: the interview, surveys to the workers, the direct observation of the activities carried out by the operator, the measurements of the noise level with properly calibrated instruments and with measurement protocols.

The results of the measurements show that for each floor of the machine house there are different noise levels, finding the highest level in the generator floor with 87.05 dB (A), followed by the turbine floor that is a pollution of 78.38 dB (A), for the case of the control room it is at a level of 70.70 dB (A), being within the permissible limits established by Executive Decree 2393. Overall, all the investigation and in Based on the results, it is determined that the workers are overexposed, with the need to take technical actions to minimize the risk.

## INTRODUCCIÓN

En la unión europea la pérdida de la audición inducida por ruido es una de las enfermedades profesionales más comunes[1]. Las condiciones de inseguridad presentes en ambientes labores se suscita a causa de la propia actividad productiva de la empresa con la generación de riesgo que afectan a la salud de los trabajadores [2]. Dentro de la industria existe diversidad de procesos productivos que necesariamente requieren la utilización de equipos, los cuales generan gran variedad de riesgos laborales, con características propias de intensidad y siniestralidad, siendo los más peligrosos aquello que no se los puede ver pero están presentes y acarrear graves consecuencia en la salud de los trabajador generando enfermedades laborales [3].En los riesgos con capacidad de generar enfermedades profesionales está, el ruido como un factor de riesgo predominante dentro de la industria, el impacto que tienen en la salud del individuo es alto, generando enfermedades profesionales, bajo desempeño laboral del trabajador incluso accidentes de trabajo[4],en países de desarrollo el ruido industrial es un evidente problema que afecta a la población expuesta a la contaminación acústica[5].Las enfermedades profesionales inducidas por ruido ha venido en aumento, siendo este agente uno de los riesgos más comunes que afecta al personal dentro de la industria, es importante realizar estudios de prevención ante los daños asociados a este riesgo [6]

El ruido es un factor de riesgo que no está asociado solamente con la pérdida progresiva de la audición, existe pruebas que demuestran afectaciones que implica una serie de cambios fisiopatológicos en diversos sistemas del organismo [7][8], convirtiéndose en un agravante múltiple para la salud del trabajador, motivo por el cual debe realizarse estudios plenamente dirigidos al control y atenuación para mejorar las condiciones ambientales como individuales, específicamente relacionadas con la exposición al ruido[9]. A pesar del conocimiento existente de las afectaciones que este acarrea en la salud, y de las formas de control, aún existe gran número de industrias sin tomar acciones de control ante lo altos niveles de ruido contaminante en el lugar de trabajo, existiendo múltiples indemnizaciones por hipoacusia laboral [10].

Siendo el ruido un agente a la cual la sociedad se expone de manera involuntaria, la organización mundial de la salud (OMS) da a conocer los efectos auditivos más comunes presentados por el individuo según el nivel de ruido al que esté expuesto, las mas frecuentes en las personas que se exponen sobre los 30dB(A) presentan efectos negativos en el sueño[11], interferencia en la comunicación oral está por encima de los 35dB(A)[12], a partir de los 50 dB(A) se presentan perturbaciones en el individuo[13], la exposición prolongada entre los niveles de 65 - 70 dB(A) genera en el individuo efectos cardiovasculares y al exponerse a niveles que sobrepasen los 80 dB(A) las personas presentan cambios de humor con comportamientos agresivos [14], presentando alteraciones hormonales relacionadas con la exposición al ruido la cual provoca desequilibrio en los sistemas endocrinos e inmune[15][16].

El presente trabajo de investigación se centra en el estudio de los niveles de presión acústica existentes de la central hidroeléctrica Hidroagoyán perteneciente a la Unidad de Negocio Hidroagoyán de la ciudad de Baños, su importancia radica en brindar pautas para la prevención de enfermedades profesionales inducidas por ruido, conforme a los resultados obtenidos del estudio, se verifica comparando con los límites de presión acústica permitidos según el artículo 55 descrito en el decreto 2393. La verificación de los niveles de ruido en relación con la normativa serán motivos para establecer medidas de control actuando en la fuente, medio, y receptor, también recomendar equipos de protección auditiva acorde a los niveles de presión sonora contaminante en el lugar de trabajo,

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Tema de investigación**

“SONOMETRÍA LABORAL EN LOS PISOS DE TURBINAS Y GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN DE LA CIUDAD DE BAÑOS”

### **1.2. Planteamiento del problema**

#### **1.2.1. Contextualización**

El ruido es considerado como sonido desagradable para el oído, generando en la persona efectos indeseables de tipo extra auditivo. La contaminación acústica en los últimos años ha crecido, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 130.000.000 habitantes de los países miembros están expuestos a un nivel de presión acústica superior a los 65 decibelios, límite aceptado por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S), y otros 300.000.000 residen en zonas de incomodidad acústica entre 55-65 dB [10]. Según los investigadores, las personas que habitan zonas con nivel de ruido superior a los 65 decibelios las probabilidades de mortandad superan en un 4% en comparación a los habitantes de poblaciones tranquilas[17].

A nivel mundial la exposición a distintos niveles de intensidad acústica durante largas jornadas de trabajo son las principales causantes de lesiones y trastornos auditivos. El daño auditivo inducido por ruido (DAIR) está relacionado directamente con el tiempo de exposición y a la intensidad de ruido. En la asociación de seguridad de Chile la hipoacusia

representa el 80% de las incapacidades permanentes provocadas por largas jornadas de exposición al ruido, llegando a ser la principal amenaza a la carga de enfermedades profesionales en países industrializados[18]. El Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud (NOISH) de los Estados Unidos se han centrado en realizar estudios de ruido en hidroeléctricas como es el caso de la central de Arkansas que preocupados por los altos niveles de ruido a los que están expuestos los operadores en las áreas de turbinas y generadores se ha evaluado este riesgo a fin conocer el nivel de contaminación al que se exponen los trabajadores y tomar acciones técnicas[19].

En el Ecuador, a pesar de contar con normativas de regularización ante aspectos relevantes relacionados con la contaminación acústica, es uno de los países con mayor déficit en proyectos centrados al control del ruido en empresas hidroeléctricas, y estudios orientadas a la revisión del impacto ocasionado por el ruido causado por este sector productivo, generando únicamente recomendación en relación a la exposición temporal[20]. Está demostrado que el ruido es un agente físico relacionado directamente con el ambiente laboral, trayendo graves consecuencias de trastornos acústicos, psicológicos y cardiovasculares ante la exposición a niveles de ruido muy elevados, como es el caso de las hidroeléctricas [21].

La generación de ruido dentro de una central hidroeléctrica esta por niveles muy altos, originando un ambiente laboral estresante, ocasionado por la presencia de este agente físico, reduciendo la seguridad de los trabajadores y aumentando las probabilidades de originar enfermedades laborales, en atención a lo cual el Ecuador en cuanto a la regulación jurídica para la prevención de la exposición de ruido presenta el, Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (decreto 2393), mencionando en el Capítulo V, MEDIO AMBIENTE Y RIESGOS LABORALES POR FACTORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, establece en los artículo en artículo 55 el cual determina 85 decibeles de la escala A como límite máximo permisible en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente sus labores, para el caso de ruido continuo se dicta un tiempo 8 horas de exposición, además establece que se deberá aplicar

la metodología expresada en el apartado 4 del artículo 53 para la prevención de riesgos [22].

Siendo un país que posee una importante cantidad de recursos hídricos, en la provincia de Tungurahua se encuentra una de las central hidroeléctrica más importantes, la UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN, es necesario realizar estudios que permitan determinar el nivel de presión acústica contaminante para tomar acciones técnicas de control, y llevar un monitoreo programando en la salud de los operadores para evitar la aparición de enfermedades profesionales.

### **1.3. Delimitación del problema**

#### **1.3.1. Delimitación de contenido**

**Área académica:** Industrial y Manufactura.

**Línea de investigación:** Industrial.

#### **1.3.2. Delimitación espacial**

El proyecto de investigación se realizó en los pisos de turbinas y de generación eléctrica de la UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN. Localizada en la provincia de Tungurahua en el kilómetro 5-1/2 de la vía Baños – Puyo.

#### **1.3.3. Delimitación temporal**

El presente proyecto de investigación es desarrollado a partir de la aprobación del perfil por parte del H. Consejo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, en el periodo 16 de agosto 2017 al 16 de marzo 2018.

### **1.4. Justificación**

La UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN siendo una prestigiosa empresa comprometida con la sociedad y el bienestar de sus trabajadores, sumado a la constante evolución de técnicas, procesos y tecnología, afronta a exigencias más estrictas en cuestión a la seguridad laboral se refiere, en base a la responsabilidad de la empresa con sus

trabajadores, es de vital interés desarrollar un análisis minucioso de los factores de riesgo con naturaleza física presentes en el ambiente laboral.

Para la empresa es de vital **importancia** contar con un estudio de sonometría laboral la cual permite conocer el nivel de ruido al cual enfrentan los trabajadores durante la jornada laboral, de acuerdo a los resultados obtenidos tomar medidas de control con el fin de evitar la aparición de enfermedades profesionales, evitando sanciones con entidades de control gubernamental como es el caso del Ministerio de Relaciones Laborales o el IESS, las mismas que realizan inspecciones periódicas con el fin de disminuir el índice de accidentes de trabajo y enfermedades laborales.

Existe **factibilidad** para realizar el proyecto dado que el investigador cuenta con los conocimientos necesarios para el desarrollo de la investigación, disponibilidad de información y bibliografía especializada con estudios relacionados a este agente físico, apertura por parte de las autoridades competentes, equipos de medición disponibles y en perfecto estado, y el tiempo requerido para la culminación del proyecto de investigación.

La **utilidad teórica** de la investigación es generar una base de consulta para los estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial así también un material de referencia para investigadores que pretendan desarrollar estudios de este tipo, además tiene utilidad práctica por dar una propuesta de solución ante la problemática encontrada.

Los **beneficiarios** directos son los operadores de los pisos de turbinas y generadores en las distintas jornadas de trabajo de la central hidroeléctrica Hidroagoyán, con los resultados obtenidos del nivel de presión acústica presente en el área de trabajo se propone medidas de controlante este factor contaminante. Además, se verán beneficiados los directivos y la gerencia de la empresa ya que evitarán sanciones por parte de entidades reguladoras y fomentara un ambiente laboral seguro.

## **1.5. Objetivos de estudio**

### **1.5.1. Objetivo general**

Analizar la sonometría laboral en los pisos de turbinas y generación eléctrica en la casa de máquinas de la Unidad de Negocio Hidroagoyán de la ciudad de Baños

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- ❖ Identificar las fuentes sonoras para determinar el tipo de ruido de exposición a los trabajadores en los pisos de turbinas y generación eléctrica de la UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN.
- ❖ Determinar el ruido de fondo presente en los pisos de turbinas y generación eléctrica de la UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYAN.
- ❖ Determinar el nivel de presión acústica equivalente y la dosis de exposición por contaminación laboral por puesto de trabajo en UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYAN según la Norma EN ISO 9612-2009.
- ❖ Elaborar un mapa de ruido del piso de turbinas y generación eléctrica de la UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYAN.
- ❖ Calcular la protección auditiva para la atenuación del ruido a niveles permitidos según normativas vigentes relacionadas con la seguridad y salud ocupacional.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes investigativos**

Existen estudios de ruido realizados en la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial como es el caso del trabajo realizado por Chico Paredes, Gissela Carolina con el tema “Evaluación de ruido en la Empresa CIAUTO CIA. LTDA. para prevenir enfermedades profesionales” Se basa en la aplicación de técnicas para la evaluación e identificación de riesgos producidos por ruido donde existe la presencia de hipoacusia en los operarios de la empresa, con la aplicación del formato de identificación de riesgos establecido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo se ha determinado que existe un 12 % de la población que labora en industrias manufactureras sufren un desplazamiento temporal del umbral de audición[23].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unión Europea (UE) han sido los principales promotores de impulsar medidas para controlar y reducir de una u otra manera este tipo de agentes físicos, presenciando un avance a nivel mundial en estudios de ruido, en los cuales se ha demostrado que la exposición a altos niveles de contaminación acústica está relacionada directamente con las enfermedades en la población [24].

Para los trabajadores que laboran durante jornadas mayores a 12 horas el impacto de ruido industrial sobre su salud es considerable, ya que el mismo provoca una alteración tanto física como mental, llegando a una disminución evidente de la capacidad auditiva o hipoacusia que en muchos de los casos no son tratados a tiempo. A nivel mundial la hipoacusia neurosensorial después de la presbiacusia, es la causa más común con disminución de agudeza auditiva [25].

Un estudio realizado en dos industrias de Nigeria concluye, que entre los diversos factores que afectan a los trabajadores está el ruido como uno de los principales causantes de efectos negativos que no aparecen de manera inmediata, por el contrario estos llegan a ser percibidos por los trabajadores luego de varios años de estar expuestos a este agente, momento en el cual su capacidad auditiva ha disminuido (acostumbrados al ruido), presentando insensibilidad ante la presencia de esta agente, mostrando despreocupación sin tomar las debidas precauciones ante los efectos debilitantes causados por el ruido [26].

Existen datos porcentuales abalizados en el artículo “Ruido industrial y sus efectos en humanos” el mismo que menciona que el 73,83% de los trabajadores en las industrias se encuentran expuestos al ruido durante la jornada laboral; generando nerviosismo al 60.96% de los trabajadores perturbados por este agente; el 30,86% de los trabajadores manifiestan dolencias como el zumbido en el oído, inflamaciones, sordera temporal, etc. Lo cual genera gran preocupación debido a que en el 85,94% de los trabajadores no se realizan audiometrías laborales periódicas [27].

El efecto más conocido y probablemente el más grave producido por la exposición a fuertes emisiones de ruido esta la perdida de la capacidad auditiva, sin dejar de lado otras afectaciones auditivas como los acufenos (sensación de zumbido en los oídos), etc. disminuyendo el rendimiento laboral de los trabajadores, interferencia en la comunicación hablada y en la percepción de las alarmas sonoras, aumentando la probabilidad de accidentabilidad dentro de la industria. Para la prevención de estos efectos es preciso elegir equipos de protección auditiva acordes al nivel de ruido, para esto se deberá seleccionar instrumentos, procedimiento y métodos de medición que permitirán evaluar el nivel de ruido presente en el lugar de trabajo [23].

Dado a que no existe tratamiento médico ni quirúrgico para corregir la pérdida auditiva inducida por la exposición a fuentes emisoras de ruido, es necesario instruir al trabajador acerca de los riesgos que conlleva la contaminación sonora, siendo la concientización una de las principal herramienta de prevención ante esta problemática, es decir creando conciencia en los trabajadores de los efectos nocivos que pueden generarse al no utilizar los equipos de protección auditiva acordes al nivel de ruidos contaminante, evitando así la

aparición y/o evolución de los síntomas dichos anteriormente, existe unanimidad de criterios entre los autores consultados; sin embargo, esto no siempre se cumple[28].

Los efectos extra-auditivos cardiovasculares suscitados ante la exposición laboral al ruido incluyen: hipertensión, enfermedad isquémica cardíaca, mortalidad por infarto agudo de miocardio, cambios en el electrocardiograma y proteínas en plasma, alteración de parámetros vasculares arteriales, cambios en la frecuencia cardíaca, patologías relacionadas con alteraciones coronarias, así también la posibilidad de contraer una enfermedad cerebrovascular [29].

## **2.2. Fundamentación teórica**

### **2.2.1. Seguridad industrial**

Es el sistema de disposiciones obligatorias que tienen por objeto la prevención y limitación de riesgos así como la protección contra accidentes capaces de producir daños a las personas, a los bienes o al medio ambiente derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento de los productos industriales [30].

### **2.2.2. Higiene industrial**

Es la disciplina preventiva que estudia las condiciones del medio ambiente de trabajo, identificando, evaluando y controlando los contaminantes de origen laboral[23].

### **2.2.3. Riesgos laborales**

Se denomina riesgo laboral a los peligros existentes en la tarea, en el entorno o lugar de trabajo, que puede provocar accidentes o cualquier tipo de siniestros que, a su vez, sean factores que puedan provocar heridas, daños físicos o psicológicos, traumatismos, etc. Sea cual sea su posible efecto, siempre es negativo para la salud. La definición de “riesgo laboral” con la de “daños derivados del trabajo”, concluye que son “las enfermedades, patologías o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo [31].

#### 2.2.4. Factor de riesgo laboral

Un factor de riesgo laboral es el elemento o conjunto de elementos que, estando presentes en las condiciones de trabajo pueden desencadenar una disminución en la salud del trabajador, pudiendo causar daño en el ámbito laboral. Los principales factores de riesgo laboral son los siguientes:

- Factores de origen físico, químico o biológico, o condiciones medio-ambientales.
- Factores derivados de las características del trabajo.
- Factores contaminantes.
- Factores derivados de la operación de trabajo [31].

#### 2.2.5. Factor de riesgo físico

Los factores de riesgo de naturaleza física considerado como la energía que se desplaza en el medio, cuando entren en contacto con las personas pueden tener efectos nocivos sobre la salud dependiendo de su intensidad, exposición y concentración de los mismos [23]. En la tabla 1 se muestra los tipos de ruido contaminantes existentes dentro de la industria.

Tabla 1. Agente de riesgo físico – tipos de ruido [30]

Agente de riesgo	División
Ruido	Continuo - estable
	Impacto /impulso
	Fluctuante

#### 2.2.6. Ruido

Cualquier sonido que es molesto y desagradable para el oído humano. Además suele ser la combinación de un número de frecuencias [30]. Así también la directiva europea define al ruido como el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, por tanto es una emisión de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectada por el oído y provoca una sensación de molestia [31].

## **Tipo de ruido**

Para determinar el tipo de ruido es necesario encontrar la amplitud de onda presente en una medición de un minuto, mediante una resta matemática entre el nivel máximo y mínimo de la medición realizada [32]. Las mediciones se realizan en puntos fijos ya establecidos y respetando ciertos pasos como son:

- 1) Colocar el sonómetro sobre el trípode en un lugar fijo.
- 2) Conectar el sonómetro al software, para detectar los datos de manera más precisa.
- 3) Encender sonómetro y colocar en modo de respuesta lenta (slow) NPS.
- 4) Seleccionar el filtro de ponderación (A).
- 5) Encontrar los niveles máximos y mínimos de cada medición.
- 6) Realizar una resta matemática entre el máximo  $NPS_{max}$  y mínimo  $NPS_{min}$  de cada medición

### **Ruido Estable (art 71° D.SN°594/99)**

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Se entenderá que un ruido es de tipo estable cuando la diferencia entre el  $NPS_{max}$  y el  $NPS_{min}$  obtenidos durante una medición de un minuto, es menor o igual a 5 dB(A)[32].

### **Ruido Fluctuante (art 71° D.SN°594/99°)**

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto[32].

Se entenderá que un ruido es de tipo fluctuante cuando la diferencia entre el  $NPS_{max}$  y el  $NPS_{min}$  obtenidos durante una medición de un minuto, es mayor a 5 dB(A)[32].

### **Ruido Impulsivo (art 71° D.SN°594/99)**

Es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

Se entenderá que un ruido es de tipo impulsivo cuando en el puesto, o en el entorno del puesto de trabajo, se produzcan impactos o sonidos muy breves (con una duración menor a 1 segundo) y de gran intensidad, tales como: golpes, caídas de materiales, disparos, entre otros [32].

**Ruido industrial:** El ruido industrial es mucho más que una simple molestia, es una amenaza para la seguridad y la salud de todos los empleados que están expuestos a él. Encontramos ruido industrial en empresas y organizaciones que utilizan maquinaria pesada como construcción, manufactura, tratamiento de aguas, ensamble automotriz, generación de energía, trituradoras, reciclaje etc. [33].

#### **2.2.7. Evaluación de riesgos laborales**

La evaluación de riesgos es la base para la gestión activa de la seguridad y la salud en el trabajo, llegando a ser un proceso encaminado a evaluar la magnitud de aquellos riesgos inevitables, obteniendo información relevante con la finalidad de adoptar medidas preventivas[31].

#### **Etapas para la evaluación del riesgo**

**Análisis del riesgo**, mediante el cual se Identifica los peligros presentes, por áreas y/o por puestos de trabajo.

**Se estima el riesgo**, valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro.

**Valoración del riesgo**, con el valor del riesgo obtenido, y comparándolo con el valor del riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión.

Si de la evaluación del riesgo se deduce que el riesgo es no tolerable, hay que controlar el riesgo. Al proceso conjunto de evaluación del riesgo y control del riesgo se suele denominar gestión del riesgo, así como indica la Figura 1.

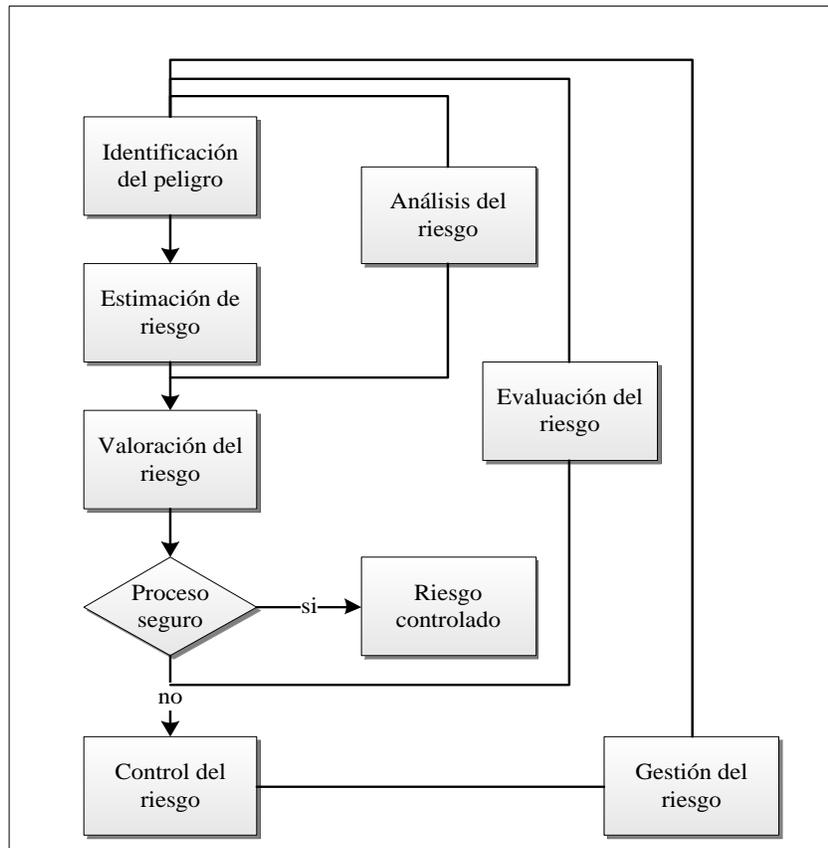


Fig. 1. Gestión del riesgo [31].

### 2.2.8. Decibel (dB)

Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora [33].

### Niveles de escucha de máximo confort

En Ecuador se aplica el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo Decreto 2393, en la tabla 2 se muestra para

cada zona según el tipo de uso de suelo establece el nivel de presión sonora permisible para ruidos continuos o intermitente:[34].

**Tabla 2. .** Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo [34]

TIPO DE ZONA SEGÚN USODE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTENPS eq [dB(A)]	
	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

### 2.2.9. Frecuencia

Se entiende por frecuencia, el número de oscilaciones o variaciones de presión en un segundo. Su unidad es el Hertzio, Hz, que equivale a un ciclo por segundo; los humanos percibimos los sonidos que se encuentran en el intervalo que comprende los 20 y los 20.000 Hz. Por debajo del umbral inferior de percepción se encuentran los infrasonidos, y por encima de dicho umbral se encuentran los ultrasonidos. La frecuencia viene dada por la ecuación 1 [21].

$$f = \frac{1}{T} \text{ (Hz)} \quad (1)$$

Dónde:

T Es el período de la onda o lo que es lo mismo, el tiempo necesario para cumplir un ciclo, expresado en segundos.

### 2.2.10. Espectro de frecuencia

El espectro de un ruido se define como la representación de la distribución de la energía sonora en función de la frecuencia. Con los instrumentos de medición de ruido (sonómetros integradores-promediadores o dosímetros personales) el técnico puede obtener el nivel de presión sonora global. Algunos de estos instrumentos también facilitan el nivel de presión sonora por bandas de octava o por bandas de tercio de octava. La figura 2 presenta un nivel de presión sonora analizado por bandas de octava:

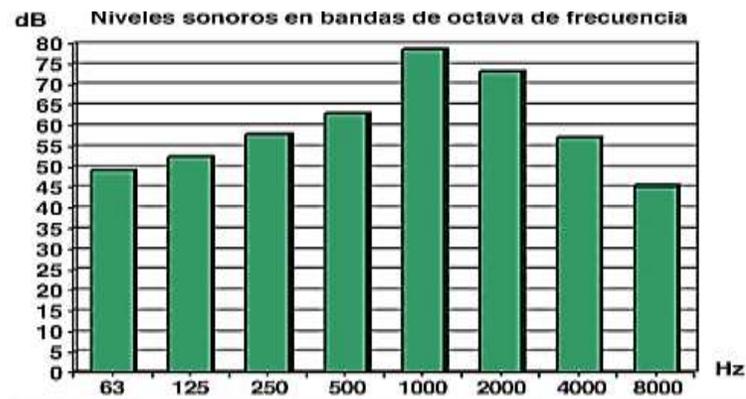


Fig. 2. Distribución espectro de frecuencia por banda de octava [32].

El nivel de presión acústica se calcula mediante el sumatorio de la contribución de la energía sonora en las distintas frecuencias usando la ecuación 2:

$$L_{pA,Total} = 10 \log \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{pA,n}}{10}} \quad (dBA) \quad (2)$$

Dónde:

$L_{pA,n}$  Es el nivel de presión acústica por banda de octava.

### 2.2.11. Presión acústica

El nivel de presión acústica es una medida de la cantidad de energía asociada al ruido. La presión de referencia  $P_0$  corresponde al umbral de audición humana, que por convenio se elige como  $2 * 10^{-5}$  pascuales para medios gaseosos, mientras que el otro extremo del

intervalo de presiones que puede percibir, que corresponde al umbral de dolor, es de 200 pascales. Con una escala así definida, el valor mínimo de la sensibilidad auditiva humana corresponde a un nivel de presión sonora de 0 dB y el umbral de dolor a 140 dB [33].

El nivel de la presión acústica  $L_p$ , en decibelios, está dado por la ecuación 3:

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

Dónde:

$P$  Es la presión acústica, en pascales (que puede o no desplazarse de un lugar a otro del centro de trabajo).

$P_0$  Es la presión de referencia ( $2 * 10^{-5}$  Pa).

#### **Nivel de presión acústica ponderado “A”, $L_{pA}$**

La escala de ponderación “A” se usa para equiparar el posible daño en el oído en función de la distribución energética del nivel de presión sonora al que se esté sometido. Dependiendo de si las frecuencias predominantes son graves, medias o agudas, el oído amortiguará o incluso amplificará ese sonido.

Los niveles de presión acústica con filtro de ponderación “A” expresados en pascales, se convierten a decibelios mediante la ecuación 4:

$$L_{pA} = 10 \lg \left( \frac{P_A}{P_0} \right)^2 \quad (Pa) \quad (4)$$

Dónde:

$P_A$  Es la presión acústica existente, en pascales, con el filtro de ponderación de frecuencia “A”;

$P_0$  Es la presión acústica de referencia ( $2 * 10^{-5}$ Pa).

### **Escalas de ponderación**

Las escalas de ponderación permiten estimar el comportamiento del oído en función de las características del ruido al que esté expuesto, ya que dependiendo del nivel de presión sonora y su espectro frecuencia, éste puede atenuarlo o amplificarlo. Las curvas de igual sonoridad de Fletcher y Munson estiman la relación correspondiente entre la frecuencia y la intensidad (en dB), de tal modo que cualquier punto de la curva tiene una misma sensación sonora[35].

### **Nivel de presión acústica ( $L_p$ )**

Las ondas sonoras, al transportar energía acústica, provocan una variación de la presión respecto a la presión atmosférica existente. El nivel de presión acústica permite cuantificar la energía asociada al sonido. Por otro lado, indicar que los niveles de presión acústica expresados en pascales se convierten a decibelios con la ecuación 5[32].

$$L_p = 10 \log \left( \frac{P}{P_0} \right)^2 \quad (dB) \quad (5)$$

Dónde:

$P$  Es la presión acústica existente, en pascales

$P_0$  Es la presión acústica de referencia, es decir,  $2 * 10^{-5}$ pascales.

### **Nivel de presión acústica ponderado “A”, ( $L_{pA}$ )**

La escala de ponderación “A” se usa para equiparar el posible daño en el oído en función de la distribución energética del nivel de presión sonora al que se esté sometido. Dependiendo de si las frecuencias predominantes son graves, medias o agudas, el oído amortiguará o incluso amplificará ese sonido. Los niveles de presión acústica con filtro de

ponderación “A” expresados en pascales, se convierten a decibelios mediante la ecuación 6 [32]:

$$L_{pA} = 10 \log \left( \frac{P_A}{P_0} \right)^2 \quad (dBA) \quad (6)$$

Dónde:

$P_A$  Es la presión acústica existente, en pascales, con el filtro de ponderación frecuencial “A”

$P_0$  Es la presión acústica de referencia, es decir,  $2 * 10^{-5}$  pascales.

### **2.2.12. Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado “A”,**

Es aquel nivel de ruido constante que posee la misma energía que el ruido variable en el período de tiempo estudiado y se obtiene mediante la ecuación 7 [32].

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \left[ \int_{t_1}^{t_2} \left( \frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt \right] \quad (dBA) \quad (7)$$

Dónde:

$T$  Es el tiempo de exposición al ruido, en horas/día.

$t_2 - t_1$  Es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

$P_A(t)$  Es la presión acústica instantánea en pascales con el filtro de ponderación frecuencial “A”.

$P_0$  Es la presión acústica de referencia, es decir,  $2 * 10^{-5}$  pascales.

### 2.2.13. Cómputos con decibelios

Para operar con decibelios debe tenerse en cuenta que su escala es logarítmica y por lo tanto, las sumas, restas y promedios logarítmicos difieren con respecto a las operaciones aritméticas elementales [32].

#### Adición de niveles de presión acústica (suma logarítmica)

La unidad operativa del ruido es el decibelio, dB, que es un valor adimensional. Las sumas logarítmicas se realizan del siguiente modo [32].

$$L_{pA,Total} = 10 \log \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{pA,n}}{10}} \quad (dBA) \quad (8)$$

Dónde:

$L_{pA,n}$  Son los niveles de presión acústica generados por cada fuente.

### 2.2.14. Duración de la tarea media aritmética, $T_m$

El cálculo de la media aritmética,  $T_m$  de la duración de la tarea  $m$ , a partir de la información proporcionada por el personal entrevistado o mediante varias observaciones, haciendo uso de la ecuación 9[32].

$$T_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j} \quad (min) \quad (9)$$

Dónde:

$T_{m,j}$  es la estimación de la duración de la tarea  $m$ ;

$J$  es el número de estimaciones de la duración de la tarea  $m$ .

El sumatorio de las duraciones de las diferentes tareas efectuadas en la jornada laboral debe corresponderse con la duración efectiva de esta, de tal modo que se aplique la ecuación 10:

$$T_e = \sum_{m=1}^M T_m \quad (min) \quad (10)$$

Dónde:

$T_e$  Es la duración de la jornada de trabajo nominal;

$T_m$  Es la duración de cada una de las tareas que se desarrollan en la jornada laboral;

$M$  es el número de tareas efectuadas a lo largo de la jornada laboral.

### 2.2.15. Presión acústica continuo equivalente ponderado “A”

Estimación del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado “A” de cada tarea mediante la ecuación 11 [32]:

$$L_{Aeq..T} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq.Tm,n}}{10}} \right] \quad (dBA) \quad (11)$$

Dónde:

$N$  es el número total de mediciones llevadas a cabo de la tarea.

$L_{Aeq.Tm,n}$  Es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado “A” obtenido en la medición de la tarea  $m$ ;

Análisis de la contribución de cada tarea al nivel de exposición diario equivalente de la jornada mediante la ecuación 12 [32]:

$$L_{Aeq.d.m} = L_{Aeq.T.m} + 10 \log \left( \frac{\bar{T}_m}{8} \right) (dBA) \quad (12)$$

Dónde:

$L_{Aeq.T.m}$  es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado “A” de la tarea  $m$ ;

$\bar{T}_m$  Es el valor medio de la duración de dicha tarea.

### 2.2.16. Nivel de exposición diario equivalente

Estimación del nivel de exposición diario equivalente de la jornada mediante la ecuación 13 [32]:

$$L_{Aeq.d} = 10 \log \sum_{m=1}^M 10^{\frac{L_{Aeq.d.m}}{10}} (dBA) \quad (13)$$

Dónde:

$L_{Aeq.d.m}$  es la contribución de cada tarea al nivel de exposición diario equivalente;

$M$  es el número total de tareas.

O bien, obtener directamente el nivel de exposición diario equivalente global,  $L_{Aeq,d}$ , a partir de los  $L_{Aeq, T,m}$  correspondientes a cada tarea, calculados según ecuación (4), mediante la ecuación 14:

$$L_{Aeq.d} = 10 \log \left[ \sum_{m=1}^M \left( \frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) 10^{\frac{L_{Aeq.T.m}}{10}} \right] (dBA) \quad (14)$$

Dónde:

$T_0$  Es el tiempo de referencia, en este caso siempre 8 horas.

### 2.2.17. Presión acústica equivalente para espectro de frecuencia

Con los valores de en cada una de las frecuencias se procede a calcular el nivel de presión acústica en la banda A, para lo cual se deberá aplicar la ecuación 15

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[ \sum 10^{\frac{L_{cada\ frecuencia}}{10}} \right] \quad (dBA) \quad (15)$$

Con los equivalentes de cada muestra se deberá calcular el equivalente de cada tarea la cual será útil para encontrar el  $L_{Aeq-tarea}$ . Par lo cual es necesario aplica la ecuación 16.

$$L_{Aeq-tarea} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \left( \sum 10^{\frac{L_{Aeq-de\ cada\ muestra}}{10}} \right) \right] \quad (dBA) \quad (16)$$

Con el nivel de presión acústica equivalente de la tarea se deberá realizar los cálculos de nivel de presión acústica equivalente diario para la sala de control con la ecuación 17.

$$L_{Aeq.d} = L_{Aeq-tarea} + 10 * \frac{T}{8} \quad (dBA) \quad (17)$$

Dónde:

T: duración diaria de la exposición.

### **2.2.18. Índice de ruido en oficinas (IRO)**

Para en análisis de contaminación acústica en oficinas se deberá encontrar el índice de ruido en oficinas (IRO), para lo cual se debe aplicar la ecuación 18.

$$IRO = L_{90} + 2,4(L_{10} - L_{90}) \text{ (dBA)} \quad (18)$$

Dónde:

$L_{10}$ : El nivel de presión acústica (dBA) que se sobrepasa durante el 10% del tiempo de observación.

$L_{90}$ : El nivel de presión acústica (dBA) que se sobrepasa durante el 90% del tiempo de observación.

### **2.2.19. Instrumentos de medición**

#### **Sonómetro integrador-promediada**

Es recomendable que el micrófono se ubique en ausencia del trabajador y a la altura de su cabeza. En el caso de que su presencia sea necesaria, se situará el micrófono a una distancia aproximada de 10 - 40 centímetros del oído más expuesto. Cuando no se pueda ubicar el micrófono a una distancia igual o inferior a 40 centímetros, se utilizará el dosímetro personal.

El instrumento de medición mostrado en la figura 3, siempre que sea posible, se sujetará con un trípode. Si no se dispone del mismo o no es viable esta opción, se recomienda que el técnico mantenga el brazo bien extendido durante la medición y se coloque de tal forma que no provoque un apantallamiento del ruido con su cuerpo [7].



**Fig. 3.** Sonómetro integrador [22].

### **Dosímetro personal**

Los dosímetros (ver figura 4) personales están diseñados para ser portados por el trabajador, por lo que es recomendable el uso de los mismos cuando en el puesto de trabajo se observe alguna de las situaciones siguientes:

- El puesto implica movilidad y su patrón de trabajo es complejo o impredecible, tal como ocurre en el puesto de carretillero.
- La variación del nivel de ruido es muy grande o impredecible a lo largo de la jornada, como en el caso de un chapista [7].



**Fig. 4.** Dosímetro personal [22].

## 2.2.20. Casa de máquinas centrar hidroeléctrica

### Piso válvulas

Se encuentra una de las partes primordiales de una central hidroeléctrica, en esta situado el sistema de admisión de fluido, es decir a este punto de la central llega el fluido a presión para poder ejercer el movimiento de la turbina y por ende el generador.

El agua que viene desde la represa llega al punto en donde se encuentra situado casa de máquinas a través de una tubería de presión horizontal, pasando a través de una tubería de presión vertical de 140m de caída, aumentando la presión gracias a los sistema de transición desde 6.00 metros hasta llegar a 4.50 metros de diámetro. Terminado este transcurso el fluido llega hasta la parte baja de la turbina, exactamente hasta el caracol o también llamado distribuidor, en el cual el agua ingresa y mantienen una presión constante de  $150\text{kg/cm}^2$  la misma que entra en contacto con los alabes fijo y móviles logrando así transformar la energía cinética del flujo en energía mecánica de rotación mediante el rodete, con la ayuda de los alabes móviles los cuales están encargados de controlar la cantidad de ingreso de fluido hacia el rodete el cual está conectado al eje de la turbina, estas son las encargadas de controlar el nivel de generación eléctrica. Utilizada el agua esta se dirige hacia tubo de succión el cual es encargado de la expulsión del agua utilizada

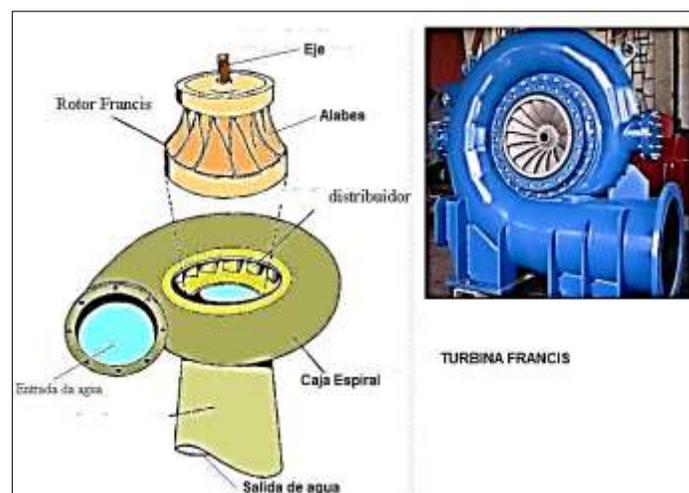


Fig. 5. Distribuidor de piso de válvulas.

## **Piso de turbinas**

La turbina Francis es la encargada de transformar la energía hidráulica (energía cinética y potencial) en energía mecánica. En este piso se encuentra el eje de la turbina cual está conectado mediante un acoplamiento rígido por la parte inferior con el rodete, y por la parte superior con el eje del generador, la función primordial de la que se está encargada es mantener un velocidad constante de 225 revoluciones por minuto con al que se logra obtener una frecuencia constante de 60 Hertzios, siendo un factores importantes el mantener este nivel de frecuencia, debido a que esta es la frecuencia a la cual funcionan los electrodomésticos, el alumbrado, etc. en el país.

## **Piso de generadores**

También llamado piso de generación eléctrica, en este piso se logra la obtención la energía eléctrica a partir de la energía mecánica, el generador está constituido por el rotor, parte girante conectada con el eje de la turbina, también consta con una parte fija llamada estator. Cabe mencionar en casa de máquinas existen dos unidades que funciona de manera permanente, para la generación de energía eléctrica cada una con sus respectivos sistemas de control y monitoreo..

## **Sistemas de ventilación**

En casas de máquinas existe múltiples sistemas de ventilación encargados de brindar un ambiente a temperatura adecuada, además a eso los más primordiales los cuales son los encargados de mantener la temperatura de las maquinas unidades para su correcto funcionamiento.

- **Túnel de ventilación:** el cual está encargado del ingreso, e intercambio de aire desde el exterior.
- **Aire de servicio:** sistema encargado de la alimentación a los sistemas de ventilación en pasillos y sala de control.

- **Aire comprimido para interruptores:** este sistema es encargado de la ventilación en la cámara de del generador (dentro del generador) con el final de mantener la temperatura en el ambiente del mismo. El generador necesita un sistema de enfriamiento propio para mantener la temperatura acorde para su funcionamiento.

### **2.3. Propuesta de solución**

El proyecto de investigación busca realizar un análisis minucioso del riesgo físico por ruido en el piso de turbinas y generación eléctrica de la casa de máquinas del grupo de negociación Hidroagoyán y determinar el nivel de impacto acústico presente en dichas áreas comparando con los límites permisibles dispuestos por normativas de seguridad vigentes en el Ecuador, para adoptar medidas de control ya sea en la fuente, medio o persona en base a los resultados obtenido de la evaluación, permitiendo mejorar el ambiente laborar y la suscitación de enfermedades profesionales inducidas por ruido.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Modalidad de la investigación**

##### **3.1.1. Investigación bibliográfica-documental**

Técnica aplicada en el transcurso de todo el proceso investigativo, mediante la búsqueda de información online con palabras claves afines al tema de investigación, la cual se basa en el resumen y síntesis de información más sobresaliente en estudios de ruido, la misma que es captada de libros, revistas, acudiendo al repositorio virtual de la facultad, focalizando en la información más relevante y de calidad, toda la información recopilada se procesa en el software Microsoft Word.

##### **3.1.2. Investigación de campo**

El estudio se realiza in-situ con el fin de estar en contacto directo con el ambiente al que se enfrenta diariamente el operador de la casa de máquinas del grupo de negocio Hidroagoyán permitiendo que la información sea confiable y real

##### **3.1.3. Investigación aplicada**

En el proyecto se maneja conocimientos obtenidos en el proceso académico llevados a la práctica, además se planteará una propuesta de solución para los niveles de ruido que sobrepasen los límites permitidos en reglamentos y normativas vigentes.

#### **3.2. Población y muestra**

La población está situada en casa de máquinas Hidroagoyán de la ciudad e Baños, considerando que la empresa trabaja con turnos rotativos para los operadores, para cada jornada laboral ahí un operador que realiza las actividades de control y monitoreo. En la tabla 3 se detalla la distribución de la población.

**Tabla 3.**Distribución de población

<b>Personal de operación</b>		
<b>Horario Jornada</b>	<b>Número de operadores</b>	<b>Total</b>
<b>7:30 – 15:30</b>	1 operario de turno 1 operario flotante	2
<b>15:30 – 23:30</b>	1 operario de turno	1
<b>23:30 – 7:30</b>	1 operario flotante	1
<b>Personal de mantenimiento</b>		
<b>Eléctrico</b>	1	1
<b>Electrónico</b>	1	1
<b>Mecánico</b>	1	1
<b>Civil</b>	1	1

En el caso del mantenimiento el personal se expone al ruido de manera esporádica, ya que ellos se presentan cuando existe alguna eventualidad en los equipos para lo cual el jefe de operaciones designa el tiempo y el personal encargado para la corrección del equipo.

### **3.3. Recolección de la información**

Para la recolección de información es necesario aplicar herramientas como: la observación directa la cual es primordial para identificar el trabajo a realizar y que condiciones las ejecuta, la elaboración de encuestas dirigidas a los trabajadores y primordialmente la medición para lo cual se utiliza instrumentos calibrados y en perfectos estado.

#### **3.3.1. Investigación de campo**

##### **Encuesta**

La encuesta orientada al personal de operación se ejecuta en el transcurso de la jornada de trabajo, la cual contiene preguntas orientadas a la determinación del grado de satisfacción ante las condiciones de trabajo presentes y la determinación de fuentes de ruido. Su formato se puede observar en el anexo 1.

Esta técnica de recolección de datos se da en base a los requisitos establecidos en el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, la misma que entrega el cuestionario para efectuar el chequeo en las instalaciones de la empresa, este cuestionario se desarrolla en las instalaciones de casa de máquinas de Hidroagoyán, con la presencia del especialista de seguridad y salud en el trabajo esta se dará con el apoyo de los operadores dado que es el personal el que está expuesto al este riesgo.

El Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo brinda un cuestionario para el confort acústico que tiene objetivo facilitar la adopción de medidas preventivas destinadas a la mejora de las condiciones acústicas en los lugares y puestos de trabajo, contribuyendo al aumento de la productividad y del bienestar de los trabajadores [36]. La elaboración del cuestionario tienen especificaciones descritas tanto la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales como el en el real decreto 486/1997 haciendo referencia a la condiciones mínimas que debe tener el ambiente de trabajo [37]. Estos cuestionarios es aplicado por empresas europeas para realizar una evaluación de riesgos, lo que puede suponer la realización de mediciones de ruido, si bien deben tenerse en cuenta todos los puestos con niveles altos de contaminación acuática [38], y adoptar, sobre la base de la evaluación de riesgos, un programa de medidas destinado a:

- eliminar en la medida de lo posible las fuentes de ruido,
- controlar el ruido en su origen,
- reducir la exposición de los trabajadores al ruido a través de medidas de organización del trabajo y de diseño del lugar de trabajo, incluidos la señalización y la limitación del acceso a las zonas de trabajo en las que los trabajadores pueden estar expuestos a niveles de ruido superiores a 85 dB(A).
- poner equipos de protección personal a la disposición de los trabajadores como último recurso [38].

### **Observación**

La observación al ser una técnica de atención ante los acontecimientos suscitados en la jornada laboral será muy primordial para identificar las principales actividades, las cual se realiza mediante recorridos por las instalaciones de la empresa, utilizando un diario de

campo para documentar e identificar las distintas tareas y el patrón de trabajo que realiza el operador de turno.

### 3.3.2. Procedimiento para evaluación del ruido

 <p><b>CELEC</b> Corporación Eléctrica del Ecuador HIDROAGOYÁN</p>	<b>PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL RUIDO</b>	<b>Código:</b> CELEC-EP-PR-01
		<b>Numero de revisión:</b> 01
		<b>Fecha:</b> 09/04/2018
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYAN</b>		

#### 1. Objetivo

Establecer la metodología para la evaluación del ruido en los pisos de turbina y generación eléctrica de la Unidad de Negocio Hidroagoyán.

#### 2. Alcance

Es aplicable a todos los trabajadores que laboran de los pisos de turbinas y generadores de la casa de máquinas en la central hidroeléctrica Hidroagoyán.

#### 3. Periodicidad

El real decreto RD286/2006 establece que la evaluación y la medición inicial en cada puesto de trabajo se programarán y efectuarán controles periódicos a intervalos apropiados de conformidad con el artículo 6 del Real Decreto 39/1997, como mínimo, cada anualmente en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición (85 dB(A) que dan lugar a una acción, o cada tres años cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción 80dB(A). se deberá realizar evaluaciones adicionales independientes a las programadas cuando:

- Se produzcan cambios en los puestos de trabajo o en la maquinaria o equipos de trabajo existentes.
- La dirección o los trabajadores lo crean oportuno por alguna razón justificada.
- Se cree un nuevo puesto de trabajo
- Se detecten daños o anomalías en la salud de los trabajadores.

#### **4. Definiciones**

**Ruido:** sonido no agradable para el oído, sonido inarticulado.

**Puesto de trabajo:** lugar en la empresa, institución o entidad donde normalmente el trabajador desarrolla sus actividades.

**Incertidumbre de medición:** estimación de un posible error presente en toda medición suscitada por distintos factores como son condiciones en que se realiza la medición, el instrumento, la toleración, etc.

#### **5. Responsabilidades**

##### **Investigador**

Persona encargada de seleccionar el método, procedimientos y equipos adecuados para la ejecución y análisis de la sonometría laboral.

##### **Revisor**

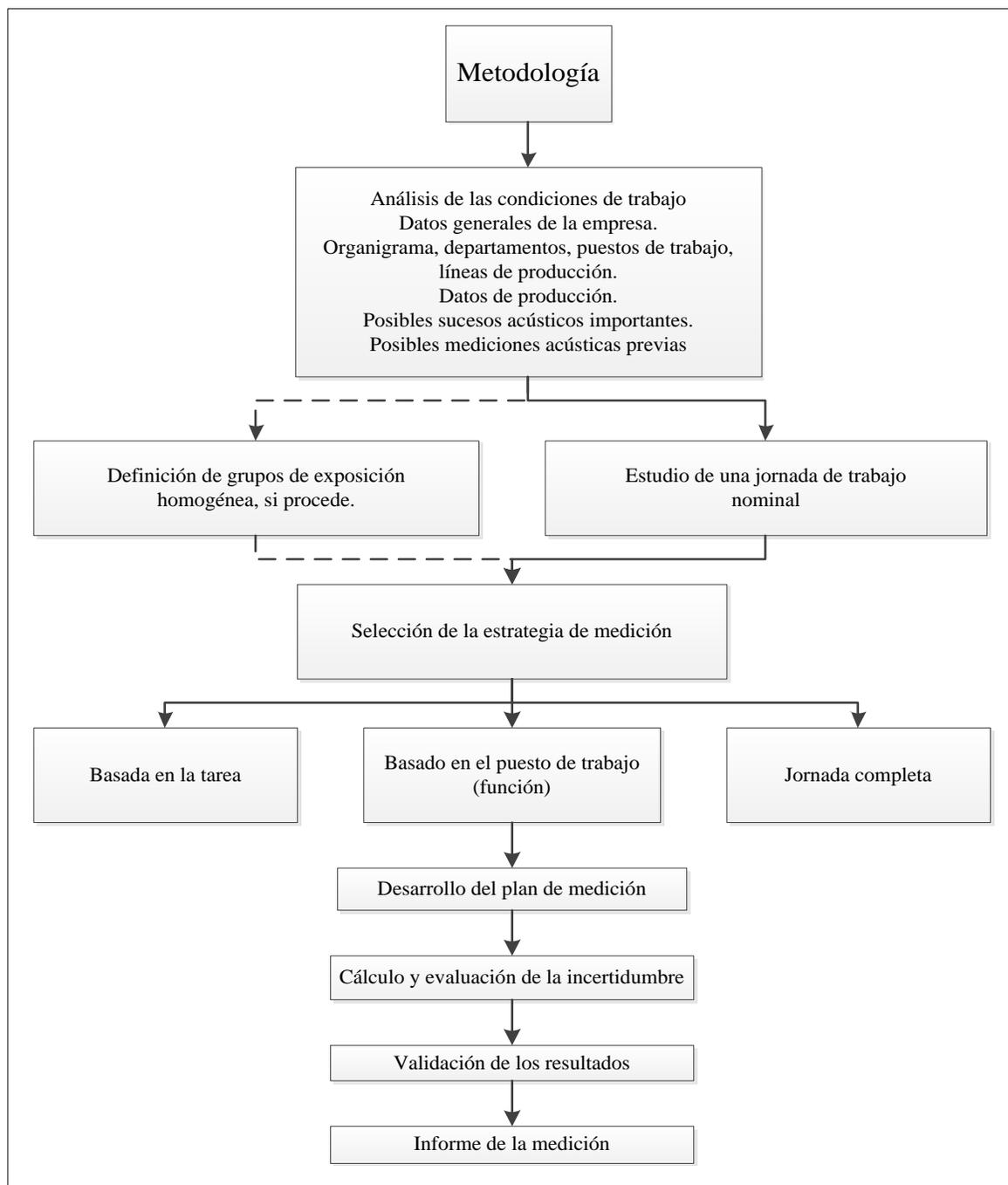
Encargado de aprobar los métodos, procedimientos registros y medidas planeadas por el investigador respecto a la sonometría laboral.

##### **Especialista de seguridad y salud en el trabajo**

Encargado de examinar la información y gestionar los permisos pertinentes para la toma de las respectivas mediciones en cada uno de los pisos involucrados.

## 6. Metodología

Las fases de la metodología para una correcta evaluación del ruido se las muestra en la figura 6.



**Fig. 6.** Metodología para la evaluación del ruido [27]

## 7. Bibliografía

- REAL DECRETO 286/2006, Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- NTP 270, Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos.
- NTP 503, Confort acústico: El ruido en oficinas
- NTP951, Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias.
- NTP 952, Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (III): ejemplos de aplicación.
- Decreto Ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.
- NTE INEN-ISO 9612, Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería (ISO 9612:2009).

	<b>Realizado por :</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Nombre</b>	Christian Lluglla	Ing. Andrés Cabrera	Ing. Carlos Rubio
<b>Cargo</b>	<b>Investigador</b>	Tutor académico	Especialista S&SO CELEC-EP HIDROAGOYAN

### 3.3.3. Procedimiento para la medición de ruido

 <b>CELEC</b> Corporación Eléctrica del Ecuador HIDROAGOYÁN	<b>PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DEL RUIDO</b>	<b>Código:</b> CELEC-EP-PR-02
		<b>Numero de revisión:</b> 01
		<b>Fecha:</b> 09/04/2018
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYÁN</b>		

#### 1. Objetivo

Establecer el procedimiento apropiado para la ejecución de la medición del ruido en los pisos de turbina y generación eléctrica de la Unidad de Negocio Hidroagoyán.

## 2. Alcance

Es aplicable a todos los operadores que laboran de los pisos de turbinas y generadores en las distintas jornadas de trabajo de la casa de máquinas en la central hidroeléctrica Hidroagoyán.

## 3. Periodicidad

El real decreto RD286/2006 establece que la evaluación y la medición inicial en cada puesto de trabajo se programarán y efectuarán controles periódicos a intervalos apropiados de conformidad con el artículo 6 del Real Decreto 39/1997, como mínimo, cada anualmente en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición (85 dB(A) que dan lugar a una acción, o cada tres años cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción 80dB(A). se deberá realizar evaluaciones adicionales independientes a las programadas cuando:

- Se produzcan cambios en los puestos de trabajo o en la maquinaria o equipos de trabajo existentes.
- La dirección o los trabajadores lo crean oportuno por alguna razón justificada.
- Se cree un nuevo puesto de trabajo
- Se detecten daños o anomalías en la salud de los trabajadores.

## 4. Definiciones

**Ruido:** sonido no agradable para el oído, sonido inarticulado.

**Puesto de trabajo:** lugar en la empresa, institución o entidad donde normalmente el trabajador desarrolla sus actividades.

**Incertidumbre de medición:** estimación de un posible error presente en toda medición suscitada por distintos factores como son condiciones en que se realiza la medición, el instrumento, la toleración, etc.

**Equipo de medición:** Equipo que mediante un proceso de medición se logra obtener valores de las magnitudes físicas a medir.

## **5. Responsabilidades**

### **Investigador**

Persona encargada de seleccionar el método, procedimientos y equipos adecuados para la ejecución y análisis de la sonometría laboral.

### **Revisor**

Encargado de aprobar los métodos, procedimientos registros y medidas planeadas por el investigador respecto a la sonometría laboral.

### **Especialista de seguridad y salud en el trabajo**

Encargado de examinar la información y gestionar los permisos pertinentes para la toma de las respectivas mediciones en cada uno de los pisos involucrados.

## **6. Metodología**

Para realizar una correcta medición del ruido se establecen estrategias acordes al patrón de trabajo que es realizado por el trabajador, las estrategias establecidas para la medición de ruido se muestran en las figuras 7, 8 y 9.

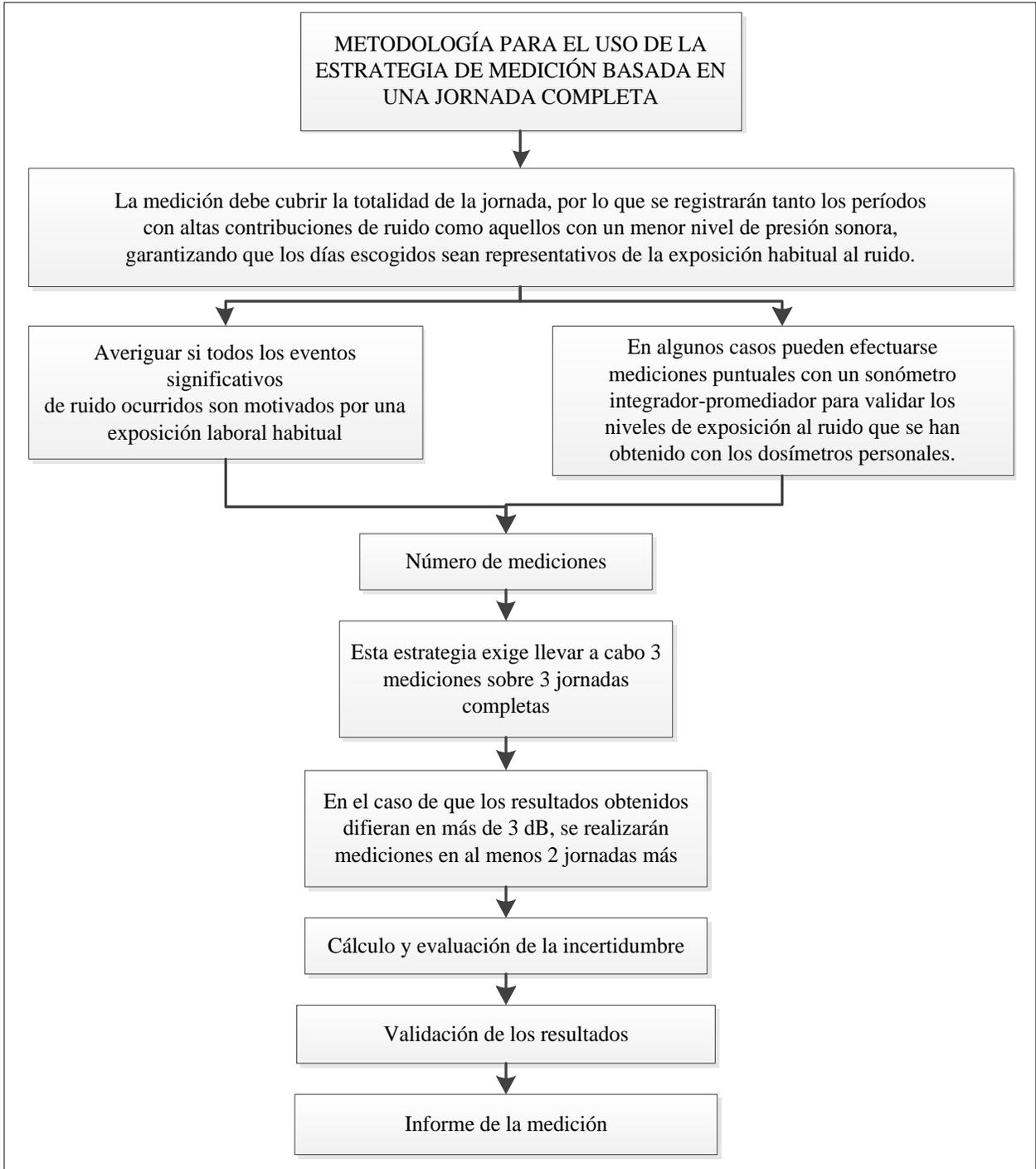
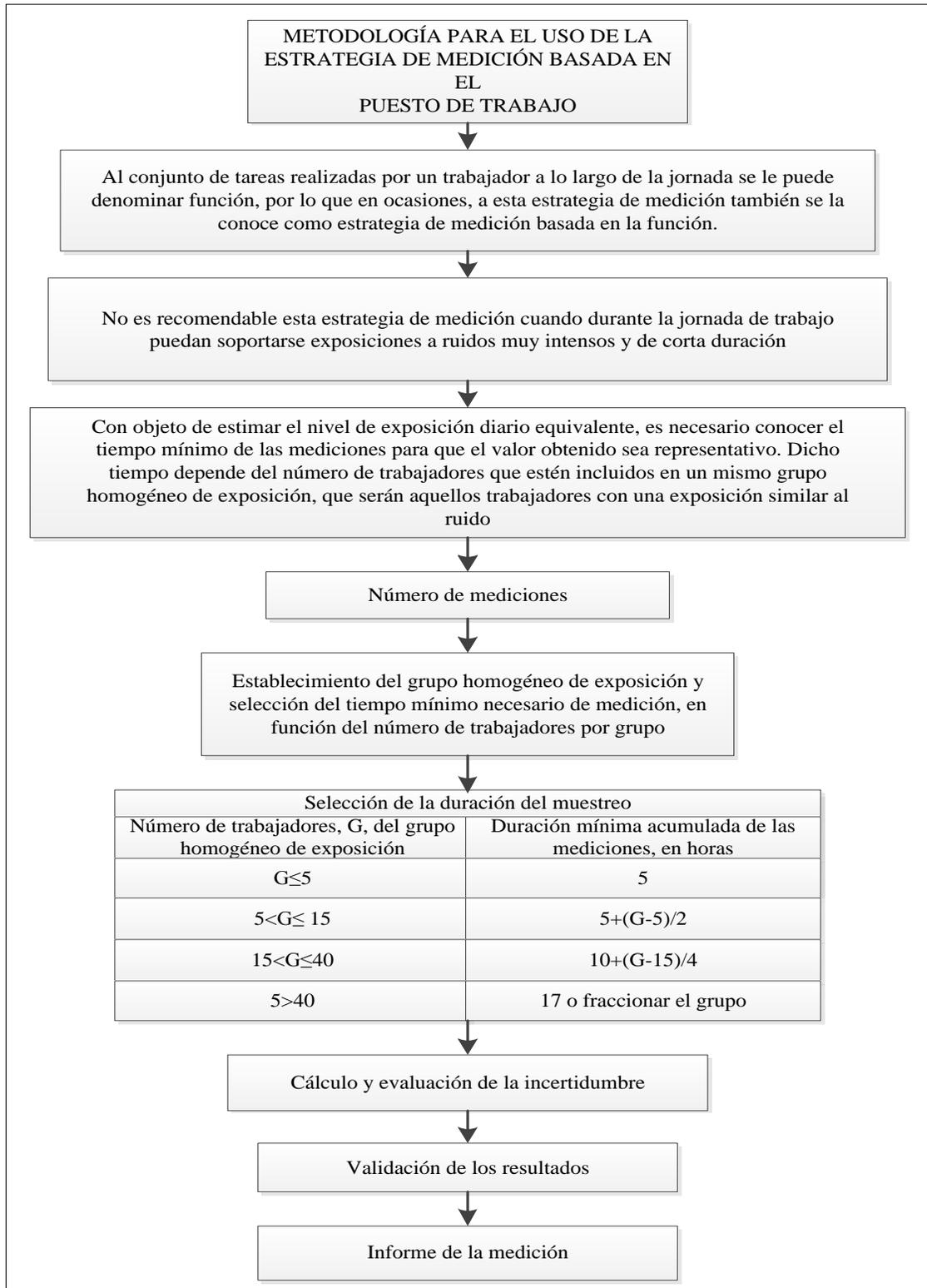


Fig. 7. Metodología para estrategia de medición basada en la jornada completa [28].



**Fig. 8.** Metodología de medición basada en el puesto de trabajo [28].

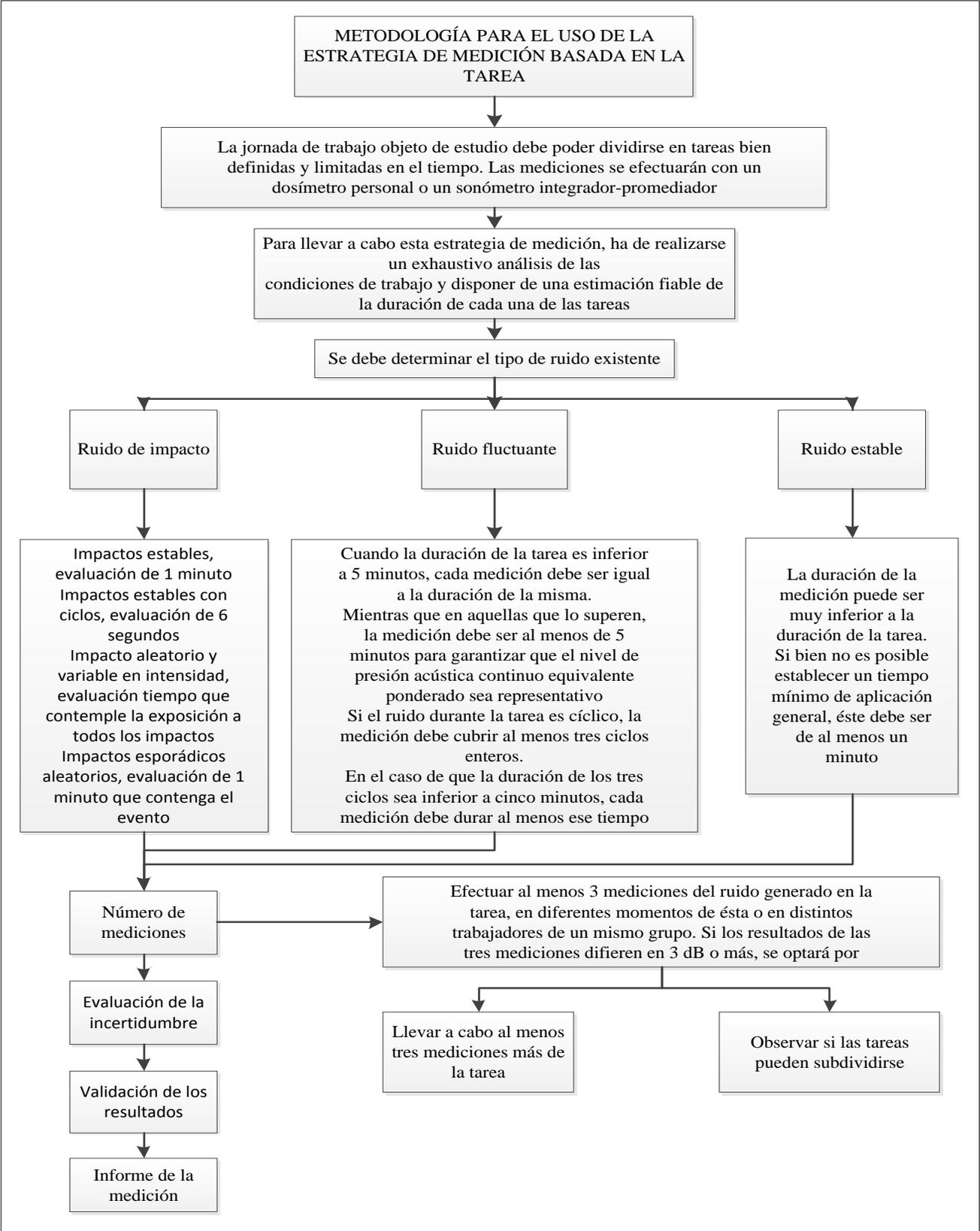


Fig. 9. Metodología de medición basada en la tarea [28].

## 7. Protocolos de medición

### 7.1. Selección de la estrategia de medición

Como establece la NTP 951 respecto a la selección de la estrategia de medición acorde a las condiciones de trabajo, tener en cuenta el patrón de trabajo que tienen los operadores de la casa de máquinas de la central hidroeléctrica Hidroagoyán en las tres jornadas de trabajo, en la tabla 4 ayuda a la selección de la estrategia de medición acorde al patrón de trabajo

Tabla 4. Selección de la estrategia de medición [26].

PATRÓN DE TRABAJO		ESTRATEGIA DE MEDICIÓN		
		Basada en la tarea	Basada en el puesto de trabajo (función)	Basada en la jornada completa
Puesto fijo	Tarea sencilla o única operación	RECOMENDADA	-	-
Puesto fijo	Tarea compleja o varias operaciones	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas tareas	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Trabajo definido con muchas tareas o con un patrón de trabajo complejo	APLICABLE	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto móvil	Patrón de trabajo impredecible	-	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto fijo o móvil	Tarea compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible	-	RECOMENDADA	APLICABLE
Puesto fijo o móvil	Sin tareas asignadas, trabajo con unos objetivos a conseguir	-	RECOMENDADA	APLICABLE

Acorde a las condiciones de trabajo que presenta el trabajador la NTP 951 recomienda una estrategia de medición para esto es necesario reconocer el patrón de trabajo más representativo para las actividades que ejecuta el operador.

### 7.2. Selección del equipo de medición

El equipo seleccionado para la medición es el sonómetro de bandas de octava marca EXTECH modelo 407790 instrumento que permite la evaluación de del espectro de frecuencia que contamina el lugar de trabajo, dispone de software con el mismo nombre del equipo el cual ayuda a visualizar de manera real el comportamiento del ruido en las distintas frecuencias de la banda de octava, en la tabla 6 se muestra las especificaciones del

equipo El certificado de calibración, manual de usuario y características técnicas se detalla en el anexo 5 y 6 respectivamente.

**Tabla 5.** Especificación técnica de sonómetro EXTCECH 407790.

<b>Analizador de bandas de octavas en tiempo real - 407790</b>	
	Cumple con las normas del ANSI y el IEC tipo 2
	El LCD retro iluminado con 160 x 160 matriz de puntos indica Leq, LE, L máx., L mín., y Lp
	La memoria incorporada almacena hasta 12.280 registros en modo SLM (modo de nivel sonoro) y 1024 puntos de datos en modo de 1/1 ó 1/3 octavas
	Los datos almacenados pueden transferirse fácilmente a una PC a través de la interfaz RS-232 y pueden analizarse con el software incluido
	Ponderación A, C y plana con tiempo de respuesta rápido/lento
	Respuesta de frecuencia de 25 Hz a 10 kHz
	Reloj en tiempo real con año, mes, día, hora, minuto y pantalla secundaria

### 7.3. Horario de medición

- ✓ En el turno de la mañana de 7H30 a 15H30
- ✓ En el turno de la tarde de 15H30 a 23H30
- ✓ En el turno de la velada de 23H30 a 7H30

### 7.4. Número de mediciones

Debido al tipo de ruido contaminante, en cada turno se toma 24 mediciones, 1 por cada tarea teniendo un total de 48 mediciones finales de las cuales se sacara un equivalente para cada tarea.

### **7.5. Duración de las mediciones**

Se toma 24 mediciones de 5 minutos cada medición obteniendo de esa manera una medición con su espectro de frecuencia representativa para cada tarea.

### **7.6. Calibración del equipo en campo**

- ✓ Resetear el equipo de manera general y colocar los tiempos en cero para empezar cada medición.
- ✓ En el punto donde se vaya a realizar la medición se tiene que montar el trípode, conectar a la laptop con el software ejecutado.
- ✓ Encender el equipo y verificar que las mediciones sean las mismas que aparece en el software.
- ✓ Manejar el equipo de medición desde el software para que archive los datos de manera simultánea con el sonómetro.

### **7.7. Ubicación del equipo**

El equipo de mantenerse estático durante la medición motivo por el que se recomienda el uso del trípode.

Las mediciones se las debe realizar en ausencia del operador para lo cual el micrófono del instrumento se deberá instalar en una esfera imaginaria de 60 cm de diámetro, la cual deberá rodear la cabeza del trabajador

### **7.8. Recomendaciones**

Verificar el estado de las baterías del equipo antes de realizar la medición.

No se debe instalar el sonómetro sobre superficies reflectantes, ya que la vibración del medio afecta la medición.

Colocar el micrófono en dirección a la fuente de ruido.

Contar siempre con baterías de repuesto.

## 8. Bibliografía

- REAL DECRETO 286/2006, Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- NTP 270, Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos.
- NTP 950, Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición.
- NTP951, Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias.
- NTP 952, Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (III): ejemplos de aplicación.
- Decreto Ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.
- NTE INEN-ISO 9612, Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería (ISO 9612:2009).
- INSTRUCTIVO PARA LA APLICACIÓN DEL D. S N° 594/99 DEL
- MINSAL, Título IV, Párrafo 3° Agentes físicos – ruido

	<b>Realizado por :</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Nombre</b>	Christian Lluglla	Ing. Andrés Cabrera	Ing. Carlos Rubio
<b>Cargo</b>	<b>Investigador</b>	Tutor académico	Especialista S&SO CELEC-EP HIDROAGOYAN

### 3.3.4. Estrategia para tiempos de tarea

#### Actividades y tareas de la casa de máquinas.

	<b>Actividades recorrido de datos de unidades y auxiliares</b>	<b>Código:</b> CELEC-EP
		<b>Numero de revisión:</b> 01
		<b>Fecha:</b> 09/04/2018
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYÁN</b>		
<b>piso generadores</b>		<b>piso turbinas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• temperatura de aire generador</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• apertura de servomotor</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nivel de cojinete</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• regulador de cojinetes y tanques de sumidero</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• presión de aire de interruptores</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• presión de flujo de tanques de sumidero</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• temperatura de transformadores de excitación y auxiliares</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• medidores de temperatura de cojinetes de generador y actuadores</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• cargadores de baterías</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• flujo y temperatura de agua de enfriamiento</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• presión compresores principales de aire</li> </ul>

#### Herramientas

**Cursograma analítico del operador.**-representar gráficamente de una manera sistemática y secuencial las actividades de inspección realizadas por el operador, la aplicación de esta herramienta es necesaria para encontrar el tiempo de ciclo de la toma de datos de unidades y auxiliares de casa de máquinas. (Ver anexo2)

- **Símbolos utilizados para Cursograma**

**OPERACIÓN** ( ● ).- Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto en estudio, se modifica durante la operación.

**INSPECCIÓN** ( ■ ).- Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas.

**TRANSPORTE** ( ➡ ).- Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

**ESPERA** ( ⏸ ).- Indica la demora en el desarrollo de los hechos; por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

**Cronometro.**- instrumento destinado a la toma de tiempos de la duración de cada tarea.

**General electric.**- Establece el número de ciclos a cronometrar utilizando el ciclo en minutos, como muestra la Tabla 7.

**Tabla 6.** Valores recomendados por general electric par determinación de ciclos [33]

Tiempo de ciclo (minutos)	Numero de ciclos que cronometrar
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-500	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
más de 40.00	3

### **Tratamiento de información**

La aplicación del Cursograma analítico del trabajador se logra la obtención del tiempo de ciclo de la actividad, la aplicación de la tabla 7 ayuda a determinar el número de ciclos para la toma de tiempos, cabe recalcar que la recolección de tiempo es solamente para conocer el tiempo de medición de ruido a realizar en cada puto donde el operador ejecuta la tarea.

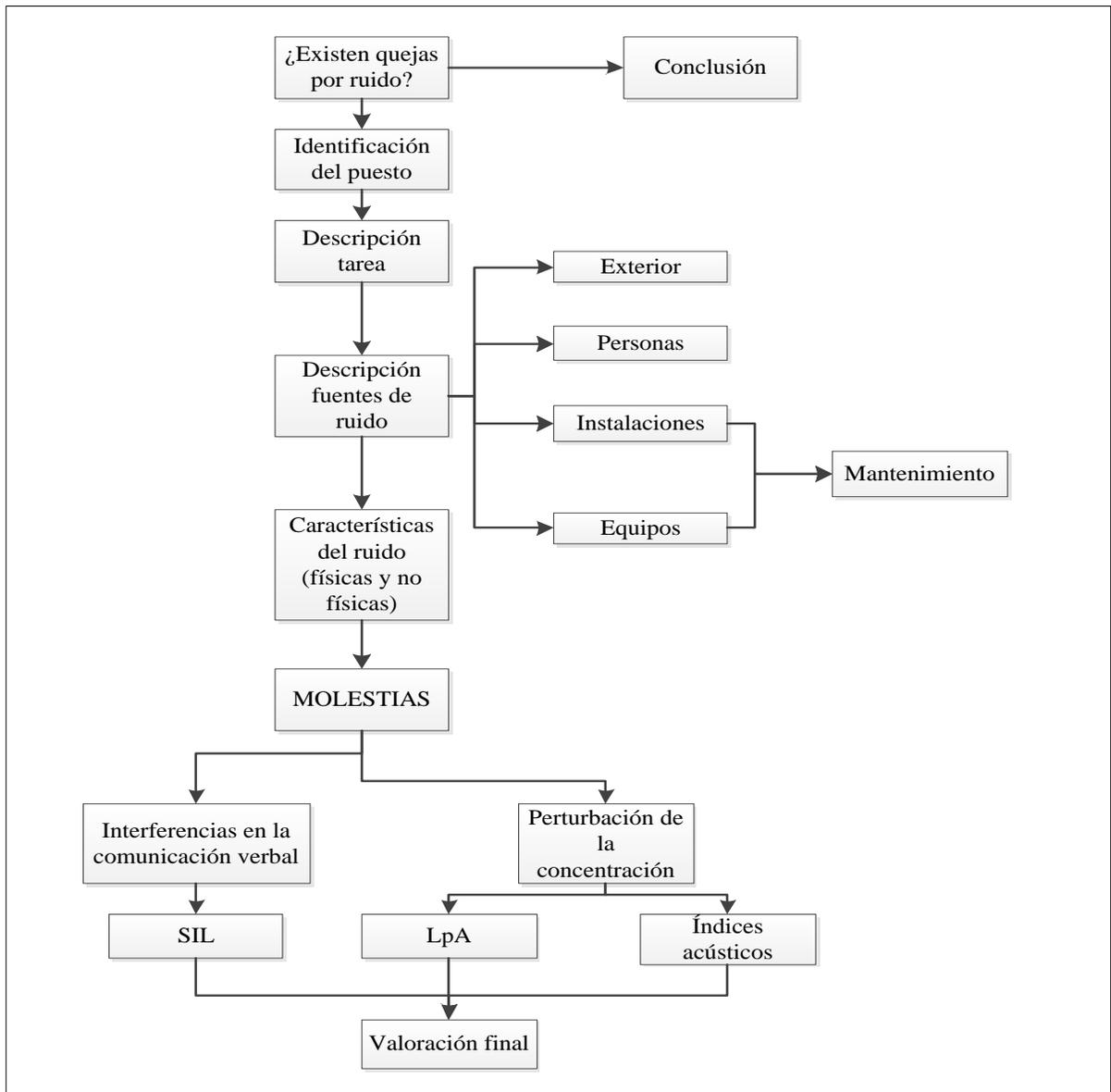
El muestreo del tiempo de las tareas se las distribuye en los jornadas de trabajo existentes, con la recopilación de múltiples datos los cuales se ingresa en el software Excel 2010 en el cual es tratada con el fin de obtener el tiempo promedio para cada tarea, el cual empleado en los cálculos según la estrategia de medición de ruido basada en la tarea.

### **3.4. Procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento y análisis de datos se los realiza de la siguiente manera:

#### **3.4.1. Encuesta**

- La información recogida en la encuesta se la debe clasificar por preguntas para que estas puedan ser procesadas y analizadas.
- Efectuar un análisis crítico de la información recolectada, teniendo como propósito la detección de anomalías en el proceso de recolección de datos, desechando la información errada.
- Se procede a la realización de gráficos estadísticos con la utilización del software Excel, mediante los cuales es representado la frecuencia y porcentaje de las opiniones de cada pregunta.
- El procedimiento para la aplicación de la encuesta se detalla en la figura14.



**Fig. 10.**Proceso para aplicación de encuesta [33]

### 3.4.2. Tiempo de tareas

- Identificación de las tareas
- Elaborar Cursograma analítico del operador, para tener el tiempo de ciclo de toda la tarea.
- Compara el tiempo de ciclo resultante con la tabla de general electric para determinar el número de muestras de tiempo a realizarse.
- Los tiempos tomas se registra en el diario de campo.

- Cada tiempo anotado en el diario de campo se traslada al software Excel para obtener el promedio del tiempo de cada tarea.

### **3.4.3. Mediciones de ruido**

- El procesamiento de datos recogidos en cada medición se registra en el respectivo software de cada equipo.
- Las mediciones se trasladan al software Excel para realizar los cálculos respectivos para el tipo de ruido, ruido de fondo.
- Se realiza cálculos de incertidumbre mediante el software en línea del INSHT.
- Los resultados de presión acústica resultante para cada jornada se los resume mediante tablas elaboradas por el investigador, estos resultados se los compara con los niveles de ruido permitidos por normas mediante gráficos estadísticos.
- Se utiliza el software Excel para la realización de los gráficos estadísticos.

### **3.4.4. Tratamiento de la incertidumbre en las mediciones**

El tratamiento de la incertidumbre se lo realiza mediante el software en línea del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). A continuación se detalla los pasos a seguir para efectuar el cálculo.

1.- Ingresar a la página de la calculadora del INSHT.

**URL:**<http://calculadores.insht.es:86/Incertidumbredelruido/Introducci%C3%B3n.aspx>.

2.- dar clic en la pestaña **entrada de datos**

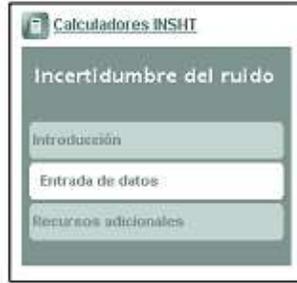


Fig. 11. Icono para entrada de datos de calculadora en línea del INSHT [38].

3.- seleccionar el método de cálculo en función de la estrategia utilizada en las mediciones, pulsar en **seleccionar método**

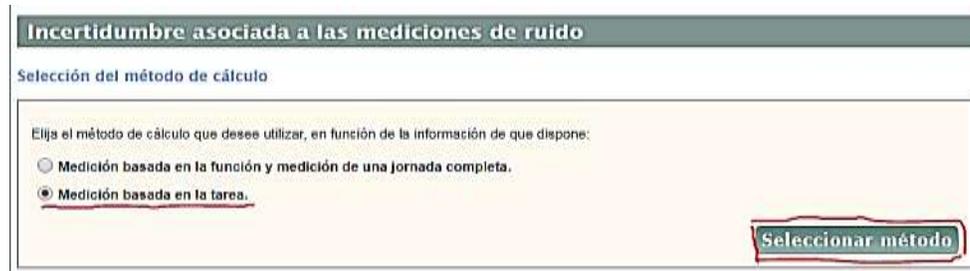


Fig. 12. Selección de la metodología aplicada en la medición [38].

4.- seleccionar el tipo de equipo utilizado en las mediciones

#### Medición basada en la tarea

Especifique la incertidumbre típica  $u_2$  de los instrumentos de medición utilizados:

- Sonómetro de clase 1, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002 (0,7 dB).
- Exposímetro sonoro personal, según se especifica en la Norma IEC 61652 (1,5 dB)
- Sonómetro de clase 2, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002 (1,5 dB)

Fig. 13. Selección del equipo utilizado para la medición [38].

5.- Llenar los campos solicitados como son el nombre de la tarea, el número de mediciones y el tiempo de demora de la tarea.

**Tarea**

**Muestras**

**Nivel de ruido  
dB(A)**

Añadir muestra

**Duración**

**Duración  
(minutos)**

Añadir duración

**Fig. 14.** Entrada de datos por cada tarea identificada [38].

6.- ingresado los distintos datos de cada tarea selecciona en el botón de **calcular** para obtener los resultados de la incertidumbre.

### 3.4.2. Medición del ruido

Con los instrumentos utilizados (ver tabla 7) debidamente calibrados y en perfecto estado se determina el tipo de ruido que contamina el lugar de trabajo. Así también el nivel de presión acústica equivalente diaria al cual se expone el operador.

**Tabla 7.** Instrumentos de medida

Riesgo	Instrumento	Marca	Normativa
Ruido	Sonómetro bandas de octava	EXTECH-407790	ISO 9612 - 2009
	Sonómetro	PCE - 322A	

Para identificar el tipo de ruido y determinar el ruido de fondo se procede a la medición con el SONOMETRO PCE – 322A en los puntos de establecidos aleatoriamente para la medición como se muestra en la figuras 35 y 36, para determinar la dosis de ruido a la que

se expone el operador diariamente se utilizara el sonómetro analizador de bandas de octava EXTECH 407790.

Las datos de las mediciones elaboradas se guarda en los software respetivos de cada equipo, esta información se la procesa en el software EXCEL el cual ayuda a determinar matemáticamente los resultados de las distintas mediciones.

## CAPÍTULO IV

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 4.1. Tema de la propuesta

Sonometría laboral en los pisos de turbinas y generación eléctrica en la Unidad de Negocio Hidroagoyán de la ciudad de Baños.

##### 4.1.1. Datos informativos

**Tabla 8.** Información preliminar

Institución ejecutora	Universidad Técnica de Ambato
Facultad responsable	Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Universidad Técnica de Ambato.
Equipo técnico responsable:	Sr. Christian Lluglla , Ing. Andrés Cabrera
Institución beneficiaria	Unidad de Negoció Hidroagoyán
Beneficiarios directos	Personal operador de casa de máquinas hidroeléctrica Hidroagoyán
Ubicación de empresa	Tungurahua – Baños – km 5 ½ vía Baños Puyo

#### **4.1.2. Información general**

La Hidroeléctrica Agoyán siendo una de las centrales más robustas de la Unidad de Negocio HIDROAGOYÁN domiciliada en el cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua, entrando en funcionamiento desde el año 1984 con horario de trabajo rotativos funcionando así de manera permanente sin interrupción.

Forma parte de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC E.P. empresa estratégica del Estado, creada para la producción eficiente de energía eléctrica, en beneficio de todo el país, en la actualidad la hidroeléctrica cuenta con 13 operadores distribuidos de manera rotativa en las tres jornadas laborales.

La Central Agoyán fue concebida para aprovechar el caudal del Río Pastaza, localizada en la provincia de Tungurahua a 180 Km. al Sureste de Quito y a 5 Km. al este de la ciudad de Baños en el sector denominado Agoyán de la parroquia Ulva, en la vía principal de entrada al sector amazónico ecuatoriano. La cuenca del río Pastaza tiene una extensión de 8270 Km<sup>2</sup>, en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua. La extensión global de la zona de influencia de la Central es de 5.00 Km<sup>2</sup> con una producción media anual de 1.080 GWH. El nivel máximo del embalse se encuentra a una altitud de 1651 m.s.n.m.

#### **4.1.3. Introducción**

El proceso productivo de la hidroeléctrica genera ambientes de trabajo inseguros para los cual la seguridad industrial pretende minimizar al máximo la siniestralidad laboral, mejorando el ambiente de trabajo. Junto a la seguridad está la higiene ocupacionala la cual se orienta el presente proyecto, ejecutando un estudio fino del ruido presente en casa de máquinas, para lo cual se aplica diversos métodos con propósitos de establecer la situación actual de los niveles de ruido contaminante, comparando los resultados obtenidos de las mediciones proporcionadas mediante los equipos de medición debidamente calibrados, los cuales se compara con los niveles máximos permisibles estipulados en normativas de seguridad vigentes en el Ecuador para brindar conclusiones y recomendaciones que aporten a un confort acústico para el trabajador.

## **4.2. Análisis de las condiciones de trabajo**

Los escenarios donde el operador ejecuta sus labores diarias se representa en un croquis con corte transversal de la casa de máquinas de la Hidroeléctrica Hidroagoyán donde detalla los diferentes pisos de trabajo como se puede observar en la figura 15, identificando de una mejor manera los distintos espacios existentes en casa de máquinas. Este está dividido en los pisos de control que esta sobre la superficie donde se encuentra el personal técnico administrativo, el cual realiza actividades de control y comunicación entre la represa y casa de máquinas, debajo de este se encuentra el piso principal ubica a 1499 m.s.n.m, pero este está a 124 bajo de la superficie, encontrando en este el túnel de ventilación el cual tiene múltiples usos entre los cuales el principal es la intervención en el cambio del aire interno y salidas de emergencia, debajo de este se encuentra el piso de generación eléctrica donde se ubican los generadores de las unidades uno y dos, en este piso encontraremos la sala de control donde reside el operador la mayor parte de su jornada laboral realizando actividades afines a su trabajo, seguido por el piso de turbinas donde se encuentran las turbinas de las unidades uno y dos, donde baja el operador solo al momento de realizar el recorrido de verificación y toma de datos del funcionamiento de las mismas, y eventualmente si suscita alguna anomalía con el funcionamiento, también se puede observar en la figura en cuestión el piso de válvulas donde se encuentran las instalaciones que permite el ingreso del agua a las unidades uno y dos para poner en funcionamiento las unidades.

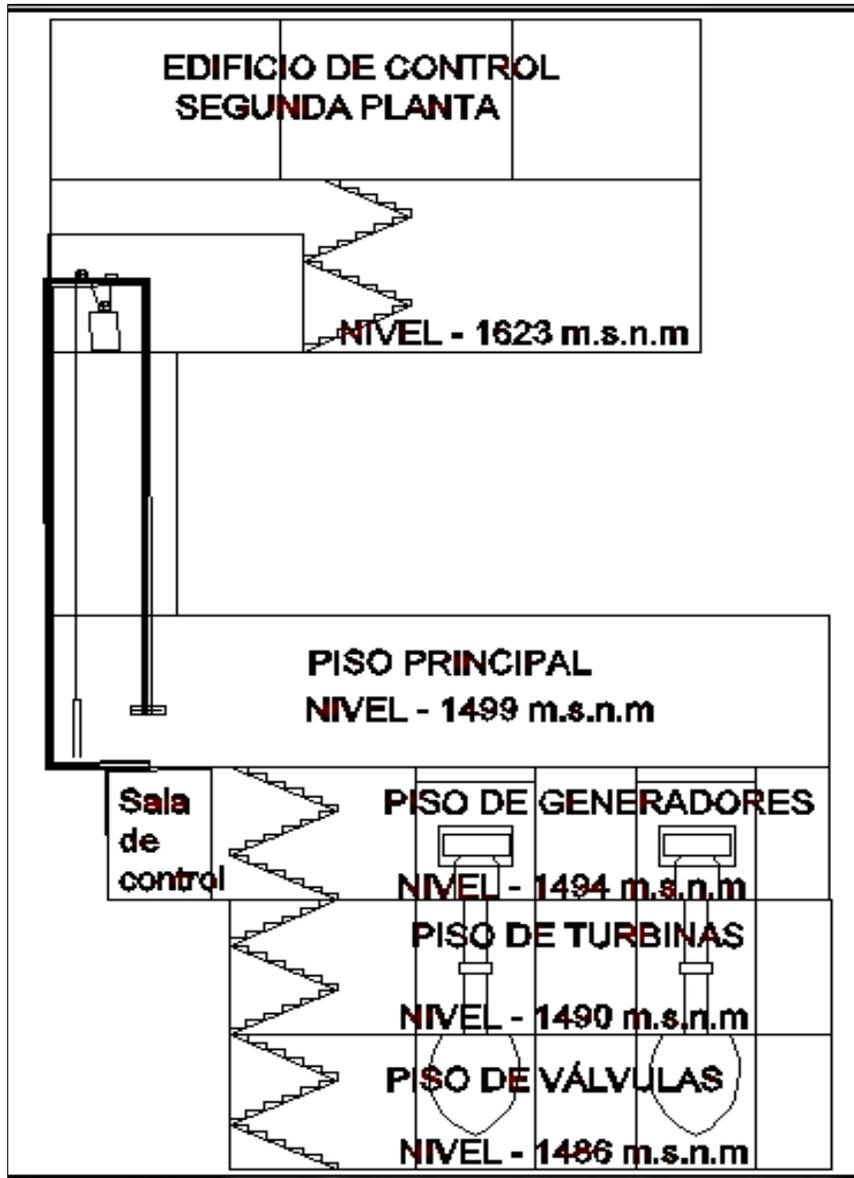
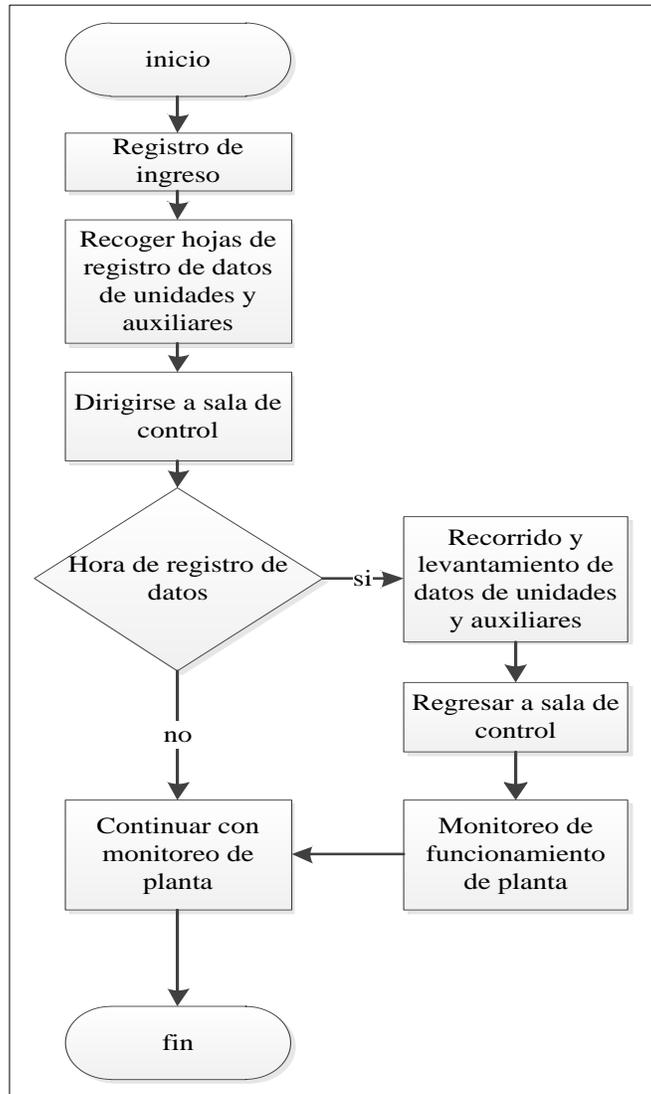


Fig. 15. Layout casa de máquinas hidroeléctrica Hidroagoyán

### Proceso del operado en turno

El proceso que se rige cada operador en las distintas jornadas se muestra en la figura, la cual generaliza las tareas específicas que debe realizar, teniendo un patrón de trabajo móvil con tareas definidas.



**Fig. 16.** Proceso ejecutado por cada operador en turno

### **Análisis por actividad**

Se representa las características y recursos necesarios para el desarrollo de las tareas específicas a efectuarse.

### **Actividad 1. Monitoreo y control de la planta**

Sus trabajadores se centran en actividades de monitoreo de la central con un tiempo promedio de 6 horas por jornada especificándose en la tabla 9.

**Tabla 9.** Especificaciones para monitoreo y control de la planta

<b>Área</b>	<b>Sala de control</b>
<b>Equipo empleado</b>	Computadora Hojas de registros Teléfono
<b>Personal asignado</b>	1 operador por jornada
<b>Equipos de protección personal empleado</b>	Tapones auditivos
<b>Observaciones</b>	Al estar la sala de control en el piso de generadores, es primordial realizar las mediciones dentro de la sala de control.

### **Actividad 2 Recolección de datos de unidades y auxiliares**

Para el caso del recorrido de recolección de datos de unidades y auxiliares deben realizarse en horarios específicos para cada jornada estos horarios se detalla en la Tabla10.

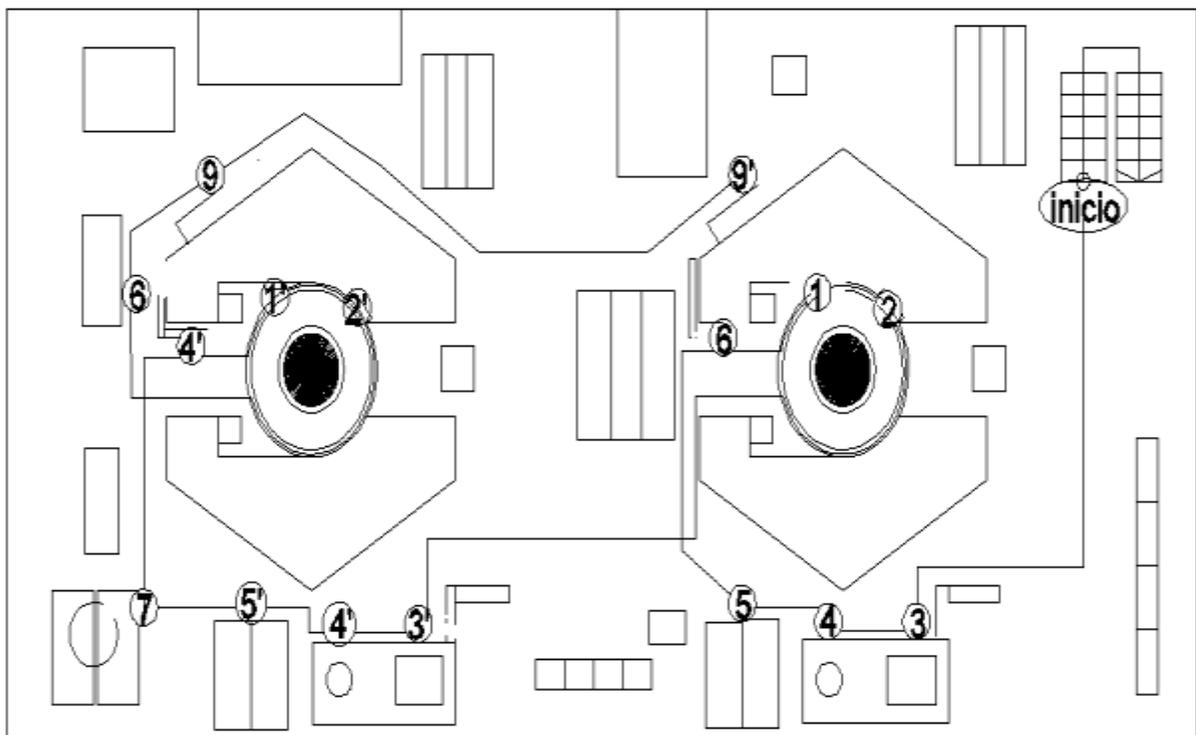
**Tabla 10.** Especificaciones para ejecución del recorrido para recolección de datos

<b>Área</b>	<b>Pisos de turbinas y Generadores</b>
<b>Equipo empleado</b>	Hoja de registro
<b>Personal asignado</b>	1 operador por jornada
<b>Equipos de protección personal empleado</b>	Tapones auditivos y orejeras
<b>Observaciones</b>	El operadores realiza un recorrido por los pisos tanto de turbinas como generadores por lo se encuentra expuesto al ruido.
<b>Horario de recolección de datos de unidades y auxiliares – casa de maquinas</b>	
<b>Jornada de día</b>	08H00
<b>Jornada noche</b>	19h00 21H00
<b>Jornada velada</b>	00H00

En el turno de la noche hay dos horarios de recolección de datos debido a que en las horas pico de generación son de 18H00 A 22H00 en las cuales las dos unidades deben estar al 100% de la carga debido a la alta demanda de consumo eléctrico.

### **Análisis de recorrido y recolección de datos de unidades y auxiliares**

Siendo los mismos datos que debe recoger el operador en las tres jornadas se evidencia en el diagrama de recorrido en piso de turbinas (Figura 17) y piso de generadores Figura 18



**Fig. 17.** Recorrido piso turbinas y puntos de las tareas.

Donde:

3	Reguladores de cojinetes
4	Tanque de sumideros de presión
5	Medidores de temperatura de generadores y actuadotes
4	Presión de flujo de tanques de sumidero
1	Apertura de servomotor
2	Nivel de cojinete
7	compresores principales de aire
6	Flujo de agua de enfriamiento
9	Temperatura de agua de enfriamiento

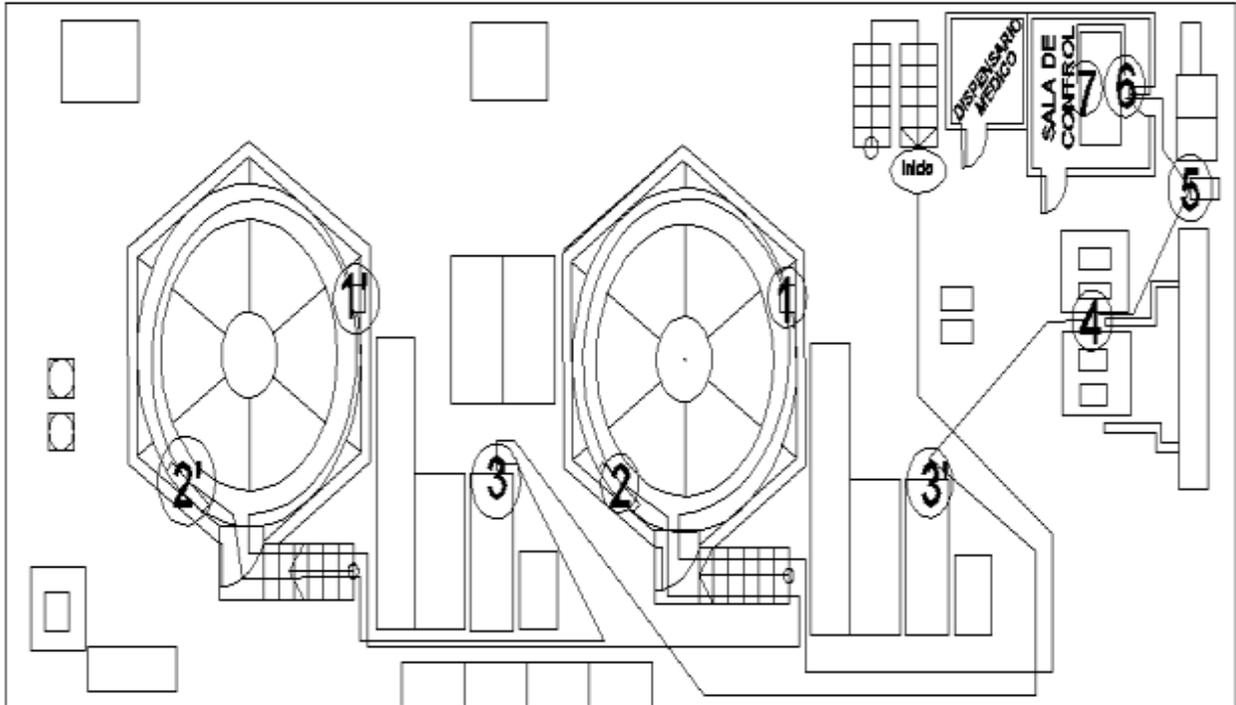


Fig. 18. Recorrido piso generadores y puntos de tareas.

Donde :

①	Nivel de cojinete
②	Temperatura de aire de generador
③	Presión de aire de interruptores
④	Temperatura de transformadores de excitación y auxiliares
⑤	Cargadores de baterías
⑥	Voltajes y corrientes de auxiliares de 125v
⑦	temperaturas de generadores

Las actividades establecidas para la ejecución del recorrido para la toma de datos de unidades y auxiliares, el reconocimiento de las actividades es primordial para comprender e identificar el patrón de trabajo. Para la detección de las fuentes de ruido existentes en la casa de máquinas es necesario aplica la encuesta dirigida a los operadores apoyándonos en el esquema detallado en la figura 14.

#### 4.2.1. Precepción de los trabajadores respecto al ruido

El cuestionario es dirigido al personal de operación que realiza actividades de control y monitoreo en los pisos de turbinas y generación eléctrica de las distintas jornadas de trabajo de la central hidroeléctrica Hidroagoyán. Obteniendo los siguientes resultados.

**1 Características de la(s) tarea(s) realizada(s)**

1.1. El trabajo desarrollado implica altos niveles de atención

1.2. El trabajo desarrollado requiere tareas mentales o manuales de alta complejidad

1.3. El desarrollo habitual de la tarea exige una elevada discriminación auditiva

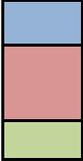
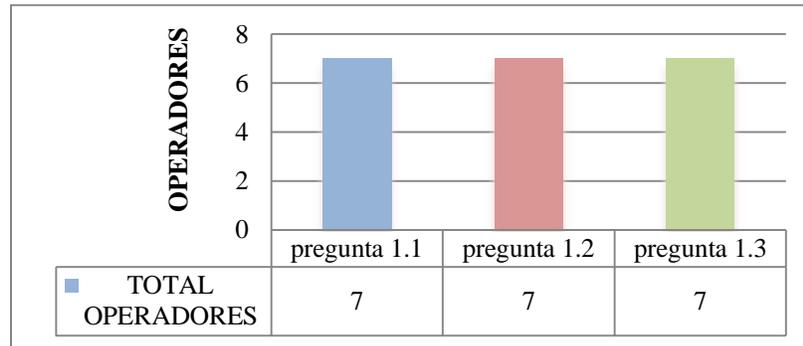



Fig. 19. Identificación de las caracterizas de la tarea -

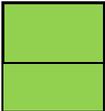
#### Análisis:

Para especificar las características de las tareas realizadas por los operadores el 100% de la población considera que el desarrollo de las actividades consta de tareas mentales o manuales que requieren altos niveles de atención y en su ejecución exigen una elevada discriminación auditiva. Ya que se realizan trabajos del control y monitoreo del funcionamiento de la hidroeléctrica.

**2 Fuentes del ruido**

2.1. El ruido es producido por la tarea que realiza el propio trabajador

2.2. El ruido es producido por fuentes ajenas al trabajador



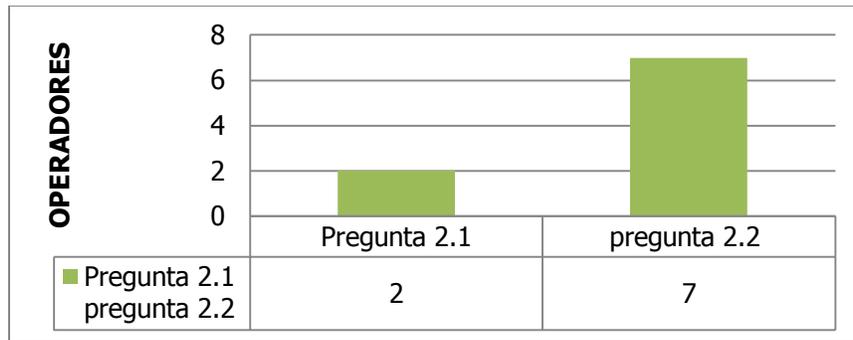


Fig. 20. Identificación de las fuentes de ruido.

**Análisis:**

En la identificación de las fuentes de ruido el 100% de la población consideras que el ruido es producido por fuentes ajenas a los trabajadores, la emisión de ruido predominante se da por el funcionamiento de las unidades generadoras de electricidad

**2.2 Fuentes del ruido**

**Ruido exterior**

2.2.1. Es importante el ruido procedente del exterior (calle, tráfico, etc.)

SI  NO

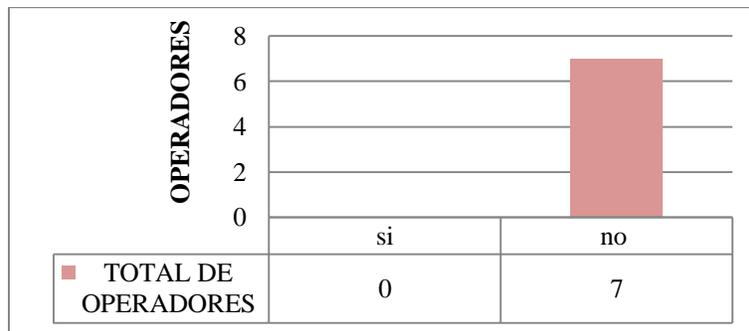


Fig. 21. Identificación de las fuentes de ruido - ruido exterior

**Análisis:**

El 100% de los trabajadores consideran que el ruido no es procedente del exterior como el caso de la calle, tráfico, etc. Esto es por motivos de que casa de máquinas está a 187 m bajo la superficie.

**2.2 Fuentes del ruido**

**Ruido de personas**

2.2.2. Hay ruido molesto procedente de personas (conversaciones entre compañeros, público, etc.)

SI  NO

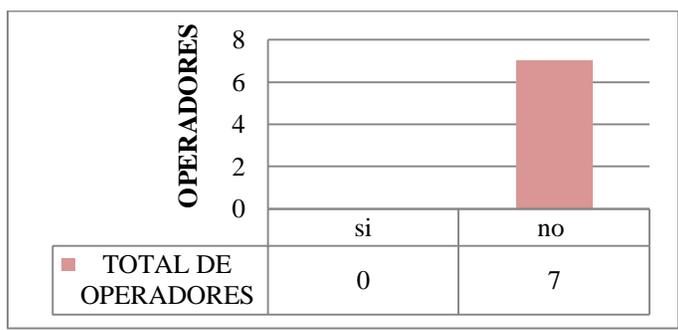


Fig. 22. Identificación de las fuentes de ruido – ruido por personas

**Análisis:**

El 100% de los trabajadores consideran que el ruido no es procedente de personas, esto se da debido a que en las distintas jornadas existe un solo operador el cual está dentro de casa de máquinas ejecutando las actividades de monitoreo, por tal motivo no existe la presencia de personas.

**2.2 Fuentes del ruido**

**Ruido de las instalaciones**

2.2.3. Existe un sistema de ventilación/climatización ruidoso

SI  NO

2.2.4. Existe reverberación en la sala que interfiera en la tarea

SI  NO

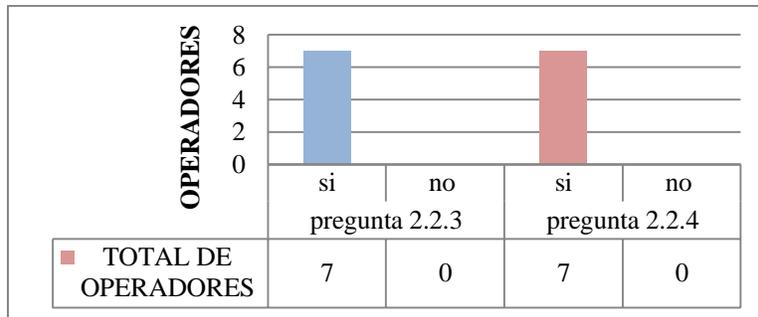


Fig. 23. Identificación de las fuentes de ruido - ruido de las instalaciones

**Análisis:**

De acuerdo al criterio de los operadores el 100% de la población considera que existe ruido en las instalaciones provenientes del sistema de ventilación, también supieron manifestar que dentro de casa de máquinas existe reverberación que pueda sobresaltar las actividades normales.

**2.2 fuentes del ruido**

**Ruido de los equipos de trabajo**

2.2.5. El puesto de trabajo está próximo a un proceso productivo ruidoso

SI  NO

2.2.6. Existen equipos ruidosos para el desarrollo de la tarea (impresoras, ordenadores, teléfonos, etc.)

SI  NO

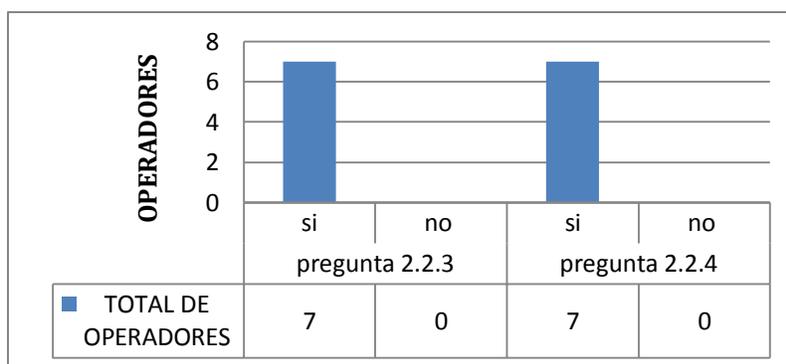


Fig. 24. Identificación de las fuentes de ruido - ruido de los equipos de trabajo

**Análisis:**

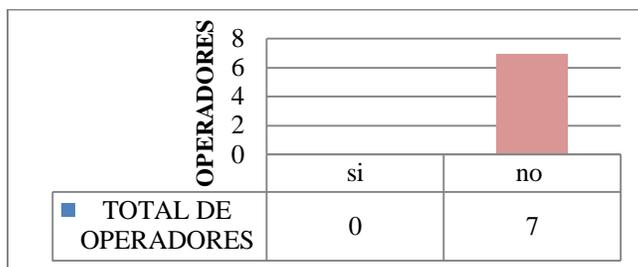
Por el funcionamiento propio de las unidades y de acuerdo al criterio de los operadores el 100% de la población considera el puesto de trabajo está próximo a un proceso productivo ruidoso, además se manifestaron de igual manera existe equipos propios que ayuda al funcionamiento de las unidades contribuyendo en gran parte a la contaminación acústica.

**3**

**Mantenimiento de equipos-instalaciones**

3.1. Ausencia de un programa correcto de mantenimiento periódico de equipos e instalaciones

SI  NO 



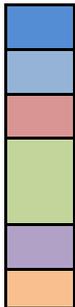
**Fig. 25.** Mantenimiento de equipos e instalaciones

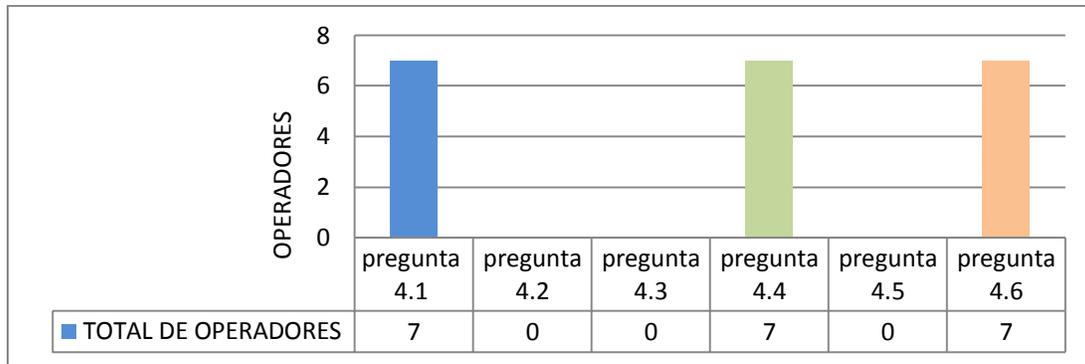
**Análisis:**

Con la opinión de los operadores el 100% de la población considera que la empresa tiene un programa de mantenimiento preventivo para todo el año, un mantenimiento correctivo según sea las circunstancias de la planta.

**4** **Características del ruido** (marque con una X la(s) casilla(s) correspondiente(s))

- 4.1. El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo
- 4.2. El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada
- 4.3. Existe habitualmente ruido de impactos (golpes)
- 4.4. Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que puede sobresaltar al trabajador
- 4.5. Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente
- 4.6. Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante





**Fig. 26.** Características del ruido

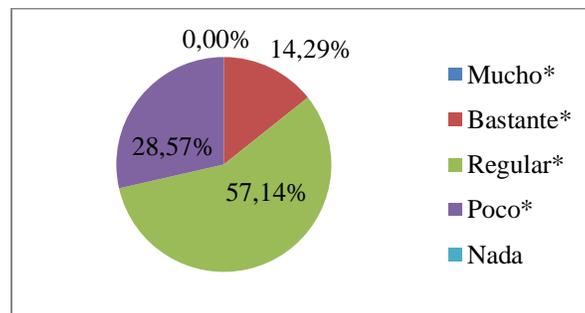
**Análisis:**

De acuerdo al resultado del cuestionario aplicado los 7 operadores coinciden con ciertas características del ruido, en las que predomina el ruido constante y continuo en el tiempo el mismo que prevalece durante la jornada laboral a además existe la suscitación de ruidos inesperados que sobresaltan al trabajador esto se da en el caso de las alarmas.

**5.- Molestias (recoger la opinión del trabajador)**

**5.1. Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo**

Mucho	0
Bastante	1
Regular	4
Poco	2
Nada	



**Fig. 27.** Nivel de molestias del ruido en el puesto de trabajo

### Análisis:

Se constata que tan molesto puede ser el nivel del ruido presente en el puesto de trabajo, los resultados obtenidos confirma que un 55,17% de la población el ruido les molesta el ruido presente de una manera regular, mientras que el 23,57% siente poca molestia por otro lado existe un 14,29% de la población sienten que el ruido presente es bastante molesto.

#### 5.- Molestias (recoger la opinión del trabajador)

5.1.1. Cuánto tiempo, a lo largo de su jornada laboral, el trabajador considera que el ruido es más molesto

Siempre	0
Más de media jornada	0
Entre la media y la cuarta parte de la jornada	6
Menos de la cuarta parte de la jornada	1
Nunca	0

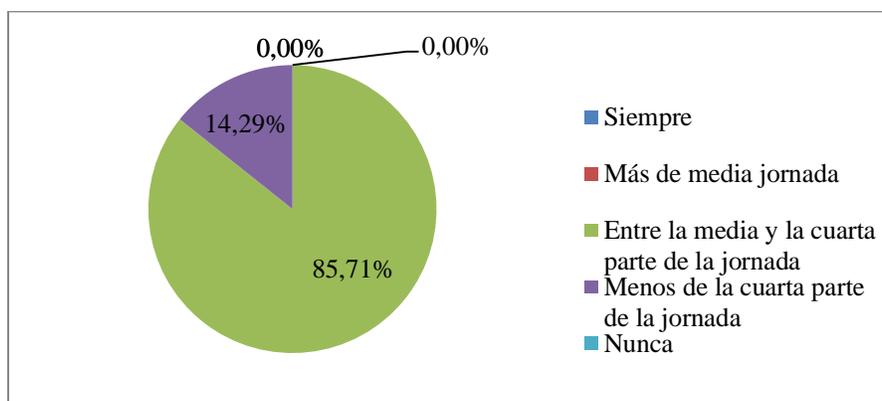


Fig. 28. Tiempo de la jornada en que el ruido es más molesto

### Análisis:

Con un total del 85,71% de la población considera que el ruido más molesto se presenta entre la media y la cuarta parte de la jornada, existiendo un 14,29% considera que menos de la cuarta parte de la jornada el ruido se torna más molesto.

### 5.- Molestias (recoger la opinión del trabajador)

5.1.2. Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador. En primer lugar ponga la que considere más molesta asignándole el número 1 a continuación la siguiente con el número 2 y así sucesivamente.

	Orden	Número de operadores
Ruido exterior	4	7
Ruido procedente de personas	3	7
Ruido de las instalaciones	1	7
Ruido de equipos de trabajo	2	7

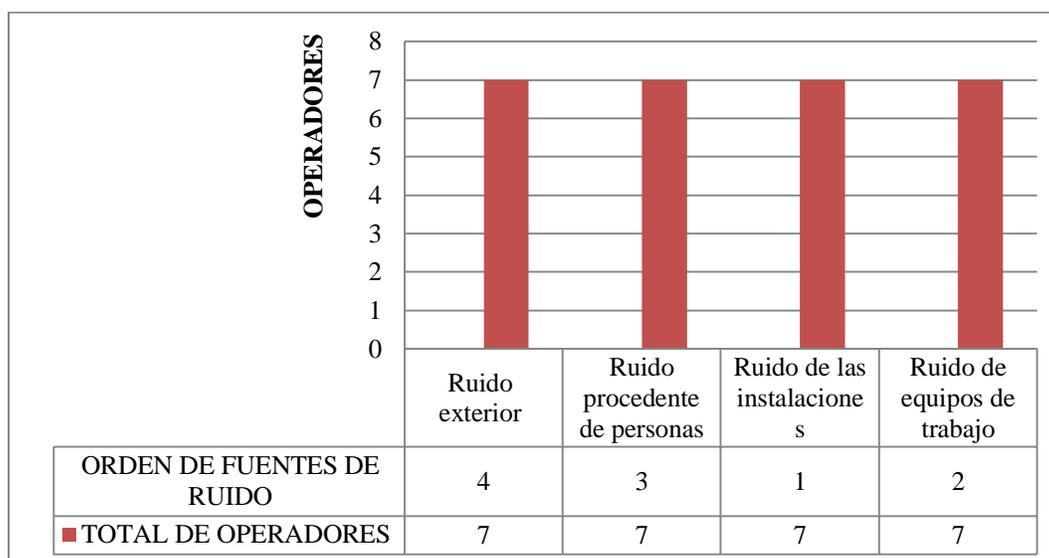


Fig. 29. Molestias causadas por las fuentes de ruido

#### Análisis:

Según la evaluación de esta pregunta, 7 operadores consideran que la fuente de ruido más molesta se centra en las propias instalaciones seguida de los equipos de trabajo, además supieron manifestar que el ruido procedente de personas y del exterior es inexistente a causa de que el lugar de trabajo se encuentra aislado del exterior.

## 6.- Perturbación de la concentración mental

6.1. El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de la(s) tarea(s)

Mucho	0
Bastante	1
Regular	4
Poco	2
Nada	0

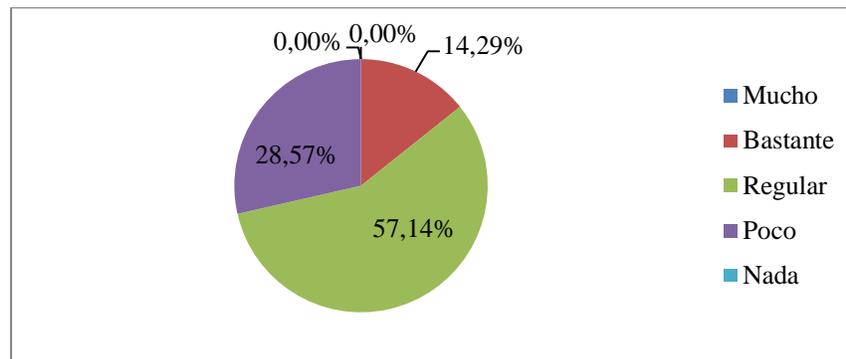


Fig. 30. Perturbación de la concentración mental - distracción

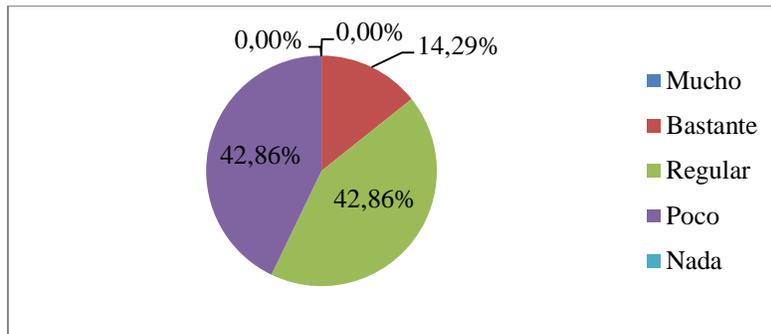
### Análisis:

El nivel de perturbación mental que constituye el ruido presente en el lugar de trabajo el 14,29% de la población considera que el ruido influye bastante como distracción en el desarrollo de las actividades, también un 57.14% se distraen de manera regular a causa del ruido presente por otro lado un 28.57% considera que la distracción ocasionada por el ruido que contamina el lugar de trabajo es muy poca.

## 6.-Perturbación de la concentración mental

6.2. El ruido le dificulta la concentración mental requerida en la(s) tarea(s)

Mucho	0
Bastante	1
Regular	3
Poco	3
Nada	0



**Fig. 31.** Dificulta de concentración mental para las tareas.

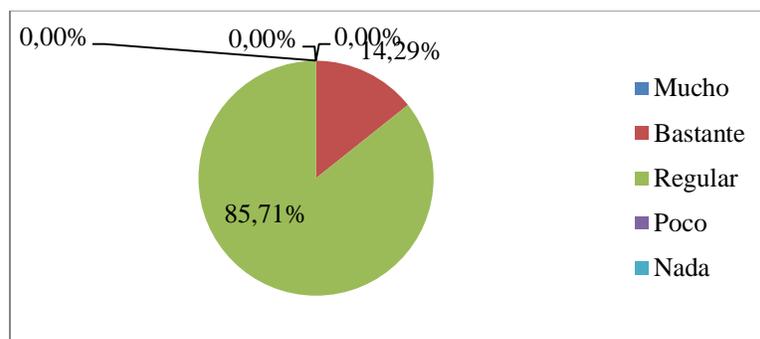
**Análisis:**

Mediante la aplicación de esta pregunta se logra constatar que un 14,29% el ruido le dificulta bastante la concentración mental para la ejecución de sus tareas, un 42,86% le dificulta concentrarse de manera regular con la presencia del ruido, pero por otro lado en 42,86% tiene muy poca dificultad para concentrarse y desarrollar sus actividades de manera normal.

**7.- Interferencia en la comunicación verbal**

7.1. Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo

Mucho	0
Bastante	1
Regular	5
Poco	1
Nada	0



**Fig. 32.** Interferencia de la comunicación verbal tono de voz.

### Análisis:

Mediante la aplicación de esta pregunta se logra constatar que un 14,29% necesita elevar un 14,29% necesita elevar bastante el tono de voz para poder comunicarse, mientras que el 85.71% eleva el tono de voz de manera regular para poder comunicarse.

7.2. Es necesario forzar la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte inteligible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor

Mucho	0
Bastante	5
Regular	2
Poco	0
Nada	0

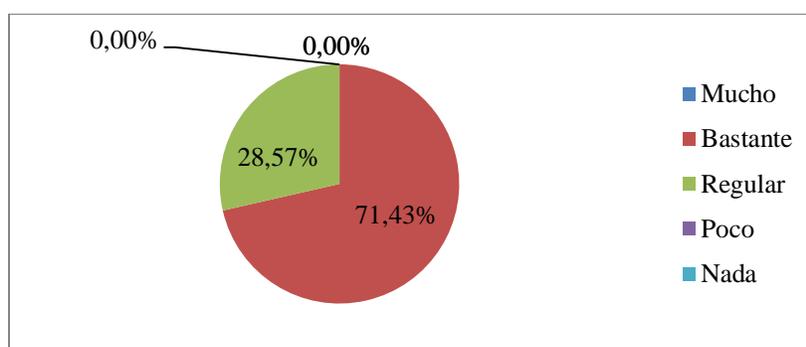


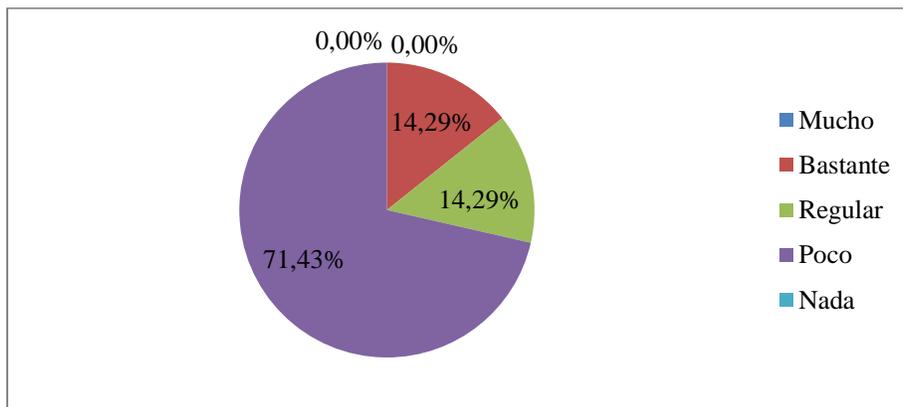
Fig. 33. Interferencia con la comunicación verbal atención del receptor.

### Análisis:

Con los resultados obtenidos en esta pregunta se logra determinar que un 71.43% necesita forzar bastante la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte inteligible una conversación mantenida con tono de voz cómodo para el emisor mientras que un 28,57% tiene que forzar de manera regular la atención para la comunicación..

7.3. Los niveles de ruido impiden escuchar señales acústicas relevantes o entender mensajes por megafonía

Mucho	0
Bastante	1
Regular	1
Poco	5
Nada	0



**Fig. 34.** Atención a señales acústicas o de megafonía

**Análisis:**

Existe un 14,29% que supieron manifestar que el nivel de ruido impide bastante entender las señales acústicas, el mismo porcentaje supo manifestar que las señales acústicas y de megafonía son interferidas de manera regular por los niveles de ruido presentes en el lugar de trabajo, por otro lado se pronunciaron un 71,43% de la población para los cuales las señales de megafonía y acústicas son interferidas muy poco por la contaminación acústica presente.

#### 4.2.2. Discusión de resultados

En la entrevista se valora especialmente la opinión del trabajador para determinar cómo interfiere y afecta el ruido en la tarea, encontrando múltiples quejas por el ruido en el lugar de trabajo, además se obtuvo información sobre las condiciones de trabajo, mediante la descripción de la tarea y la caracterización del ruido (aspectos físicos y no físicos) y de su procedencia.

#### Fuentes de ruido

Para la identificación de las fuentes de ruido se deberá reconocer las actividades realizadas por el operador con la aplicación del esquema de procedimiento para la encuesta detallada en la figura 14 concluye que las fuentes de ruido encontradas en la casa de máquinas encontramos:

- **Ruido exterior:** No existe ruido procedente del exterior debido a que las actividades se las desarrolla bajo la superficie.
- **Ruido de personas:** No existe ruido proveniente de personas (conversaciones entre compañeros). En casa de máquinas solo labora 1 operador por jornada.
- **Ruido en las instalaciones:** Al ser una hidroeléctrica el ruido es generado por el funcionamiento propio de la empresa como es el sistema de ventilación, para el caso de cada unidad está distribuida en tres pisos con sus respectivas instalaciones, siendo estos:

Tabla 11. Instalaciones de unidades por pisos

Distribución de unidades en casa de máquinas	
Piso principal	Túnel de ventilación y trenes de carga
Piso de generadores	Cámara de generadores unida 1 Cámara de generador unidad 2 Compresores de aire comprimido para ventilación de servicio Aire comprimido para interruptores

<p style="text-align: center;"><b>Pisos de turbinas</b></p>	<p style="text-align: center;">Cámara de turbina unidad 1 Cámara de turbina unidad 2 Compresores de aire comprimido para ventilación de servicio</p>
<p style="text-align: center;"><b>Piso de válvulas</b></p>	<p style="text-align: center;">Distribuidor de unidad 1 Distribuidor unidad 2</p>

### **Cursograma analítico de recorrido**

La tabla 12, representa el diagrama de proceso para recolección de datos de unidades y auxiliares en los pisos de turbinas, y en la tabla 13 representa el mapa respectivo para el piso de generación eléctrica, teniendo en cuenta que el operador realiza solamente una inspección, en el transcurso de todo su recorrido anota datos de vital importancia para conocer el estado de los componentes y auxiliares de cada unidad. En el presente diagrama se muestra el tiempo de demora al recoger los datos de inspección del funcionamiento de las distintas partes en cada unidad. el promedio general de los Cursograma es el indicador para el numero de muestras a tomarse y determinar el tiempo promedio para cada tarea.

**Tabla 12.** Tiempo de recorrido para recoger datos de auxiliares y unidades en piso de turbina

		<b>CASA DE MAQUINAS HIDROAGOYAN</b>		código:	TPT_01	
				Fecha de elaboración:	30/01/2018	
				fecha de aprobación:	03/02/2018	
Elaborado por:	Christian Lluglla	Revisado por:	Ing. Andrés Cabrera	Aprobado por: Ing. Andrés Cabrera		
<b>Objetivo:</b> levantar el proceso de recolección de datos en el piso de turbinas con el fin de obtener el tiempo de duración de la tare.						
<b>RECORRIDO DE RECOLECCION DE DATOS PISO DE TURBINAS</b>						
evento	símbolo del evento				tiempo medido	
dirigirse a camara del eje de la turbina					1	min
Apertura de servomotor					1	min
Nivel de cojinete					2	min
salir de la camara del eje de la turbina					0,5	min
Regulador de cojinetes					2	min
presión de flujo de tanques de sumidero					2	min
medidores de temperatura de					3	min
flujo de agua de enfriamiento					2	min
dirigirse a camara del eje de la turbina unidad 2					1	min
Apertura de servomotor					1	min
Nivel de cojinete					2	min
salir de la camara de la turbina unidad 2					0,5	min
Regulador de cojinetes y tanques de sumidero					2	min
presión de flujo de tanques de sumidero					2	min
medidores de temperatura de					3	min
flujo y temperatura de agua de enfriamiento					2	min
presión compresores principales de aire					0,5	min
Dirigirse a piso de generadores					3	min
				tiempo total:	30,5	min
Nomendatura					<b>NORMA PARA SIMBOLOS ASME</b>	
	operación	inspección	transporte	demora		

**Tabla 13.** Tiempo de recorrido para recoger datos de auxiliares y unidades en piso de generadores

		<b>CASA DE MAQUINAS HIDROAGOYAN</b>		código:	TPG_01		
				Fecha de elaboración:	30/01/2018		
				fecha de aprobación:	03/02/2018		
Elaborado por:	Christian Llujlla	Revisado por:	Ing. Andrés Cabrera	Aprobado por:			Ing. Andrés Cabrera
<b>Objetivo:</b> levantar el proceso de recolección de datos en el piso de turbinas con el fin de obtener el tiempo de duración de la tarea.							
RECORRIDO DE RECOLECCION DE DATOS PISO DE GENERADORES							
evento	símbolo del evento				tiempo medido		
dirigirse a cámara del generador unidad 1					0,5	min	
Temperatura de aire generador					3	min	
Nivel de cojinete					2	min	
salir de la camara de la turbina unidad 1					0,5	min	
presión de aire de interruptores					2	min	
dirigirse a camara del generador unidad 2					1	min	
Temperatura de aire generador					3	min	
Nivel de cojinete					2	min	
salir de la camara de la turbina unidad 2					1	min	
presión de aire de interruptores					2	min	
temperatura de transformadores de excitación y auxiliares					2,5	min	
cargadores de baterías					2	min	
dirigirse a sala de control					0,5	min	
Voltajes y corrientes de auxiliares de 125 v					3	min	
temperatura de generadores					2	min	
					tiempo total:	27	min
Nomendatura					NORMA PARA SIMBOLOS ASME		
	operación	inspección	transporte	demora			

Los diagramas de recorrido se han desarrollado con el fin de obtener el tiempo total del ciclo que hace el operador al salir a recoger los datos de unidades y auxiliares.

### 4.3. Recolección y análisis de datos

#### 4.3.1. Tipo de ruido

Las mediciones para determinar el tipo de ruido contaminante en cada piso, se establecen puntos fijos distribuidos de manera aleatoria para las mediciones, en las figuras 35 y 36 se detalla los puntos más representativos en los cuales se mide el ruido durante 5 minutos en los cuales se toma el nivel máximo y el mínimo para encontrar su amplitud.

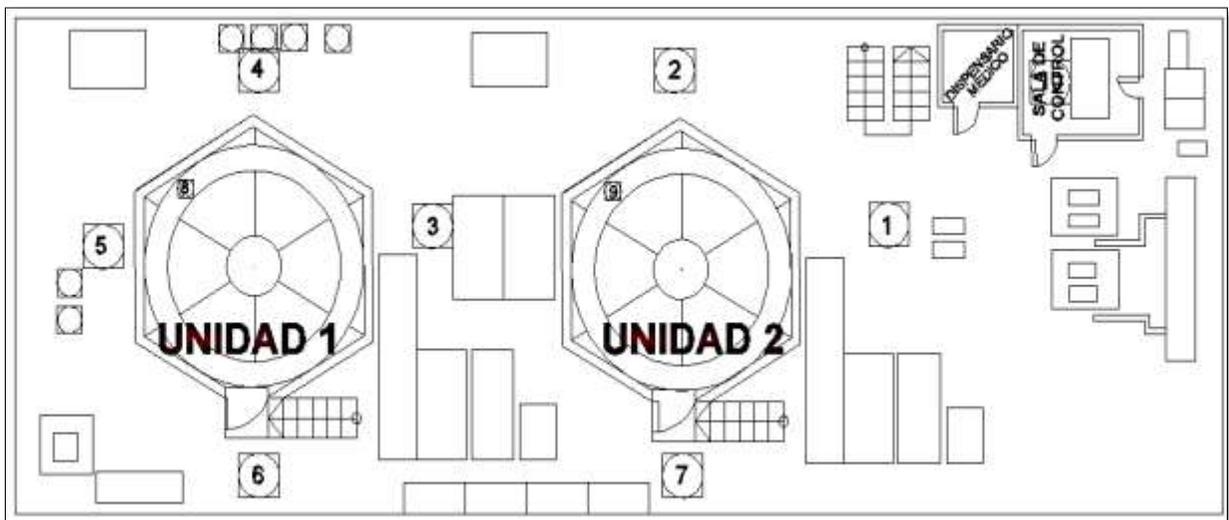
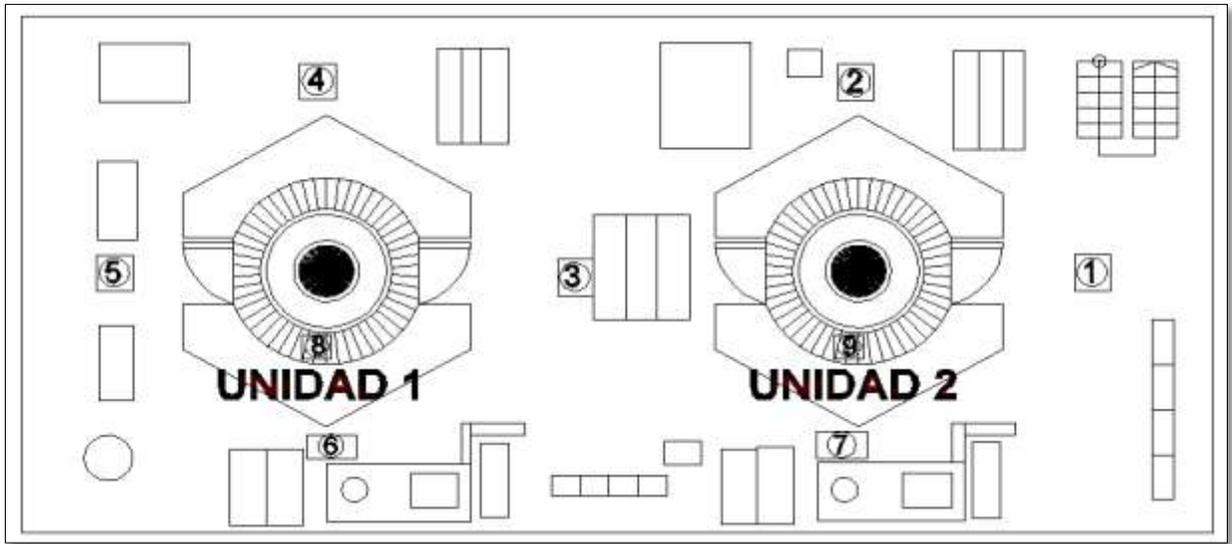


Fig. 35. Puntos de medición piso generadores



**Fig. 36.** Puntos de medición piso turbina

Para determinar el tipo de ruido es utilizado el sonómetro PCE 322A tomando muestras en los puntos establecidos en los distintos pisos de análisis, también en la sala de control, las muestras tomadas fueron durante 5 minutos para mayor eficacia en la medición. Ver anexo 3, en la tabla 14 muestra las mediciones para determinar el tipo de ruido en el piso de turbinas.

**Tabla 14.** .Datos para identificación del tipo de ruido.

	<b>TIPO DE RUIDO EN LA CASA DE MÁQUINAS HIDROAGOYÁN</b>		<b>PISO DE TURBINAS</b>	
			Fecha: 09/04/2018	
			Sonómetro PCE-322A	
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYAN</b>				
<b>NUMERO DE MUESTRA</b>		<b>Medición dB(A)</b>	<b>Amplitud</b>	<b>Tipo de ruido</b>
1	máximo	85,9	2,1	RUIDO ESTABLE
	mínimo	83,8		
2	máximo	85,1	0,6	RUIDO ESTABLE
	mínimo	84,5		
3	máximo	85,3	2,2	RUIDO ESTABLE
	mínimo	83,1		
4	máximo	84,7	1,3	RUIDO ESTABLE
	mínimo	83,4		
5	máximo	85,9	2	RUIDO ESTABLE
	mínimo	83,9		
6	máximo	85,1	0,6	RUIDO ESTABLE
	mínimo	84,5		
7	máximo	85,3	2,2	RUIDO ESTABLE
	mínimo	83,1		
8	máximo	94,6	1,4	RUIDO ESTABLE
	mínimo	93,2		
9	máximo	95,1	1,6	RUIDO ESTABLE
	mínimo	93,5		

En el piso de turbinas se logra constatar que el ruido existente es de tipo continuo o continuo , en ningún punto medido la amplitud existen entre el nivel máximo versus el nivel mínimo no sobrepasa la los 5 dB(A) de diferencia.

En la tabla 15 muestra las mediciones para determinar el tipo de ruido en el piso de generadores.

Tabla 15. Tipo de ruido piso generadores

	<b>TIPO DE RUIDO EN LA CASA DE MÁQUINAS HIDROAGOYÁN</b>		<b>PISO DE GENERADORES</b>	
			<b>Fecha: 09/04/2018</b>	
			<b>Sonómetro PCE-322A</b>	
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYAN</b>				
	<b>NUMERO DE MUESTRA</b>	<b>Medición dB(A)</b>	<b>Amplitud</b>	<b>Tipo de ruido</b>
<b>1</b>	máximo	85,1	2,2	RUIDO ESTABLE
	mínimo	82,9		
<b>2</b>	máximo	84,7	2	RUIDO ESTABLE
	mínimo	82,7		
<b>3</b>	máximo	82,3	2,1	RUIDO ESTABLE
	mínimo	80,2		
<b>4</b>	máximo	82,7	1,5	RUIDO ESTABLE
	mínimo	81,2		
<b>5</b>	máximo	85,5	1,6	RUIDO ESTABLE
	mínimo	83,9		
<b>6</b>	máximo	82,3	1,1	RUIDO ESTABLE
	mínimo	81,2		
<b>7</b>	máximo	85,1	0,9	RUIDO ESTABLE
	mínimo	84,2		
<b>8</b>	máximo	105,4	1	RUIDO ESTABLE
	mínimo	104,4		
<b>9</b>	máximo	106,8	2,8	RUIDO ESTABLE
	mínimo	104		

En muestra el caso del piso de generadores se determinó que el ruido presente en este piso también es de tipo continuo por el hecho de que la diferencia entre el nivel máximo en comparación con el mínimo existe una amplitud no mayor a 5 dB(A).

En la tabla 16 muestra las mediciones para determinar el tipo de ruido en la sala de control.

**Tabla 16.** Tipo de ruido sala de control

		<b>TIPO DE RUIDO EN LA CASA DE MÁQUINAS HIDROAGOYÁN</b>		<b>SALA DE CONTROL</b>	
				Fecha: 09/04/2018	
				Sonómetro PCE-322A	
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYAN</b>					
<b>NUMERO DE MUESTRA</b>		<b>Medición dB(A)</b>		<b>Amplitud</b>	<b>Tipo de ruido</b>
<b>1</b>	máximo	61	2,7	RUIDO ESTABLE	
	mínimo	58,3			

Se determina que ruido para la contaminación acústica existente en la sala de control el ruido es continuo, como se puede observar la amplitud entre el máximo y mínimo no sobrepasa de 5 dB(A).

#### 4.3.2. Ruido de fondo

Para determinar la contaminación acústica permanente en las instalaciones de las casa de máquinas de la central hidroeléctrica Hidroagoyán se deberá determinar el ruido de fondo, para este cálculo se tomaron 5 muestras de 5 minutos de medición en cada punto establecidos en la figura 17 y 18 obviando los puntos dentro del recinto del generador y también de la turbina aplicada en las dos unidades. El cálculo del ruido de fondo de los pisos en análisis se detalla en las tablas 17 y 18.

#### Calculo de presión acústica equivalente por punto muestra 1 piso turbinas

$$L_{Aeq-punto\ 1} = 10 \log \left[ \frac{1}{5} \left( 10^{\frac{83,94}{10}} + 10^{\frac{83,87}{10}} + 10^{\frac{84,25}{10}} + 10^{\frac{84,14}{10}} + 10^{\frac{84,12}{10}} \right) \right] \quad (dBA)$$

$$L_{Aeq-punto\ 1} = 84,07(dBA)$$

De esta manera se calculó el equivalente de la medición en cada punto establecido para la toma de muestras.

**Ruido de fondo presente en el piso de turbinas dB(A)**

$$L_{Aeq-punto\ 1} = 10 \log \left[ \frac{1}{7} \left( 10^{\frac{84,07}{10}} + 10^{\frac{81,61}{10}} + 10^{\frac{83,98}{10}} + 10^{\frac{81,69}{10}} + 10^{\frac{83,85}{10}} + 10^{\frac{81,71}{10}} + 10^{\frac{84,55}{10}} \right) \right] \quad (dBA)$$

$$L_{Aeq-punto\ 1} = 83,23(dBA)$$

En el piso de turbinas encontramos un ruido de fondo de 83,23 dBA

**Tabla 17** Muestreo para ruido de fondo piso turbinas.

	<b>RUIDO DE FONDO PARA LA CASA DE MÁQUINAS HIDROAGOYÁN</b>	<b>PISO TURBINAS</b>
		<b>Fecha:</b> 09/04/2018
		<b>Sonómetro PCE-322A</b>
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYAN</b>		

<b>Punto de medición</b>	Muestra 1 dB(A)	Muestra 2 dB(A)	Muestra 3 dB(A)	Muestra 4 dB(A)	Muestra 5 dB(A)	Presión acústica equivalent e por punto medido dB(A)
<b>1</b>	83,94	83,87	84,25	84,14	84,12	84,07
<b>2</b>	81,80	81,69	81,27	81,69	81,59	81,61
<b>3</b>	83,61	83,61	84,25	84,21	84,18	83,98
<b>4</b>	81,65	81,65	81,76	81,62	81,75	81,69
<b>5</b>	84,89	84,73	84,75	84,91	59,11	83,85
<b>6</b>	81,68	81,70	81,66	81,74	81,74	81,71
<b>7</b>	84,63	84,42	84,46	84,59	84,63	84,55
<b>RUIDO DE FONDO PRESENTE EN EL PISO DE TURBINASdB(A)</b>						<b>83,23</b>

**Calculo de presión acústica equivalente por punto muestra 1 piso generadores**

$$L_{Aeq-punto\ 1} = 10 \log \left[ \frac{1}{5} \left( 10^{\frac{84,89}{10}} + 10^{\frac{84,68}{10}} + 10^{\frac{85,66}{10}} + 10^{\frac{84,83}{10}} + 10^{\frac{84,57}{10}} \right) \right] \quad (dBA)$$

$$L_{Aeq-punto\ 1} = 84,77(dBA)$$

De esta manera se calculó el equivalente de la medición en cada punto establecido para la toma de muestras.

### Ruido de fondo presente en el piso de generadores dB(A)

$$L_{Aeq-punto 1} = 10 \log \left[ \frac{1}{7} \left( 10^{\frac{84,77}{10}} + 10^{\frac{81,78}{10}} + 10^{\frac{83,36}{10}} + 10^{\frac{81,28}{10}} + 10^{\frac{83,86}{10}} + 10^{\frac{81,93}{10}} + 10^{\frac{84,04}{10}} \right) \right] \quad (dBA)$$

$$L_{Aeq-punto 1} = 84,73(dBA)$$

Tabla 18 Muestreo para ruido de fondo piso turbinas

 <b>CELEC</b> <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> <b>HIDROAGOYÁN</b>		<b>RUIDO DE FONDO            PARA LA CASA DE            MÁQUINAS            HIDROAGOYÁN</b>				<b>PISO GENERADORES</b>	
						<b>Fecha: 09/04/2018</b>	
						<b>Sonómetro PCE-322A</b>	
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYÁN</b>							
<b>punto de            medición</b>	muestra 1 dB(A)	muestra 2 dB(A)	muestra 3 dB(A)	muestra 4 dB(A)	muestra 5 dB(A)	Presión acústica equivalente por punto medido dB(A)	
<b>1</b>	84,89	84,68	84,86	84,83	84,57	84,77	
<b>2</b>	84,76	84,50	85,12	84,77	84,72	84,78	
<b>3</b>	84,11	84,72	84,25	84,21	84,51	84,36	
<b>4</b>	84,00	84,57	84,31	84,27	84,25	84,28	
<b>5</b>	84,83	84,59	85,37	84,99	84,44	84,86	
<b>6</b>	84,09	85,07	85,25	85,25	84,90	84,93	
<b>7</b>	85,17	85,06	84,96	85,11	84,92	85,04	
ruido de fondo presente en el piso de generadoresdB(A)						<b>84,73</b>	

### 4.3.3. Estrategia de medición basada en la tarea

#### Identificación y duración de las tareas

Tabla 19. Tareas recorrido y recolección de datos en piso generadores.

		<b>RUIDO DE FONDO PARA LA CASA DE MÁQUINAS HIDROAGOYÁN</b>												<b>PISO GENERADORES</b>					
		Fecha: 09/04/2018																	
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYAN																			
<b>DURACION DE LA TAREA OPERADOR PISO GENERADORES</b>																			
<b>UNIDAD 1</b>																			
TAREA		DIA 1						DIA 2						DIA 3					
		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30	
DENTRO DE GENERADOR	Temperatura de aire generador	2	min	3	min	3	min	3	min	3	min	2	min	3	min	2	min	3	min
	Nivel de cojinete	1	min	2	min	1	min	2	min	1	min	1	min	1	min	1	min	2	min
PASILLO PISO GENRADOR	presion de aire de interruptores	2	min	2	min	2	min	2	min	2	min	2	min	2	min	2	min	2	min
<b>UNIDAD 2</b>																			
TAREA		DIA 1						DIA 2						DIA 3					
		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30	
DENTRO DE GENERADOR	Temperatura de aire generador	2	min	3	min	3	min	3	min	3	min	2	min	3	min	2	min	3	min
	Nivel de cojinete	1	min	2	min	1	min	2	min	1	min	1	min	1	min	1	min	2	min
PASILLO PISO GENRADOR	presion de aire de interruptores	2	min	2	min	2	min	2	min	2	min	2	min	2	min	2	min	2	min
	temperatura de transformadores de excitacion y auxiliares	2	min	2,5	min	2	min	2,5	min	2	min	2	min	2	min	2	min	2,5	min
	cargadores de baterias	1	min	2	min	2	min	2	min	2	min	1	min	2	min	1	min	2	min

**Tabla 20.** Tareas para recorrido y recolección de datos en piso turbinas

		<b>RUIDO DE FONDO PARA LA CASA DE MÁQUINAS HIDROAGOYÁN</b>														PISO GENERADORES			
																Fecha: 09/04/2018			
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYAN																			
DURACION DE LA TAREA OPERADOR PISO TURBINAS																			
UNIDAD 1																			
TAREA		DIA 1						DIA 2						DIA 3					
		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30	
DENTRO DE TURBINA	Apertura de servomotor	1	min	1	min	2	min	1,5	min	1,5	min	1,5	min	1,5	min	1,5	min	2	min
	Nivel de cojinete	1	min	2	min	1	min	1	min	2	min	1	min	1,5	min	1	min	2,5	min
PASILLOS PISO TURBINAS	Regulador de cojinetes	1	min	2	min	1	min	2	min	2	min	1	min	1	min	1	min	2	min
	presion de flujo de tanques de suminero	2	min	2	min	1	min	2	min	1	min	2	min	2	min	2	min	2	min
	medidores de temperatura de cojinetes de generador y actuadores		min	3	min	2	min		min	2,5	min	2	min		min	2,5	min	2,5	min
	flujo de agua de enfriamiento	1	min	2	min	2	min	1,5	min	2	min	2	min	1	min	2	min	2	min
		6		12		9		8		11		9,5		7		10		13	
UNIDAD 2																			
TAREA		DIA 1						DIA 2						DIA 3					
		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30	
DENTRO DE TURBINA	Apertura de servomotor	1	min	1	min	2	min	1,5	min	1,5	min	1,5	min	1,5	min	1,5	min	2	min
	Nivel de cojinete	1	min	2	min	1	min	1	min	2	min	1	min	1,5	min	1	min	2,5	min
PASILLOS PISO TURBINAS	Regulador de cojinetes y tanques de suminedero	1	min	2	min	1	min	2	min	2	min	1	min	1	min	1	min	2	min
	presion de flujo de tanques de suminero	2	min	2	min	1	min	2	min	1	min	2	min	2	min	2	min	2	min
	medidores de temperatura de cojinetes de generador y actuadores		min	3	min	2	min		min	2,5	min	2	min		min	2,5	min	2,5	min
	flujo y temperatura de agua de enfriamiento	1	min	2	min	2	min	1,5	min	2	min	2	min	1	min	2	min	2	min
	presion compresores principales de aire	1	min	0,5	min	0,5		0,5	min	0,5	min	1	min	0,5	min	1	min	1	min

**Tabla 21.** Tareas recorrido y recolección de datos en la sala de control.

		<b>RUIDO DE FONDO PARA LA CASA DE MÁQUINAS HIDROAGOYÁN</b>												<b>PISO GENERADORES</b>					
														<b>Fecha: 09/04/2018</b>					
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYAN</b>																			
<b>DURACION DE LA TAREA OPERADOR SALA DE CONTROL</b>																			
TAREA		DIA 1						DIA 2						DIA 3					
		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30		JORNADA 7:30 - 15:30		JORNADA 15:30 -- 22:30		JORNADA 22:30 -- 7:30	
SALA DE CONTROL	Voltajes y corrientes de auxiliares de 125 v	2	min	3	min	2	min	2	min	2	min	2	min	3	min	2	min	3	min
	temperatura de generadores	1	min	2	min	1	min	2	min	1	min	1	min	1	min	1	min	2	min
	monitoreo y control de actividad de unidades 1 y 2	5	Horas	5	Horas	6	Horas	5	Horas	5	Horas	6	Horas	5	Horas	5	Horas	6	Horas

### **Determinación de la media aritmética $\bar{T}_m$ por piso y unidad.**

Con los tiempos de cada una de las tareas se obtiene los cálculos de los tiempos promedios y totales teniendo en cuenta que los cálculos se debe hacer por jornada, por piso, dejando de lado las actividades de la sala de control debido a que esta es una oficina como tal se la debe hacer en base al confort acústico en oficinas.

Para la determinación de  $T_m$  de la tarea ejecutada en la unidad 1 dentro del generador en donde el operador verificara la temperatura de aire del generador su cálculo es:

$$T_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j} \quad (min)$$

$$T_m = \frac{1}{3}(2 + 3 + 3)$$

$$T_m = 2,67 \text{ minutos}$$

De esta manera se realizaran los cálculos para encontrar en  $T_m$  de todas las tareas designadas en cada uno de los pisos.

**Tabla 22.**  $\bar{T}_m$  por jornada piso de generadores

 <b>CELEC</b> Corporación Eléctrica del Ecuador <b>HIDROAGOYÁN</b>			<b>TAREAS DEL OPERADOS EN LA CASA DE MÁQUINAS HIDROAGOYÁN</b>			<b>OPERADOR PISO GENERADORES</b>		
						<b>Fecha: 09/04/2018</b>		
						<b>Media Aritmética <math>\bar{T}_m</math></b>		
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYAN</b>								
<b>TAREA</b>			<b><math>\bar{T}_m</math> por jornada</b>					
			JORNADA 7:30 - 15:30	JORNADA 15:30 -- 22:30	JORNADA 22:30 -- 7:30			
			minutos					
<b>UNIDAD 1</b>	DENTRO DE GENERADOR	Temperatura de aire del generador	2,67	2,67	2,67			
		Nivel de cojinete	1,33	1,33	1,33			
	PASILLO PISO GENRADOR	presión de aire de interruptores	2,00	2,00	2,00			
<b>UNIDAD 2</b>	DENTRO DE GENERADOR	Temperatura de aire generador	2,67	2,67	2,67			
		Nivel de cojinete	1,33	1,33	1,33			
	PASILLO PISO GENRADOR	presión de aire de interruptores	2,00	2,00	2,00			
		temperatura de transformadores de excitación y auxiliares	2,17	2,17	2,17			
		cargadores de baterías	1,67	1,67	1,67			

Tabla 23..  $\bar{T}_m$  por jornada piso de turbinas

 <b>TAREAS DEL OPERADOS EN LA CASA DE MÁQUINAS HIDROAGOYÁN</b>			<b>OPERADOR</b>		<b>PISO</b>
			<b>TURBINAS</b>		
			<b>Fecha:</b> 09/04/2018		
			<b>Media Aritmética <math>\bar{T}_m</math></b>		
<b>TAREA</b>			<b><math>\bar{T}_m</math> por jornada</b>		
			<i>jornada</i> 7:30 - 15:30	<i>jornada</i> 15:30 -- 22:30	<i>jornada</i> 22:30 -- 7:30
			<i>minutos</i>		
UNIDAD 1	DENTRO DE TURBINA	Apertura de servomotor	1,33	1,33	1,83
		Nivel de cojinete	1,17	1,67	1,50
	PASILLOS PISO TURBINAS	Regulador de cojinetes	1,33	1,67	1,33
		presión de flujo de tanques de sumidero	1,78	1,67	1,67
		medidores de temperatura de cojinetes de generador y actuadores	0,00	2,67	2,17
		flujo de agua de enfriamiento	1,17	2,00	2,00
UNIDAD 2	DENTRO DE TURBINA	Apertura de servomotor	1,33	1,33	1,83
		Nivel de cojinete	1,17	1,67	1,50
	PASILLOS PISO TURBINAS	Regulador de cojinetes y tanques de sumidero	1,33	1,67	1,33
		presión de flujo de tanques de sumidero	2,00	1,67	1,67
		medidores de temperatura de cojinetes de generador y actuadores	0,00	2,67	2,17
		flujo y temperatura de agua de enfriamiento	1,17	2,00	2,00
		presión compresores principales de aire	0,67	0,67	0,83

Tabla 24.  $\bar{T}_m$  por jornada sala de control

		<b>TAREAS DEL OPERADOS EN LA CASA DE MÁQUINAS HIDROAGOYÁN</b>	<b>OPERADOR SALA DE CONTROL</b>		
			Fecha: 09/04/2018		
			Media Aritmética $\bar{T}_m$		
<b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYAN</b>					
<b>TAREA</b>			<b><math>\bar{T}_m</math> por jornada</b>		
			<i>JORNADA 7:30 - 15:30</i>	<i>JORNADA 15:30 -- 22:30</i>	<i>JORNADA 22:30 -- 7:30</i>
			<i>minutos</i>		
<b>SALA DE CONTROL</b>	RECORRIDO	Voltajes y corrientes de auxiliares de 125 v	2,33	2,33	2,33
		temperatura de generadores	1,33	1,33	1,33
	MONITOREO	monitoreo y control de actividad de unidades 1 y 2	5,00 (horas)	5,00(horas)	6,00(horas)

Calculado media aritmética  $\bar{T}_m$  de la duración de cada tarea  $m$ , es la base para obtener el nivel de presión acústica continuo equivalente diario ponderado “A” en la aplicación de la estrategia basada en la tarea, la cual se pide conocer el tiempo de empleado en la ejecución de cada tarea y la presión equivalente para esa tarea, con los cuales logra obtener el nivel de presión equivalente diario por tarea al que está expuesto el operador.

Se realiza un estudio fino del ruido para obtener muestreo en las distintas tareas que realiza el operador, dichas mediciones vienen dadas por banda de octava de las cuales se obtiene el equivalente total del espectro de banda de octava medido en cada muestra.

## Nivel de presión acústica equivalente diario por tarea

Para determinar el nivel de presión acústica equivalente en base al muestreo de las medidas del espectro de banda de octava, es posible encontrar el equivalente de cada muestra, para esto se calcula el equivalente total de los distintos niveles de presión medida en las diferentes frecuencias de la banda de octava como se muestra en la figura 37. El muestreo realizado por banda de octava para cada tarea se lo detalla en el Anexo3. Para muestra didáctica se tomara una frecuencia cualquiera de la muestra de la tarea 1 realizada en el piso de generadores en la cual el operador recoge el dato de la temperatura del aire del generador, en la figura 32 se observa la medida obtenida en la banda de los 500 Hz, de la misma manera el software nos entrega las diferentes medidas para cada una de las distintas frecuencias (31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000) H.



Fig. 37. Espectro de banda de octava

Tabla 25. Medidas para cada frecuencia del espectro de banda de octava

TAREA 1: recoger el dato de la temperatura del aire del generador				
Frecuencia		MUESTRA 1		LAeqdBA
31,5	Hz	56	dBA	
63	Hz	78	dBA	
125	Hz	84	dBA	
250	Hz	100	dBA	
500	Hz	98	dBA	
1000	Hz	98	dBA	
2000	Hz	96	dBA	
4000	Hz	92	dBA	
8000	Hz	83	dBA	

De los datos del nivel de frecuencia para cada banda de octava mostrados en la figura 37 se obtiene el equivalente para la tarea. El cálculo para obtener el  $L_{Aeq-muestra}$  que se aplica en las diferentes tareas se muestra es:

$$L_{Aeq-muestra} = 10 \log \left[ 10^{\frac{56}{10}} + 10^{\frac{78}{10}} + 10^{\frac{84}{10}} + 10^{\frac{100}{10}} + 10^{\frac{98}{10}} + 10^{\frac{98}{10}} + 10^{\frac{96}{10}} + 10^{\frac{92}{10}} + 10^{\frac{83}{10}} \right] \quad (dBA)$$

$$L_{Aeq-muestra} = \mathbf{104.57} \quad (dBA)$$

Los  $L_{Aeq-muestra}$  de cada muestra se debe operar con el fin de obtener el equivalente de cada tarea ( $L_{Aeq-tarea}$ ) la cual será útil para encontrar el  $L_{Aeq-diario}$ . Siendo el cálculo general de aplicación el siguiente:

$$L_{Aeq-tarea} = 10 \log \left[ \frac{1}{3} \left( 10^{\frac{104.57}{10}} + 10^{\frac{104.59}{10}} + 10^{\frac{104.88}{10}} \right) \right] \quad (dBA)$$

$$L_{Aeq-tarea} = \mathbf{104,69} \quad (dBA)$$

Con el  $L_{Aeq-tarea}$  obtenido de cada tarea y el  $T_m$ , transformado a horas, será aplica para lograr encontrar el nivel de presión acústica equivalente diario ( $L_{Aeq,diario} = L_{Aeq,d}$  se detalla todos los valores de presión acústica equivalente diaria de los pisos de turbinas, generadores y sala de control en las tablas 25, 26 y 27. Para mejor comprensión del lector realizará el cálculo del nivel de presión acústica diario equivalente al que se expone el operador en la jornada de la mañana en el piso de generadores.

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[ \sum_{m=1}^M \left( \frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) 10^{\frac{L_{Aeq,T_m}}{10}} \right] \quad (dBA)$$

$$\begin{aligned}
L_{Aeq.d} = 10 \log & \left[ \left( \frac{0,044}{8} * 10^{\frac{104,76}{10}} \right) + \left( \frac{0,022}{8} * 10^{\frac{104,74}{10}} \right) + \left( \frac{0,033}{8} * 10^{\frac{81,40}{10}} \right) \right. \\
& + \left( \frac{0,044}{8} * 10^{\frac{104,69}{10}} \right) + \left( \frac{0,022}{8} * 10^{\frac{104,95}{10}} \right) + \left( \frac{0,033}{8} * 10^{\frac{81,23}{10}} \right) \\
& \left. + \left( \frac{0,036}{8} * 10^{\frac{81,35}{10}} \right) + \left( \frac{0,027}{8} * 10^{\frac{81,41}{10}} \right) \right] (dBA)
\end{aligned}$$

$$\mathbf{L_{Aeq.d} = 87,005 dBA}$$

En el piso de generadores se obtiene una presión acústica diaria equivalente de 87,005 dBA. Es decir es la dosis que recibe el operador cuando sale al recorrido para la toma de datos de unidades y auxiliares.

**Tabla 26.** Presión acústica equivalente por tarea piso generadores

		<b>NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DIARIO EQUIVALENTE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC- EP HIDROAGOYAN</b>				<b>PISO GENERADORES</b>	
		<b>Fecha: 09/04/2018</b>					
TAREA		Jornada mañana 7H30 a 15H30		Jornada noche 15H30 a 23H30		Jornada mañana 23H30 a 7H30	
		$L_{Aeq-tarea}$ (dBA)	$\bar{T}_m$ (horas)	$L_{Aeq-tarea}$ (dBA)	$\bar{T}_m$ (horas)	$L_{Aeq-tarea}$ (dBA)	$\bar{T}_m$ (horas)
UNIDAD 1	Temperatura de aire generador	104,76	0,04	104,76	0,04	104,76	0,04
	Nivel de cojinete	104,74	0,02	104,74	0,02	104,74	0,02
	presión de aire de interruptores	81,40	0,03	81,40	0,03	81,40	0,03
UNIDAD 2	Temperatura de aire generador	104,69	0,04	104,69	0,04	104,69	0,04
	Nivel de cojinete	104,95	0,02	104,95	0,02	104,95	0,02
	presión de aire de interruptores	81,23	0,03	81,23	0,03	81,23	0,03
	temperatura de transformadores de excitación y auxiliares	81,35	0,04	81,35	0,04	81,35	0,04
	cargadores de baterías	81,41	0,03	81,41	0,03	81,41	0,03
<b>Nivel de exposición diario equivalente de la jornada dB(A).</b>		87,0050		87,0050		87,0051	

**Tabla 27.** Presión acústica equivalente por tarea piso turbinas

		<b>NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DIARIO EQUIVALENTE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYÁN</b>				<b>PISO TURBINAS</b>	
						<b>Fecha: 09/04/2018</b>	
<b>TAREA</b>		<b>Jornada mañana 7H30 a 15H30</b>		<b>Jornada noche 15H30 a 23H30</b>		<b>Jornada mañana 23H30 a 7H30</b>	
		$L_{Aeq-tarea}$ (dBA)	$\bar{T}_m$ (horas)	$L_{Aeq-tarea}$ (dBA)	$\bar{T}_m$ (horas)	$L_{Aeq-tarea}$ (dBA)	$\bar{T}_m$ (horas)
<b>UNIDAD 1</b>	Apertura de servomotor	<b>96,56</b>	<b>0,02</b>	<b>96,56</b>	<b>0,02</b>	<b>96,56</b>	<b>0,03</b>
	Nivel de cojinete	<b>96,46</b>	0,02	96,46	0,03	96,46	0,03
	Regulador de cojinetes	<b>83,77</b>	0,02	83,77	0,03	83,77	0,02
	presión de flujo de tanques de sumidero	<b>83,88</b>	0,03	83,88	0,03	83,88	0,03
	medidores de temperatura de cojinetes de generador y actuadores	<b>83,79</b>	0,00	83,79	0,04	83,79	0,04
	flujo de agua de enfriamiento	<b>83,88</b>	0,02	83,88	0,03	83,88	0,03
<b>UNIDAD 2</b>	Apertura de servomotor	<b>96,41</b>	0,02	96,41	0,02	96,41	0,03
	Nivel de cojinete	<b>96,35</b>	0,02	96,35	0,03	96,35	0,03
	Regulador de cojinetes y tanques de sumidero	<b>83,79</b>	0,02	83,79	0,03	83,79	0,02
	presión de flujo de tanques de sumidero	<b>83,77</b>	0,03	83,77	0,03	83,77	0,03
	medidores de temperatura de cojinetes de generador y actuadores	<b>83,90</b>	0,00	83,90	0,04	83,90	0,04
	flujo y temperatura de agua de enfriamiento	<b>83,47</b>	0,02	83,47	0,03	83,47	0,03
	presión compresores principales de aire	<b>83,39</b>	0,01	83,39	0,01	83,39	0,01
<b>Nivel de exposición diario equivalente de la jornada dB(A).</b>		77,05		78,02		78,38	

**Tabla 28.** Presión acústica equivalente por tarea en la sala de control

		<b>NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DIARIO EQUIVALENTE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO CELEC-EP HIDROAGOYÁN</b>				<b>PISO TURBINAS</b>	
		<b>Fecha: 09/04/2018</b>					
<b>TAREA</b>		Jornada mañana 7H30 a 15H30		Jornada noche 15H30 a 23H30		Jornada mañana 23H30 a 7H30	
		$L_{Aeq-tarea}$ (dBA)	$\bar{T}_m$ (horas)	$L_{Aeq-tarea}$ (dBA)	$\bar{T}_m$ (horas)	$L_{Aeq-tarea}$ (dBA)	$\bar{T}_m$ (horas)
<b>SALA DE CONTROL</b>	Voltajes y corrientes de auxiliares de 125 v	<b>63,500</b>	<b>0,039</b>	<b>63,500</b>	<b>0,039</b>	<b>63,500</b>	<b>0,039</b>
	temperatura de generadores	<b>63,604</b>	0,022	63,604	0,022	63,604	0,022
	monitoreo y control de actividad de unidades 1 y 2	<b>64,053</b>	5,000	64,053	5,000	64,053	5,000
<b>Nivel de presión acústica continuo equivalente diario ponderado dB(A).</b>		65,06		65,85		65,85	
<b>NIVEL SONORO DIARIO EQUIVALENTE dB(A).</b>		70.70		70.70		70.70	
<b>IRO dB(A).</b>		<b>48,17</b>		<b>48,6</b>		<b>51,58</b>	

La sala de control es una oficina como tal debe de aplicarse la especificación propia para las oficinas como es el caso del índice de ruido en oficinas los cuales obtener para cada jornada, los equivalentes diario de exposición por jornada se especifica los valores de  $L_{90}$  y  $L_{10}$  que son las representaciones de los percentiles 10 y 90 de una medición representativa.

#### Datos para cálculo de IRO

Percentil de muestreo	Jornada mañana dB(A)	Jornada noche dB(A)	Jornada velada dB(A)
-----------------------	----------------------	---------------------	----------------------

$L_{10}$ :	67,45	67,28	66,59
$L_{90}$ :	65,25	65,33	66,17

**Jornada mañana**  $IRO = 67,45 + 2,4(65,25 - 67,45) - 14 (dBA)$

$$IRO = 48,17 \text{ dB(A)}$$

**Jornada noche**  $IRO = 67,28 + 2,4(65,33 - 67,28) - 14 (dBA)$

$$IRO = 48,6 \text{ dB(A)}$$

**Jornada velada**  $IRO = 66,59 + 2,4(66,17 - 66,59) - 14 (dBA)$

$$IRO = 51,68 \text{ dB(A)}$$

#### 4.4. Evaluación

Para la evaluación de los resultado del ruido medidos se los comparara con la normativa legal vigente en el Ecuador, como es el caso el decreto ejecutivo 2393 establece los límites permisible de nivel de presión acústica con el filtro A, medidos de modo Slow, para cada nivele existe un tiempo limite el cual puede estar expuesto el trabajador.

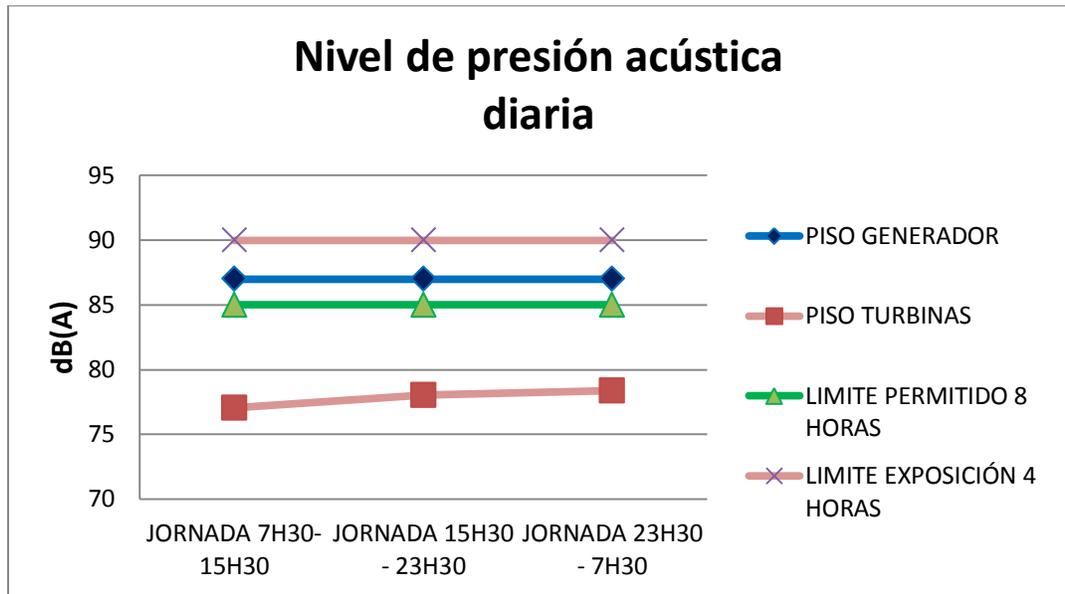
**Tabla 29** Exposición permisible según legislación aplicable

<b>Nivel sonora dB(A)</b>	<b>Tiempo máximo de exposición por jornada (horas)</b>
<b>85</b>	8
<b>90</b>	4
<b>95</b>	2
<b>100</b>	1
<b>110</b>	0,25
<b>115</b>	0,125

Mediante la estrategia de medición basada en la tarea se obtiene el nivel de presión acústica real de contribución de cada tarea, estos resultados se comparan con los niveles permisibles dictados en normativa.

**Tabla 30** Resumen de resultados por tareas

<b>OPERADOR CASA DE MAQUINAS</b>				
<b>Área de evaluación</b>		$L_{A-eq}$ dB(A)	$L_{A-eq}$ según normativa dB(A)	observaciones
<b>Piso generadores</b>	Jornada mañana 7H30 a 15H30	87,0050492	85	Sobre el nivel permisible
	Jornada noche 15H30 a 23H30	87,0050	85	Sobre el nivel permisible
	Jornada velada 23H30 a 7H30	87,0050492	85	Sobre el nivel permisible
<b>Piso turbinas</b>	Jornada mañana 7H30 a 15H30	77,0535191	85	Dentro del nivel permisible
	Jornada noche 15H30 a 23H30	78,01711	85	Dentro del nivel permisible
	Jornada velada 23H30 a 7H30	78,3769871	85	Dentro del nivel permisible



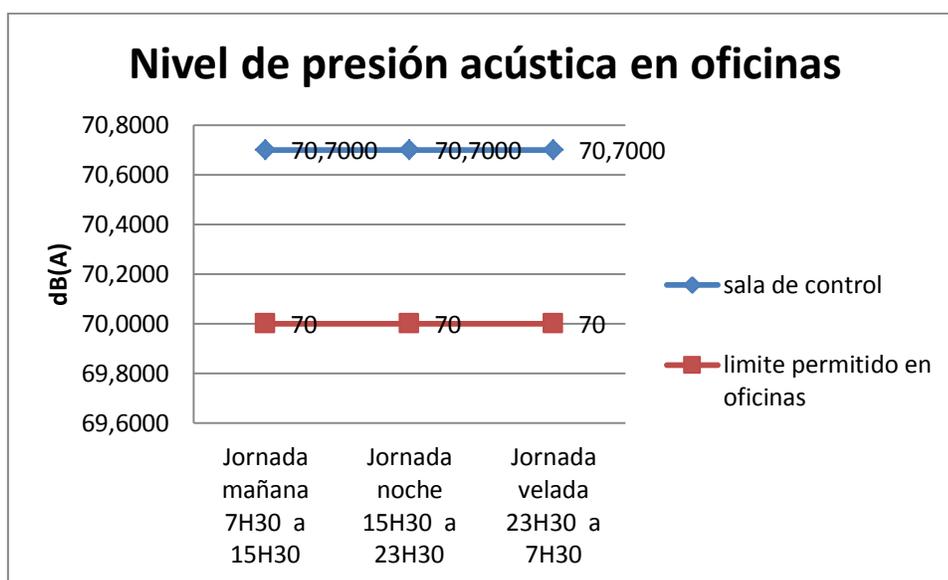
**Fig. 38.** Nivel de presión acústica diaria respecto al límite permitido

### Interpretación

De acuerdo al decreto ejecutivo 2393 el cual establece el límite permitido de exposición al ruido durante 8 horas es de 85 decibeles en la banda A, en casa de máquinas de la hidroeléctrica Hidroagoyán los operadores se exponen a distintos niveles de presión sonora en cada jornada de trabajo, como se puede observar en la figura 38 los niveles de presión sonora presentes en el piso de turbinas está dentro de los niveles permitidos, para el caso del piso de generadores la presión acústica equivalente supera el límite establecido para 8 horas de exposición, pero se encuentra dentro del rango de presión límite al que se puede exponer durante 4 horas. Los operadores se encuentran expuestos diariamente a estos niveles de presión pero por un tiempo corto, sin embargo es necesario tomar medidas de prevención ante los niveles de contaminación acústica presente en el lugar de trabajo.

**Tabla 31** Resumen de resultados por tareas

<b>OPERADOR CASA DE MAQUINAS</b>				
<b>Área de evaluación</b>		$L_{A-eq}$ dB(A)	$L_{A-eq}$ según normativa dB(A)	observaciones
<b>Sala de control</b>	Jornada mañana 7H30 a 15H30	70.70	70	Sobre el nivel permisible
	Jornada noche 15H30 a 23H30	70.70	70	Sobre el nivel permisible
	Jornada velada 23H30 a 7H30	70.70	70	Sobre el nivel permisible



**Fig. 39.** Nivel de presión acústica para oficinas respecto al límite permitido

### Interpretación

Según normas los límites permisibles de ruido para oficinas es 70 dBA, en el caso de la sala de control lugar donde el operador se la pasa la mayor parte de su jornada, el nivel de contaminación acústica sobrepasa al nivel permitido para estos lugares, como se observa en la figura 39 la presión acústica equivalente diaria está por encima del permitido por tanto se debe tomar medidas de prevención para disminuir la contaminación, y medidas de protección personal acordes al nivel de ruido presente.

#### 4.5. Control

Identificado los niveles de ruido presentes en las áreas de trabajo de la empresa en estudio deben adoptarse medidas de control que atenúen al mínimo posible dicha contaminación, dando lugar a un plan de medidas técnicas y/o de organización.

#### 4.6. Informe evaluación

### DATOS INFORMATIVOS

Razón social: unidad de negocio Hidroagoyán.

Actividad principal de la empresa: generación de electricidad.

Dirección: Km 51/2 vía Baños puyo

E-mail: [www.celec.gob.ec/hidroagoyan](http://www.celec.gob.ec/hidroagoyan)

#### Desarrollo

**Introducción.** Determinar el nivel de presión acústica contaminante a la que están expuestos los operadores de casa de máquinas de la hidroeléctrica Agoyán con el fin de verificar si se encuentra dentro de los límites permisibles.

#### Objetivo

Determinar el nivel de presión acústica a la que se encuentran expuestos los operadores de casa de máquinas de la hidroeléctrica Hidroagoyán con el fin de verificar si se encuentra dentro de los límites permisibles.

#### Norma aplicada.

**Tabla 32.** Dosis de ruido permitida por normas de seguridad [23].

Nivel sonoro	Tiempo de exposición (horas)
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Decreto ejecutivo 2393 el cual establece en el artículo 55 ruido y vibraciones indicando los límites de ruido en el filtro (A) y el tiempo en que se puede estar expuesto, en el caso de ruido continuo, detallando los límites en la tabla 33

**Instrumento de medición.-** El análisis sicométrico de lo realizado en el sonómetro EXTECH 407790.este indica los niveles de presión sonora en decibelios desde 30 hasta 130 dB. Las características del equipo nos permite seleccionar el tipo de filtro el cual se quiere trabajar, (A y C) el tiempo de respuesta para el muestreo (rápido y lento) retención y registro de máximos y mínimos, también nos permite registrar las mediciones con todas estas características en mediciones de bandas de octava (desde 125Hz hasta los 8000Hz).

**Horario de medición .-** Las mediciones fueron efectuadas en las fechas del 8 al 20 de enero del 2018 en horas de trabajo, al zar y de mayor concentración de ruido, debido a que esta empresa trabaja las 24 horas del día se optó a tomar muestra distribuidas en las tres jornadas existentes..

**Metodología.-** Para encontrar la metodología adecuada para una correcta medición se sustentó en la NTP 951- 2016 nota técnica de prevención relacionada con las metodologías de medición de ruido. La cual es un extracto de la norma EN ISO 9612.

Las mediciones se pueden realizar en ausencia del trabajador por motivos de que el ruido permanece de manera continua. En primera instancia se debe conocer el tipo de ruido presente en las instalaciones, conociendo el tipo de ruido, también se debe seleccionar la estrategia de medición, seleccionado el tipo de ruido y con la estrategia de medición adecuada al tipo de trabajo realizado se selecciona el equipo a utilizar la la ejecución de la toma de muestras.

Conociendo el tipo de trabajo se seleccionó una medición por la tarea, en esta se establecieron puntos estratégicos en donde el operador realiza las tareas asignadas, el sonómetro es colocado en el lugar donde el operador realiza su tarea con el de 1.70 m (en ausencia del trabajador) en base a las nota técnica la toma de datos fue e muestras de 5 minutos cada una. Los valores de nivel continuo equivalente diario se los cálculos en base a las expresiones establecidas en las nota técnica.

**Fuentes emisoras.-** Las fuentes emisoras de ruido son las unidades uno y dos de la casa de máquinas, donde se realizara las respectivas mediciones como se muestra en la figura:

**Tabla 33** evidencia de toma de datos en la casa de máquinas Hidroagoyán.

 <p>Generator unidad 1</p>	 <p>Generador unidad 2</p>	 <p>Piso generadores</p>
 <p>Piso generadores</p>	 <p>Piso turbinas</p>	 <p>Sala de control</p>

### **Medición de ruido**

Los equivalentes encontrados en el distinto piso se obtienen la presión equivalente diaria en filtro A para cas jornada, ya que cada operador se encuentra expuesto en los distintos horarios por la rotación de turnos.

<b><i>LAeq</i> diario por jornada <i>LAeq</i></b>			
<b>Piso turbinas</b>	Jornada mañana 7H30 a 15H30	77,0535191	dBA
	Jornada noche 15H30 a 23H30	78,01711	dBA
	Jornada velada 23H30 a 7H30	78,3769871	dBA
<b>Piso generador</b>	Jornada mañana 7H30 a 15H30	87,0050492	dBA
	Jornada noche 15H30 a 23H30	87,0050	dBA
	Jornada velada 23H30 a 7H30	87,0050492	dBA
<b>Sala de control</b>	Jornada mañana 7H30 a 15H30	70.07	dBA
	Jornada noche 15H30 a 23H30	70.07	dBA
	Jornada velada 23H30 a 7H30	70.07	dBA

### **Conclusión**

Con los resultados obtenidos se afirma que los operadores que desempeñan las actividades en las distintas jornadas, están expuestos a distintas dosis de ruido, debido a sus tareas, en

la cual en una tarea el nivel de ruido sobrepasa el límite de decibeles permitido por otro lado se encuentra bajo el límite de tiempo de exposición, por otro lado en el caso de las actividades en la sala de control donde pasa la mayor parte del tiempo el nivel de ruido está muy próximo al establecido como límite por la norma. Por tal motivo se deberá considerar tomar acciones para el ambiente laboral.

### **Recomendación**

Informa y capacitar al personal sobre los riesgos de la exposición prolongada al ruido y las consecuencias de no hacer uso de los equipos de protección auditiva requerida.

Par la selección de equipo de protección auditiva se deberá tener en cuenta múltiple características considerando las siguientes como más sobresalientes.

- 1.- nivel de presión acústica
- 2.- contenido de frecuencia dominante.
- 3.- características de ruido (tipo).
- 4.- el nivel de atenuación indicado.

## **4.7. Informe para medidas de control**

### **Datos informativos**

Razón social: Unidad de Negocio Hidroagoyán.

Actividad principal de la empresa: generación de electricidad.

Dirección: Km 51/2 vía Baños puyo

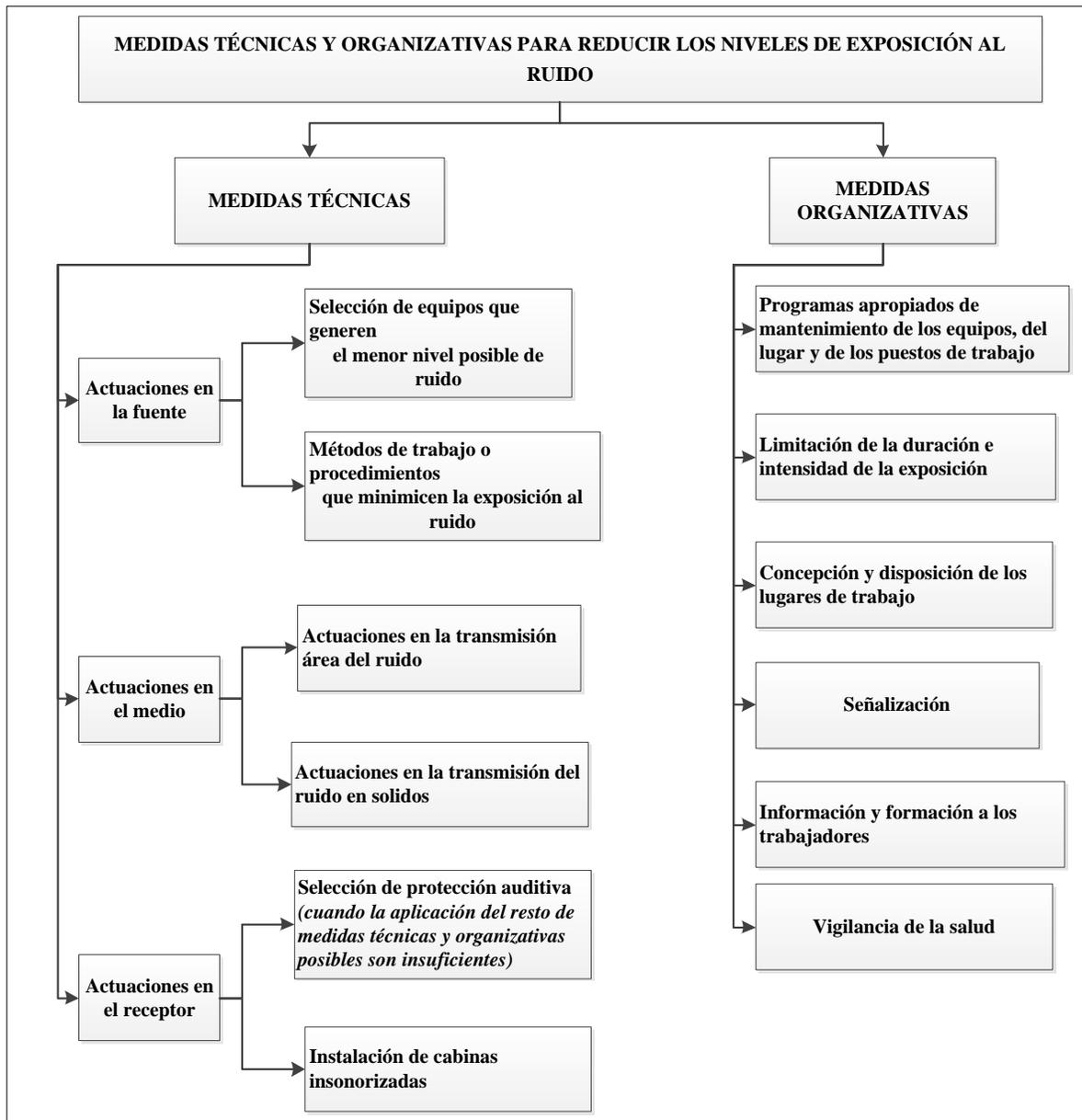
E-mail: [www.celec.gob.ec/hidroagoyan](http://www.celec.gob.ec/hidroagoyan)

### **Desarrollo**

#### **Objetivo**

Determinar las medidas de control técnicas necesarias para la atenuación del ruido presente en casa de máquinas, con el fin de mejorar el ambiente laboral.

## Medida de control



**Fig. 40.** Medidas técnicas y organizativas para reducir los niveles de ruido

Para tomar medidas de control ante las situaciones encontradas es importante tener en compromiso de las partes técnicas y organizativas.

Donde los procedimientos técnicos están orientados aquellos controles que se orienta a reducir los niveles de ruido en los focos de emisión y/o medios de transmisión en donde la

actuaciones se debe dar de manera ordenada tomando medidas de control en la fuente, medio de transmisión y por último en el receptor.

La parte organizativa con los resultados obtenidos de las mediciones de los niveles de presión existente es la responsable de establecer programas de vigilancia en la salud de los trabajadores, concientización del riesgo al que se están exponiendo, si es el caso reducir el tiempo de exposición al riesgo, brindar información al personal del riesgo y sus consecuencias futuras si no utilizan los equipos de protección auditivos dotados, portar la señalética necesaria para que los visitantes identifiquen el nivel de riesgo al que se van a exponer.

### **Actuación en la fuente**

Tiene como objeto tomar medidas de control en la fuente con el fin de reducir la emisión sonora siendo estas las más efectivas. En base al análisis de la identificación de fuentes de peligro en casas de máquinas de la hidroeléctrica Hidroagoyán se logra constatar que la fuente de ruido es las unidades 1 y 2 que por su naturaleza y por su funcionamiento contribuyen en gran medida al nivel de presión sonora contaminante por lo que es necesario tener un plan de mantenimiento. Ver anexo 4

### **Actuación en medio de transmisión**

Debido a que el medio de transmisión del ruido esta dado de manera aérea y por las ondas acústicas generadas por el choque del ruido en las paredes y en las estructuras de las cabinas de los equipos.

### **Actuación en la transmisión aérea del ruido**

Para actuara en el medio de transmisión se puede optar por la utilización de materiales aislantes que tienen características de absorción de la energía acústica producida por las fuentes sonoras, esta metodología consta del recubrimiento del local y también en el uso de cerramiento o barreras acústicas.

- ***Materiales absorbentes en el recubrimiento del local.***

Los materiales absorbentes reducen la reflexión del ruido que incide sobre ellos, por lo que son eficaces cuando el ruido soportado por los trabajadores proviene mayoritariamente del

reflejado y no del directo de la fuente. El nivel sonoro reflejado disminuye generalmente mediante el uso de materiales porosos tipo fibras, como la lana de vidrio, la lana de roca o las sintéticas, por su alta capacidad para transformar la energía acústica en energía mecánica [21].

La capacidad que tiene estos materiales de absorción esta dado en base al coeficiente de absorción, existiendo materiales con ausencia de absorción y otros de absorción total, los mismos están en base a la energía acústica distribuida en las distintas bandas de frecuencia estos materiales se detalla en la tabla .

**Tabla 34** Coeficiente de absorción de materiales

Coeficiente de absorción	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000Hz
Madera sólida	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>38</b>	<b>43</b>	<b>45</b>
Ladrillo visto	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>
Hormigón	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>
Aglomerado madera	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>36</b>
Cartón yeso	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>36</b>	<b>38</b>

### **Instalación barreras acústicas para atenuación de ruido**

Cuando no es posible el aislamiento de la maquinaria o a su vez resulte insuficiente para reducir el nivel de ruido a un nivel aceptable es preciso plantearse la opción al trabajador dentro de cabinas de insonorizadas para esto se deberá tener en cuenta:

- La cabina no es un método eficaz para la protección del trabajador si éste debe ausentarse de ella repetidamente o durante períodos de tiempo prolongados. Sí puede ser útil en

industrias muy automatizadas en las que el control del proceso es la función básica de los trabajadores.

- La cabina es un lugar de trabajo, por lo que en su fase de diseño debe asegurarse que la misma cumpla con los requerimientos relativos a la ventilación, iluminación, temperatura, etc.
- Las aberturas necesarias para la ventilación han de incluir un suficiente aislamiento para que el ruido no se introduzca en el interior cabina.
- La superficie en la que se apoya la cabina no debe transmitir al interior de la misma las vibraciones que puedan llegar a través de la estructura de la nave[37].

En el caso de la sala de control es preciso amentar el nivel de atenuación actuando en la transmisión aérea del ruido, la utilización de cabinas insonorizantes es más aplicado para aislar a una maquina pero como en este caso la actuaciones da a una oficina se toma la opción de instalar barreras de atenuación, estas son una manera muy efectiva de actuación para controlar el ingreso del ruido hacia una oficina, y a su vez son las más utilizadas en la actualidad por su fácil instalación y costo de



**Fig. 41.** Barreras de atenuación de ruido [37].

En cuestiones de atenuación con la utilización del vidrio existen dos principales clases entre la que tenemos el vidrio monolítico y los vidrios insulados

**Vidrios monolíticos:** también llamado simple debido a que estos están compuestos por una única lamina de vidrio.

**Vidrio insulados:** los dobles vidriados herméticos (DVH) o Insulados, son paneles compuestos por dos hojas de vidrio selladas herméticamente por una cinta termoplástico, existiendo entre ambas capas una cámara de aire deshidratado que brinda mayor aislamiento acústico y térmico en comparación a un vidrio monolítico.

Como se observa en la figura 35 la presión acústica contaminante resultante en sala de control está sobre los niveles permitidos, razón por la cual se debe actuar en el medio de transmisión a fin de atenuar el nivel de presión acústica dentro de la sala de control. En la figura 37 se visualiza la forma en que actúa una barrera de ruido. En la actualidad la atenuación del ruido se lo ha realizado con láminas de vidrio debidamente tratadas con procesos especiales para su correcto funcionamiento. En la figura 38 se detalla la capacidad e atenuación que tiene un vidrio insulados, el cual cuenta con una lámina de atenuación de la línea Trosifol SC. la cual es el actuador en la atenuación del ruido la cual presenta una eficacia de atenuación mayor a 5 dB de las láminas normales.



**Fig. 42.** Característica de vidrios Fuente Trosifol [37]

Las láminas de atenuación sound control siendo las más efectivas en cuanto al control del ruido se refiere, motivo por el cual ante los niveles de ruido y al tipo de ruido que contamina casa de máquinas se opta por un aislamiento con vidrios insulados de dos capas por los cual nos basaremos en las características técnicas dotado por el fabricante Trosifol los cuales mediante estudios de laboratorio han obtenido especificación mostradas en la tabla 36. En la cual se muestra cada una de las especificaciones de cómo esta compuesto este tipo de vidrio.

**Tabla 35.** Características de vidrios insulados Trosifol [36].

<b>2. Vidrio insulado de 2 capas (Doble acristalamiento)</b>											
VLS			Cámara		VLS			RESULTADOS DE MEDICIÓN - NORMA EUROPEA		RESULTADOS DE MEDICIÓN - NORMA NORTEAMERICANA	
Vidrio flotado [mm]	Lámina [mm]	Vidrio flotado [mm]	Espesor [mm]	Tipo de gas	Vidrio flotado [mm]	Lámina [mm]	Vidrio flotado [mm]	R <sub>w</sub> [dB]	C, C <sub>v</sub> [dB]	STC	OITC
4	SC+ 0,76	4	16	argón	4	-	-	39	(-3/-7)	37	30
4	SC 0,76	4	16	argón	4	-	-	39	(-1/-5)	39	31
4	SC+ 0,76	4	16	argón	6	-	-	41	(-2/-6)	41	33
4	SC 0,76	4	16	argón	6	-	-	41	(-2/-6)	41	33
4	SC+ 0,76	4	16	argón	8	-	-	42	(-3/-8)	42	31
4	SC 0,76	4	16	argón	8	-	-	42	(-3/-8)	42	31
4	SC+ 0,76	4	16	argón	10	-	-	44	(-2/-6)	44	36
4	SC 0,76	4	16	argón	10	-	-	44	(-2/-6)	44	35
6	SC+ 0,76	6	16	argón	8	-	-	43	(-2/-6)	43	34
6	SC 0,76	6	16	argón	8	-	-	43	(-2/-6)	43	34
6	SC+ 0,76	6	16	argón	10	-	-	44	(-1/-5)	44	36
4	SC+ 0,76	4	16	argón	6	SC+ 0,76	6	48	(-2/-7)	48	38
4	SC 0,76	4	16	argón	6	SC 0,76	6	47	(-2/-6)	48	37
4	SC+ 0,76	4	20	argón	6	SC+ 0,76	6	49	(-2/-7)	49	38
4	SC 0,76	4	20	argón	6	SC 0,76	6	49	(-1/-7)	49	38

Según las especificaciones de los distintos vidrios encontrados se opta por la opción de 4,4,2 SC- 16', la cual está compuesta por un vidrio dos vidrios de 4 mm de espesor y una lámina sound control 0,76 de 2 mm, una cámara de 16 mm de espesor y por otro lado de igual manera un vidrio de 4-4 mm de espesor. Además por motivos de seguridad se deberá cambiar las propiedades mecánicas del vidrio en la cual se cambiara el vidrio flotado por vidrio templados para evitar rupturas con golpes leves.

## Actuación en el receptor

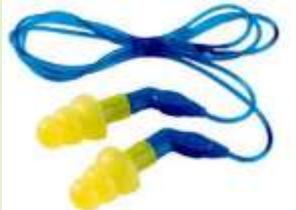
### Selección de la protección auditiva

Como última opción para reducir la exposición al ruido, se opta por el uso del protector auditivo. Para la selección de los equipos de protección auditiva se seleccionara por el nivel de atenuación de cada EPA. y la comodidad del mismo, aspecto clave para que tenga una buena aceptación por parte de los trabajadores con objeto de que no rechacen su uso.

En la tabla 29 se muestran los protectores auditivos pasivos más usuales y las características principales que han de tenerse en cuenta para seleccionar el más adecuado.

En la tabla 30 nos protectores auditivos no pasivos pueden poseer otras funciones adicionales, siendo los más habituales:

**Tabla 36.** Característica de equipos de protección auditivo pasivos

PROTECTORES AUDITIVOS PASIVOS	
TIPO	CARACTERÍSTICAS A TENER EN CUENTA PARA SELECCIÓN
Orejeras 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Suministra protección de manera invasiva</li><li>• Peso.</li><li>• Disponible en varias tallas.</li><li>• Posibilidad de recambios (insertos de espuma y almohadillas)</li></ul>
Tapones premoldeados 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Suministra protección de manera invasiva</li><li>• Polímero hipo alérgico</li><li>• Reutilizable resistente a la cera del oído y lavables</li><li>• Disponible en varias tallas.</li><li>• En colores llamativos para facilitar el control de su uso.</li></ul>
Tapones moldeados 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Material fácilmente moldeable para facilitar su colocación y extracción.</li><li>• Disponible en colores llamativos para facilitar el control de su uso.</li></ul>

<p>Tapones premoldeados con arnés</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponible en varias tallas.</li> <li>• Comodidad del protector auditivo teniendo en cuenta tanto la presión del arnés como el tipo de tapón premoldeado.</li> </ul>
---	---

**Tabla 37.**Característica de equipos de protección auditivo no pasivos

<p><b>PROTECTORES AUDITIVOS NO PASIVOS</b></p>	
<p><b>TIPO</b></p>	<p><b>CARACTERÍSTICAS A TENER EN CUENTA PARA SELECCIÓN</b></p>
<p>Protectores auditivos con reducción activa del ruido (ANR)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponen de un circuito de cancelación del ruido y suelen usarse en entornos con un nivel alto de ruido en el que predominen las bajas frecuencias.</li> </ul>
<p>Protectores auditivos dependientes del nivel</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante un sistema de restauración del sonido, las orejeras o tapones son capaces de incrementar su atenuación conforme aumenta el nivel sonoro. Suelen amplificar las frecuencias conversacionales por lo que son útiles para la comunicación entre los trabajadores.</li> </ul>
<p>Orejeras con sistema de comunicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permiten la comunicación oral, la escucha de señales de alarma y atenúan el ruido del lugar de trabajo. Posibilitan una correcta comunicación en lugares ruidosos en los que se precisen instrucciones detalladas..</li> </ul>

**Criterio de selección**

Con objeto de llevar a cabo una selección eficaz de un protector auditivo, deben valorarse los dos aspectos siguientes:

- La atenuación del protector auditivo. El trabajador ha de estar debidamente protegido, pero sin llegar al extremo de que la atenuación del protector auditivo sea excesiva por todos los inconvenientes que esto puede provocar. Por ejemplo, entrañar nuevos riesgos por la falta de audición de alguna señal de alarma.
- La comodidad del trabajador. Para que no provoque rechazo en los trabajadores el uso del protector auditivo, es fundamental que sea confortable y esto dependerá, tanto del tipo de trabajo, como de las condiciones termohigrométricas (ambiente frío, húmedo y caluroso).

### **Evaluación de atenuación de protectores auditivos**

El fabricante de los distintos protectores auditivos dota de información primordial para el cálculo y la posterior selección de EPA.

**Tabla 38.** Información de protectores auditivos

<b>SNR</b>	<b>Valor global de la atenuación del protector</b>
<b>H</b>	Valor de la atenuación del protector en las altas frecuencias
<b>M</b>	Valor de la atenuación del protector en las medias frecuencias
<b>L</b>	Valor de la atenuación del protector en las bajas frecuencias
<b>Bandas de octava</b>	Valor de la atenuación en cada una de las octavas de frecuencia central entre 125 Hz y 8.000 Hz (la frecuencia de 63 Hz es opcional)

### **Método bandas de octava**

Siendo el método más fiable se requiere conocer los niveles de presión sonora en cada banda de octava, del ruido industrial presente en las instalaciones, con este cálculo se logra obtener el valor de presión sonora efectivo ponderado A ( $L_{A'}$ ) aplicando al siguiente expresión [20].

$$L_{A'} = 10 \log \sum_{f=63\text{Hz}}^{f=8000\text{Hz}} 10^{0.1(L_{Aeq,f} - APV_f)} \text{ (dBA)} \quad (18)$$

Dónde:

$L_{A'}$  Presión sonora efectiva debe redondearse al entero más próximo

$L_{Aeq,f}$  es el nivel de presión acústica continuo equivalente por banda de octava ponderado “A”

$APV_f$  es el valor de la protección asumida del protector auditivo por banda de octava. [21].

Entrada de datos:

**Tabla 39.** Datos reales tomados en la fuente.

<b>ESPECTRO DE FRECUENCIAS EN BANDAS DE OCTAVA DEL RUIDO</b>								
<b>frecuencia (Hz)</b>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b><math>L_{Aeq,f}</math> (dBA)</b>	79	84	99	99	100	94	93	84

Para el estudio se deberá obtener datos del protector auditivo dotado por el fabricante.

**Tabla 40** Datos de fabricante del protector auditivo

<b>DATOS DE ATENUACIÓN DEL PROTECTOR</b>								
<b>frecuencia (Hz)</b>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>mf</b>	23,7	30,8	36,1	39,2	39,5	35,8	42,1	46,1

<b>desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>	6,7	6,7	6,7	4,7	3,9	4,9	3,1	3,3
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

H= 34dB.

M= 34dB.

L= 31 dB.

Con los datos estipulado se debe determinar la protección asumida ( $APV_f$ ) del protector auditivo seleccionado, este en un valor obtenido por cada banda de octava que resulta de la diferencia entre el valor medio de atenuación por banda de octava ( $m_f$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) estos datos son otorgados por el fabricante el equipo, los mismo que se han basados en diferentes ensayos de laboratorio.

Se tomara los datos de fabricante de protector auditivo de la mara 3M PELTOR tipo E-A-RSOFT YELLOW NEONS

**Tabla 41** protección asumida por el protector

<b>DATOS DE ATENUACIÓN DEL PROTECTOR</b>								
<b>frecuencia (Hz)</b>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>APV<sub>f</sub></b>	17	24,1	29,4	34,5	35,6	30,9	39	42,8

La protección asumida por el protector calculado se dispondrá de una probabilidad del 84% dando a entender que la atenuación que dispondrán es de 84 por cada 100 personas que lo utilicen, basándonos en la tabla 40.

**Tabla 42** porcentaje de protección y protección asumida de un protector [27]

Eficacia de protección (%)	Protección asumida (dB)
75	$APV_f = m_f - 0,67\sigma$
80	$APV_f = m_f - 0,84\sigma$
84	$APV_f = m_f - 1,00\sigma$
85	$APV_f = m_f - 1,04\sigma$
90	$APV_f = m_f - 1,28\sigma$
95	$APV_f = m_f - 1,64\sigma$
99,5	$APV_f = m_f - 2,58\sigma$

## Resultados

**Tabla 43.** resultado de atenuación del ruido

ESPECTRO DE FRECUENCIAS EN BANDAS DE OCTAVA DEL RUIDO									
frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global dB(A).
$L_{Aeq,f}(dB(A))$	79	84	99	99	100	94	93	84	104,91
<b>mf</b>	23,7	30,8	36,1	39,2	39,5	35,8	42,1	46,1	
<b>desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>	6,7	6,7	6,7	4,7	3,9	4,9	3,1	3,3	
<b>APVf</b>	17	24,1	29,4	34,5	35,6	30,9	39	42,8	
$L_{A'}$	62	59,9	69,6	64,5	64,4	63,1	54	41,2	72,92

Como la nota técnica establece que se debe aproximar al nivel más próximo del resultado obtenido, por consiguiente se tendrá un nivel resultante de atenuación 73 dB(A). el INSHT en base al apéndice 4 de la Guía técnica de ruido recomienda reducir la atenuación del protector en 4 dB por factores limitadores que aparecen en la práctica. Entonces el nivel de atenuación final será de 77 dB(A).

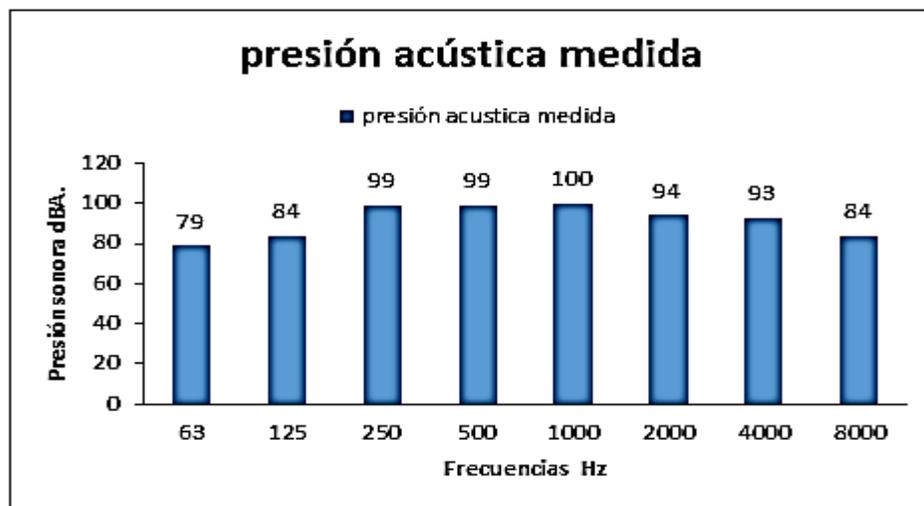


Fig. 43. Espectro de frecuencia de ruido medido

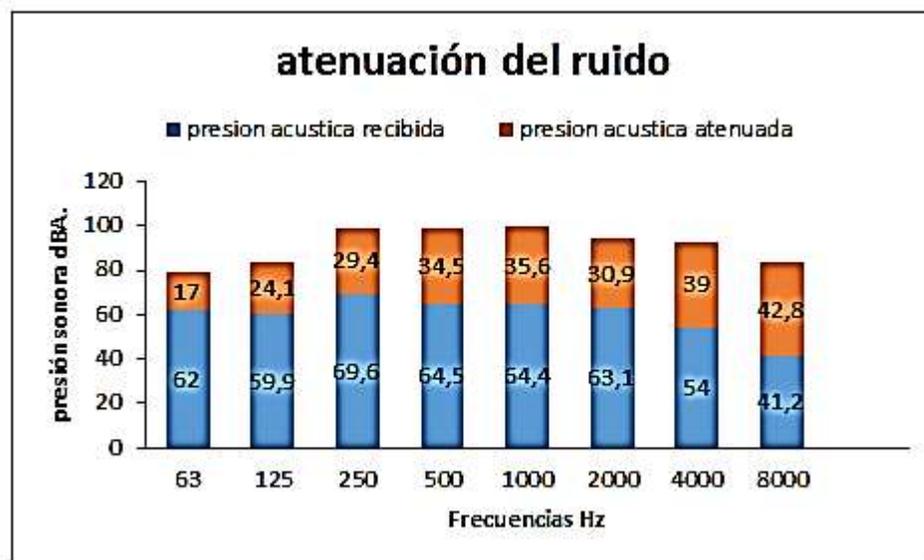


Fig. 44. Espectro de frecuencias de ruido y de atenuación del protector

## **Interpretación**

Se puede observar en la figura 43 el nivel de contaminación acústica contaminante en la casa de máquinas con su espectro de frecuencia para banda de octava el mismo que al ser sometido a una atenuación con un protector auditivo tipo tapones moldeables se logra observar en la figura 44 el nivel de atenuación del ruido en cada una de las frecuencias, con el protector auditivo de marca 3M PELTOR tipo E-A-RSOFT YELLOW NEONS, el cual logra atenuar el ruido de 104,91 a 77 dBA cumpliendo con las condiciones de atenuación para el personal de casa de máquinas de la hidroeléctrica Hidroagoyán.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- Las principales fuentes de ruido identificadas en casa de máquinas de la Hidroeléctrica Hidroagoyán están; en el piso de turbinas con dos turbinas Francis independiente una de la otra, acopladas a su respectivo generador ubicado en el piso de generadores, el acoplamiento de estas partes forman las unidades uno y dos siendo las principales fuentes propagadoras del ruido, el cual mediante los análisis pertinentes se concluye que este es de tipo continuo a razón de que en el muestreo realizado se obtuvo una amplitud no mayor a 5 decibelios entre los picos máximo y mínimo de cada muestra tomada. Mediante el muestreo en los puntos establecidos en la figura 29 y figura 30 se logra obtener el ruido de fondo presente en cada uno de los pisos.
- Es necesario conocer el tipo de trabajo realizado por cada operador y el tipo de ruido presente en las instalaciones para:
  - Seleccionar la estrategia de medición: para esto se determinó el patrón de trabajo siendo identificado como un puesto móvil con actividades definidas y pocas tareas a realizar, la Nota Técnica de Prevención 951 de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo recomienda realizar una medición basada en la tarea.
  - Seleccionar el equipo de medida: con base en el patrón de trabajo y al tipo de ruido se escogió el sonómetro analizador de bandas de octava en tiempo real, por requerimiento del estudio es encontrar la dosis de contaminación acústica por puesto de trabajo.

- El nivel de presión acústica equivalente diario que contamina los puestos de trabajo identificados, en comparación con los niveles permitidos establecidos en el artículo 55 del decreto ejecutivo 2393, son:
  - Piso de turbinas: se encontró un nivel de presión acústica equivalente diario para la jornada de la mañana 77,05 dBA, para la jornada de la noche 78,01 dBA, para a jornada de la velada 78,38 dBA, permaneciendo estos dentro de los niveles permitidos por el decreto.
  - Piso de generadores: se encontró un nivel de presión acústica equivalente diario para la jornada de la mañana 87.005 dBA, para la jornada de la noche 87.005 dBA, para a jornada de la velada 87.005 dBA, sobrepasando el nivel límite de ruido, pero por el tiempo de exposición a este se encuentra dentro de los limite ya que el tiempo de ex poción en corto.
  - Sala de control: se encontró un nivel de presión acústica equivalente diario para la jornada de la mañana 70.70dBA, para la jornada de la noche 70.70dBA, para a jornada de la velada 70.70dBA, la sala de control es una oficina por tanto la contaminación acústica se encuentra sobre el nivel permitido para estos espacios.
- Mediante el cálculo efectuados para la atenuación del ruido se concluye que el equipo de protección auditiva más adecuado para los operadores son los tapones de espuma E-A-RSOFT YELLOW NEONS de la marca 3M PELTOR el cual proporciona una atenuación el ruido de 104,9 dBA a 77 dBA, también se lo escogió por la comodidad que estos ofrecen.

## **5.2. Recomendaciones**

- Establecer un programa de vigilancia a la salud en el que se aplique las audiometrías al personal expuesto con el propósito de conocer la situación de salud en la que se encuentran los trabajadores y tomar decisiones si existe alguna anomalías.
- Dentro de lo posible implementar control de ingeniería para reducir el ruido analizar la posibilidad técnica de adaptar materiales aislante tanto para equipos como para el medio de propagación.

- En la selección de un protector auditivo adecuado se a de tener en cuenta las características propias del ruido como son el nivel de presión acústica, contenido en frecuencia.
- Se debe seleccionar un EPA que atenué el nivel adecuado porque si se dota un protector con muy poca atenuación no será útil para el trabajador, por otro lado si el EPA tiene una excesiva atenuación se generara disconfort en el trabajador generando nuevos riesgos.
- Se recomienda en el caso de la sala de control utilizar vidrios insonorizantés, es este caso la utilización de FAILAM SC. SOUN CONTROL que cuenta con una lámina especial de control acústico de 0,76 mm de espesor la cual puede atenuar efectivamente el ruido con una efectividad de 50 a 75% de la percepción de intensidad sonora.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Ganime, S. L. Almeida, M. L. do C. Robazzi, Valezuela Sauzo S, and S. Faleiro, “Revisiones El Ruido Como Riesgo Laboral : Una Revisión De Literatura,” *Enferm. Glob.*, vol. 19, p. 8-, 2010.
- [2] M. Gómez, J. J. Jaramillo, and A. Martínez, “Ruido Industrial: Efectos en la salud de los trabajadores expuestos,” *Revista CES Salud Pública*, pp. 174–183, 2012.
- [3] C. S. Sierra, “Ruido industrial como riesgo laboral en el sector metalmecánico,” vol. 9, no. 1, pp. 31–41, 2017.
- [4] M. A. Cohen, “Contaminación auditiva y ciudad caminable Noise in the city . Acoustic pollution and the walkable city,” *Estud. Demogr. Urbanos Col. Mex.*, vol. 32, no. 94, pp. 65–96, 2017.
- [5] G. Ganso and J. Andrés, “RUIDO INDUSTRIAL . ESTRATEGIAS DE MEJORA Introducción Proyecto Acústico en la Industria,” pp. 1–7, 2008.
- [6] G. D. O. Flexible, *Ruidos en el lugar de trabajo*. 2014.
- [7] N. Brasil, “INDICADORES DE QUALIDADE NO DIAGNÓSTICO AUDIOLÓGICO E NO PROCESSO DE INDICAÇÃO E ADAPTAÇÃO DO APARELHO DE AMPLIFICAÇÃO SONORA INDIVIDUAL : REVISÃO.”
- [8] Á. M. Medina, G. I. Velásquez, L. G. Vargas, L. M. Henao, and E. M. Vásquez, “Sordera ocupacional: una revisión de su etiología y estrategias de prevención (Occupational deafness: a review of its etiology and prevention strategies) |Surdez ocupacional: uma revisão das estratégias de etiologia e prevenção|,” *Rev. CES Salud Pública*, vol. 4, pp. 116–124, 2014.
- [9] Jimena Martínez & Llorente y Jens Peters, “Contaminación acústica y ruido,” *Jimena Martínez Llorente y Jens Peters*, vol. 6, p. 28, 2013.
- [10] E. Farías, M. H. Argiró, and J. M. Olivera, “El ruido en el ambiente hospitalario,” 2011.
- [11] M. A. Cohen, “Contaminación auditiva y ciudad caminable Noise in the city . Acoustic pollution and the walkable city,” *Estud. Demogr. Urbanos Col. Mex.*, vol. 32, no. 94, pp. 65–96, 2017 .

- [12] M. En and R. Y. Telecomunicaciones, “Facultad De Ingeniería En Sistemas , Electrónica E Industrial,” *Estudent*, vol. 5, no. 54, p. 453544, 2011.
- [13] Lonely Planet, “Buenos Aires,” *Lonely Planet*, pp. 80–139.
- [14] L. Muñoz, “Universidad estatal de milagro,” *Univ. estatal milagro*, p. 2014, 2014.
- [15] S. Anjorin, A. Jemiluyi, and T. Akintayo, “Evaluation of Industrial Noise: A case of two Nigerian Industries,” *Eur. J. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 6, p. 16, 2015.
- [16] A. Velasteguí, “Evaluación De Riesgos Por Ruido, Iluminación Y Material Particulado En La Fábrica De Carrocerías Master Metal,” 2017.
- [17] M. Gómez Martínez, J. J. Jaramillo García, Y. Luna Ceballos, A. Martínez Valencia, M. A. Velásquez Zapata, and E. M. Vásquez Trespalacios, “Ruido industrial: efectos en la salud de los trabajadores expuestos,” *Rev. CES Salud Pública*, vol. 3, no. 2, pp. 174–183, 2012.
- [18] I. D. E. Salud, C. Iii, I. Principal, A. Ignacio, and L. Arbeloa, “Instituto de Salud Carlos III,” p. 2009, 2009.
- [19] T. D. E. La and C. I. U. Dad, “Universidad técnica de ambato,” 2017.
- [20] R. Laborales, D. Marco, R. Decreto, E. An, and N. En, “Evaluación de Riesgos Laborales,” pp. 1–13, 1997.
- [21] R. R. Náf Cortés, “Guía Práctica para el Análisis y la Gestión del Ruido Industrial,” p. 138, 2013.
- [22] A. Gil Fisa and P. Luna Mendaza, “NTP 270 : Evaluación de la exposición al ruido . Determinación de niveles representativos,” *Inst. Nac. Segur. e Hig. en el Trab.*, pp. 1–11, 1989.
- [23] Y. P. Vibraciones, “Texto Unificado de Legislacion Secundaris del Medio Ambiente LIBRO VI Anexo 3.pdf.”
- [24] Y. Espinoza Ormenño, K. Hernandez Cascarra, G. Ortega Lopez, and M. Pilquil Fernandez, “Niveles De Ruido Ocupacional Y Desempeño Audiológico En Estudiantes Y Profesionales De Odontología,” 2013.
- [25] J. Garavito, “Niveles de ruido,” *Fac. Ing. Ind. Lab. Prod.*, pp. 1–29, 2007.
- [26] J. G. Ruiz-bazán, P. L. Mendaza, A. Ii, R. Decreto, T. Con, and E. Al, “NTP 951: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias,” *Notas Técnicas de Prevención. INSHT*, no. Ii, pp. 1–7, 2006.

- [27] E. Farías, M. Herrera, and J. Olivera, “El ruido en el ambiente laboral,” *Guía Práctica N° 2 Gerenc. Prev.*, pp. 1–13, 2011.
- [28] A. E. Velasteguí Vásquez, «Evaluación de riesgos por ruido, iluminación y material particulado en la fábrica de carrocerías Master Metal,» Ambato, 2017.
- [29] D. A. Moyano Cevallos, «Evaluación de los niveles de ruido en la empresa CurtiembreAldas,» Ambato, 2016.
- [30] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «NTP 951 Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias,» Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Madrid, 2012.
- [31] C. F. Escobar Vinueza, «Evaluación de los niveles de ruido, iluminación, temperatura y suefeto en las enfermedades profesionales en la empresa CODELITESA S.A.,» Ambato, 2014.
- [32] S. Lloret Segura, A. Ferreres Traver, A. Hernández Baeza y I. Tomás Marco, «El Análisis 121 Factorial Exploratorio de los Ítems: una guía práctica, revisada y actualizada,» *SciELO Analytics*, vol. 30, n° 3, pp. 1151-1169, 2014.
- [33] J. A. González Alonso y M. Pazmiño Santacruz, «Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert,» *Revista Publicando*, vol. II, n° 2, pp. 62-77, 2015.
- [34] D. Frías Navarro, «Universitat de València,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.uv.es/~friasnav/ApuntesSPSS.pdf>. [Último acceso: 27 Noviembre 2017].
- [35] CESVA instruments, s.l., «CESVA,» [En línea]. Available: [https://download.cesva.com/datasheets/sc102\\_es.pdf](https://download.cesva.com/datasheets/sc102_es.pdf). [Último acceso: 18 Febrero 2018].
- [36] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «NTP 950 Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición,» Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Madrid, 2012.
- [37] Google, «Google Maps,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/QZ1JtM>. [Último acceso: 18 Febrero 2018].
- [38] Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales, “¡El Ruido! La lucha continua,» *SALUD Labor. Prevención Riesgos Laborales*, pp. 4–8, 2010.
- [39] agencia europea para la seguridad y salud en el trabajo, “Contaminacion acustica,» *introduccion al ruido y sus causas* pp. 23–35, 2014.

# ANEXO 1

## Encuesta aplicada a operadores de la casa de máquinas de la central hidroeléctrica Hidroagoyán

### IDENTIFICACIÓN DE RIESGO EN EL TRABAJO UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYAN – CASA DE MAQUINAS CASA DE MAQUINAS

NOTA: En el cuestionario, las situaciones incorrectas se indican mediante un doble recuadro

#### 1 CARACTERÍSTICAS DE LA(S) TAREA(S) REALIZADA(S) (marque con una x la(s) casilla(s) correspondiente(s))

1.1. El trabajo desarrollado implica altos niveles de atención

1.2. El trabajo desarrollado requiere tareas mentales o manuales de alta complejidad

1.3. El desarrollo habitual de la tarea exige una elevada discriminación auditiva

#### 2

#### FUENTES DEL RUIDO (marque con una x la(s) casilla(s) correspondiente(s))

2.1. El ruido es producido por la tarea que realiza el propio trabajador

2.2. El ruido es producido por fuentes ajenas al trabajador

En caso afirmativo, rellene los apartados siguientes 2.2.1 hasta 2.2.6:

##### Ruido exterior

2.2.1. Es importante el ruido procedente del exterior (calle, tráfico, etc.)

SI

NO

##### Ruido de personas

2.2.2. Hay ruido molesto procedente de personas (conversaciones entre compañeros, público, etc.)

SI

NO

##### Ruido de las instalaciones

2.2.3. Existe un sistema de ventilación/climatización ruidoso

SI

NO

2.2.4. Existe reverberación en la sala que interfiera en la tarea

SI

NO

**Ruido de los equipos de trabajo**

2.2.5. El puesto de trabajo está próximo a un proceso productivo ruidoso

SI  NO

2.2.6. Existen equipos ruidosos para el desarrollo de la tarea (impresoras, ordenadores, teléfonos, etc.)

SI  NO

**3 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS-INSTALACIONES**

3.1. Ausencia de un programa correcto de mantenimiento periódico de equipos e instalaciones

SI  NO

**4 CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO** (marque con una X la(s) casilla(s) correspondiente(s))

4.1. El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo

4.2. El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada

4.3. Existe habitualmente ruido de impactos (golpes)

4.4. Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que puede sobresaltar al trabajador

4.5. Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente

4.6. Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante

<input type="checkbox"/>

**5 MOLESTIAS (RECOGER LA OPINIÓN DEL TRABAJADOR)** (marque con X la casilla correspondiente)

5.1. Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo

Mucho*	<input type="checkbox"/>
Bastante*	<input type="checkbox"/>
Regular*	<input type="checkbox"/>
Poco*	<input type="checkbox"/>
Nada	<input type="checkbox"/>

5.1.1. Cuánto tiempo, a lo largo de su jornada laboral, el trabajador considera que el ruido es más molesto

Siempre	
Más de media jornada	
Entre la media y la cuarta parte de la jornada	
Menos de la cuarta parte de la jornada	
Nunca	

5.1.2. Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador. En primer lugar ponga la que considere más molesta asignándole el número 1 a continuación la siguiente con el número 2 y así sucesivamente.

Ruido exterior	
Ruido procedente de personas	
Ruido de las instalaciones	
Ruido de equipos de trabajo	

## 6 PERTURBACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MENTAL

6.1. El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de la(s) tarea(s)

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

6.2. El ruido le dificulta la concentración mental requerida en la(s) tarea(s)

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

**7 INTERFERENCIA EN LA COMUNICACIÓN VERBAL**

7.1. Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

7.2. Es necesario forzar la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte inteligible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

7.3. Los niveles de ruido impiden escuchar señales acústicas relevantes o entender mensajes por megafonía

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

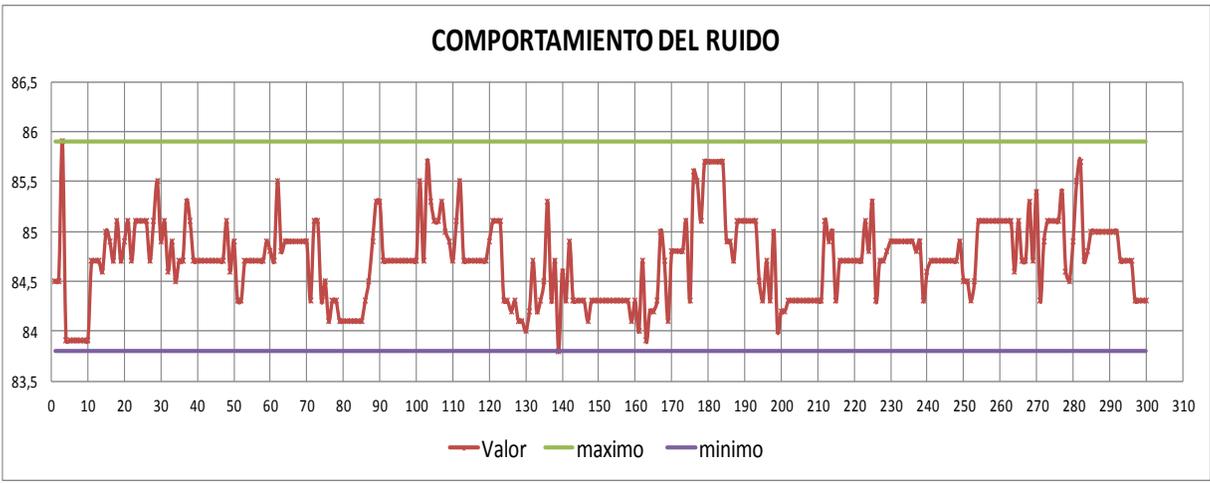


## **ANEXO 3**

### **Fichas tipo de ruido piso turbinas**

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>												
		CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN												
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>														
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava			<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE				<b>MODELO:</b>	PCE-322A				
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>														
<p><b>Precisión:</b> ±1.4dB; <b>Rango automático</b> 30 ... 130 dB; <b>Rangos manuales</b> 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130dB <b>Resolución</b> 0,1 dB</p> <p><b>Mostrar actualización</b> Cada 0,5 segundos <b>Frecuencia</b> 31,5 Hz ... 8 k Hz <b>Logger de datos</b> 262.100 puntos <b>Valoración</b> A, C <b>Alimentación</b> Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas <b>Dimensiones</b> 265 x 72 x 21 mm <b>Interfaz USB</b> <b>Material</b> Solida carcasa de plástico ABS <b>Normas</b> IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>														
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Sala de control												
<b>punto de medición</b>	1		MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)						<b>máximo</b>	85,9 dB(A)		<b>mínimo</b>	83,8 dB(A)	
84,5	85,1	84,7	84,7	84,1	85,5	85,1	84,3	84	85,7	84,2	84,7	84,7	85,1	85,5
84,5	84,7	84,7	85,5	84,1	84,7	85,1	84,9	84,7	85,7	84,3	84,7	84,7	85,1	85,7
85,9	85,1	84,7	84,8	84,1	85,7	85,1	84,3	83,9	85,7	84,3	85,1	84,7	85,1	84,7
83,9	85,1	84,7	84,9	84,1	85,3	84,3	84,3	84,2	85,7	84,3	84,8	84,7	84,6	84,8
83,9	85,1	84,7	84,9	84,1	85,1	84,3	84,3	84,2	84,9	84,3	85,3	84,7	85,1	85
83,9	85,1	84,7	84,9	84,3	85,1	84,2	84,3	84,3	84,9	84,3	84,3	84,7	84,7	85
83,9	84,7	84,7	84,9	84,5	85,3	84,3	84,1	85	84,7	84,3	84,7	84,7	84,7	85
83,9	85,1	85,1	84,9	84,9	85	84,1	84,3	84,7	85,1	84,3	84,7	84,7	85,3	85
83,9	85,5	84,6	84,9	85,3	84,9	84,1	84,3	84,1	85,1	84,3	84,8	84,9	84,7	85
83,9	84,9	84,9	84,9	85,3	84,7	84	84,3	84,8	85,1	84,3	84,9	84,5	85,4	85
84,7	85,1	84,3	84,3	84,7	85,1	84,2	84,3	84,8	85,1	84,3	84,9	84,5	84,3	85
84,7	84,6	84,3	85,1	84,7	85,5	84,7	84,3	84,8	85,1	85,1	84,9	84,3	84,9	85
84,7	84,9	84,7	85,1	84,7	84,7	84,2	84,3	84,8	85,1	84,9	84,9	84,5	85,1	84,7
84,6	84,5	84,7	84,3	84,7	84,7	84,3	84,3	85,1	84,5	85	84,9	85,1	85,1	84,7
85	84,7	84,7	84,5	84,7	84,7	84,5	84,3	84,3	84,3	84,3	84,9	85,1	85,1	84,7
84,9	84,7	84,7	84,1	84,7	84,7	85,3	84,3	85,6	84,7	84,7	84,9	85,1	85,1	84,7
84,7	85,3	84,7	84,3	84,7	84,7	84,3	84,3	85,5	84,3	84,7	84,8	85,1	85,4	84,3
85,1	85,1	84,7	84,3	84,7	84,7	84,7	84,3	85,1	85	84,7	84,9	85,1	84,6	84,3
84,7	84,7	84,9	84,1	84,7	84,7	83,8	84,1	85,7	84	84,7	84,3	85,1	84,5	84,3
84,9	84,7	84,8	84,1	84,7	84,9	84,6	84,3	85,7	84,2	84,7	84,6	85,1	84,9	84,3

### COMPORTAMIENTO DEL RUIDO



— Valor — maximo — minimo

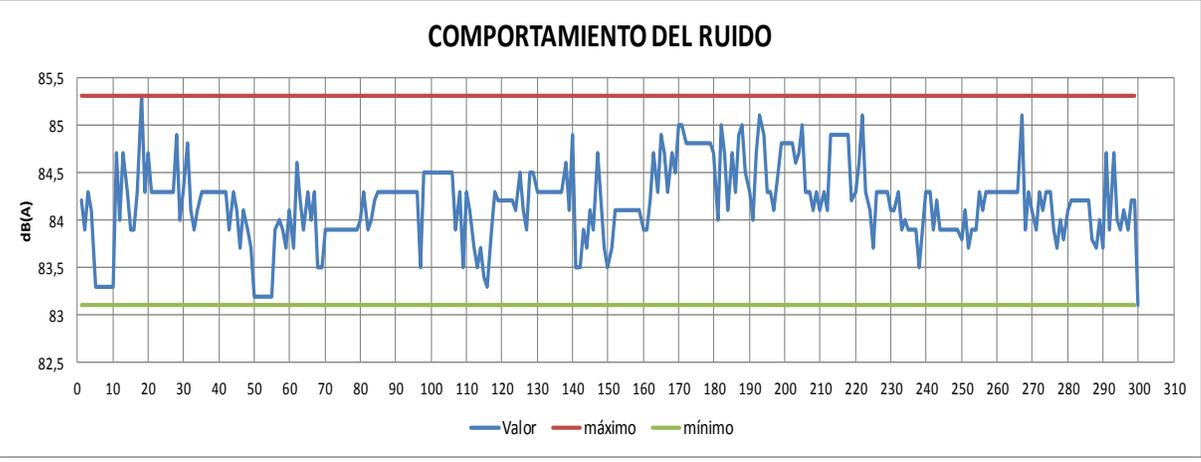
<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)</b>	<b>2,1</b>
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	<b>RUIDO ESTABLE</b>



		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>												
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>												
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>														
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava			<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE			<b>MODELO:</b>	PCE-322A					
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>														
<p>Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB</p> <p>Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>														
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Sala de control												
<b>punto de medición</b>	3			<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>					<b>máximo</b>	85,3	<b>dB(A)</b>	<b>mínimo</b>	83,1	<b>dB(A)</b>
84,2	84,3	83,9	83,7	84,3	84,1	84,7	83,5	83,9	84	84,3	84,6	84,3	84,2	
83,9	84,6	83,7	84,6	83,9	84,1	84,3	83,5	84,2	85	83,9	85,1	83,9	83,5	
84,3	84,6	83,9	84,2	84	84,3	84,3	83,9	84,7	84,7	84,6	84,3	84,2	83,7	
84,1	85,1	84,3	83,9	84,2	83,9	84,1	83,7	84,3	84,1	84,7	84,1	83,9	83,9	
83,3	85,3	84,1	84,3	84,3	83,9	84,5	84,1	84,9	84,7	85	83,7	84	84,3	
84,3	85,3	83,7	84	84,5	84,3	84,1	83,9	84,7	84,3	84,3	84,3	83,7	83,9	
83,8	84,5	84,1	84,3	83,9	83,9	83,9	84,7	84,3	84,9	84,3	83,5	84,1	83,8	
84,2	84,9	83,9	83,5	84,3	84,3	84,5	84,2	84,7	85	84,1	84,3	83,4	83,7	
83,7	84	83,7	83,5	84,1	83,5	84,5	83,7	84,5	84,5	84,3	84,3	84,3	84	
84,1	84,3	83,2	83,9	83,9	84,3	84,3	83,5	85	84,3	84,1	84,1	83,8	83,7	
84,7	84,8	84,3	83,9	83,5	84,1	84,3	83,7	85	84	84,3	84,1	84,1	84,7	
84	84,1	83,9	84,3	84,1	83,7	84,3	84,1	84,8	84,7	84,1	84,3	83,7	83,9	
84,7	83,9	83,9	83,7	83,9	83,5	84,3	84	84,9	85,1	84,9	83,9	83,9	84,7	
84,3	84,1	85	83,5	84,3	83,7	84,3	83,3	84,7	84,9	84,1	84	83,9	84	
83,9	84,3	84,7	84,1	84,3	83,4	84,2	83,5	85,1	84,3	84,3	83,9	84,3	83,9	
83,9	84,3	83,9	84	84,3	83,3	84,5	83,7	85,1	84,3	84,7	83,9	84,1	84,1	
84,3	84,3	84	83,2	83,5	83,9	84,7	83,5	85,1	84,1	84,6	83,9	84,3	83,9	
85,3	84,3	83,9	84,3	84,5	84,3	84,6	84,3	84,3	84,5	84,5	83,5	84,3	84,2	
84,3	84,3	83,7	84,3	83,9	84,2	84,1	84,3	84,7	84,8	84,2	83,9	83,9	84,2	
84,7	83,9	84,1	84	84,1	84,1	84,9	83,9	84,7	84,9	84,3	84,3	84,3	83,1	

**COMPORTAMIENTO DEL RUIDO**

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dB(A))</b>	2,2
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	RUIDO ESTABLE

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>												
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>												
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>														
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava			<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE			<b>MODELO:</b>	PCE-322A					
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>														
<p>Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB</p> <p>Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>														
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Sala de control												
<b>punto de medición</b>	4				<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>				<b>máximo</b>	84,7 dB(A)		<b>mínimo</b>	83,4 dB(A)	
83,8	84	84,1	84,2	84,3	83,9	83,9	84	83,9	83,9	83,9	84,1	84	84,1	84,1
83,9	84	83,9	84,1	84,3	83,9	83,9	84	83,9	83,9	83,9	84,1	83,9	84,1	83,9
83,9	84,1	83,9	84,1	84,3	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	84	83,9	84,1	83,9
83,9	84,1	83,9	84,2	84,3	83,9	84	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	84	84	84
83,9	84,1	83,9	84,2	84,2	83,8	84,1	84	83,9	83,9	84	83,9	84	84,1	84
83,9	84,1	83,9	84,1	84,1	83,8	84	84	83,9	83,9	84	83,9	84	84,1	84,1
83,9	84,1	83,9	84,2	84	83,7	84,1	84	83,9	83,9	84,1	83,9	84,1	84,1	84
83,9	84,1	83,9	84,2	84	83,8	84	84,1	83,9	83,9	83,9	83,9	84,1	84,1	84
83,4	84,1	83,9	84,3	83,9	83,9	84	84,1	83,9	83,9	83,9	84	84,1	84,2	84,1
83,8	84,1	84	84,3	83,9	83,8	84,1	84,1	83,9	83,8	83,9	83,9	84,1	84,1	84
83,9	84,1	84,1	84,2	83,9	83,9	84,1	84,1	83,9	83,7	83,9	83,9	84,1	84	83,9
83,9	84,2	84,1	84,2	83,9	83,9	84,1	84	83,9	83,7	83,9	83,9	84,1	84	83,9
83,9	84,2	84,1	84,5	83,9	83,9	84,1	83,9	83,9	83,7	83,9	83,9	84,2	83,9	83,9
83,9	84,1	84,1	84,5	84	83,9	84,1	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	84,2	84	83,9
83,9	84,1	84,1	84,6	84	83,9	84,1	83,9	83,9	83,8	83,9	83,9	84,1	84,1	83,9
83,9	84,1	84,1	84,6	84,1	83,9	84,1	83,9	83,8	83,8	83,9	84	84,1	84,1	83,9
83,9	84,1	84,1	84,7	84,1	83,9	84	83,9	83,9	83,8	83,9	84	84,1	84,1	84
83,9	84	84,2	84,7	84	84	83,9	83,9	83,9	83,9	84,1	84	84,1	84,1	83,9
84	84,1	84,2	84,5	83,9	84,1	83,9	83,9	83,9	83,9	84,1	83,9	84,1	84	84
84,7	84,1	84,2	84,3	83,9	84	83,9	84	83,9	83,9	84,1	83,9	84,1	84,1	84

**COMPORTAMIENTO DEL RUIDO**

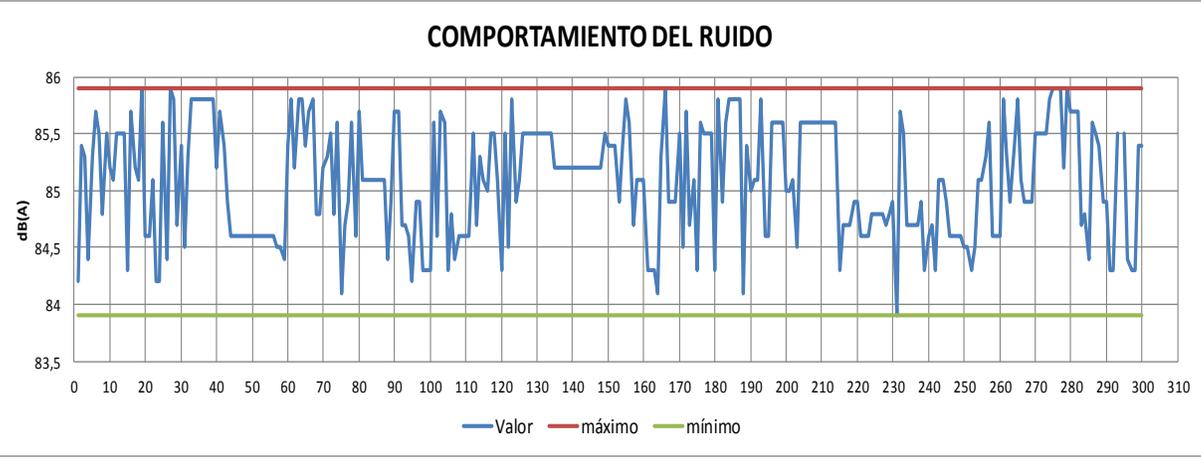
  

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)</b>	<b>1,3</b>
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	<b>RUIDO ESTABLE</b>

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>													
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>													
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>															
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava			<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE				<b>MODELO:</b>	PCE-322A					
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>															
<p>Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB</p> <p>Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>															
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Piso turbinas													
<b>punto de medición</b>	5					<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>				<b>máximo</b>	85,9 dB(A)		<b>mínimo</b>	83,9 dB(A)	
84,2	84,6	85,7	85,8	85,1	85,6	85,5	85,2	84,3	85,8	85	84,6	84,7	85,8	85,7	
85,4	85,1	85,4	85,2	85,1	84,6	84,5	85,2	84,3	84,9	85,1	84,6	84,3	85,3	85,7	
85,3	84,2	84,9	85,8	85,1	85,7	85,8	85,2	84,3	85,6	84,5	84,6	85,1	84,9	84,7	
84,4	84,2	84,6	85,8	85,1	85,6	84,9	85,2	84,1	85,8	85,6	84,8	85,1	85,4	84,8	
85,3	85,6	84,6	85,4	85,1	84,3	85,1	85,2	85,3	85,8	85,6	84,8	84,9	85,8	84,4	
85,7	84,4	84,6	85,7	85,1	84,8	85,5	85,2	85,9	85,8	85,6	84,8	84,6	85,1	85,6	
85,5	85,9	84,6	85,8	85,1	84,4	85,5	85,2	84,9	85,8	85,6	84,8	84,6	84,9	85,5	
84,8	85,8	84,6	84,8	84,4	84,6	85,5	85,2	84,9	84,1	85,6	84,7	84,6	84,9	85,4	
85,5	84,7	84,6	84,8	84,9	84,6	85,5	85,5	84,9	85,4	85,6	84,8	84,6	84,9	84,9	
85,2	85,4	84,6	85,2	85,7	84,6	85,5	85,4	85,5	85	85,6	84,9	84,5	85,5	84,9	
85,1	84,5	84,6	85,3	85,7	84,6	85,5	85,4	84,5	85,1	85,6	83,9	84,5	85,5	84,3	
85,5	85,3	84,6	85,5	84,7	85,5	85,5	85,4	85,7	85,1	85,6	85,7	84,3	85,5	84,3	
85,5	85,8	84,6	84,8	84,7	84,7	85,5	84,9	84,7	85,8	85,6	85,5	84,5	85,5	85,5	
85,5	85,8	84,6	85,6	84,6	85,3	85,5	85,4	85,1	84,6	85,6	84,7	85,1	85,8	85,5	
84,3	85,8	84,6	84,1	84,2	85,1	85,2	85,8	84,3	84,6	84,3	84,7	85,1	85,9	85,5	
85,7	85,8	84,6	84,7	84,9	85	85,2	85,6	85,6	85,6	84,7	84,7	85,3	85,9	84,4	
85,2	85,8	84,5	84,9	84,9	85,5	85,2	84,7	85,5	85,6	84,7	84,7	85,6	85,9	84,3	
85,1	85,8	84,5	85,6	84,3	85,5	85,2	85,1	85,5	85,6	84,7	84,9	84,6	85,2	84,3	
85,9	85,8	84,4	84,6	84,3	85,1	85,2	85,1	85,5	85,6	84,9	84,3	84,6	85,9	85,4	
84,6	85,2	85,4	85,7	84,3	84,3	85,2	85,1	84,3	85	84,9	84,6	84,6	85,7	85,4	

### COMPORTAMIENTO DEL RUIDO



— Valor — máximo — mínimo

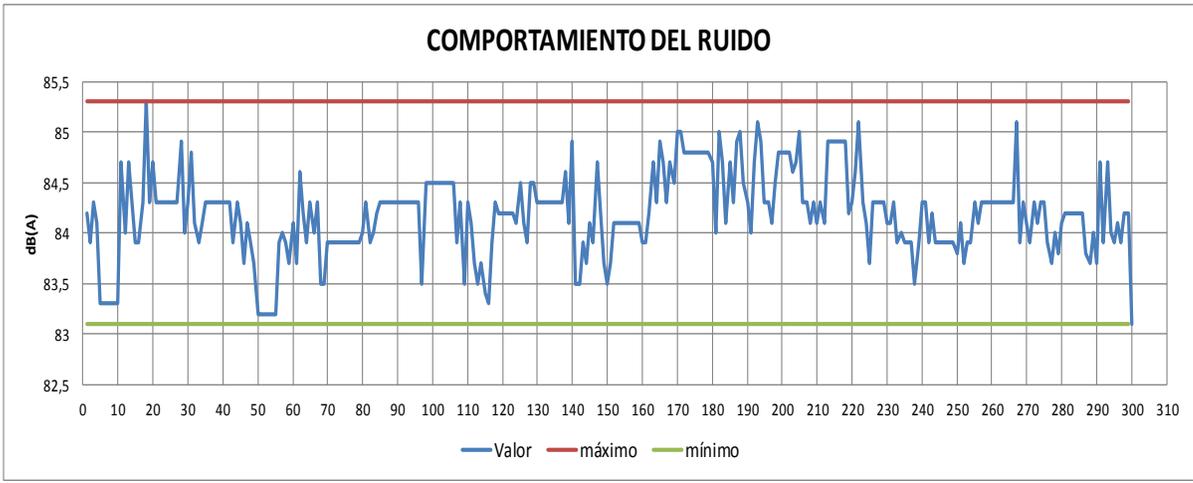
<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)</b>	<b>2</b>
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	<b>RUIDO ESTABLE</b>



		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>												
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>												
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>														
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava			<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE			<b>MODELO:</b>	PCE-322A					
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>														
<p>Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB</p> <p>Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>														
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Piso turbinas												
<b>punto de medición</b>		<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>							<b>máximo</b>	<b>85,3</b>	<b>dB(A)</b>	<b>mínimo</b>	<b>83,1</b>	<b>dB(A)</b>
84,2	84,3	84,3	83,7	84,3	84,5	84,2	83,5	83,9	84	84,8	84,6	84,3	84,3	84,2
83,9	84,3	84,3	84,6	83,9	84,5	84,2	83,9	84,2	85	84,8	85,1	83,9	84,3	84,2
84,3	84,3	83,9	84,2	84	84,5	84,2	83,7	84,7	84,7	84,6	84,3	84,2	84,3	84,2
84,1	84,3	84,3	83,9	84,2	84,5	84,1	84,1	84,3	84,1	84,7	84,1	83,9	84,3	84,2
83,3	84,3	84,1	84,3	84,3	84,5	84,5	83,9	84,9	84,7	85	83,7	83,9	84,3	84,2
83,3	84,3	83,7	84	84,3	84,5	84,1	84,7	84,7	84,3	84,3	84,3	83,9	84,3	84,2
83,3	84,3	84,1	84,3	84,3	83,9	83,9	84,2	84,3	84,9	84,3	84,3	83,9	85,1	83,8
83,3	84,9	83,9	83,5	84,3	84,3	84,5	83,7	84,7	85	84,1	84,3	83,9	83,9	83,7
83,3	84	83,7	83,5	84,3	83,5	84,5	83,5	84,5	84,5	84,3	84,3	83,9	84,3	84
83,3	84,3	83,2	83,9	84,3	84,3	84,3	83,7	85	84,3	84,1	84,1	83,8	84,1	83,7
84,7	84,8	83,2	83,9	84,3	84,1	84,3	84,1	85	84	84,3	84,1	84,1	83,9	84,7
84	84,1	83,2	83,9	84,3	83,7	84,3	84,1	84,8	84,7	84,1	84,3	83,7	84,3	83,9
84,7	83,9	83,2	83,9	84,3	83,5	84,3	84,1	84,8	85,1	84,9	83,9	83,9	84,1	84,7
84,3	84,1	83,2	83,9	84,3	83,7	84,3	84,1	84,8	84,9	84,9	84	83,9	84,3	84
83,9	84,3	83,2	83,9	84,3	83,4	84,3	84,1	84,8	84,3	84,9	83,9	84,3	84,3	83,9
83,9	84,3	83,9	83,9	84,3	83,3	84,3	84,1	84,8	84,3	84,9	83,9	84,1	83,9	84,1
84,3	84,3	84	83,9	83,5	83,9	84,3	84,1	84,8	84,1	84,9	83,9	84,3	83,7	83,9
85,3	84,3	83,9	83,9	84,5	84,3	84,6	84,1	84,8	84,5	84,9	83,5	84,3	84	84,2
84,3	84,3	83,7	83,9	84,5	84,2	84,1	83,9	84,8	84,8	84,2	83,9	84,3	83,8	84,2
84,7	84,3	84,1	84	84,5	84,2	84,9	84,7	84,7	84,8	84,7	84,3	84,3	84,1	83,1

**COMPORTAMIENTO DEL RUIDO**

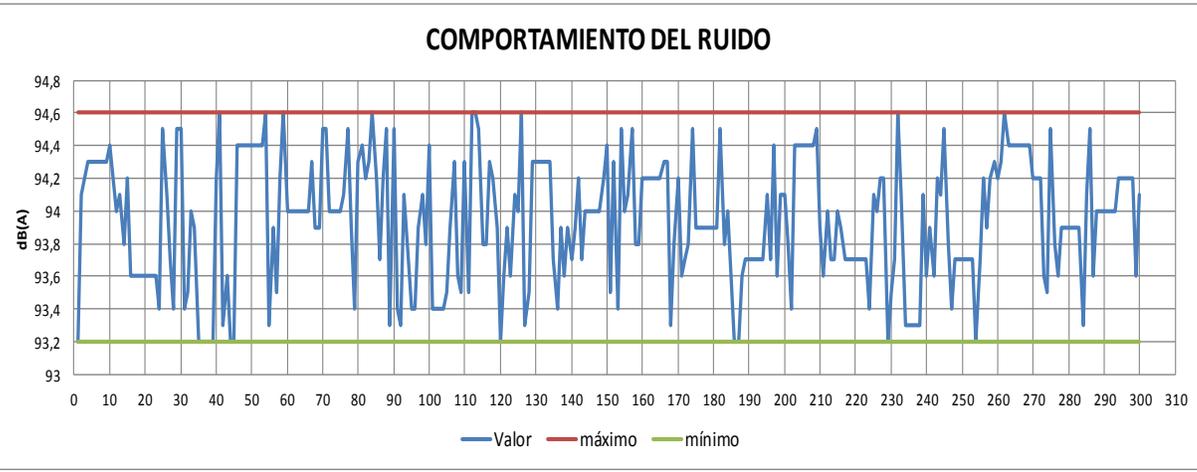


<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dba)</b>	<b>2,2</b>
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	<b>RUIDO ESTABLE</b>

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>												
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>												
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>														
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava			<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE			<b>MODELO:</b>	PCE-322A					
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>														
<p>Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB</p> <p>Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>														
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Piso turbinas												
<b>punto de medición</b>	8		<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>						<b>máximo</b>	94,6	<b>dB(A)</b>	<b>mínimo</b>	93,2	<b>dB(A)</b>
93,2	93,6	94,6	94	94,4	93,4	93,6	93,9	94,2	93,9	93,8	93,7	93,9	94,3	93,9
94,1	93,6	93,3	94	94,2	93,4	93,9	94,2	94,2	94,5	93,4	93,7	93,6	94,6	93,9
94,2	93,6	93,6	94	94,3	93,4	93,6	93,7	94,2	93,8	94,4	93,7	94,2	94,4	93,9
94,3	93,4	93,2	94	94,6	93,4	94,1	94	94,2	94	94,4	93,4	94,1	94,4	93,3
94,3	94,5	93,2	94	94,2	93,5	94	94	94,2	93,6	94,4	94,1	94,5	94,4	94,1
94,3	94,1	94,4	94	93,7	93,9	94,6	94	94,3	93,2	94,4	94	93,8	94,4	94,5
94,3	93,7	94,4	94,3	94,2	94,3	93,3	94	94,3	93,2	94,4	94,2	93,4	94,4	93,6
94,3	93,4	94,4	93,9	94,5	93,6	93,5	94	93,3	93,6	94,4	94,2	93,7	94,4	94
94,3	94,5	94,4	93,9	93,3	93,5	94,3	94,2	93,8	93,7	94,5	93,2	93,7	94,4	94
94,4	94,5	94,4	94,5	94,5	94,3	94,3	94,4	94,2	93,7	93,9	93,5	93,7	94,2	94
94,2	93,4	94,4	94,5	93,4	93,5	94,3	93,5	93,6	93,7	93,6	93,7	93,7	94,2	94
94	93,5	94,4	94	93,3	94,6	94,3	94,3	93,7	93,7	94	94,6	93,7	94,2	94
94,1	94	94,4	94	94,1	94,6	94,3	93,4	93,8	93,7	93,7	94,1	93,7	93,6	94
93,8	93,9	94,6	94	93,7	94,5	94,3	94,5	94,5	93,7	93,7	93,3	93,2	93,5	94,2
94,2	93,2	93,3	94	93,4	93,8	93,7	94	93,9	94,1	94	93,3	93,7	94,5	94,2
93,6	93,2	93,9	94,1	93,4	93,8	93,4	94,1	93,9	93,7	93,9	93,3	94,2	93,8	94,2
93,6	93,2	93,5	94,5	93,9	94,3	93,9	94,5	93,9	94,4	93,7	93,3	93,9	93,6	94,2
93,6	93,2	94,2	93,9	94,1	94,2	93,6	93,8	93,9	93,6	93,7	93,3	94,2	93,9	94,2
93,6	93,2	94,6	93,4	93,8	93,9	93,9	93,8	93,9	94,1	93,7	94,1	94,3	93,9	93,6
93,6	94,2	94	94,3	94,4	93,2	93,7	94,2	93,9	94,1	93,7	93,6	94,2	93,9	94,1

### COMPORTAMIENTO DEL RUIDO

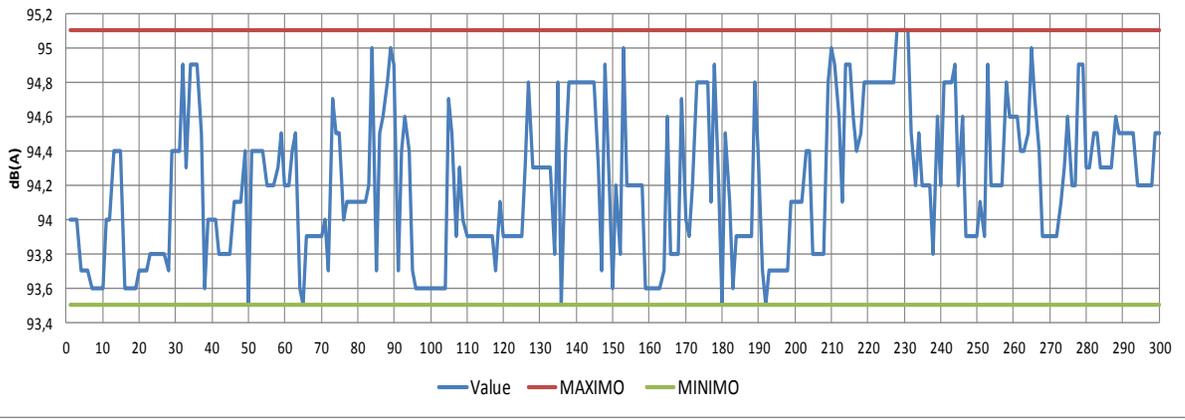


<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)</b>	1,4
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	RUIDIDO ESTABLE

	<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>													
	<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>													
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>														
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE	<b>MODELO:</b>	PCE-322A									
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>														
<p><b>Precisión:</b> ±1.4dB; <b>Rango automático</b> 30 ... 130 dB; <b>Rangos manuales</b> 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB <b>Resolución</b> 0,1 dB</p> <p><b>Mostrar actualización</b> Cada 0,5 segundos <b>Frecuencia</b> 31,5 Hz ... 8 k Hz <b>Logger de datos</b> 262.100 puntos <b>Valoración</b> A, C <b>Alimentación</b> Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas <b>Dimensiones</b> 265 x 72 x 21 mm <b>Interfaz</b> USB <b>Material</b> Solida carcasa de plástico ABS <b>Normas</b> IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>														
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Piso turbinas												
<b>punto de medición</b>	9	<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>							<b>máximo</b>	95,1	<b>dB(A)</b>	<b>mínimo</b>	93,5	<b>dB(A)</b>
94	93,7	94	94,2	94,1	93,6	93,9	94,8	93,6	94,5	94,1	94,8	94,8	94,6	94,3
94	93,7	93,8	94,4	94,1	93,6	93,9	94,8	93,6	94,1	94,1	94,8	94,8	94,4	94,5
94	93,8	93,8	94,5	94,2	93,6	93,9	94,8	93,6	93,6	94,4	94,8	94,8	94,4	94,5
93,7	93,8	93,8	93,6	95	93,6	93,9	94,8	93,7	93,9	94,4	94,8	94,9	94,5	94,3
93,7	93,8	93,8	93,5	93,7	94,7	93,9	94,8	94,6	93,9	93,8	94,8	94,2	95	94,3
93,7	93,8	94,1	93,9	94,5	94,5	94,3	94,3	93,8	93,9	93,8	94,8	94,6	94,7	94,3
93,6	93,8	94,1	93,9	94,6	93,9	94,8	93,7	93,8	93,9	93,8	94,8	93,9	94,4	94,3
93,6	93,7	94,1	93,9	94,8	94,3	94,3	94,9	93,8	93,9	93,8	95,1	93,9	93,9	94,6
93,6	94,4	94,4	93,9	95	94	94,3	94,2	94,7	94,8	94,8	95,1	93,9	93,9	94,5
93,6	94,4	93,5	93,9	94,9	93,9	94,3	93,6	94	94,4	95	95,1	93,9	93,9	94,5
94	94,4	94,4	94	93,7	93,9	94,3	94,2	93,9	93,7	94,9	95,1	94,1	93,9	94,5
94	94,9	94,4	93,7	94,4	93,9	94,3	93,8	94,2	93,5	94,6	94,5	93,9	93,9	94,5
94,4	94,3	94,4	94,7	94,6	93,9	94,3	95	94,8	93,7	94,1	94,2	94,9	94,1	94,5
94,4	94,9	94,4	94,5	94,4	93,9	93,8	94,2	94,8	93,7	94,9	94,5	94,2	94,3	94,2
94,4	94,9	94,2	94,5	93,7	93,9	94,8	94,2	94,8	93,7	94,9	94,2	94,2	94,6	94,2
93,6	94,9	94,2	94	93,6	93,9	93,5	94,2	94,8	93,7	94,6	94,2	94,2	94,2	94,2
93,6	94,5	94,2	94,1	93,6	93,9	94,4	94,2	94,1	93,7	94,4	94,2	94,2	94,2	94,2
93,6	93,6	94,3	94,1	93,6	93,7	94,8	94,2	94,9	93,7	94,5	93,8	94,8	94,9	94,2
93,6	94	94,5	94,1	93,6	94,1	94,8	93,6	94,2	94,1	94,8	94,6	94,6	94,9	94,5
93,7	94	94,2	94,1	93,6	93,9	94,8	93,6	93,5	94,1	94,8	94,2	94,6	94,3	94,5

**COMPORTAMIENTO DEL RUIDO**



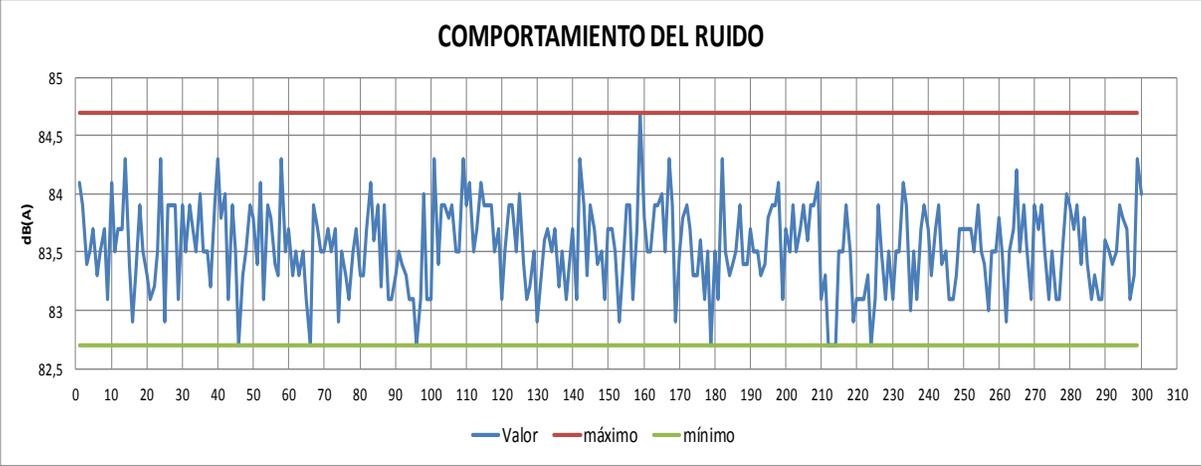
<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>	<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dB(A))</b>	1,6
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA	<b>TIPO DE RUIDO</b>	RUIDO ESTABLE

## PISO GENERADORES

		<h2 style="text-align: center;">UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</h2>												
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>												
REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO														
EQUIPO:	Sonómetro analizador bandas de octava			MARCA:	SONOMETRO PCE			MODELO:	PCE-322A					
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO														
Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)														
PUESTO DE TRABAJO		Operador Piso generador												
punto de medición	2		MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)						máximo	84,7 dB(A)	mínimo	82,7 dB(A)		
84,1	83,1	83,8	83,3	83,3	84,3	83,5	83,1	83,5	83,1	83,5	83,1	83,3	83,5	83,7
83,9	83,2	84	83,5	83,7	83,4	83,9	84,3	83,5	84,3	83,9	83,1	83,7	82,9	83,9
83,4	83,5	83,1	83,3	84,1	83,9	83,9	83,9	83,9	83,5	83,5	83,3	83,9	83,5	83,4
83,5	84,3	83,9	83,5	83,6	83,9	83,5	83,3	83,9	83,3	83,7	82,7	83,4	83,7	83,8
83,7	82,9	83,5	83,1	83,9	83,8	84	83,9	84	83,4	83,9	83,1	83,5	84,2	83,4
83,3	83,9	82,7	82,7	83,2	83,9	83,4	83,7	83,5	83,5	83,6	83,9	83,1	83,5	83,1
83,5	83,9	83,3	83,9	83,9	83,5	83,1	83,4	84,3	83,9	83,9	83,5	83,1	83,9	83,3
83,7	83,9	83,5	83,7	83,1	83,5	83,2	83,5	83,9	83,4	83,9	83,1	83,3	83,5	83,1
83,1	83,1	83,9	83,5	83,1	84,3	83,5	83,1	82,9	83,4	84,1	83,5	83,7	83,1	83,1
84,1	83,9	83,8	83,5	83,3	83,9	82,9	83,7	83,5	83,7	83,1	83,1	83,7	83,9	83,6
83,5	83,5	83,4	83,7	83,5	84,1	83,3	83,7	83,8	83,5	83,3	83,5	83,7	83,7	83,5
83,7	83,9	84,1	83,5	83,4	83,5	83,6	83,5	83,9	83,5	82,7	83,5	83,7	83,9	83,4
83,7	83,7	83,1	83,7	83,3	83,7	83,7	82,9	83,7	83,3	82,7	84,1	83,5	83,5	83,5
84,3	83,5	83,9	82,9	83,1	84,1	83,5	83,3	83,3	83,4	82,7	83,9	83,9	83,1	83,9
83,4	84	83,8	83,5	83,1	83,9	83,7	83,9	83,3	83,8	83,5	83	83,5	83,5	83,8
82,9	83,5	83,4	83,3	82,7	83,9	83,2	83,9	83,6	83,9	83,5	83,5	83,4	83,1	83,7
83,3	83,5	83,3	83,1	83,1	83,9	83,5	83,1	83,1	83,9	83,9	83,1	83	83,1	83,1
83,9	83,2	84,3	83,5	84	83,5	83,1	83,7	83,5	84,1	83,5	83,7	83,5	83,5	83,3
83,5	83,9	83,5	83,7	83,1	83,7	83,4	84,7	82,7	83,1	82,9	83,9	83,5	84	84,3
83,3	84,3	83,7	83,3	83,1	83,1	83,7	83,8	83,5	83,7	83,1	83,7	83,8	83,9	84

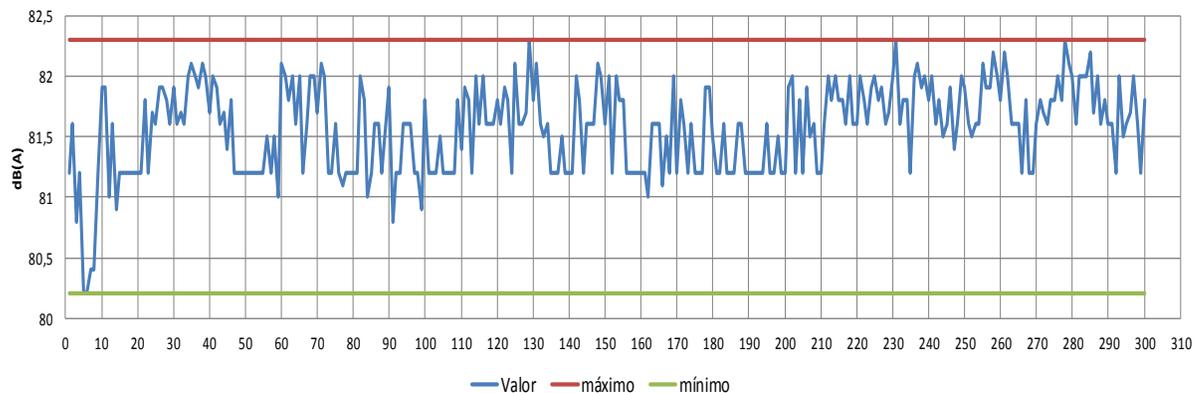
### COMPORTAMIENTO DEL RUIDO



ELABORADO POR	REVISADO/APROBADO POR:	AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dB(A))	2
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA	TIPO DE RUIDO	RUIDO ESTABLE

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>										
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>										
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>												
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava			<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE			<b>MODELO:</b>	PCE-322A			
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>												
Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)												
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Piso generador										
<b>punto de medición</b>		3			<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>				<b>máximo</b>	<b>82,3 dB(A)</b>	<b>mínimo</b>	<b>80,2 dB(A)</b>
81,2	81,2	82	82	81,2	81,2	81,6	81,2	81,2	81,9	82	82,2	81,6
81,6	81,8	81,9	81,8	82	81,2	81,9	82	81	81,2	82	81,8	81,6
80,8	81,2	81,6	82	81,8	81,2	81,8	81,8	81,6	81,6	81,2	81,6	81,8
81,2	81,7	81,7	81,6	81	81,5	81,2	81,2	81,6	81,2	81,8	81,9	81,5
80,2	81,6	81,4	82	81,2	81,2	82,1	81,6	81,6	81,2	81,2	82	81,6
80,2	81,9	81,8	81,2	81,6	81,2	81,6	81,6	81,1	81,2	81,9	81,8	81,9
80,4	81,9	81,2	81,6	81,6	81,2	81,6	81,6	81,5	81,6	81,5	81,9	81,4
80,4	81,8	81,2	82	81,2	81,2	81,7	82,1	81,2	81,6	81,6	81,6	81,6
81,2	81,6	81,2	82	81,6	81,8	82,3	82	82	81,2	81,2	81,7	82
81,9	81,9	81,2	81,7	81,9	81,4	81,8	81,6	81,2	81,2	82	81,9	81,6
81,9	81,6	81,2	82,1	80,8	81,9	82,1	82	81,8	81,2	81,6	82,3	81,6
81	81,7	81,2	82	81,2	81,8	81,6	81,2	81,6	81,2	82	81,6	81,5
81,6	81,6	81,2	81,2	81,2	81,2	81,5	82	81,2	81,2	81,8	81,8	81,6
80,9	82	81,2	81,2	81,6	82	81,6	81,8	81,6	81,2	82	81,8	81,6
81,2	82,1	81,2	81,6	81,6	81,6	81,2	81,8	81,2	81,6	81,8	81,2	82,1
81,2	82	81,5	81,2	81,6	82	81,2	81,2	81,2	81,2	81,8	82	81,9
81,2	81,9	81,2	81,1	81,2	81,6	81,2	81,2	81,2	81,2	81,6	82,1	81,9
81,2	82,1	81,5	81,2	81,2	81,6	81,5	81,2	81,9	81,5	82	81,9	82,2
81,2	82	81	81,2	80,9	81,6	81,2	81,2	81,9	81,2	81,6	82	82,1
81,2	81,7	82,1	81,2	81,8	81,8	81,2	81,2	81,5	81,2	81,6	81,8	81,8

### COMPORTAMIENTO DEL RUIDO

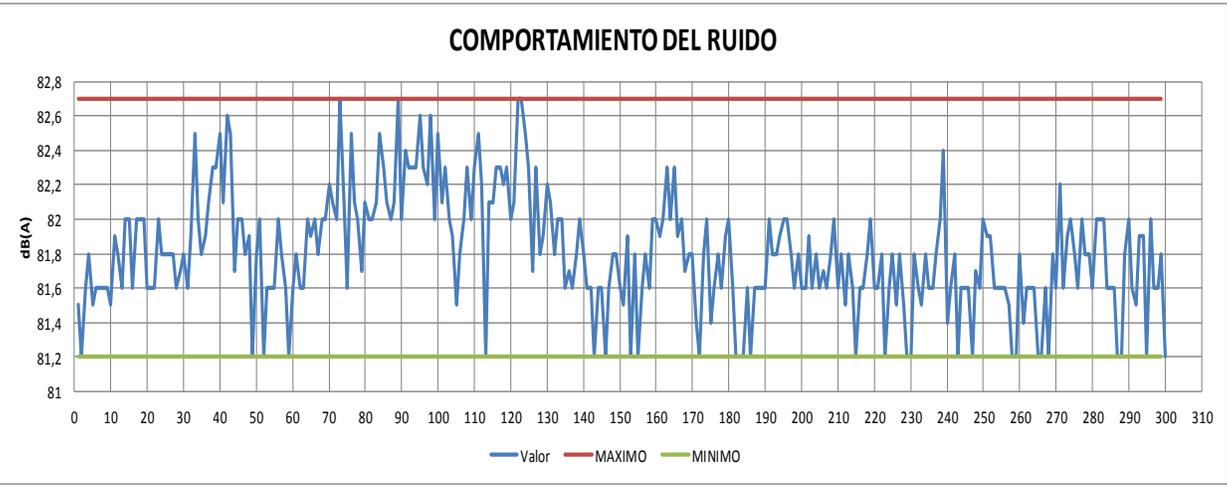


<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dba)</b>	<b>2,1</b>
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	<b>RUIDO ESTABLE</b>

		<h2 style="text-align: center;">UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</h2>													
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>													
REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO															
EQUIPO:	Sonómetro analizador bandas de octava			MARCA:	SONOMETRO PCE				MODELO:	PCE-322A					
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO															
Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)															
PUESTO DE TRABAJO		Operador Piso generador													
punto de medición	4				MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)					máximo	82,7 dB(A)		mínimo	81,2 dB(A)	
81,5	81,6	82,1	81,8	82	82,1	82,1	81,6	81,9	81,6	81,6	81,6	81,6	81,4	82	
81,2	81,6	82,6	81,6	82	82,3	82,7	81,6	82	81,2	81,9	81,8	81,8	81,6	82	
81,6	82	82,5	81,6	82,1	82	82,7	81,2	82,3	81,2	81,6	81,2	81,2	81,6	82	
81,8	81,8	81,7	82	82,5	81,9	82,5	81,6	82	81,2	81,8	81,6	81,6	81,6	81,6	
81,5	81,8	82	81,9	82,3	81,5	82,3	81,6	82,3	81,6	81,6	81,8	81,6	81,2	81,6	
81,6	81,8	82	82	82,1	81,8	81,7	81,2	81,9	81,2	81,7	81,5	81,6	81,2	81,6	
81,6	81,8	81,8	81,8	82	82	82,3	81,6	82	81,6	81,6	81,8	81,2	81,6	81,2	
81,6	81,6	81,9	82	82,1	82,3	81,8	81,8	81,7	81,6	81,8	81,5	81,7	81,2	81,2	
81,6	81,7	81,2	82	82,7	82	81,9	81,8	81,8	81,6	82	81,2	81,6	81,8	81,8	
81,5	81,8	81,8	82,2	82	82,3	82,2	81,6	81,8	81,6	81,6	81,2	82	81,6	82	
81,9	81,6	82	82,1	82,4	82,5	82,1	81,5	81,4	82	81,8	81,8	81,9	82,2	81,6	
81,8	81,9	81,2	82	82,3	82,2	81,8	81,9	81,2	81,8	81,5	81,6	81,9	81,6	81,5	
81,6	82,5	81,6	82,7	82,3	81,2	82	81,2	81,8	81,8	81,8	81,5	81,6	81,9	81,9	
82	82	81,6	82,1	82,3	82,1	82	81,8	82	81,9	81,6	81,8	81,6	82	81,9	
82	81,8	81,6	81,6	82,6	82,1	81,6	81,2	81,4	82	81,2	81,6	81,6	81,8	81,2	
81,6	81,9	82	82,5	82,3	82,3	81,7	81,6	81,6	82	81,6	81,6	81,6	81,6	82	
82	82,1	81,8	82,1	82,2	82,3	81,6	81,8	81,8	81,8	81,6	81,8	81,5	82	81,6	
82	82,3	81,6	82	82,6	82,2	81,8	81,6	81,6	81,6	81,8	82	81,2	81,8	81,6	
82	82,3	81,2	81,7	82	82,3	82	82	81,9	81,8	82	82,4	81,2	81,8	81,8	
81,6	82,5	81,6	82,1	82,5	82	81,8	82	82	81,6	81,6	81,4	81,8	81,6	81,2	

### COMPORTAMIENTO DEL RUIDO



ELABORADO POR	REVISADO/APROBADO POR:	AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)	1,5
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA	TIPO DE RUIDO	RUIDIDO ESTABLE

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>												
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>												
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>														
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava		<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE			<b>MODELO:</b>	PCE-322A						
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>														
Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)														
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Piso generador												
<b>punto de medición</b>	5		<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>						<b>máximo</b>	85,5	<b>dB(A)</b>	<b>mínimo</b>	83,9	<b>dB(A)</b>
84,3	85,1	84,2	84,3	84,3	84,1	85,1	85,1	85,3	85,1	84,5	85,1	85,3	84,3	
84,2	85,1	84,1	84,3	84,3	84,2	85,1	85,1	85,1	85,1	84,7	85,1	85,1	84,6	
84,3	84,9	84	84,3	84,3	84,3	85,1	85,1	85,1	85,1	84,7	85,1	85	84,7	
83,9	84,8	83,9	84,3	84,3	84,3	85,3	85,3	85,3	85,1	84,7	85,1	84,9	84,7	
84,3	84,7	83,9	84,3	84,3	84,5	85,1	85,3	85,3	85,1	84,7	85,1	84,9	85	
84,3	84,7	83,9	84,3	84,3	84,6	85,1	85,3	85,3	85,1	84,7	85,1	84,9	85	
84,3	84,7	83,9	84,5	84,3	84,6	85,1	85,4	85,3	85,1	84,7	85,1	85	85,1	
84,3	84,7	84	84,6	84,3	84,3	85,3	85,5	85,3	85,1	84,7	85,1	85,1	85,1	
84,3	84,5	84,1	84,5	84,2	84,3	85,1	85,4	85,3	84,7	84,5	85,3	85,1	85,1	
84,3	84,5	84,3	84,5	84,1	84,3	85,1	85,4	85,3	84,6	84,5	85,3	85,1	85,1	
84,5	84,6	84,3	84,3	84,1	84,3	85,1	85,3	85,3	84,5	84,5	85,4	85,1	85,1	
84,3	84,7	84,6	84,3	84	84,3	85,1	85,1	85,3	84,5	84,3	85,5	85,3	85,1	
84,3	84,7	84,6	84,3	83,9	84,5	85,1	85,3	85,1	84,7	84,3	85,5	85,1	84,9	
84,5	84,7	84,5	84,3	83,9	84,3	85,1	85,3	85,3	84,7	84,7	85,5	85,1	84,7	
85	84,5	84,6	84,3	83,9	84,3	85,1	85,3	85,1	84,7	85	85,3	85,3	84,7	
85,1	84,3	84,6	84,3	83,9	84,6	85,1	85,3	85,1	84,6	85,1	85,3	85,3	84,7	
85,1	84,3	84,5	84,3	84	85,1	85,1	85,3	85,1	84,6	85,1	85,1	85,1	84,5	
85,3	84,3	84,5	84,3	84,2	85,1	85,1	85,3	85,1	84,5	85,1	85,1	85,3	84,3	

**COMPORTAMIENTO DEL RUIDO**

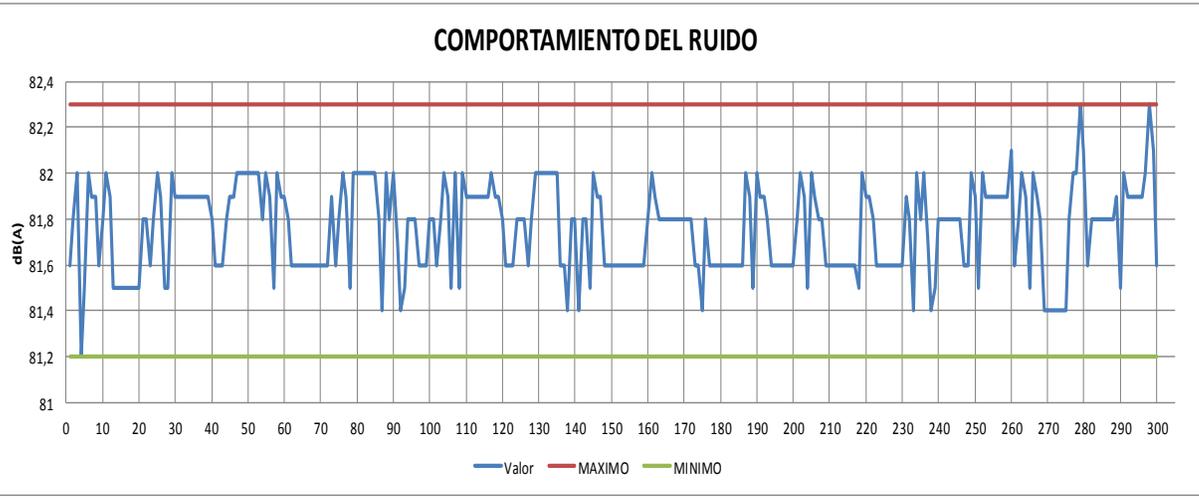
  

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)</b>	1,6
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	RUIDO ESTABLE

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>													
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>													
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>															
EQUIPO:	Sonómetro analizador bandas de octava			MARCA:	SONOMETRO PCE				MODELO:	PCE-322A					
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>															
<p>Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB</p> <p>Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas</p> <p>Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>															
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>			Operador Piso generador												
<b>punto de medición</b>		<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>						<b>máximo</b>		<b>82,3 dB(A)</b>		<b>mínimo</b>		<b>81,2 dB(A)</b>	
81,6	81,8	81,6	81,8	82	81,8	81,6	81,4	82	81,6	81,8	81,9	81,8	81,8	81,6	81,6
81,8	81,8	81,6	81,6	82	81,6	81,6	81,8	81,9	81,6	82	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8
82	81,6	81,6	81,6	82	81,8	81,6	81,8	81,8	81,6	81,9	81,6	81,8	82	81,8	81,8
81,2	81,8	81,8	81,6	82	82	81,8	81,5	81,8	81,6	81,5	81,6	81,8	81,9	81,8	81,8
81,5	82	81,9	81,6	82	81,9	81,8	82	81,8	81,6	82	81,6	81,8	81,5	81,8	81,8
82	81,9	81,9	81,6	81,8	81,5	81,8	81,9	81,8	81,6	81,9	81,6	81,8	82	81,8	81,8
81,9	81,5	82	81,6	81,4	82	81,6	81,9	81,8	82	81,8	81,6	81,6	81,9	81,8	81,8
81,9	81,5	82	81,6	82	81,5	81,8	81,6	81,8	81,9	81,8	81,6	81,6	81,8	81,8	81,8
81,6	82	82	81,6	81,8	82	82	81,6	81,8	81,5	81,6	81,6	82	81,4	81,9	81,9
81,8	81,9	82	81,6	82	81,9	82	81,6	81,8	82	81,6	81,6	81,9	81,4	81,5	81,5
82	81,9	82	81,6	81,7	81,9	82	81,6	81,8	81,9	81,6	81,9	81,5	81,4	82	82
81,9	81,9	82	81,6	81,4	81,9	82	81,6	81,8	81,9	81,6	81,8	82	81,4	81,9	81,9
81,5	81,9	82	81,9	81,5	81,9	82	81,6	81,6	81,8	81,6	81,4	81,9	81,4	81,9	81,9
81,5	81,9	81,8	81,6	81,8	81,9	82	81,6	81,6	81,6	81,6	82	81,9	81,4	81,9	81,9
81,5	81,9	82	81,8	81,8	81,9	82	81,6	81,4	81,6	81,6	81,8	81,9	81,4	81,9	81,9
81,5	81,9	81,9	82	81,8	81,9	81,6	81,6	81,8	81,6	81,6	82	81,9	81,8	81,9	81,9
81,5	81,9	81,5	81,9	81,6	82	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,7	81,9	82	82	82
81,5	81,9	82	81,5	81,6	81,9	81,4	81,6	81,6	81,6	81,5	81,4	81,9	82	82,3	82,3
81,5	81,9	81,9	82	81,6	81,9	81,8	81,6	81,6	81,6	82	81,5	81,9	82,3	82,1	82,1
81,5	81,8	81,9	82	81,8	81,8	81,8	81,8	81,6	81,6	81,9	81,8	82,1	82,1	81,6	81,6

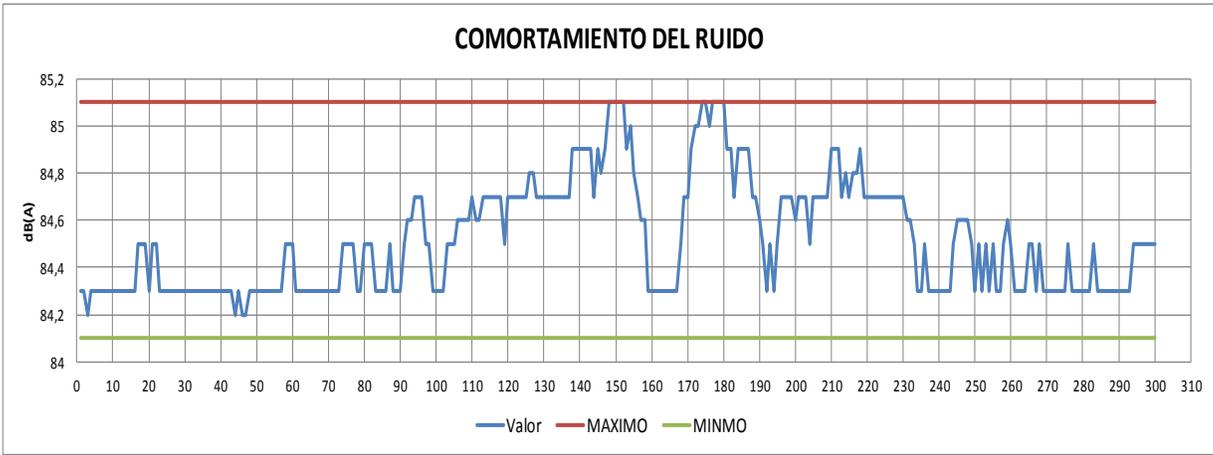
  

### COMPORTAMIENTO DEL RUIDO



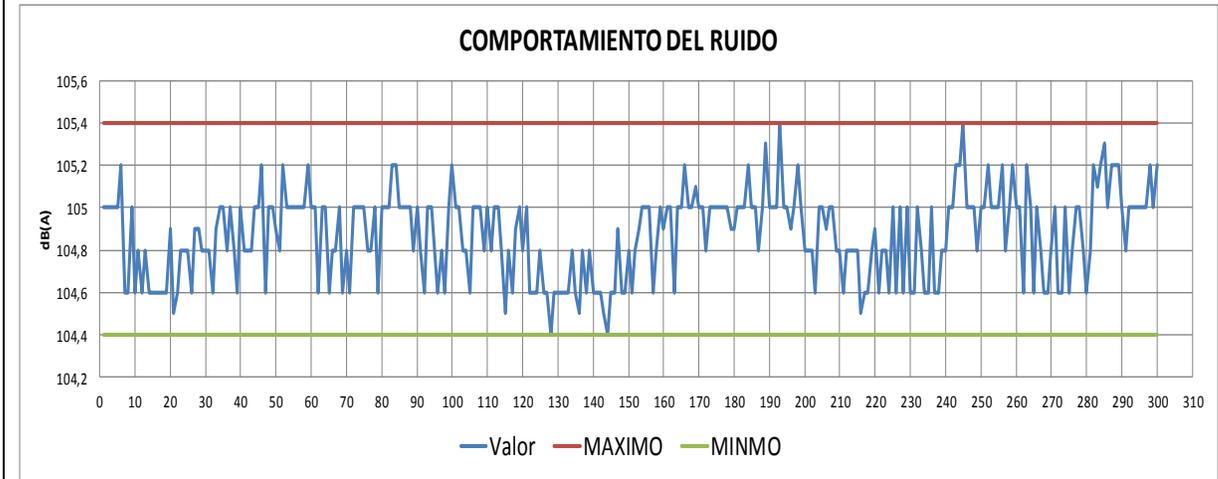
<b>ELABORADO POR</b>		<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)</b>	
CHRISTIAN LLUGLLA		ANDRES CABRERA		1,1	
				<b>TIPO DE RUIDO</b>	
				RUIDO ESTABLE	

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>												
		CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN												
REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO														
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava			<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE			<b>MODELO:</b>	PCE-322A					
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO														
<p>Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB</p> <p>Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas</p> <p>Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>														
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Piso generador												
<b>punto de medición</b>		<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>							<b>máximo</b>	<b>85,1</b>	<b>dB(A)</b>	<b>mínimo</b>	<b>84,2</b>	<b>dB(A)</b>
84,3	84,5	84,3	84,3	84,5	84,3	84,7	84,9	84,3	84,9	84,7	84,3	84,3	84,3	
84,3	84,5	84,3	84,3	84,5	84,3	84,7	84,9	84,3	84,9	84,7	84,3	84,3	84,3	
84,2	84,3	84,3	84,3	84,3	84,5	84,7	84,9	84,3	84,7	84,7	84,3	84,3	84,5	
84,3	84,3	84,2	84,3	84,3	84,5	84,7	84,7	84,3	84,9	84,5	84,7	84,5	84,3	
84,3	84,3	84,3	84,3	84,3	84,5	84,7	84,9	84,3	84,9	84,7	84,7	84,6	84,5	
84,3	84,3	84,2	84,3	84,3	84,6	84,8	84,8	84,3	84,9	84,7	84,7	84,6	84,5	
84,3	84,3	84,2	84,3	84,5	84,6	84,8	84,9	84,3	84,9	84,7	84,7	84,6	84,3	
84,3	84,3	84,3	84,3	84,3	84,6	84,7	85,1	84,5	84,7	84,7	84,7	84,6	84,5	
84,3	84,3	84,3	84,3	84,3	84,6	84,7	85,1	84,7	84,7	84,7	84,7	84,5	84,3	
84,3	84,3	84,3	84,3	84,3	84,7	84,7	85,1	84,7	84,6	84,9	84,7	84,3	84,3	
84,3	84,3	84,3	84,3	84,5	84,6	84,7	85,1	84,9	84,5	84,9	84,6	84,5	84,3	
84,3	84,3	84,3	84,3	84,6	84,6	84,7	85,1	85	84,3	84,9	84,6	84,3	84,3	
84,3	84,3	84,3	84,3	84,6	84,7	84,7	84,9	85	84,5	84,7	84,5	84,5	84,3	
84,3	84,3	84,3	84,5	84,7	84,7	84,7	85	85,1	84,3	84,8	84,3	84,3	84,5	
84,3	84,3	84,3	84,5	84,7	84,7	84,7	84,7	85	84,7	84,8	84,5	84,3	84,5	
84,5	84,3	84,3	84,5	84,5	84,7	84,7	84,6	85,1	84,7	84,8	84,3	84,3	84,3	
84,5	84,3	84,5	84,3	84,5	84,7	84,9	84,6	85,1	84,7	84,9	84,3	84,5	84,3	
84,5	84,3	84,5	84,3	84,3	84,5	84,9	84,3	85,1	84,7	84,7	84,3	84,6	84,3	
84,3	84,3	84,5	84,5	84,3	84,7	84,9	84,3	85,1	84,7	84,7	84,3	84,5	84,3	



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)</b>	0,9
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	RUIDIDO ESTABLE

	<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>														
	CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN														
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>															
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava				<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE				<b>MODELO:</b>	PCE-322A				
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>															
<p>Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB</p> <p>Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas</p> <p>Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>															
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>			Operador Piso generador												
<b>punto de medición</b>		<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>								<b>máximo</b>	<b>105,4 dB(A)</b>		<b>mínimo</b>	<b>104,4 dB(A)</b>	
105	104,5	104,8	105	105	105	104,6	104,6	105	105	104,8	104,6	105	105	104,8	
105	104,6	104,8	104,6	105	104,6	104,6	104,6	104,6	105	104,8	104,8	105	104,6	105,2	
105	104,8	104,8	105	104,8	104,6	104,5	104,5	104,6	105	104,6	104,8	105,2	105,2	105,1	
105	104,8	105	105	104,8	104,6	104,4	104,4	104,6	105,2	105	104,6	105,2	105	105,2	
105	104,8	105	104,6	104,6	104,8	104,6	104,6	104,8	105	105	105	105,4	104,6	105,3	
105,2	104,6	105,2	104,8	105	104,6	104,6	104,6	104,6	105	104,9	104,6	105	105	105	
104,6	104,9	104,6	104,8	105	104,6	104,9	104,9	104,6	104,8	105	105	105	104,8	105,2	
104,6	104,9	105	105	105	104,4	104,6	104,6	104,4	105	105	104,6	105	104,6	105,2	
105	104,8	105	104,6	104,8	104,6	104,6	104,6	104,6	105,3	104,8	105	104,8	104,6	105,2	
104,6	104,8	104,9	104,8	105	104,6	104,8	104,8	104,6	105	104,8	104,6	105	104,8	105	
104,8	104,8	104,8	104,6	104,8	104,6	104,6	104,6	104,6	105	104,6	104,6	105	105	104,8	
104,6	104,6	105,2	105	105	104,6	104,8	104,8	104,6	105	104,8	105	105,2	104,6	105	
104,8	104,9	105	105	105	104,6	104,9	104,9	104,6	105,4	104,8	104,8	105	104,6	105	
104,6	105	105	105	104,8	104,8	105	105	104,8	105	104,8	104,6	105	105	105	
104,6	105	105	105	104,5	104,5	105	105	104,6	105	104,8	104,6	105	104,6	105	
104,6	104,8	105	104,8	104,8	104,5	105	105	104,5	104,9	104,5	105	105,2	104,8	105	
104,6	105	105	104,8	104,6	104,8	104,6	104,6	104,8	105	104,6	104,6	104,8	105	105	
104,6	104,8	105	105	104,9	104,6	104,8	104,8	104,6	105,2	104,6	104,6	105	105	105,2	
104,6	104,6	105,2	104,6	105	104,8	105	105	104,8	105	104,8	104,8	105,2	104,8	105	
104,9	105	105	105	104,8	104,6	104,9	104,9	104,6	104,8	104,9	104,8	105	104,6	105,2	

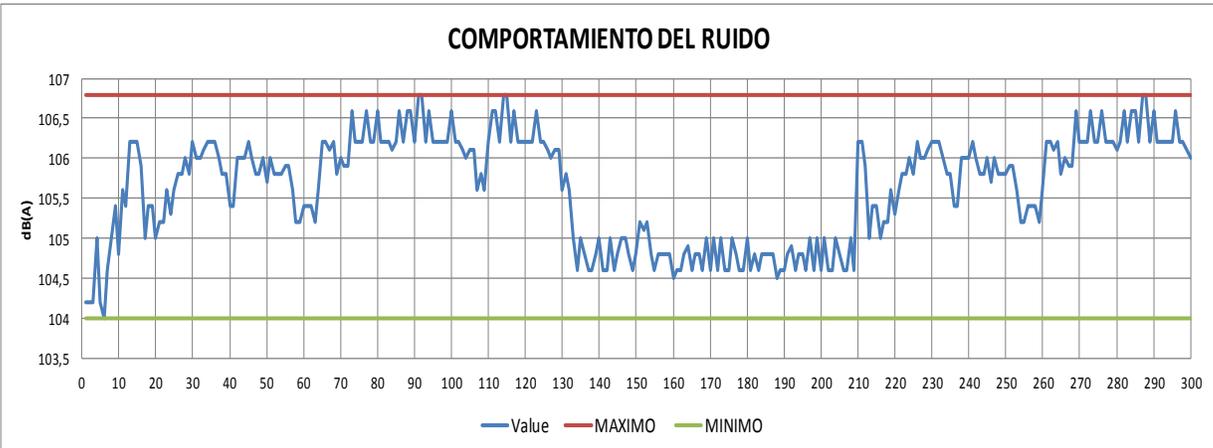


<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)</b>	<b>1</b>
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	<b>RUIDO ESTABLE</b>

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>													
		CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN													
REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO															
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava			<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE			<b>MODELO:</b>	PCE-322A						
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO															
<p>Precisión: ±1.4dB; Rango automático 30 ... 130 dB; Rangos manuales 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB Resolución 0,1 dB</p> <p>Mostrar actualización Cada 0,5 segundos Frecuencia 31,5 Hz ... 8 k Hz Logger de datos 262.100 puntos Valoración A, C Alimentación Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas</p> <p>Dimensiones 265 x 72 x 21 mm Interfaz USB Material Solida carcasa de plástico ABS Normas IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>															
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Piso generador													
<b>punto de medición</b>		<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>								<b>máximo</b>	<b>106,8</b>	<b>dB(A)</b>	<b>mínimo</b>	<b>104</b>	<b>dB(A)</b>
104,2	105,2	105,4	105,4	106,2	106,2	106,2	106,2	104,6	104,6	104,6	105	105,6	106,2	106,2	106,2
104,2	105,2	106	105,4	106,2	106,2	106,2	106,2	104,6	104,6	104,8	104,6	105,8	106	106,2	106,6
104,2	105,6	106	105,2	106,2	106,1	106,6	105	104,8	104,6	104,6	104,6	105,8	105,8	106,1	106,2
105	105,3	106	105,6	106,1	106	106,2	104,6	104,9	104,8	105	106	105,8	106,2	106,6	
104,2	105,6	106,2	106,2	106,2	106,1	106,2	104,8	104,6	104,8	104,8	104,8	105,8	106	105,8	106,6
104	105,8	106	106,2	106,6	106,1	106,1	105	104,8	104,8	104,6	106,2	105,7	106	106,2	
104,6	105,8	105,8	106,1	106,2	105,6	106	105	104,8	104,8	104,6	106	106	106	105,9	106,8
105	106	105,8	106,2	106,6	105,8	106,1	104,8	104,6	104,5	105	106	105,8	105,9	106,8	
105,4	105,8	106	105,8	106,6	105,6	106,1	104,6	105	104,6	104,6	106,1	105,8	106,6	106,2	
104,8	106,2	105,7	106	106,2	106,2	105,6	104,8	104,6	104,6	106,2	106,2	105,8	106,2	106,6	
105,6	106	106	105,9	106,8	106,6	105,8	105,2	105	104,8	106,2	106,2	105,9	106,2	106,2	
105,4	106	105,8	105,9	106,8	106,6	105,6	105,1	104,6	104,9	105,9	106,2	105,9	106,2	106,2	
106,2	106,1	105,8	106,6	106,2	106,2	105	105,2	105	104,6	105	106	105,6	106,6	106,2	
106,2	106,2	105,8	106,2	106,6	106,8	104,6	104,8	104,6	104,8	105,4	105,8	105,2	106,2	106,2	
106,2	106,2	105,9	106,2	106,2	106,8	105	104,6	104,6	104,8	105,4	105,8	105,2	106,2	106,2	
105,9	106,2	105,9	106,2	106,2	106,2	104,8	104,8	105	104,6	105	105,4	105,4	106,6	106,6	
105	106	105,6	106,6	106,2	106,6	104,6	104,8	104,8	105	105,2	105,4	105,4	106,2	106,2	
105,4	105,8	105,2	106,2	106,2	106,2	104,6	104,8	104,6	104,6	105,2	106	105,4	106,2	106,2	
105,4	105,8	105,2	106,2	106,2	106,2	104,8	104,8	104,6	105	105,6	106	105,2	106,2	106,1	
105	105,4	105,4	106,6	106,6	106,2	105	104,5	105	104,6	105,3	106	105,6	106,1	106	

### COMPORTAMIENTO DEL RUIDO

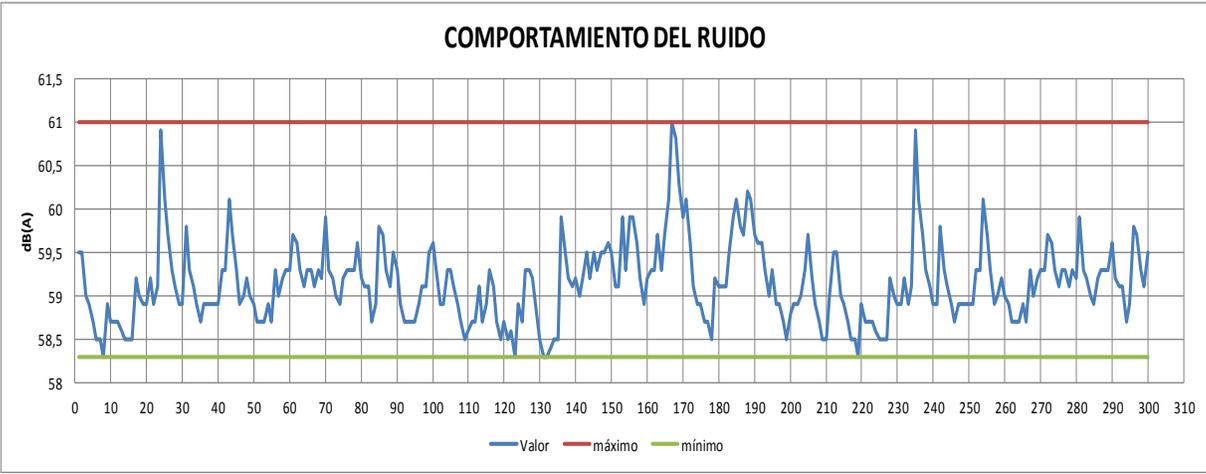


<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>	<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)</b>	2,8
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA	<b>TIPO DE RUIDO</b>	<b>RUIDO ESTABLE</b>

## **SALA DE CONTROL**

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>												
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>												
<b>REGISTRO DE MEDICION POR PUNTO PARA TIPO DE RUIDO</b>														
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava			<b>MARCA:</b>	SONOMETRO PCE			<b>MODELO:</b>	PCE-322A					
<b>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO</b>														
<p><b>Precisión:</b> ±1.4dB; <b>Rango automático</b> 30 ... 130 dB; <b>Rangos manuales</b> 30 ... 80dB / 50 ... 100 dB / 80 ... 130 dB <b>Resolución</b> 0,1 dB</p> <p><b>Mostrar actualización</b> Cada 0,5 segundos <b>Frecuencia</b> 31,5 Hz ... 8 k Hz <b>Logger de datos</b> 262.100 puntos <b>Valoración</b> A, C <b>Alimentación</b> Baterías de 9V, tiempo de uso aprox. 30 horas continuas</p> <p><b>Dimensiones</b> 265 x 72 x 21 mm <b>Interfaz</b> USB <b>Material</b> Solida carcasa de plástico ABS <b>Normas</b> IEC 651 tipo II (clase II); IEC 61672-1 (clase II)</p>														
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador Sala de control												
<b>punto de medición</b>	10		<b>MUESTRAS TOMADAS EN dB(A)</b>						<b>máximo</b>	61 dB(A)		<b>mínimo</b>	58,3 dB(A)	
59,5	59,2	59,3	59,7	59,1	59,3	58,5	59	59,3	59,1	58,9	58,7	58,9	58,9	59,9
59,5	58,9	59,3	59,6	59,1	58,9	58,6	59,2	59,3	59,5	58,9	58,7	59,8	58,7	59,3
59	59,1	60,1	59,3	58,7	58,9	58,3	59,5	59,7	59,9	59	58,7	59,3	58,7	59,2
58,9	60,9	59,7	59,1	58,9	59,3	58,9	59,2	59,3	60,1	59,3	58,6	59,1	58,7	59
58,7	60,1	59,3	59,3	59,8	59,3	58,7	59,5	59,7	59,8	59,7	58,5	58,9	58,9	58,9
58,5	59,7	58,9	59,3	59,7	59,1	59,3	59,3	60,1	59,7	59,2	58,5	58,7	58,7	59,2
58,5	59,3	59	59,1	59,3	58,9	59,3	59,5	61	60,2	58,9	58,5	58,9	59,3	59,3
58,3	59,1	59,2	59,3	59,1	58,7	59,2	59,5	60,8	60,1	58,7	59,2	58,9	59	59,3
58,9	58,9	59	59,2	59,5	58,5	58,8	59,6	60,3	59,7	58,5	59	58,9	59,2	59,3
58,7	58,9	58,9	59,9	59,3	58,6	58,5	59,5	59,9	59,6	58,5	58,9	58,9	59,3	59,6
58,7	59,8	58,7	59,3	58,9	58,7	58,3	59,1	60,1	59,6	59	58,9	58,9	59,3	59,2
58,7	59,3	58,7	59,2	58,7	58,7	58,3	59,1	59,6	59,3	59,5	59,2	59,3	59,7	59,1
58,6	59,1	58,7	59	58,7	59,1	58,4	59,9	59,1	59	59,5	58,9	59,3	59,6	59,1
58,5	58,9	58,9	58,9	58,7	58,7	58,5	59,3	58,9	59,3	59	59,1	60,1	59,3	58,7
58,5	58,7	58,7	59,2	58,7	58,9	58,5	59,9	58,9	58,9	58,9	60,9	59,7	59,1	58,9
58,5	58,9	59,3	59,3	58,9	59,3	59,9	59,9	58,7	58,9	58,7	60,1	59,3	59,3	59,8
59,2	58,9	59	59,3	59,1	59,1	59,5	59,6	58,7	58,7	58,5	59,7	58,9	59,3	59,7
59	58,9	59,2	59,3	59,1	58,7	59,2	59,2	58,5	58,5	58,5	59,3	59	59,1	59,3
58,9	58,9	59,3	59,6	59,5	58,5	59,1	58,9	59,2	58,8	58,3	59,1	59,2	59,3	59,1
58,9	58,9	59,3	59,2	59,6	58,7	59,2	59,2	59,1	58,8	58,9	58,9	59	59,2	59,5

### COMPORTAMIENTO DEL RUIDO



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO/APROBADO POR:</b>		<b>AMPLITUD MAXIMO - MINIMO (dBA)</b>	<b>2,7</b>
CHRISTIAN LLUGLLA	ANDRES CABRERA		<b>TIPO DE RUIDO</b>	<b>RUIDIDO ESTABLE</b>

**ANEXO 4**  
**Tratamiento de incertidumbre**  
**Piso generadores**

Incertidumbre del ruido Incertidumbre asociada a las mediciones de ruido

Introducción

Resultados

Imprimir

Entrada de datos

Recursos adicionales

Nivel de exposición al ruido diario ponderado A:	87,4 dB(A)
Incertidumbre expandida U:	1,1 dB
Número de tareas:	8
Duración total de las tareas:	15 minutos

Balance de incertidumbre		Símbolos, relaciones	Tarea 1 (dB)	Tarea 2 (dB)	Tarea 3 (dB)	Tarea 4 (dB)	Tarea 5 (dB)	Tarea 6 (dB)	Tarea 7 (dB)	Tarea 8 (dB)
Nivel de ruido	Incertidumbre típica	$u_{1a,m}$	0,09	0,06	0,09	0,12	0,09	0,10	0,10	0,09
	Coefficiente de sensibilidad	$c_{1a,m}$	0,33	0,12	0,00	0,00	0,00	0,33	0,22	0,00
Duración	Incertidumbre típica	$u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Coefficiente de sensibilidad	$c_{1b,m}$	28,40	30,19	0,13	0,13	0,13	28,84	28,84	0,13
Contribución a la incertidumbre de los niveles de ruido		$c_{1a,m} \cdot u_{1a,m}$	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00
Contribución a la incertidumbre de la duración de la tarea		$c_{1b,m} \cdot u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Contribución a la incertidumbre de los instrumentos de medición		$c_{1a,m} \cdot u_{2,m}$	0,23	0,08	0,00	0,00	0,00	0,23	0,16	0,00
Contribución a la incertidumbre de la posición de los instrumentos de medición		$c_{1a,m} \cdot u_3$	0,33	0,12	0,00	0,00	0,00	0,33	0,22	0,00

Resultados		Símbolos, relaciones	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4	Tarea 5	Tarea 6	Tarea 7	Tarea 8
Mediana nivel de ruido dB(A)		$L_{p,A,eqT,m}$	104,6	104,9	81,2	81,3	81,3	104,7	104,7	81,3
Duración (min)		$T_m$	3	1	1	2	2	3	2	1
Contribución de la tarea m a $L_{EX,8h}$		$L_{EX,8h,m}$	97,6	93,1	69,4	72,6	72,6	97,7	96,0	69,6
Contribución a la incertidumbre	Nivel de ruido	$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Duración	$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Instrumentos de medición	$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00
	Posición de medición	$(c_{1a,m} * u_{3,m})^2$	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,11	0,05	0,00
	Suma por tarea m	$u^2(L_{EX,8h})_m$	0,16	0,02	0,00	0,00	0,00	0,17	0,07	0,00

Datos de partida

[Modificar datos](#)

Incertidumbre típica de los instrumentos: **0,7 dB**  
(Sonómetro de clase 1, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002)

## Incertidumbre piso turbinas



MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL



[Calculadores INSHT](#)

[Incertidumbre del ruido > Entrada de datos](#)

[Volver a calculadores](#)

Incertidumbre del ruido

Incertidumbre asociada a las mediciones de ruido

[Introducción](#)

[Resultados](#)

[Imprimir](#)

[Entrada de datos](#)

[Recursos adicionales](#)

Nivel de exposición al ruido diario ponderado A:	77,9 dB(A)
Incertidumbre expandida U:	0,9 dB
Número de tareas:	13
Duración total de las tareas:	21 minutos

Balance de incertidumbre		Símbolos, relaciones	Tarea 1 (dB)	Tarea 2 (dB)	Tarea 3 (dB)	Tarea 3 (dB)	Tarea 5 (dB)	Tarea 6 (dB)	Tarea 7 (dB)	Tarea 8 (dB)	Tarea 9 (dB)	Tarea 10 (dB)	Tarea 11 (dB)	Tarea 12 (dB)	Tarea 13 (dB)
Nivel de ruido	Incertidumbre típica	$u_{1a,m}$	0,07	0,03	0,03	0,03	0,25	0,07	0,06	0,03	0,09	0,20	0,09	0,32	0,03
	Coefficiente de sensibilidad	$c_{1a,m}$	0,29	0,14	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,30	0,15	0,01	0,02	0,01	0,02
Duración	Incertidumbre típica	$u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Coefficiente de sensibilidad	$c_{1b,m}$	37,73	37,72	2,20	2,20	1,96	1,92	1,82	39,20	38,32	1,88	2,11	1,90	2,20
Contribución a la incertidumbre de los niveles de ruido		$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Contribución a la incertidumbre de la duración de la tarea		$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Contribución a la incertidumbre de los instrumentos de medición		$c_{1a,m} * u_{2,m}$	0,20	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,21	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01
Contribución a la incertidumbre de la posición de los instrumentos de medición		$c_{1a,m} * u_{3,m}$	0,29	0,14	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,30	0,15	0,01	0,02	0,01	0,02

Resultados	Símbolos, relaciones	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 3	Tarea 5	Tarea 6	Tarea 7	Tarea 8	Tarea 9	Tarea 10	Tarea 11	Tarea 12	Tarea 13
Mediana nivel de ruido dB(A)	$L_{p,A,eqT,m}$	96,4	96,4	84,0	84,0	83,5	83,4	83,2	96,5	96,4	83,3	83,8	83,4	84,0
Duración (min)	$T_m$	2	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2
Contribución de la tarea m a $L_{EX,8h}$	$L_{EX,8h,m}$	86,2	83,1	70,8	73,8	73,3	73,2	70,0	86,3	83,2	70,1	73,6	73,2	73,8
Contribución a la incertidumbre	Nivel de ruido	$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Duración	$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Instrumentos de medición	$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00
	Posición de medición	$(c_{1a,m} * u_{3,m})^2$	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00
	Suma por tarea m	$u^2(L_{EX,8h})_m$	0,13	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,03	0,00	0,00	0,00

Datos de partida

Modificar datos

Incertidumbre típica de los instrumentos:	<b>0,7 dB</b> (Sonómetro de clase 1, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002)
---	---

ANEXO 5

**Fichas bandas de octava**

**Piso generadores**



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN



CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN

### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MMACA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	--------

#### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

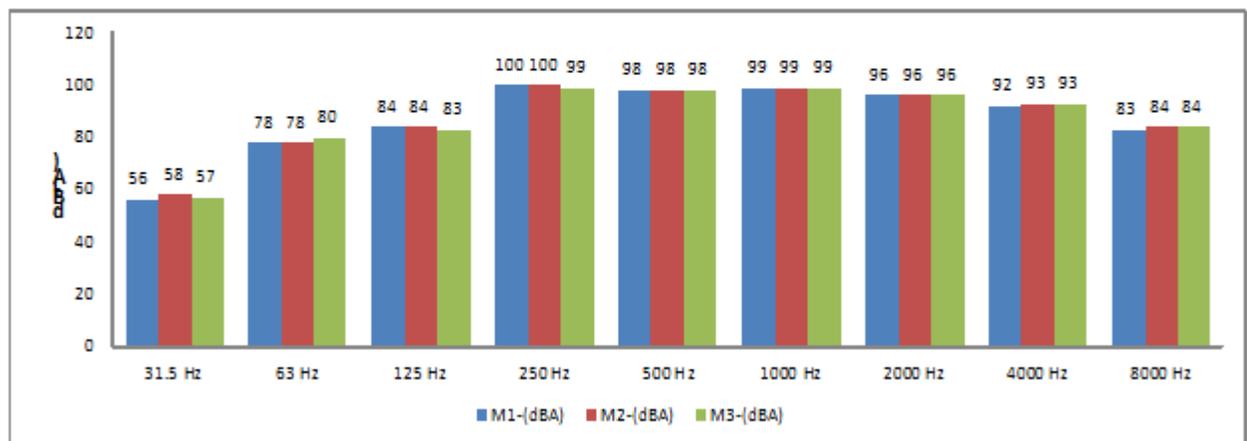
**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'Y'; **Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Microfono:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonómetro:** Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización: 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.

<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador piso de generadores
--------------------------	------------------------------

<b>TAREA</b>	Revisar la Temperatura de aire generador - Unidad 1.					
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CONJUNTO</b>	<b>TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION</b>	<b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION</b>
06/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_G11	15 minutos	3 muestras	3 minutos
09/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
10/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

#### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	56	78	84	100	98	99	96	92	83
M2-(dBA)	5 minutos	58	78	84	100	98	99	96	93	84
M3-(dBA)	5 minutos	57	80	83	99	98	99	96	93	84



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>	
<b>CHRISTIAN LUJGLIA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN

CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN



### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	40790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	-------

### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10 kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'F';  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Microfono:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonómetro:** Indicador numérico 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos;  
**Resolución:** 0.1dB.

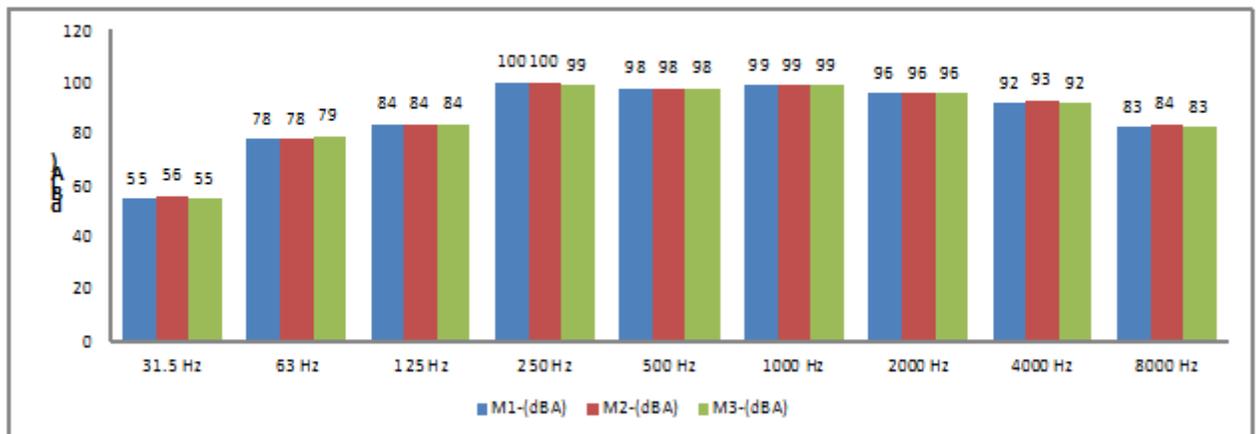
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador piso de generadores				
--------------------------	------------------------------	--	--	--	--

<b>TAREA</b>	Revisar el nivel de cojinete - Unidad 1				
--------------	---	--	--	--	--

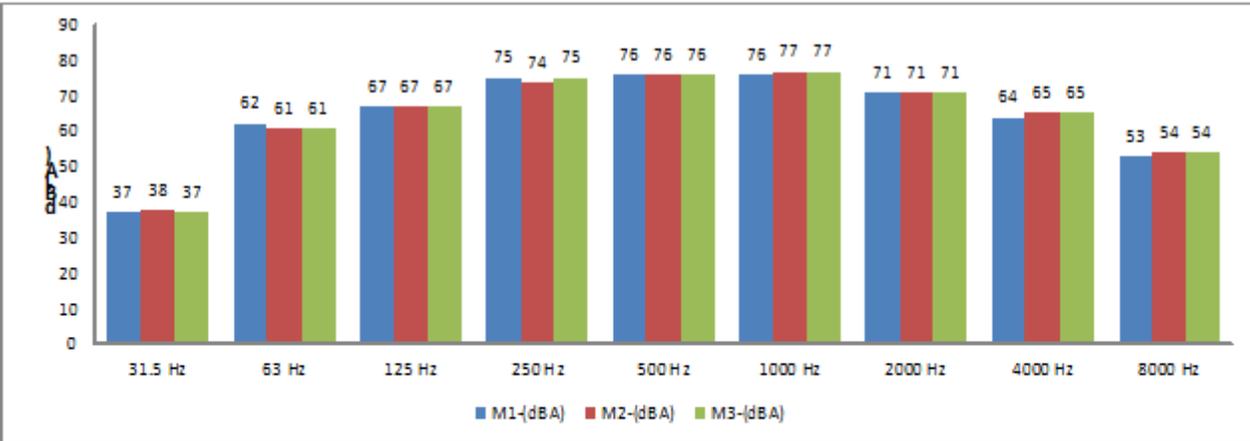
FECHA	HORA	MUESTRA	CARGO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
08/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUR_G12	15 minutos	3muestras	1 minutos
09/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
10/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	55	78	84	100	98	99	96	92	83
M2-(dBA)	5 minutos	56	78	84	100	98	99	96	93	84
M3-(dBA)	5 minutos	55	79	84	99	98	99	96	92	83



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>	
<b>CHRISTIAN LUIGLA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>								
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>								
<b>REGISTRO DE MEDICION POR TAREA</b>										
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARCA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407750					
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>										
<p> <b>Precisión: ±1.5dB; Escala de medición de frecuencia: 25Hz a 10kHz; Escala de Medición: 30dB a 130dB; Ponderación de frecuencia: 'A', 'C', 'F';</b>  <b>Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta): Rápido y Lento; Micrófono: 1/2 pulg. tipo condensador Electret.</b>  <b>Modo sonómetro: Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.</b>  <b>Modo de análisis de frecuencia: Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos;</b>  <b>Resolución: 0.1dB.</b> </p>										
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador piso de generadores								
<b>TAREA</b>	Revisar la presión de aire de interruptores - Unidad 1									
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CORRECI</b>	<b>TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION</b>	<b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION</b>				
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_G13	15 minutos	3 muestras	2 minutos				
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2								
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3								
<b>MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA</b>										
<b>N° muestra</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>31.5 Hz</b>	<b>63 Hz</b>	<b>125 Hz</b>	<b>250 Hz</b>	<b>500 Hz</b>	<b>1000 Hz</b>	<b>2000 Hz</b>	<b>4000 Hz</b>	<b>8000 Hz</b>
M1-(dBA)	5 minutos	37	62	67	75	76	76	71	64	53
M2-(dBA)	5 minutos	38	61	67	74	76	77	71	65	54
M3-(dBA)	5 minutos	37	61	67	75	76	77	71	65	54
										
<b>ELABORADO POR</b>		<b>REVISADO POR:</b>		<b>APROVADO POR:</b>						
CHRISTIAN LLUGLIA		ANDRES CARRERA		ANDRES CARRERA						



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN



CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN

### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	sonómetro analizador bandas de octava	<b>BRANDA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	40790
----------------	---------------------------------------	----------------	--------	----------------	-------

### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10 kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'F'; **Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Micrófono:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonómetro:** Indicador numérico: 4 dígitos; **Tasa de actualización:** 0.5 segundos; **resolución:** 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; **Tasa de actualización:** 0.5 segundos; **Resolución:** 0.1dB;

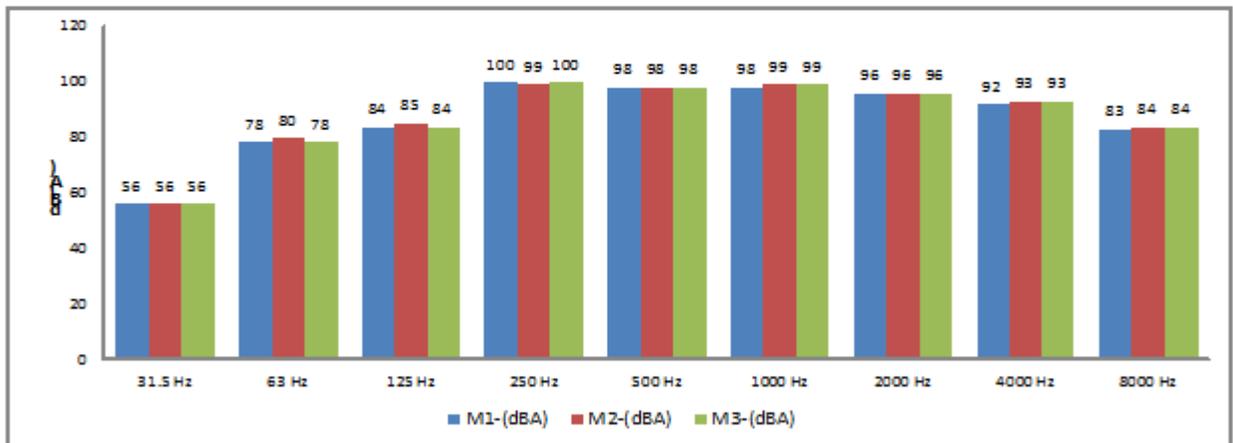
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador pto generadores
--------------------------	--------------------------

<b>TAREA</b>	Temperatura de aire generador- Unida 2
--------------	--

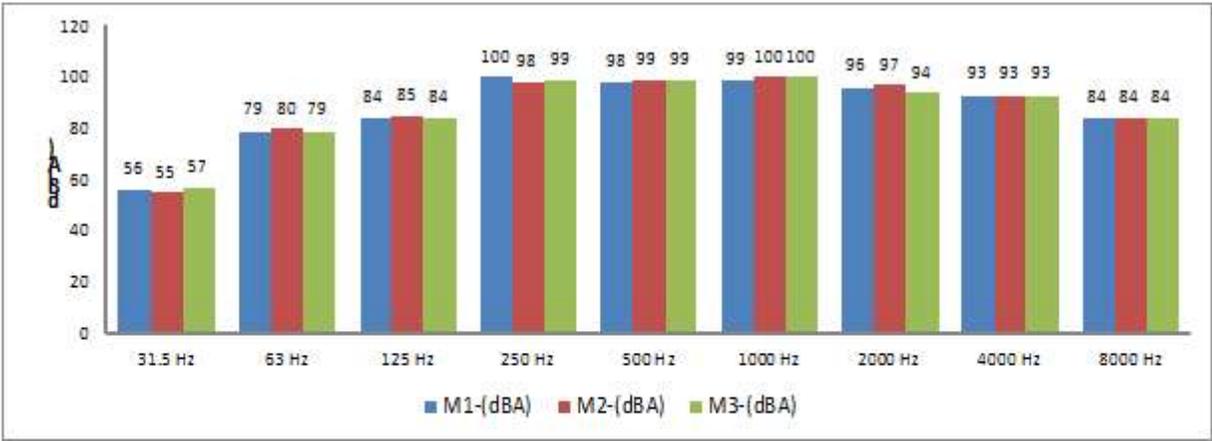
FECHA	HORA	MUESTRA	CONGO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
14/01/2018	10:35	MUESTRA 1	PUT_G21	15 minutos	3 muestras	3 minutos
15/01/2018	18:56	MUESTRA 2				
16/01/2018	0:27	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

# Muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	56	78	88	100	98	98	96	92	83
M2-(dBA)	5 minutos	56	80	85	99	98	99	96	93	84
M3-(dBA)	5 minutos	56	78	88	100	98	99	96	93	84



ELABORADO POR	REVISADO POR:	APROVADO POR:
---------------	---------------	---------------

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>								
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>								
<b>REGISTRO DE MEDICION POR TAREA</b>										
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARCA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	40790					
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>										
<b>Precisión: ±1.5dB; Escala de medición de frecuencia: 25Hz a 10 kHz; Escala de Medición: 30dB a 130dB; Ponderación de frecuencia: 'A', 'C', 'F'; Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta): Rápido y lento; Micrófono: 1/2 pulg. tipo condensador Electret. Modo sonómetro: Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB. Modo de análisis de frecuencia: Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB;</b>										
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador piso generadores								
<b>TAREA</b>	Revisar el nivel de cojinete - Unida 2									
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CONJUNTO</b>	<b>TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION</b>	<b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION</b>				
06/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_G22	15 minutos	3muestras	1 minutos				
08/01/2018	19:24	MUESTRA 2								
10/01/2018	1:17	MUESTRA 3								
<b>MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA</b>										
<b>N° muestra</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>31.5 Hz</b>	<b>63 Hz</b>	<b>125 Hz</b>	<b>250 Hz</b>	<b>500 Hz</b>	<b>1000 Hz</b>	<b>2000 Hz</b>	<b>4000 Hz</b>	<b>8000 Hz</b>
M1-(dBA)	5 minutos	56	79	84	100	98	99	96	93	84
M2-(dBA)	5 minutos	55	80	85	98	99	100	97	93	84
M3-(dBA)	5 minutos	57	79	84	99	99	100	94	93	84
										
<b>ELABORADO POR</b>		<b>REVISADO POR:</b>			<b>APROVADO POR:</b>					
<b>CHRISTIAN LUIGILA</b>		<b>ANDRES CARRERA</b>			<b>ANDRES CARRERA</b>					



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN

CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN



### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARCA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	40790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	-------

### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'Y';  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Microfónic:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonómetro:** Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.

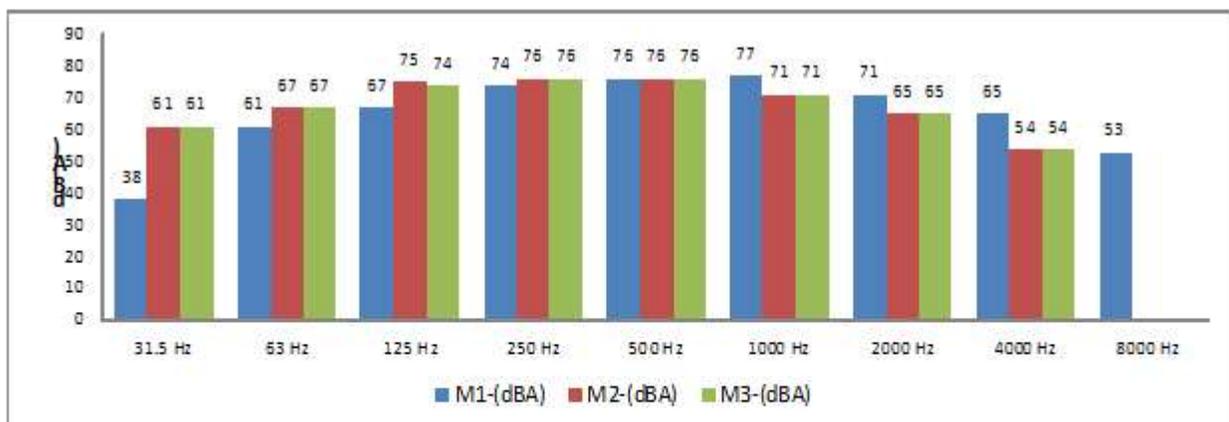
**PUESTO DE TRABAJO** Operador piso generadores

**TAREA** Revisar presión de aire de interruptores - Unidad 2

FECHA	HORA	MUESTRA	CONDICION	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
08/03/2018	10:35	MUESTRA 1	PUE_G23	15 minutos	3muestras	2 minutos
09/03/2018	18:56	MUESTRA 2				
10/03/2018	0:27	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	38	61	67	74	76	77	71	65	53
M2-(dBA)	5 minutos	39	61	67	75	76	76	71	65	54
M3-(dBA)	5 minutos	38	61	67	74	76	76	71	65	54



ELABORADO POR

REVISADO POR:

APROVADO POR:

CHRISTIAN ILLUGLIA

ANDRES CARRERA

ANDRES CARRERA



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN



CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN

### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARCA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	40730
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	-------

#### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Presión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'F';  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y lento; **Microfono:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sumador:** Indicador numérico 4 dígitos; **tasa de actualización:** 0.5 segundos; **resolución:** 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico 4 dígitos; **Tasa de actualización:** 0.5 segundos; **Resolución:** 0.1dB;

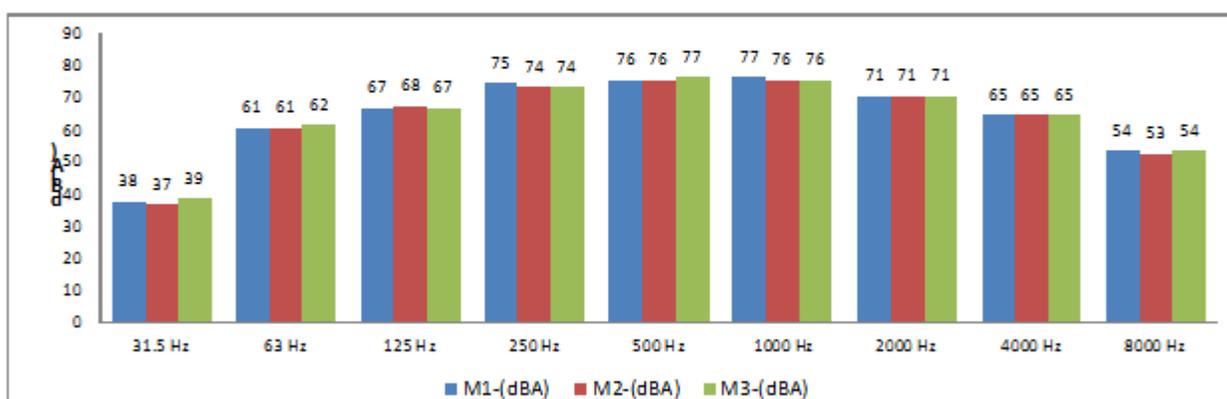
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador piso de generadores
--------------------------	------------------------------

<b>TAREA</b>	Revisar la temperatura de transformadores de excitación y auxiliares - Unida 2
--------------	--

FECHA	HORA	MUESTRA	COBRO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
08/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUE_G2A	15 minutos	3muestras	2 minutos
09/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
10/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

#### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	38	61	67	75	76	77	71	65	54
M2-(dBA)	5 minutos	37	61	68	74	76	76	71	65	53
M3-(dBA)	5 minutos	39	62	67	74	77	76	71	65	54



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>
<b>CHRISTIAN ILLIGUA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN



CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN

### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sónómetro analizador bandas de octava	<b>MARCA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	40790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	-------

### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10 kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'F';  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Micrófono:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonda:** Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB;

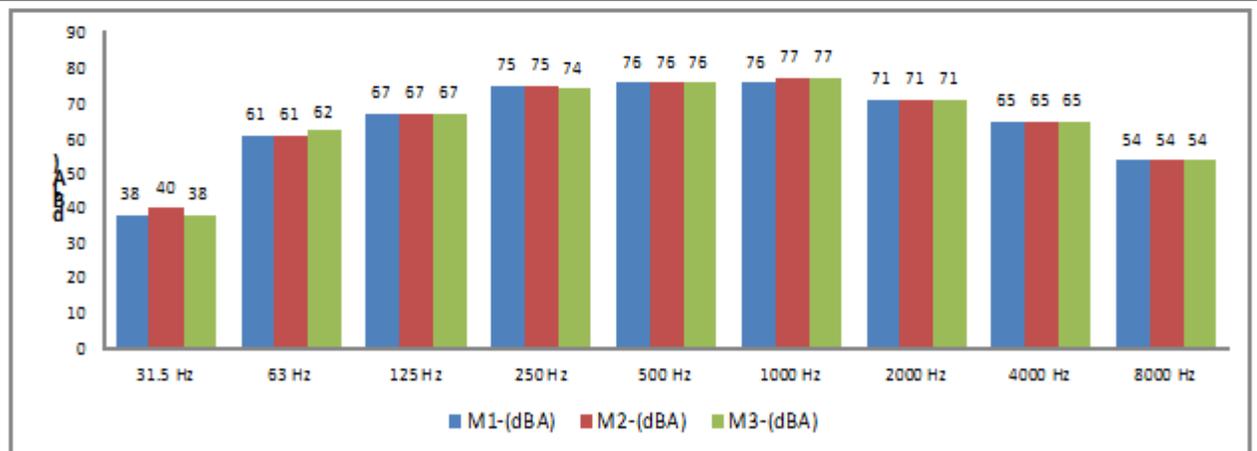
**PUESTO DE TRABAJO** Operador piso de generadores

**TAREA** Revisar los cargadores de baterías - Unidad 2

FECHA	HORA	MUESTRA	CORREO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
06/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUE_G25	15 minutos	3 muestras	2 minutos
09/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
10/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	38	61	67	75	76	76	71	65	54
M2-(dBA)	5 minutos	40	61	67	75	76	77	71	65	54
M3-(dBA)	5 minutos	38	62	67	74	76	77	71	65	54



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>
<b>CHRISTIAN LUJGUA</b>	<b>ANDRES CARRERA</b>	<b>ANDRES CARRERA</b>

## **PISO TURBINAS**



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGUYÁN

CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGUYÁN



### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Soniómetro analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
----------------	--	---------------	--------	----------------	--------

#### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión: ±1.5dB; Escala de medición de frecuencia: 25Hz a 10 kHz; Escala de Medición: 30dB a 130dB; Ponderación de frecuencia: 'A', 'C', 'P';**  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta): Rápido y Lento;**  
**Microfono: 1/2 pulg. tipo condensador Electret.**  
**Modo sonómetro: Indicador numérico 4 dígitos; tasa de actualización 0.5 segundos; resolución 0.1 dB.**  
**Modo de análisis de frecuencia: Indicador numérico 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos; Resolución 0.1dB.**

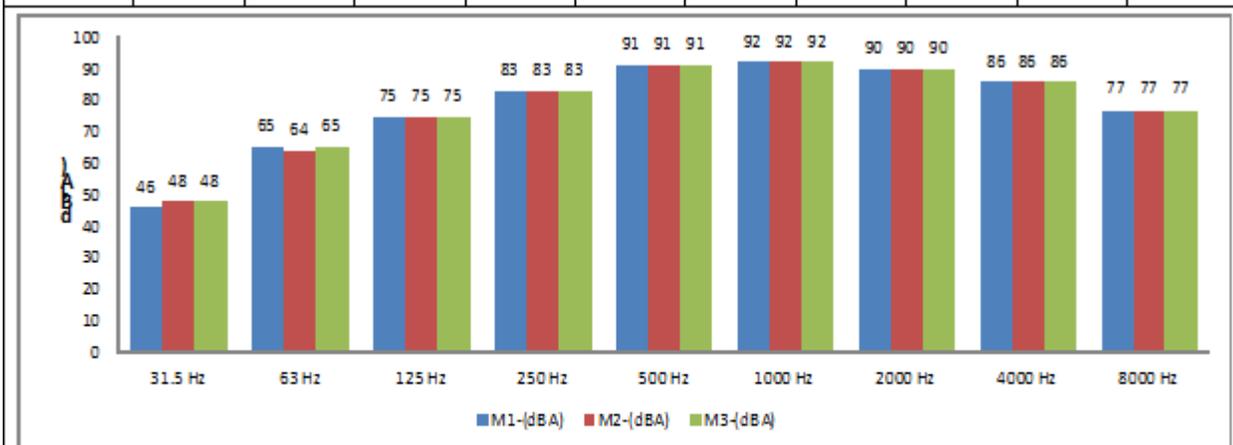
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador piso turbinas
--------------------------	------------------------

<b>TAREA</b>	Apertura de servomotor - Unida 1					
--------------	----------------------------------	--	--	--	--	--

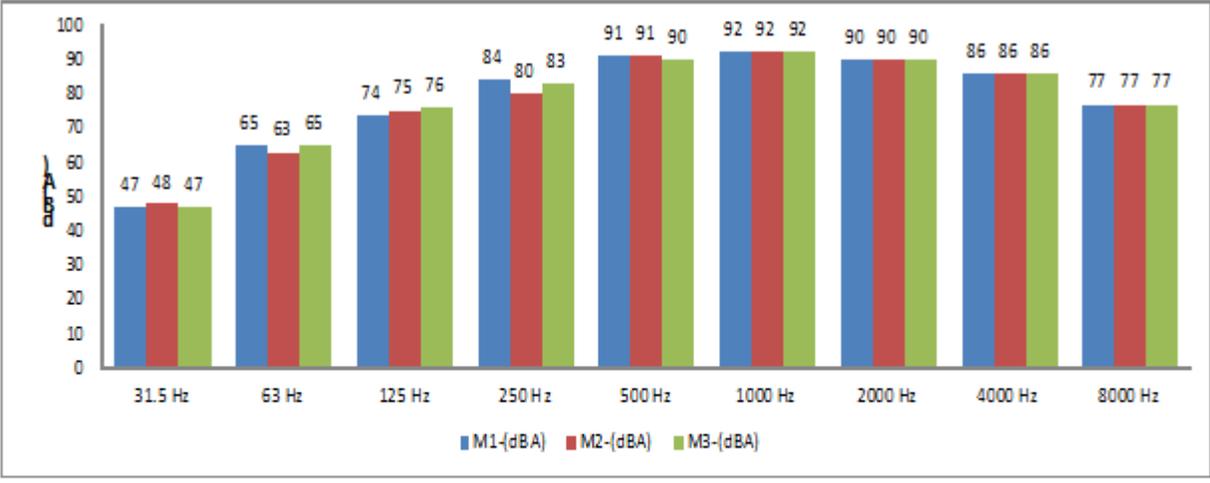
FECHA	HORA	MUESTRA	CONJUNTO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_T11	15 minutos	3 muestras	2 minutos
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

#### MEDICIONES POR BANDA DE OCTAVA

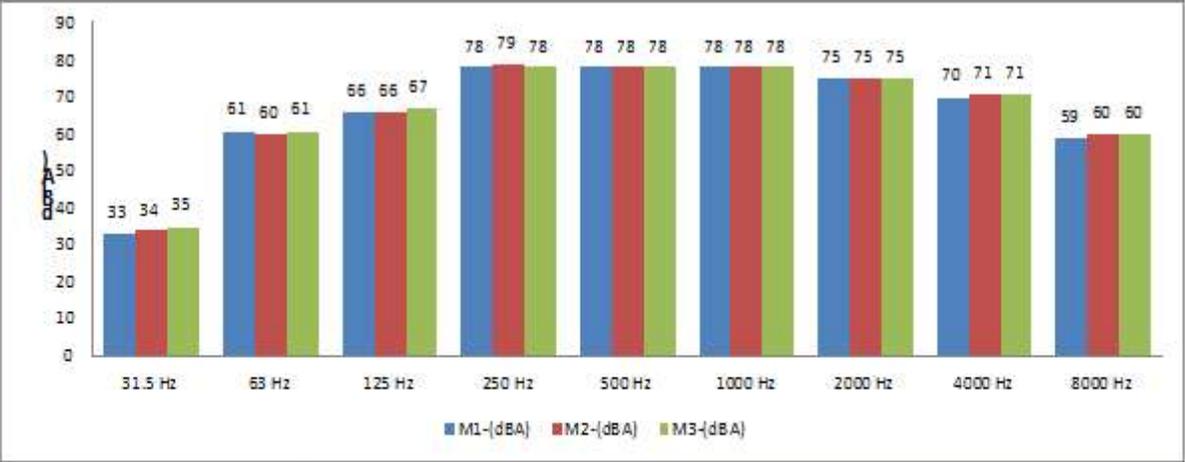
N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	46	65	75	88	91	92	90	86	77
M2-(dBA)	5 minutos	48	64	75	88	91	92	90	86	77
M3-(dBA)	5 minutos	48	65	75	88	91	92	90	86	77



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>
<b>CHRISTIAN LUIGLIA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>								
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>								
<b>REGISTRO DE MEDICION POR TAREA</b>										
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARCA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790					
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>										
<p>Precisión: ±1.5dB; Escala de medición de frecuencia: 25Hz a 10 kHz; Escala de Medición: 30dB a 130dB; Ponderación de frecuencia: 'A', 'C', 'P';  Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta): Rápido y Lento; Micrófonos: 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  Modo sonómetro: Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  Modo de análisis de frecuencia: Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos;  Resolución: 0.1dB.</p>										
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador piso turbinas								
<b>TAREA</b>	Revisar el Nivel de cojinete - Unida 1									
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>COJINTE</b>	<b>TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION</b>	<b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION</b>				
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_T12	15 minutos	3 muestras	1 minutos				
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2								
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3								
<b>MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA</b>										
<b>N° muestra</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>31.5 Hz</b>	<b>63 Hz</b>	<b>125 Hz</b>	<b>250 Hz</b>	<b>500 Hz</b>	<b>1000 Hz</b>	<b>2000 Hz</b>	<b>4000 Hz</b>	<b>8000 Hz</b>
M1-(dBA)	5 minutos	47	65	74	84	91	92	90	86	77
M2-(dBA)	5 minutos	48	63	75	80	91	92	90	86	77
M3-(dBA)	5 minutos	47	65	76	83	90	92	90	86	77
										
<b>ELABORADO POR</b>		<b>REVISADO POR:</b>			<b>APROVADO POR:</b>					
CHRISTIAN LLUGLIA		ANDRES CABRERA			ANDRES CABRERA					



		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>																																																
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>																																																
<b>REGISTRO DE MEDICION POR TAREA</b>																																																		
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARCA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790																																													
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>																																																		
Precisión: ±1.5dB; Escala de medición de frecuencia: 25Hz a 10 kHz; Escala de Medición: 30dB a 130dB; Ponderación de frecuencia: 'A', 'C', 'P'; Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta): Rápido y Lento; Micrófono: 1/2 pulg. tipo condensador Electret. Modo sonómetro: Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; Resolución: 0.1 dB. Modo de análisis de frecuencia: Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.																																																		
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador piso turbinas																																																	
<b>TAREA</b>	Revisar presión de flujo de tanques de sumidero - Unida 1																																																	
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION</b>	<b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION</b>																																												
11/01/2018	11-28	MUESTRA 1	PUT_T14	15 minutos	3 muestras	2 minutos																																												
12/01/2018	19-24	MUESTRA 2																																																
13/01/2018	1-17	MUESTRA 3																																																
<b>MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA</b>																																																		
<b>N° muestra</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>31.5 Hz</b>	<b>63 Hz</b>	<b>125 Hz</b>	<b>250 Hz</b>	<b>500 Hz</b>	<b>1000 Hz</b>	<b>2000 Hz</b>	<b>4000 Hz</b>	<b>8000 Hz</b>																																								
M1-(dBA)	5 minutos	33	61	66	78	78	78	75	70	59																																								
M2-(dBA)	5 minutos	34	60	66	79	78	78	75	71	60																																								
M3-(dBA)	5 minutos	35	61	67	78	78	78	75	71	60																																								
 <table border="1"> <caption>Data for Noise Level Bar Chart</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia (Hz)</th> <th>M1-(dBA)</th> <th>M2-(dBA)</th> <th>M3-(dBA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>31.5 Hz</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td></tr> <tr><td>63 Hz</td><td>61</td><td>60</td><td>61</td></tr> <tr><td>125 Hz</td><td>66</td><td>66</td><td>67</td></tr> <tr><td>250 Hz</td><td>78</td><td>79</td><td>78</td></tr> <tr><td>500 Hz</td><td>78</td><td>78</td><td>78</td></tr> <tr><td>1000 Hz</td><td>78</td><td>78</td><td>78</td></tr> <tr><td>2000 Hz</td><td>75</td><td>75</td><td>75</td></tr> <tr><td>4000 Hz</td><td>70</td><td>71</td><td>71</td></tr> <tr><td>8000 Hz</td><td>59</td><td>60</td><td>60</td></tr> </tbody> </table>											Frecuencia (Hz)	M1-(dBA)	M2-(dBA)	M3-(dBA)	31.5 Hz	33	34	35	63 Hz	61	60	61	125 Hz	66	66	67	250 Hz	78	79	78	500 Hz	78	78	78	1000 Hz	78	78	78	2000 Hz	75	75	75	4000 Hz	70	71	71	8000 Hz	59	60	60
Frecuencia (Hz)	M1-(dBA)	M2-(dBA)	M3-(dBA)																																															
31.5 Hz	33	34	35																																															
63 Hz	61	60	61																																															
125 Hz	66	66	67																																															
250 Hz	78	79	78																																															
500 Hz	78	78	78																																															
1000 Hz	78	78	78																																															
2000 Hz	75	75	75																																															
4000 Hz	70	71	71																																															
8000 Hz	59	60	60																																															
<b>ELABORADO POR</b>		<b>REVISADO POR:</b>			<b>APROVADO POR:</b>																																													
CHRISTIAN LLUGLA		ANDRES CABRERA			ANDRES CABRERA																																													



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGUAYÁN

CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGUAYÁN



### REGISTRO DE MEDICION PORTAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sónómetro analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	--------

#### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10 kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'P';  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Micrófono:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonda:** Indicador numérico: 4 dígitos; **tasa de actualización:** 0.5 segundos; **resolución:** 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; **Tasa de actualización:** 0.5 segundos;  
**Resolución:** 0.1dB.

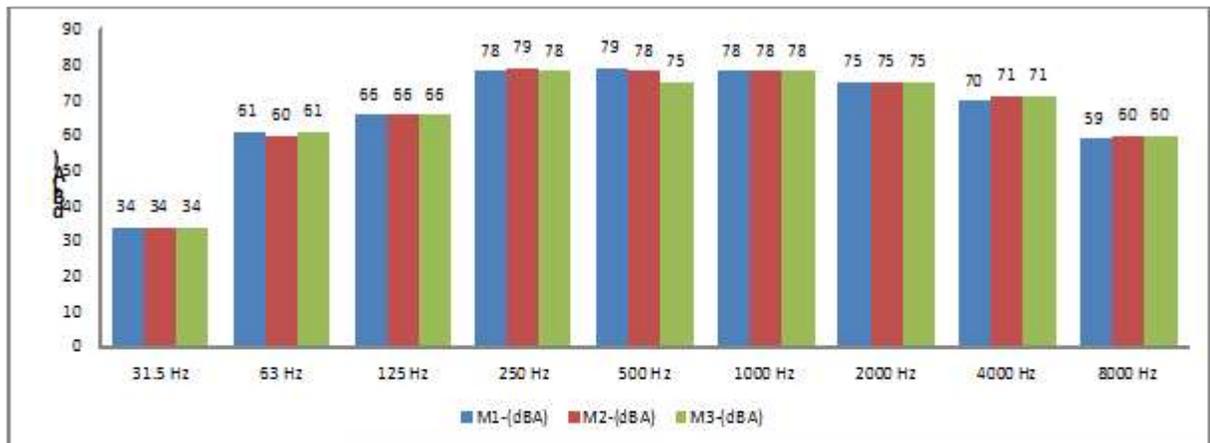
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador piso turbinas
--------------------------	------------------------

<b>TAREA</b>	Revisar medidores de temperatura de cojinetes de generador y actuadores - Unida 1
--------------	---

FECHA	HORA	MUESTRA	CONDICION	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_T15	15 minutos	3 muestras	2 minutos
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

#### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	34	61	66	78	79	78	75	70	59
M2-(dBA)	5 minutos	34	60	66	79	78	78	75	71	60
M3-(dBA)	5 minutos	34	61	66	78	75	78	75	71	60



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>
<b>CHRISTIAN LLUGLA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN

CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN



### REGISTRO DE MEDICION PORTAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	--------

### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10 kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'P'; **Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Alfabetización:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonómetro:** Indicador numérico: 4 dígitos; **tasa de actualización:** 0.5 segundos; **resolución:** 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; **Tasa de actualización:** 0.5 segundos; **Resolución:** 0.1dB.

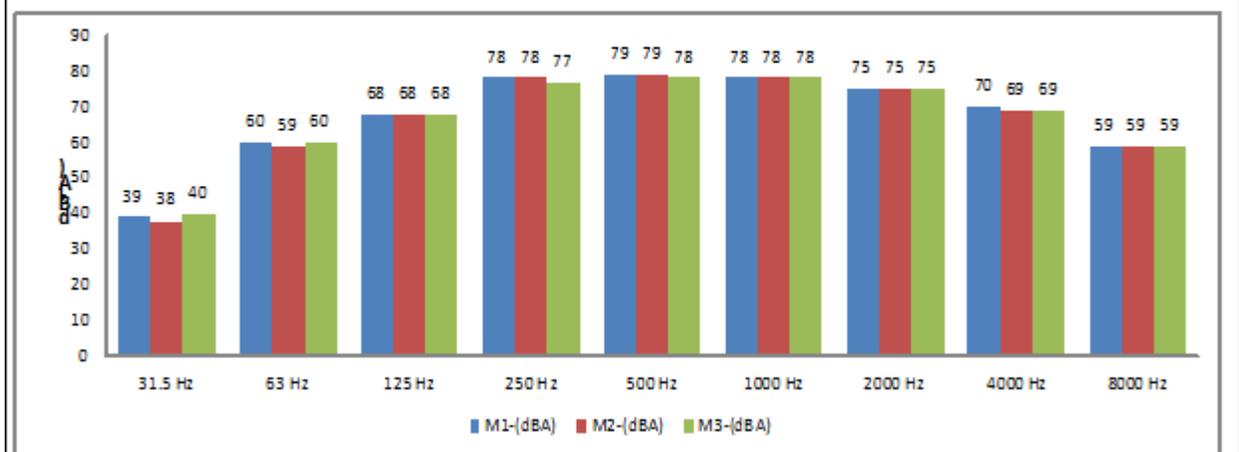
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador piso turbinas
--------------------------	------------------------

<b>TAREA</b>	Revisar flujo de agua de enfriamiento - Unida 1
--------------	---

FECHA	HORA	MUESTRA	CÓDIGO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_T16	15 minutos	3 muestras	2 minutos
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	39	60	68	78	79	78	75	70	59
M2-(dBA)	5 minutos	38	59	68	78	79	78	75	69	59
M3-(dBA)	5 minutos	40	60	68	77	78	78	75	69	59



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>	
<b>CHRISTIAN LLUGLA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN

CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN



### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro-analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	--------

### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

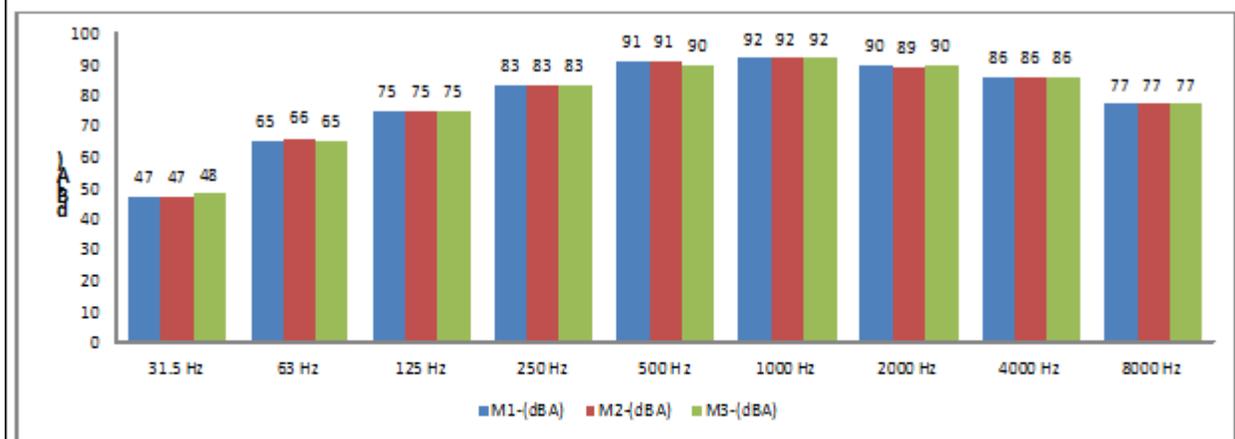
**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10 kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'F';  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento;  
**Micrófonos:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonómetro:** Indicador numérico 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico 4 dígitos; Tasa de actualización: 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.

**PUESTO DE TRABAJO**                      Operador piso turbinas

TAREA		Apertura de servomotor - Unida 2				
FECHA	HORA	MUESTRA	CÓDIGO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_T21	15 minutos	3 muestras	2 minutos
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	47	65	75	83	91	92	90	86	77
M2-(dBA)	5 minutos	47	66	75	83	91	92	89	86	77
M3-(dBA)	5 minutos	48	65	75	83	90	92	90	86	77



ELABORADO POR	REVISADO POR:	APROVADO POR:
<b>CHRISTIAN LLUGLA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN



CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN

### REGISTRO DE MEDICION PORTAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sónómetro analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	--------

#### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10 kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'F';  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Microfónos:** 1/2 pulg. tipo condensador Electro.

**Modo sonda:** Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1dB.

**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.

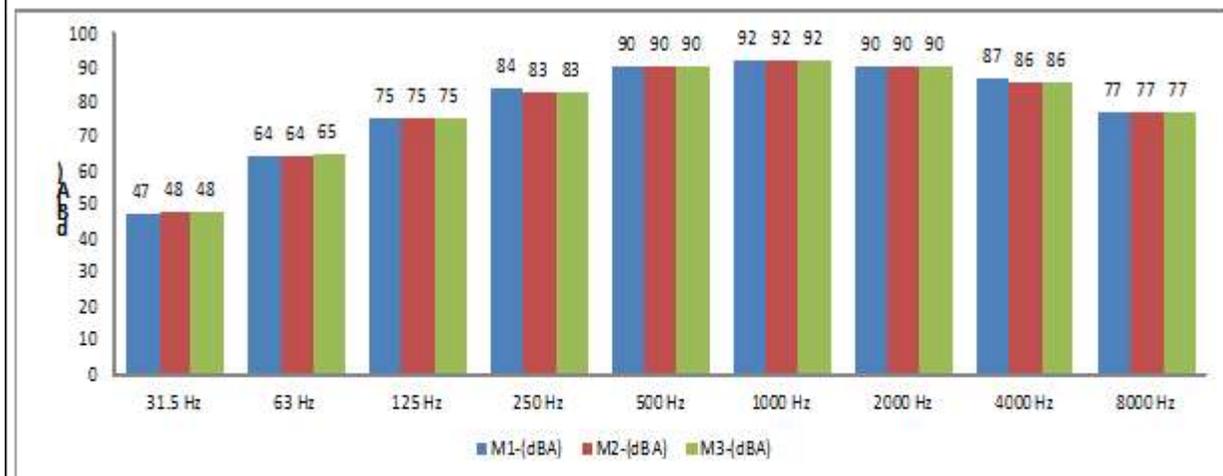
**PUESTO DE TRABAJO**                      Operador piso turbinas

**TAREA**                      Revisar el Nivel de cojinete - Unida 2

FECHA	HORA	MUESTRA	CODIGO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE POSICION
11/04/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_T22	15 minutos	3 muestras	1 minutos
12/04/2018	19:24	MUESTRA 2				
13/04/2018	1:17	MUESTRA 3				

#### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500Hz	1000 Hz	2000Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	47	64	75	84	90	92	90	87	77
M2-(dBA)	5 minutos	48	64	75	83	90	92	90	86	77
M3-(dBA)	5 minutos	48	65	75	83	90	92	90	86	77



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>
<b>CHRISTIAN LLUGUA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN



CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN

### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sondómetro analizador bandas de octava	<b>MAQUILA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
----------------	--	-----------------	--------	----------------	--------

### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10 kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'F';  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Micrófono:** 1/2 pulg. tipo condensador Ele direct.  
**Modo sonómetro:** Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización: 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.

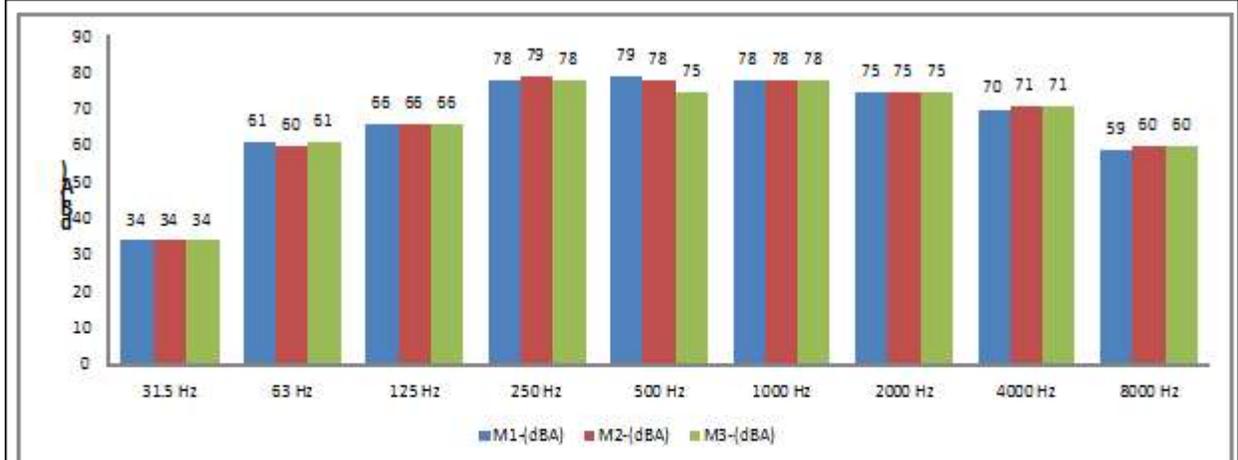
**PUESTO DE TRABAJO** Operador piso turbinas

**TAREA** Revisar Regulador de cojinetes - Unida 2

FECHA	HORA	MUESTRA	CONJUNTO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_T23	15 minutos	3 muestras	1 minutos
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	34	61	66	78	79	78	75	70	59
M2-(dBA)	5 minutos	34	60	66	79	78	78	75	71	60
M3-(dBA)	5 minutos	34	61	66	78	75	78	75	71	60



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>
<b>CHRISTIAN LLUGLA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN

CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN



### REGISTRO DE MEDICION PORTAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	--------

### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Presión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10 kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'P';  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Calificación:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonómetro:** Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.

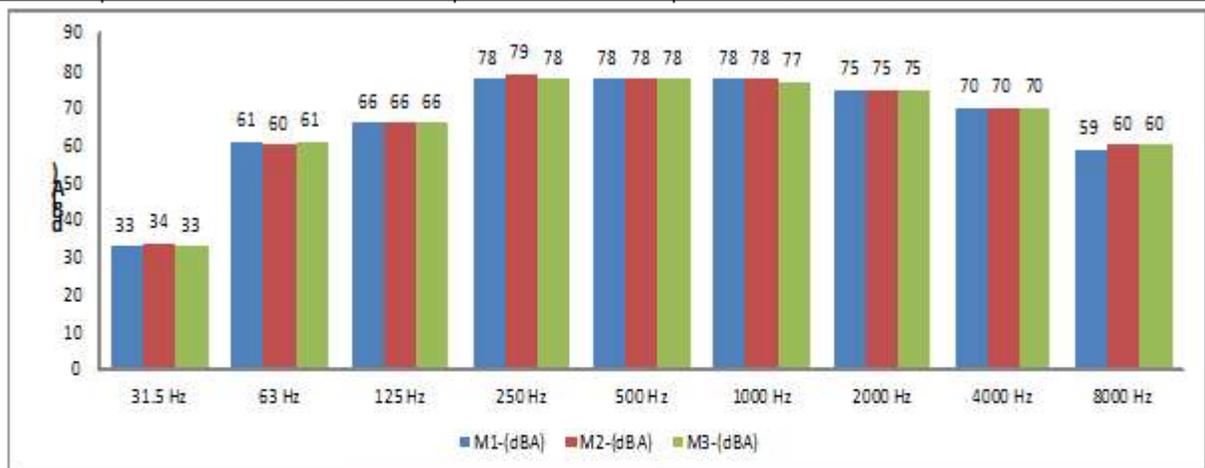
**PUESTO DE TRABAJO** Operador piso turbinas

**TAREA** Revisar presión de flujo de tanques de sumidero - Unida 2

FECHA	HORA	MUESTRA	CÓDIGO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_T24	15 minutos	3 muestras	2 minutos
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	33	61	66	78	78	78	75	70	59
M2-(dBA)	5 minutos	34	60	66	79	78	78	75	70	60
M3-(dBA)	5 minutos	33	61	66	78	78	77	75	70	60



ELABORADO POR

CHRISTIAN LLUGLIA

REVISADO POR:

ANDRES CABRERA

APROVADO POR:

ANDRES CABRERA



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN



CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN

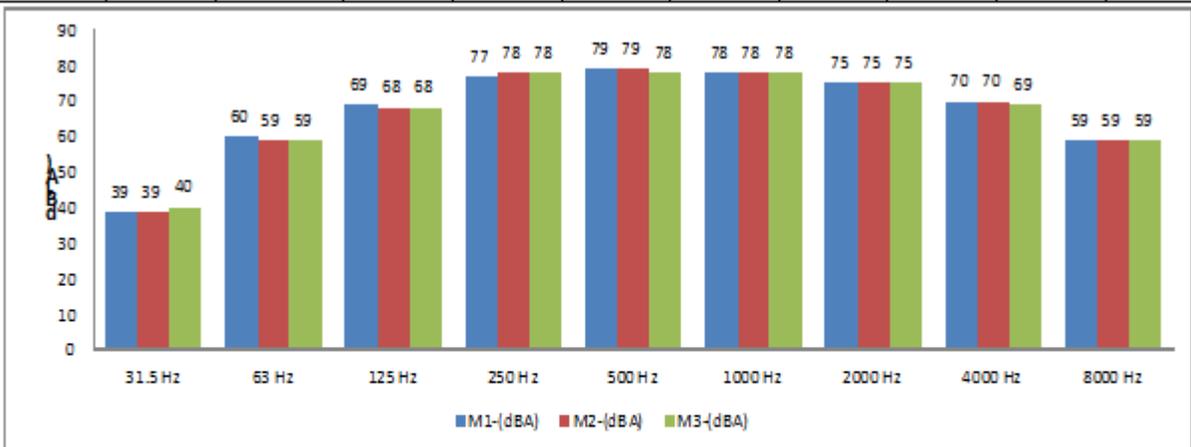
### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sonda metro analizador bandas de octava	<b>MAQUINA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>					
<p><b>Predicción:</b> ±1.5dB; <b>Escala de medición de frecuencia:</b> 25Hz a 10 KHz; <b>Escala de Medición:</b> 30dB a 130dB; <b>Ponderación de frecuencia:</b> 'A', 'C', 'P';  <b>Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):</b> Rápido y Lento; <b>Micrófono:</b> 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  <b>Modo sonómetro:</b> Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  <b>Modo de análisis de frecuencia:</b> Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización: 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.</p>					

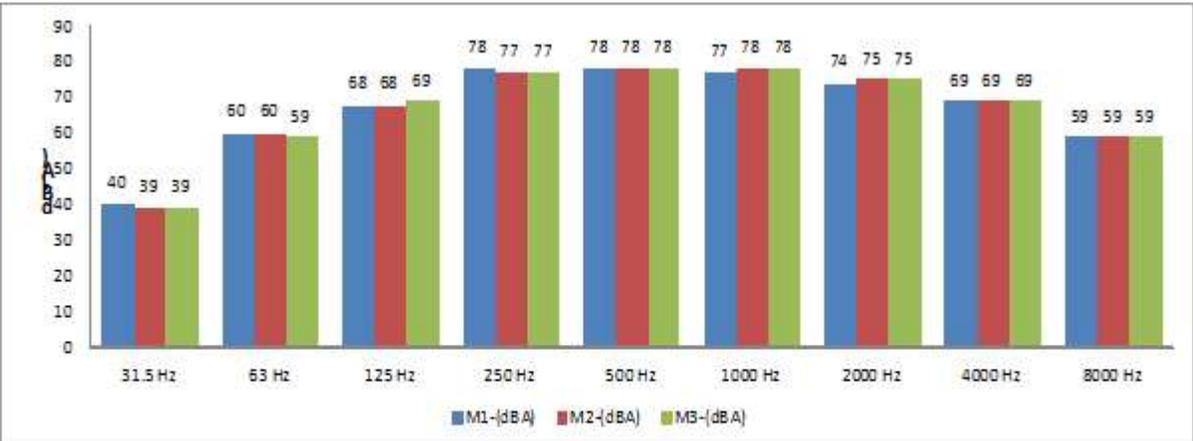
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador piso turbinas				
<b>TAREA</b>	Revisar medidores de temperatura de cojinetes de generador y actuadores - Unida 2					
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CONJUNTO</b>	<b>TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION</b>	<b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION</b>
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_125	15 minutos	3muestras	2 minutos
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	39	60	69	77	79	78	75	70	59
M2-(dBA)	5 minutos	39	59	68	78	79	78	75	70	59
M3-(dBA)	5 minutos	40	59	68	78	78	78	75	69	59



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>	
<b>CHRISTIAN LLUGLIA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRESCABRERA</b>	

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN</b>								
		<b>CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN</b>								
<b>REGISTRO DE MEDICION POR TAREA</b>										
<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	40730					
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>										
<p>Precisión: ±1.5dB; Escala de medición de frecuencia: 25 Hz a 10 kHz; Escala de Medición: 30dB a 130dB; Ponderación de frecuencia: 'A', 'C', 'P';  Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta): Rápido y Lento; Micrófono: 1/2 pulg. tipo condensador Electroret.  Modo sonómetro: Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1dB.  Modo de análisis de frecuencia: Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos;  Resolución: 0.1dB.</p>										
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>		Operador piso turbinas								
<b>TAREA</b>	Revisar flujo de agua de enfriamiento - Unida 2									
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CODIGO</b>	<b>TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION</b>	<b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION</b>				
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_T26	15 minutos	3 muestras	2 minutos				
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2								
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3								
<b>MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA</b>										
<b>N° muestra</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>31.5 Hz</b>	<b>63 Hz</b>	<b>125 Hz</b>	<b>250 Hz</b>	<b>500 Hz</b>	<b>1000 Hz</b>	<b>2000 Hz</b>	<b>4000 Hz</b>	<b>8000 Hz</b>
M1-(dBA)	5 minutos	40	60	68	78	78	77	74	69	59
M2-(dBA)	5 minutos	39	60	68	77	78	78	75	69	59
M3-(dBA)	5 minutos	39	59	69	77	78	78	75	69	59
										
<b>ELABORADO POR</b>		<b>REVISADO POR:</b>		<b>APROVADO POR:</b>						
<b>CHRISTIAN LLUGLA</b>		<b>ANDRES CABRERA</b>		<b>ANDRES CABRERA</b>						



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN



CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN

### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	--------

### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

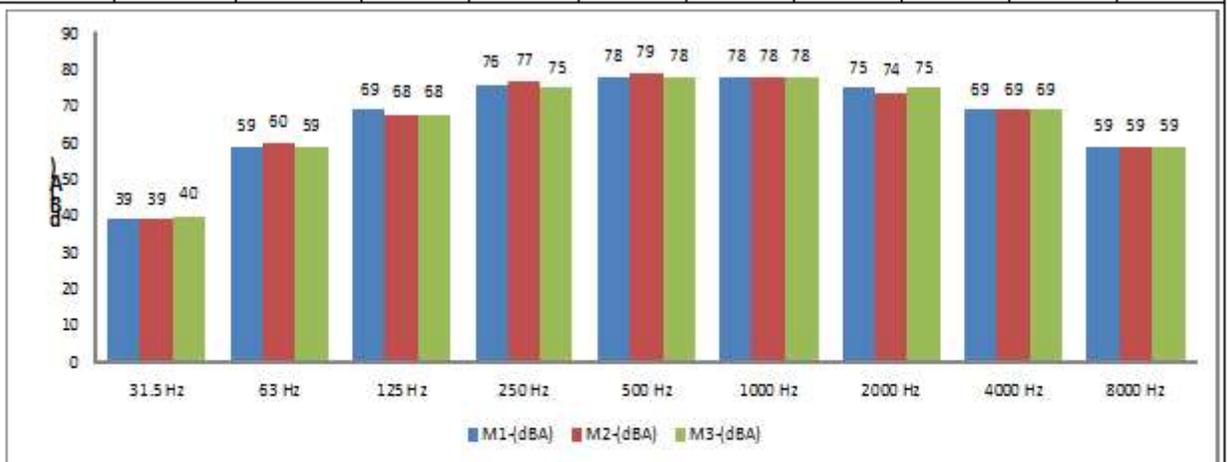
**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Ponderación de frecuencia:** 'A', 'C', 'P';  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Micrófono:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonómetro:** Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.

<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador piso turbinas
--------------------------	------------------------

<b>TAREA</b>	Revisar presión compresores principales de aire - Unida 2					
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>COSMO</b>	<b>TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION</b>	<b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION</b>
11/01/2018	11:28	MUESTRA 1	PUT_027	15 minutos	3 muestras	2 minutos
12/01/2018	19:24	MUESTRA 2				
13/01/2018	1:17	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTAVA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	39	59	69	76	78	78	75	69	59
M2-(dBA)	5 minutos	39	60	68	77	79	78	74	69	59
M3-(dBA)	5 minutos	40	59	68	75	78	78	75	69	59



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>
<b>CHRISTIAN LLUGLA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRESCABRERA</b>

## **SALA DE CONTROL**



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN



CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN

### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Soniómetro analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	407790
----------------	--	---------------	--------	----------------	--------

#### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión: ±1.5dB; Escala de medición de frecuencia: 25Hz a 10kHz; Escala de Medición: 30dB a 130dB; Ponderación de frecuencia: "A", "C", "F"; Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta): Rápido y Lento; Micrófono: 1/2 pulg. tipo condensador Electret. Modo sonómetro; Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB. Modo de análisis de frecuencia; Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.**

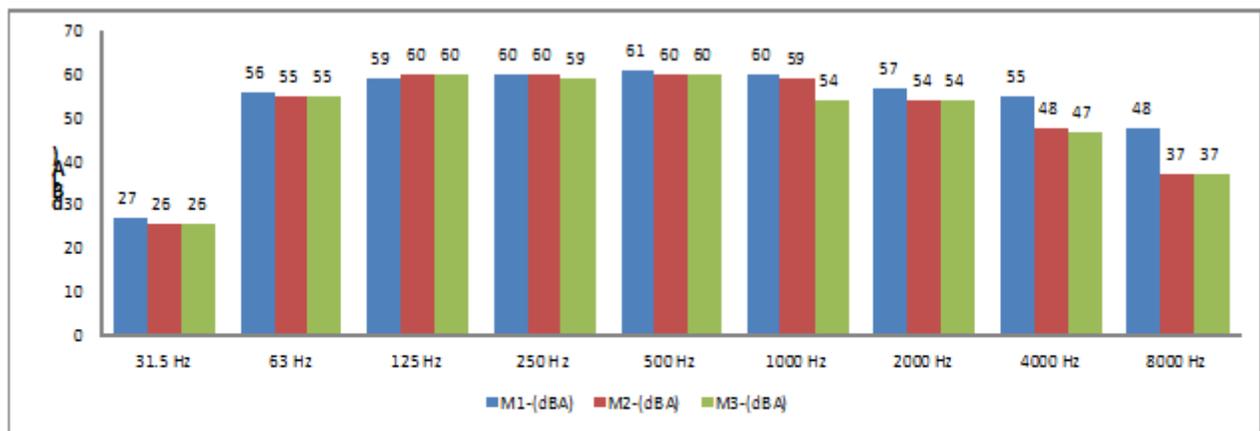
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador Sala de control
--------------------------	--------------------------

<b>TAREA</b>	Revisar Voltajes y corrientes de auxiliares de 125v
--------------	---

FECHA	HORA	MUESTRA	CODIGO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
14/01/2018	9:28	MUESTRA 1	SC_01	15 minutos	3muestras	2 minutos
15/01/2018	16:33	MUESTRA 2				
16/01/2018	6:20	MUESTRA 3				

#### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	27	56	59	60	61	60	57	55	48
M2-(dBA)	5 minutos	26	55	60	60	60	59	54	48	37
M3-(dBA)	5 minutos	26	55	60	59	60	54	54	47	37



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>
<b>CHRISTIAN LLUGUA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>	<b>ANDRES CABRERA</b>



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN



CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN

### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARCA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	40790
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	-------

#### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

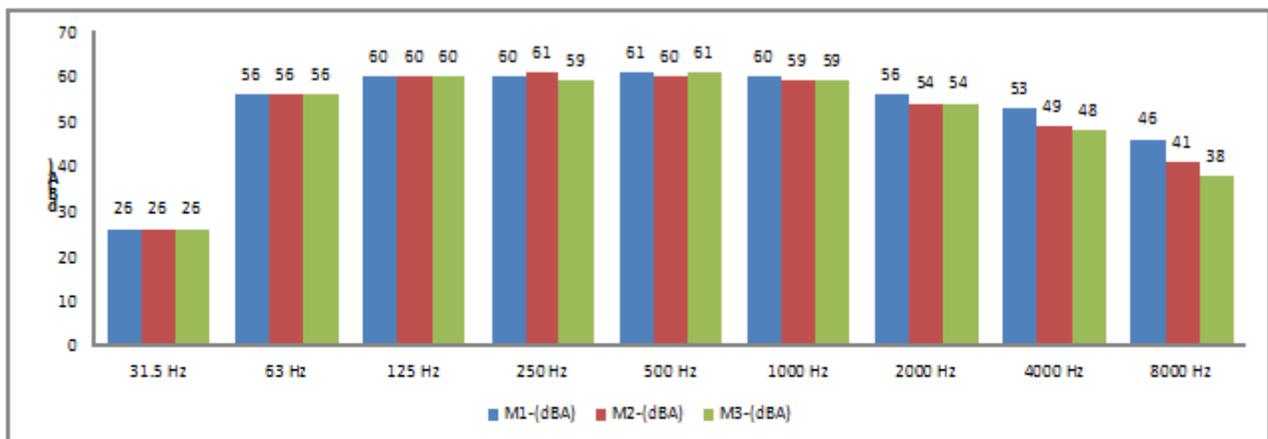
**Precisión: ±1.5dB; Escala de medición de frecuencia: 25Hz a 10kHz; Escala de Mediciones: 30dB a 130dB; Ponderación de frecuencia: 'A', 'C', 'F';**  
**Ponderación de tiempo (tiempo de respuesta): Rápido y Lento; Mínimo: 1/2 pulg. tipo condensador Electret.**  
**Modo sonómetro: Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.**  
**Modo de análisis de frecuencia: Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización: 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.**

<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador Sala de control
--------------------------	--------------------------

<b>TAREA</b>	Revisar temperatura de generadores					
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CODIGO</b>	<b>TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION</b>	<b>NUMERO TOTAL DE MUESTRAS</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION</b>
14/01/2018	8:15	MUESTRA 1	SC_02	15 minutos	3 muestras	2 minutos
15/01/2018	17:45	MUESTRA 2				
16/01/2018	23:50	MUESTRA 3				

#### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	26	56	60	60	61	60	56	53	46
M2-(dBA)	5 minutos	26	56	60	61	60	59	54	49	41
M3-(dBA)	5 minutos	26	56	60	59	61	59	54	48	38



<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>
<b>CHRISTIAN LLUGLIA</b>	<b>ANDRES CARRERA</b>	<b>ANDRES CARRERA</b>



## UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN

CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN



### REGISTRO DE MEDICION POR TAREA

<b>EQUIPO:</b>	Sonómetro analizador bandas de octava	<b>MARKA:</b>	EXTECH	<b>MODELO:</b>	40750
----------------	---------------------------------------	---------------	--------	----------------	-------

### CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

**Precisión:** ±1.5dB; **Escala de medición de frecuencia:** 25Hz a 10kHz; **Escala de Medición:** 30dB a 130dB; **Preselección de frecuencia:** "A", "C", "F";  
**Preselección de tiempo (tiempo de respuesta):** Rápido y Lento; **Módulo:** 1/2 pulg. tipo condensador Electret.  
**Modo sonómetro:** Indicador numérico: 4 dígitos; tasa de actualización: 0.5 segundos; resolución: 0.1 dB.  
**Modo de análisis de frecuencia:** Indicador numérico: 4 dígitos; Tasa de actualización: 0.5 segundos; Resolución: 0.1dB.

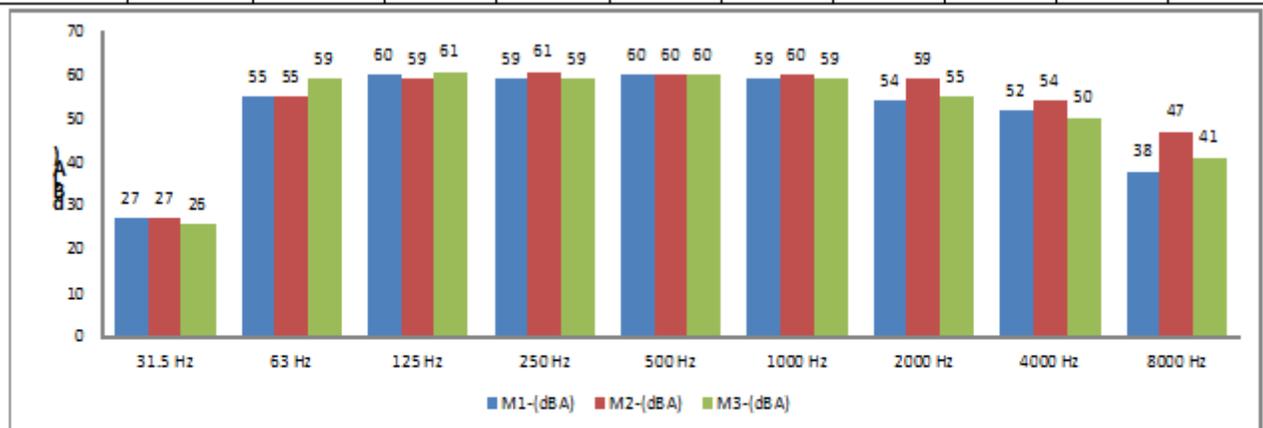
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	Operador Sala de control
--------------------------	--------------------------

<b>TAREA</b>	monitoreo y control de actividad de unidades 1 y 2
--------------	--

FECHA	HORA	MUESTRA	COBRO	TIEMPO ACUMULADO DE MEDICION	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS	TIEMPO DE EXPOSICION
26/12/2017	11:28	MUESTRA 1	SC_08	15 minutos	3 muestras	2 minutos
27/12/2017	19:24	MUESTRA 2				
28/12/2017	3:17	MUESTRA 3				

### MEDICIONES POR BANDA DE OCTABA

N° muestra	TIEMPO	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
M1-(dBA)	5 minutos	27	55	60	59	60	59	54	52	38
M2-(dBA)	5 minutos	27	55	59	61	60	60	59	54	47
M3-(dBA)	5 minutos	26	59	61	59	60	59	55	50	41

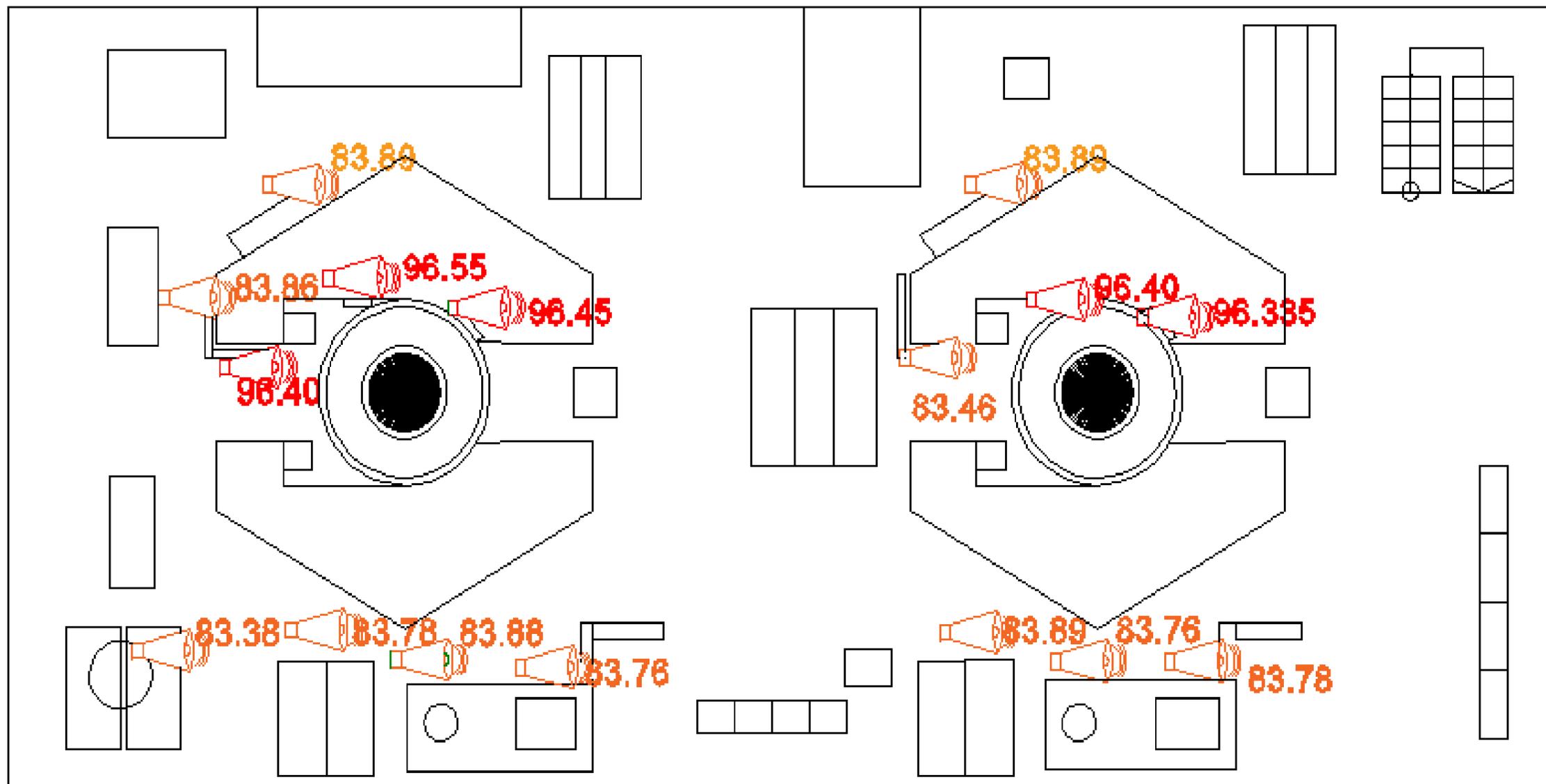


<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROVADO POR:</b>	
<b>CHRISTIAN LLUGUA</b>	<b>ANDRES CARRERA</b>	<b>ANDRES CARRERA</b>	

**ANEXO 6**  
**Plan de mantenimiento**

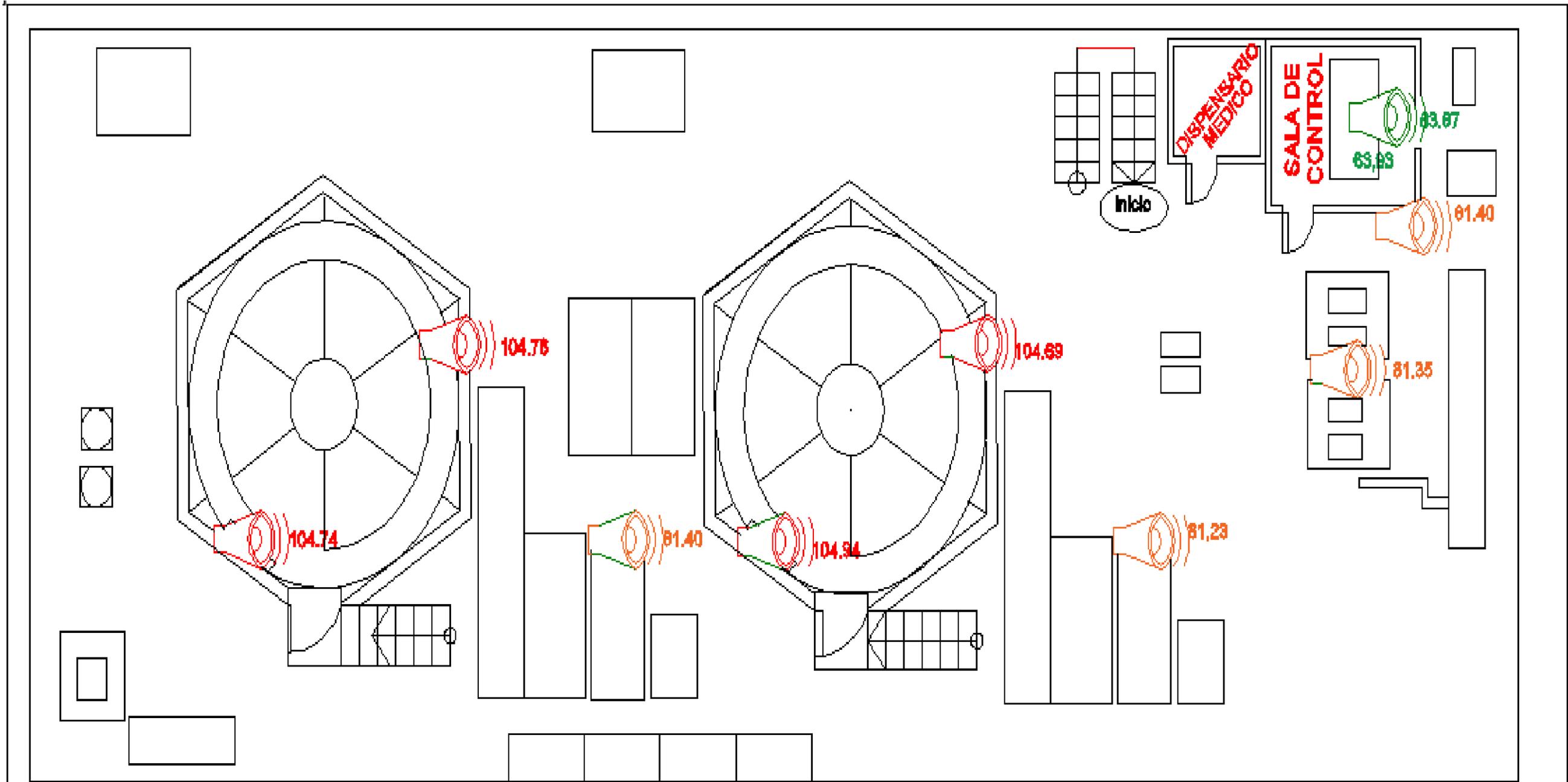
		UNIDAD DE NEGOCIO HIDROAGOYÁN		
		CASA DE MAQUINAS CENTRAL HIDROELECTRICA HIDROAGOYÁN		
Departamento de operaciones		plan de mantenimiento año 2018		
Enero		mantenimiento de válvulas		
Febrero				
Marzo	mantenimiento unidad 1			
Abril		mantenimiento de válvulas		
Mayo				
Junio	mantenimiento túnel de ventilación		mantenimiento tanques de sumideros	
Julio			mantenimiento unidad 2	
Agosto				
Septiembre				mantenimiento de válvulas
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				

**ANEXO 7**  
**Mapa de ruido**



LEYENDA	
COLOR	RUIDO dBA
	90 -95 dBA
	80-85 dBA

MAPA DE RUIDO		
PISO DE TURBINAS	CELEC-EP HIDROAGOYÁN	FECHA: 02-03-2018



LEYENDA	
COLOR	DECIBELES dBA
■	> 95 dBA
■	80 - 95 dBA
■	< 70 dBA

MAPA DE RUIDO		
PISO DE GENERADOR	CELEC-EP HIDROGAYÁN	FECHA 2-03-2018

## **ANEXO 8**

**Nota técnica de prevención 951**  
**Estrategias de medición de ruido**

## **ANEXO 9**

**Nota técnica de prevención 503**  
**Confort acústico en oficinas**

## **ANEXO 10**

**Nota técnica de prevención 638**  
**Estimación de atenuación efectiva del ruido**

## **ANEXO 11**

**Decreto ejecutivo 2393**

## ANEXO 12

### Certificados de calibración del equipo Sonómetro bandas de octava EXTECH 407790

	<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> Ciudadela Guayaquil, calle 1era. mz 21 solar 10 Guayaquil - Ecuador Pbr: 04-2262007 Fax: ext. 403 http://www.elicrom.com mail: ventas@elicrom.com																				
CERTIFICADO No: <b>0407-02-16</b>																					
<b>IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>																					
EMPRESA:	CORPORACION DE FOMENTO PARA LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA CORFOPYM																				
DIRECCIÓN:	BOLIVAR 1964 Y CASTILLO Y QUITO																				
TELÉFONO:	32629370																				
<b>IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO</b>																					
EQUIPO:	SONOMETRO																				
MARCA:	EXTECH																				
MODELO/TIPO:	407790																				
SERIE:	130910238																				
CÓDIGO CLIENTE:	EC-2014-2318																				
UNIDAD DE MEDIDA:	dB																				
RESOLUCIÓN:	0.1																				
<b>EQUIPOS UTILIZADOS</b>																					
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL.															
EL.PC.003	CALIBRADOR DE SONOMETRO	SPER SCIENTIFIC	800018	061202542	24-abr-17	24-abr-18															
EL.PT.305	TERMOMIROMETRO	CENTER	342	140103655	24-abr-17	24-abr-18															
<b>CALIBRACIÓN</b>																					
PROCEDIMIENTO:	GENERAL																				
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE ELICROM																				
TEMPERATURA MEDIA:	24.0 °C																				
HUMEDAD MEDIA:	54.2 %HR																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Unidad de Medida</th> <th style="text-align: center;">Patrón</th> <th style="text-align: center;">Equipo</th> <th style="text-align: center;">Corrección</th> <th style="text-align: center;">Incertidumbre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">dB (deciveles)</td> <td style="text-align: center;">94</td> <td style="text-align: center;">94.3</td> <td style="text-align: center;">-0.3</td> <td style="text-align: center;">0.056</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">dB (deciveles)</td> <td style="text-align: center;">114</td> <td style="text-align: center;">114.3</td> <td style="text-align: center;">-0.3</td> <td style="text-align: center;">0.056</td> </tr> </tbody> </table>							Unidad de Medida	Patrón	Equipo	Corrección	Incertidumbre	dB (deciveles)	94	94.3	-0.3	0.056	dB (deciveles)	114	114.3	-0.3	0.056
Unidad de Medida	Patrón	Equipo	Corrección	Incertidumbre																	
dB (deciveles)	94	94.3	-0.3	0.056																	
dB (deciveles)	114	114.3	-0.3	0.056																	
<b>OBSERVACIONES</b>																					
La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA-4/02. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento del ensayo.																					
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:		Aldina Bujaña																			
FECHA CALIBRACIÓN:		2017-04-24		FECHA PRÓXIMA:		abr-18															
	AUTORIZADO POR: Ing. Sabino Pineda GERENTE TÉCNICO			RECIBIDO POR:  RESPONSABLE - CLIENTE																	

# SONOMETRO PCE--322



**Servinca**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

Calibración Nº TS11/8918

Calibración Nº

Página 2 de 2 páginas

Page 2 of 2 pages

### DATOS EQUIPO A CALIBRAR

**INSTRUMENTO:** SONÓMETRO  
**MARCA/MODELO:** PCE INSTRUMENTS PCE-322A  
**IDENTIFICACIÓN:** 131215251  
**ALCANCE:** 50 - 165 dB  
**RESOLUCIÓN:** 0,1 dB  
**SOLICITANTE:** HIJOTELECTRONIX LIMITADA  
**FECHA RECEPCIÓN:** 14/02/2014 **FECHA CALIBRACIÓN:** 17/02/2014

### DATOS DE LA CALIBRACIÓN

INSTRUMENTOS PATRÓN:	Nº SERIE	Nº CERTIFICADO
TERMOMÉTRICO	0590270	LTH-07114-1_1
CALIBRADOR ACÚSTICO	036757	0804605664

**PROCEDIMIENTO:** TS-PC-07-28

**PROCESO DE MEDIDA:**

Los valores medidos se han obtenido con utilización del sonómetro calibrado con un calibrador externo de referencia. El procedimiento ha sido el de realizar cinco medidas usando el calibrador acústico a 64 dB. En la tabla adjunta aparecen la media de las medidas tomadas, la corrección a efectuar en dB, y la incertidumbre asignada al equipo de medida (U en dB).

**TRAZABILIDAD:**

La trazabilidad de las medidas efectuadas se refiere a nuestros equipos de referencia calibrados por el laboratorio en laboratorios asociados o internacionales, acreditados o reconocidos por EIAC, o a través de laboratorios participantes en intercomparaciones del BIPM.

### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Frecuencia (Hz)	Nivel de referencia (dB)	Lectura media (dB)	Depresión (dB)	Incertidumbre expandida (dB)
1000	94,0	94,0	0,0	±0,15

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

TEMPERATURA (°C): 20 ± 1

HUMEDAD RELATIVA (%): < 60

**LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Laboratorio Servinca

Fecha de emisión: 17 de febrero de 2014

Número de expediente: 13744

Los resultados expresados en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones. Este Certificado expresa solamente el resultado de las medidas realizadas. TECNOLÓGICOS SERVINCA, no se responsabiliza de los resultados obtenidos en el uso posterior de los instrumentos calibrados.

00000000000000

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

Calibración Nº TS11/8918

Calibration Nº

Página 1 de 2 páginas

Nº Anexos 2

Page 1 of 2 pages

**Tecnologías Servincal S.L.L.**

**LABORATORIO DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN**

C/Kriptón 19 A - 47012 Valladolid

Tfno: 983 218 214 Fax: 983 219 015

servincal@servincal.com

www.servincal.com



<b>OBJETO:</b> Item	SONÓMETRO
<b>MARCA:</b> Mark	FCE INSTRUMENTS
<b>MODELO:</b> Model	FCE-322A
<b>IDENTIFICACIÓN:</b> Identification	131219251
<b>SOLICITANTE:</b> Applicant	HIG-ELECTRONIX LIMITADA CALLE 65 SUR Nº 68F-05, 2º PISO ESQUINA BOGOTÁ

**FECHA/S CALIBRACIÓN:** 17/02/2014

Date/s of calibration

**Nº DE EXPEDIENTE:** 13744

Expedient number

Signatario autorizado

Autorizado signatory

Firmado por: MANUEL PARZUELOS  
JOSE ANTONIO (AUTENTICACIÓN)  
Fecha y hora: 14/02/2014 11:21:34

Fecha de emisión

Date of issue

17 de febrero de 2017

Manuel Parzuelos

Director Técnico

Este certificado es válido de acuerdo con las condiciones aplicadas en la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2005.  
Este documento cumple con los requisitos de trazabilidad, integridad e integridad de los instrumentos calibrados en el momento  
previsto por la norma, en cuanto a la procedencia, identificación de los documentos y la cualidad de medida del laboratorio.  
Este certificado NO podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

This certificate is issued in accordance with the UNE EN ISO/IEC 17025:2005.  
This document complies with the requirements of traceability, integrity and integrity of the instruments used in calibration laboratory, as well as  
metrological traceability requirements with the measurement capability of the laboratory.  
This certificate may not be partially reproduced without the prior written authorization of the issuing laboratory.