

Análisis de Ruido en Área de Entrenamiento de la Compañía Talleres PMIASA – Guayaquil

Analysis of noise in the training Area of the company workshops PMIASA – Guayaquil

Antonio Patricio Parra Freire^{1,*}, Pedro Noboa-Romero^{2,†},
Carlos Daniel Campoverde Pillajo^{3,‡}, Miguel Botto-Tobar^{4,⊗}, Manuel Andrés Avilés Noles^{5,⊖}.

¹Importadora Industrial Agrícola - IIASA CAT.

²Universidad Técnica de Babahoyo.

³Ingenio San Carlos.

⁴Universidad de Guayaquil.

⁵Universidad Estatal de Milagro.

{parra_antonio@iiasacat.com, gnoboa_20@hotmail.com, danielcarlos0777@gmail.com,
mabt08@gmail.com, mavilesn1@unemi.edu.ec}

Fecha de recepción: 23 de mayo de 2017 — Fecha de aceptación: 12 de junio de 2017

Resumen—Este trabajo presenta un estudio de los niveles de ruido al que están expuestos el personal que realiza actividades en el área de entrenamiento técnico de la compañía Talleres PMIASA en la ciudad de Guayaquil. El propósito de esta investigación fue determinar la naturaleza y extensión del problema de ruido que se presenta en esta área para lo cual se estableció la línea y base con lo cual se identificó que, a pesar de ser un área de entrenamiento, existen problemas relacionados con ruidos que están fuera de la ley ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2010) y que involucra riesgos de pérdida de audición para las personas expuestas (El Instructor principalmente) y también niveles de ruido que afectan las actividades de concentración en zonas dedicadas a estudiar (las personas que se encuentra en los salones de clases). Las mediciones de ruido se lo hicieron por sonometría simulando las actividades bajo condiciones de trabajo habituales y los resultados mostraron altos niveles de ruido continuo (100 dBA) en las áreas donde el Instructor y los estudiantes realizan las actividades propias de los cursos que reciben. En la parte final de esta investigación se proponen alternativas de mitigación del ruido desde el punto de vista administrativo (distribuir las horas de prácticas diarias de tal forma que no superen 2 horas continuas, cursos de concientización al personal) y desde el punto de vista ingenieril (Uso de protectores auditivos, mejorar el aislamiento del cuarto de compresor, mejorar el aislamiento de la sala “Héctor Andrade”) entre otras alternativas de mitigación.

Palabras Clave—Ruido, Riesgo Laboral, Sonometría.

Abstract—This paper presents a study of the noise levels to which the personnel performing activities in the technical training area of the PMIASA Talleres company in the city of Guayaquil are exposed. The purpose of this research was to determine the nature and extent of the noise problem presented in this area for which baseline was established. It was identified that, despite being a training area, there are problems related to Noises that are outside Ecuadorian law (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2010) and that involves risks of hearing loss for the exposed people (The Instructor mainly) and also noise levels that affect the activities of concentration in areas dedicated to study (the people in the classrooms). Noise measurements were made by sonometry simulating activities under usual working conditions and the results showed high levels of continuous noise (100 dBA) in areas where the Instructor and students perform the activities of the courses they receive. In the final part of this research, alternatives to noise mitigation are proposed from the administrative point of view (distribute daily practice hours so that they do not exceed 2 continuous hours, staff awareness courses) and from the technical point of view (Use of hearing protectors, improve the isolation of the compressor room, improve the isolation of the room “Héctor Andrade”) among other mitigation alternatives.

Keywords—Noise, Occupational hazard, Sonometry.

INTRODUCCIÓN

El ruido se define como cualquier perturbación del sonido considerada desagradable; está presente en todas las actividades humanas, y cuando se evalúa su impacto en el

bienestar humano se lo clasifica normalmente como ruido ocupacional o ruido en el lugar de trabajo. (Kirchner et al., 2012)

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la pérdida de audición provocada por el ruido es una de las enfermedades ocupacionales más comunes, y solamente el 75 % de los países cuentan con proyectos para la prevención de este tipo de malestares. (OMS, 2015)

La prevención de enfermedades en el trabajo, y el control de los factores que las causan, es uno de los principales desafíos para incrementar las ventajas competitivas de las

*Ingeniero Mecánico, Magister en Diseño y Evaluación de Modelos Educativos

†Ingeniero Industrial, Estudiante del Máster en Ecoeficiencia Industrial

‡Ingeniero Industrial, Estudiante del Máster en Ecoeficiencia Industrial

⊗Ingeniero en Sistemas Computacionales, Máster en Ingeniería en Software, Métodos formales y Sistemas de información

⊖Ingeniero en Sistemas Computacionales, Máster en Administración

industrias a nivel mundial, los cuales mejoran el rendimiento de los trabajadores, utilizando procesos eficientes y seguros. El reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores en Ecuador, publicado mediante Decreto Ejecutivo 2393, Registro Oficial 565, del 17 de noviembre de 1986, en su artículo 55 establece como “límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos (sic) en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido”. (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2010)

La diversidad del proceso de producción, los más variados agentes presentes en los ambientes laborales y los diferentes equipos llevan a riesgos ambientales/ocupacionales que difieren entre sí, con características de intensidad, duración y aspecto, no solamente entre las industrias, sino también dentro de una misma industria. (Ganime et al., 2010)

La exposición a los riesgos ocupacionales puede ocasionar pérdida en la calidad y desempeño del trabajador, y determina su comportamiento, su calidad de vida y salud, incluyendo los acontecimientos por enfermedad y accidentes de trabajo. (Ganime et al., 2010)

Como resultado de la exposición a niveles elevados de ruido industrial se produce hipoacusia o sordera profesional que no es más que la pérdida de la audición de ambos oídos, irreversible y acumulativa de tipo nervioso sensorial que afecta las frecuencias conversacionales. (Hernández Díaz and González Méndez, 2007)



Figura 1. El Ruido
Fuente: (Morales, 2006)

La importancia de este contaminante ambiental ha motivado que se hayan realizado numerosas investigaciones acerca de este tema, lo que ha permitido en los últimos años un mayor conocimiento y establecimiento de normas y recomendaciones por diferentes países y organismos. (Hernández Díaz and González Méndez, 2007)

La Figura 2 pertenece a la Noise Pollution Clearinghouse, la cual hace una comparación entre algunos sonidos comunes y el efecto que producen desde el punto de vista del daño potencial para la audición.

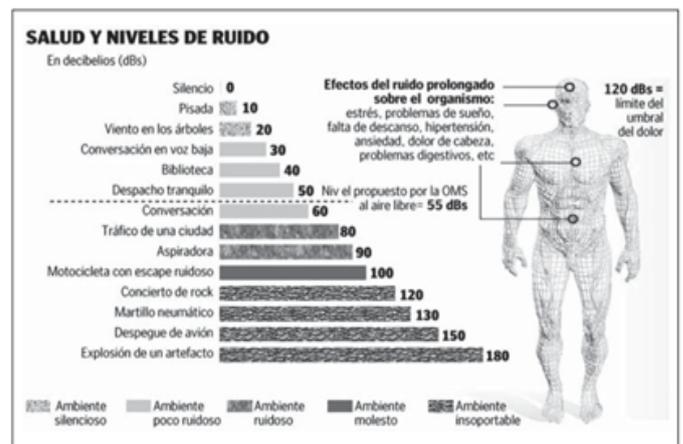


Figura 2. Niveles sonoros y respuesta humana.
Fuente: (Ceja et al., 2015)

El incremento de la capacidad productiva, la aparición de nuevas ramas de la economía en la industria y la intensificación de los procesos tecnológicos, van a la par con el aumento de los niveles sonoros, así como una gran cantidad de acciones que generan ruido intermitente y de impulso. (Martinez and Carmen, 1995)

El Análisis de ruido laboral se empieza a realizar en el Ecuador a partir del año 1988 mediante el decreto 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del ambiente de trabajo. A partir de dicha fecha todas las empresas empiezan a crear sus departamentos de seguridad y salud ocupacional, departamento que tiene entre sus responsabilidades el monitoreo de parámetros físicos y químicos que estipula la ley con la finalidad de velar por la salud del empleado. (Ganime et al., 2010) El ruido y sus consecuencias es una carga antieconómica que puede ser evitada con el chequeo de la salud del empleado, a través del conocimiento de los riesgos ambientales locales, buscando opciones de bloqueo para los riesgos, cuyos hechos ocurrieron probablemente por encima de los límites permisibles. (Arturo and González, 2008)

Entre esos parámetros se encuentra las mediciones de nivel de ruido al que se exponen los trabajadores y lo cual es el objetivo de este trabajo pero en un área considerada “no-ruidosa”. En encuestas realizadas a varias empresas de la ciudad de Guayaquil, de alguna u otra manera todas cumplen con la normativa pero aplicada a las áreas productivas. El área de entrenamiento, al no ser considerada productiva, está siendo excluida del análisis de ruido laboral. Se está partiendo del supuesto que en el área de entrenamiento se generan ruidos por lo que en este trabajo se planteó la hipótesis de que las actividades realizadas en el área de entrenamiento están sujetas a ruidos excesivos y que podrían estar fuera de la normativa vigente en el país.

En este trabajo se trata de demostrar esta hipótesis con la finalidad de tomar las acciones necesarias para precautelar la salud del personal que se desenvuelve en estas áreas de entrenamiento Técnico que se trabajan con equipos que generan mucho ruido y vibraciones como son motores de com-

bustión interna, Generadores de Potencia Eléctrica, Máquinas de movimiento de tierra entre otras.

METODOLOGÍA

Hemos utilizado la metodología de la norma internacional UNE 74-024-92 (ISO 2204): Guía para la elaboración de normas sobre la medida de ruido aéreo y la evaluación de los efectos sobre el hombre, que consiste en el método de control, por lo cual hemos medido los niveles de ruido en las zonas de trabajo con un sonómetro utilizando un número limitado de puntos de medidas.

Para la medición se la hizo en dos condiciones, la primera con arranques individuales y la segunda todos los equipos prendidos. La Condición de todos los equipos encendidos se realiza en promedio durante 2 horas en la mañana y 2 horas en la tarde.

Revisión Ambiental Inicial.- En esta parte se trabajó mapeando el área las áreas dedicadas a capacitación técnica de la empresa. En la figura 3 se observa la distribución real de las diferentes áreas y bahías de trabajo del Centro de entrenamiento que se está realizando la investigación. Se puede diferenciar dos grandes bloques: el bloque 1 donde se realiza la parte práctica de los cursos que se imparten; y el bloque 2, destinado a oficinas de Instructores y salones de clases.



Figura 3. Vista en Planta – Área de entrenamiento
Fuente:IIASA, CAT

El Objetivo de este proyecto es analizar las condiciones actuales de trabajo del área de entrenamiento técnico de esta Empresa y plantear alternativas de solución relacionadas con Prevención y control de Ruido, en caso de ser necesarias.

Se realizó una Auditoria de Lucha contra el Ruido aplicada al Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional y al Gerente del Área de entrenamiento. Los resultados coinciden y se muestran en la tabla 1. Se observa que las respuestas de los 2 directivos coinciden en que se tiene un buen plan para gestión del ruido en la empresa pero al área de entrenamiento no se la está considerando en las mediciones y controles.

Tabla 1. Resumen de resultados auditoria de lucha contra el ruido.

Pregunta	Respuesta
1	NO
2	NO
3	NO
4	NO
5	NO
6	SI (solo para área productiva)
7	SI (solo para área productiva)
8	SI (solo para área productiva)
9	NO
10	SI

Fuente: Autores.

Con estas respuestas la calificación obtenida en cuanto a gestión de ruido en el área de entrenamiento es “MALA”. Detalles de esta encuesta se lo puede apreciar en el Anexo 2. Como resultado de esta auditoria podemos concluir que hay que realizar las mediciones necesarias en esta área como si fuera un área productiva más de la empresa.

Para le medición de los niveles de contaminación acústica en los puestos de trabajos se utilizó un Sonómetro con las siguientes especificaciones indicadas en la tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones del sonómetro

Estándar aplicado	IEC61672-1 CLASS 2
Exactitud	+/- 1.4 dB
Rango de frecuencia	31.5 Hz – 8KHz
Rango bajo	30 dB a 80 dB
Rango medio	50dB a 100 dB
Rango alto	80dB a 130dB
Micrófono	1/2 inch electret microphone

Fuente: Autores.

Las mediciones se tomaron en dos condiciones: de manera individual a cada equipo funcionando y luego arrancando todos los equipos a la vez simulando un curso típico que se realiza en este centro de entrenamiento. En el figura 4 se muestra los puntos críticos de medición. Y en la tabla 3 se muestra los detalles de los equipos.

Un curso típico del centro de entrenamiento demanda estar 2 horas continuas realizando tareas cerca del motor estando funcionando a bajas y altas revoluciones. Generalmente está el Instructor y 4 personas por grupo cerca de cada motor. Estas son las condiciones reales de trabajo del personal del área de prácticas. Al mismo tiempo hay personal en las salas de clases recibiendo también capacitación en las aulas.

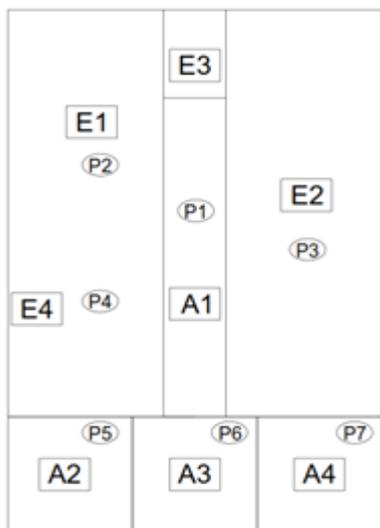


Figura 4. Esquema de puntos de medición
Fuente:IIASA, CAT

Tabla 3. . Detalle de Equipos y Áreas

Punto	Descripción
E1	Equipo 1: Motor Diésel 200 HP
E2	Equipo 2: Motor Diésel 170 HP
E3	Equipo 3: Extractor de gases de escape
E4	Equipo 4: Compresor de aire 10 HP
A1	Área central del Taller (A1)
A2	Área de clases A2 Laboratorio
A3	Área de clases A3 Salón 1
A4	Área de clases A3 Salón 2
P1	Punto de Medición en Área A1
P2	Punto de medición cerca de E1
P3	Punto de medición cerca de E1
P4	Punto de medición cerca de E4
P5	Punto de medición en A2
P6	Punto de medición en A3
P7	Punto de medición en A4

Fuente: Autores

Normativa Legal

Todo el análisis se basó en la norma ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2010) que establece las dosis de exposición al ruido indicados en la tabla 4.

Tabla 4. Tiempos de exposición permitida.

Nivel Sonoro dBA	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2010)

Los puntos P1, P2, P3 y P4, son puntos de exposición directa de ruido por parte de los Instructores y Estudiantes para quienes se usará la tabla 4. Para los puntos P5, P6 y P7, siendo estas áreas que requieren concentración, la norma ecuatoriana establece un nivel no mayor a 70 dBA para cumplimiento legal.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

De la figura 7 (anexo 2) podemos inferir los siguientes resultados:

1. El ruido de fondo del área, medido en P1 es 57 dBA. Se observa que el ruido de fondo sube ocasionado por el tráfico vehicular en la calle adyacente a esta área (70 dBA).
2. El equipo que más ruido genera es el equipo E1 medido en P1 (96 dBA) y P2 (99 dBA). En estos puntos el nivel de ruido es inaceptable y fuera de norma.
3. En la condición de encendido de todos los equipos (condición 2), el nivel de exposición al ruido se encuentra fuera de norma; medidos en P1 (97 dBA, P2 (100 dBA), y P3 (99 dBA).
4. En las áreas P5, P6 y P7, áreas que demandan niveles de concentración, se observa que también están fuera de especificación ya que la norma demanda niveles de ruido menores a 70 dBA.

Soluciones

El ruido en el lugar de trabajo se puede controlar y combatir: 1) en su fuente; 2) poniéndole barreras; y 3) en el trabajador mismo. Al igual que con otros tipos de exposición, la mejor manera de evitarlo es eliminar el riesgo. Así pues, combatir el ruido en su fuente es la mejor manera de controlar el ruido y, además, a menudo puede ser más barato que cualquier otro método.

Para reducir el ruido que llega desde la calle, se pueden usar aberturas de materiales que contribuyan con la aislación acústica, como el PVC. A esto podemos sumar un doble vidrio hermético: es decir, dos vidrios separados por una cámara de aire con lo cual se obtendrá un valor aproximado para el receptor de 40dbA con equipos apagados y ruido del exterior, tendríamos un índice de aislamiento:

$$R = Lp_1 - Lp_2 = 30dBA$$

Se le puede colocar al compresor de aire un aislamiento sonoro acústico de material duro con un forro blando y absorbente o una placa rigidizada de 25 mm poliuretano con lo cual se reduciría 40dbA.

Con una placa doble de vidrio tendría un:

$$TL = 39dBA; vidrio = 25kg/m_2$$

$$TL = 20log(25 * 1000) - 48 = 39dbA$$

En los lugares donde se requiere mayor concentración indicados en P5, P6, P7 un cuarto que tiene medidas de 4x10x3(m), se haya el nivel de presión sonora total.

$$Lp = 10log(10^{7,6} + 10^7 + 10^{6,5}) = 77,2dbA$$

Se puede recubrir el tumbado y las dos paredes sin ventana con material absorbente como placa de yeso de 25mm nos dan como resultado:

$$A = (0,05 * 24) + (0,05 * 30) + (0,05 * 40) = 4,7 \text{ sabino}$$

Tiene una densidad superficial de 8.

$$TL = 20 \log(8 * 1000) - 48 = 30 \text{ dbA}$$

$$NR = TL + 10 \log(A/S); 30 + 40 \log(0,05) = 16,98 \text{ dbA de reducción}$$

Donde:

$NR =$ Reducción de ruido

$TL =$ Pérdida por transmisión

$A =$ Absorción sonora

$S =$ Área total

Con este resultado nos indica que se ha podido reducir un intervalo de 16,98 dbA en el área de clases.

DISCUSIÓN

Los límites de ruido en el área de entrenamiento técnico de la compañía Talleres PMIASA, no cumplen con la norma nacional vigente (85 dB), se puede evidenciar que por la utilización de equipos (motores, compresores, extractores) se expresan niveles de 97 dbA, 100 dbA, y 99 dbA.

La aplicación de modelos matemáticos de ruido, nos permiten determinar las condiciones de trabajo en las que se encuentra el personal de IIASA – CAT, y a través de un análisis de los resultados y comparación de los mismos por medio de normas vigentes, conocer si se cumple o no con los límites normales o máximos permisibles de exposición.

El control del ruido en los ambientes de trabajo está estrechamente relacionado con el rendimiento de los trabajadores, los niveles de pérdidas, la accidentalidad y sin lugar a duda las enfermedades profesionales. En los lugares de trabajo “el control de ruido es la tecnología para obtener un ruido ambiental aceptable, de acuerdo con consideraciones económicas y operativas”, (Harris, 1995) en este punto es necesario aclarar que el control de ruido no es lo mismo que la reducción de ruido ya que en el primer caso se toman en cuenta todas aquellas estrategias que permiten la mitigación del impacto del ruido en la salud de los trabajadores, mientras que el segundo caso el objetivo está orientado a la mitigación de la fuente. (Polanco Contreras and Céspedes Torres, 2012)

Para la mitigación y control del ruido se puede implementar medidas preventivas (EPP), diseño de puestos de trabajo, inclusive reducir el tiempo de exposición de los trabajadores, con la finalidad de preservar la integridad de los mismos y cumplir con parámetros, normas nacionales e internacionales en el ámbito de la seguridad y salud ocupacional en el trabajo.

Es fundamental mantenerse dentro límites permisibles de niveles de ruido, conocer cada una de las definiciones y clasificaciones, que permiten realizar el análisis de los puestos de trabajo. (Libro VI Anexo 5, 2015)

CONCLUSIONES

La pérdida temporal o permanente de audición a causa de la exposición al ruido en el lugar de trabajo es una de las enfermedades profesionales más corrientes.

Ahora bien, se puede combatir el ruido mediante distintos métodos, el más eficaz de los cuales es hacerlo en la fuente que lo produce; el método menos aceptable es el de la protección de los oídos ya que el ruido sigue ahí y no se lo ha disminuido.

Por lo general, de 85 a 90 dB durante una jornada laboral de ocho horas es el nivel permisible de ruido, aunque es mejor disminuir el ruido aún más, siempre que sea posible. Se puede utilizar materiales aislantes como lo demostramos para hacer reducir el nivel de presión sonora al receptor como yeso, hormigón, vidrio laminado, materiales porosos.

RECOMENDACIONES

Se recomendó soluciones administrativas.

Que se revise periódicamente los niveles de sonido en las áreas de trabajo ya que las máquinas podría presentar un defecto durante su funcionamiento y con el pasar del tiempo el iodo del trabajador puede ser perjudicado. Existen métodos mecánicos que se podrían implementar para disminuir el ruido como:

- Impedir o disminuir el choque entre piezas de la máquina.
- Sustituir piezas de metal por piezas de plástico más silenciosas.
- Aislar las piezas de la máquina que sean particularmente ruidosas.
- Colocar silenciadores en las salidas de aire de las válvulas neumáticas.
- Colocar ventiladores más silenciosos o silenciadores en los conductos de los sistemas de ventilación.
- Poner silenciadores o amortiguadores en los motores eléctricos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arturo, Á. and González, L. (2008). Ruido y Salud Laboral de Ferran Tolosa y Francisco José Badenes. 2008(3):5853.
- Ceja, F. M., Medina, M. G. O., and Leal, M. d. R. Z. (2015). Los niveles de ruido en una biblioteca universitaria, bases para su análisis y discusión. *Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información*, 29(66):197–224.
- Ganime, J., Almeida, S. L., Robazzi, M. L. d. C., Valezuela Sauzo S, and Faleiro, S. (2010). Revisiones El Ruido Como Riesgo Laboral : Una Revisión De Literatura. *Enfermería Global*, 19:8–.
- Harris, C. M. (1995). *Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. Tercera edición, Volumen I y II McGraw Hill España.*
- Hernández Diaz, A. and González Méndez, B. M. (2007). Alteraciones Auditivas En Trabajadores Expuestos Al Ruido Industrial. *Med Segur Trab*, 53:208.
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (2010). Decreto Ejecutivo 2393 - Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo. page 94.

- Kirchner, D. B., Evenson, E., Dobie, R. a., Rabinowitz, P., Crawford, J., Kopke, R., and Hudson, T. W. (2012). Occupational noise-induced hearing loss: ACOEM Task Force on Occupational Hearing Loss. *Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine*, 54(1):106–8.
- Libro VI Anexo 5 (2015). Límites Permisibles De Niveles De Ruido Ambiente Para Fuentes Fijas Y Fuentes Móviles, Y Para Vibraciones. pages 416–428.
- Martinez and Carmen (1995). Efectos del ruido por exposicion laboral. *Salud trab. (Maracay)*, 3((2)):93–101.
- Morales, C. (2006). 300 millones de personas sufren de contaminación acústica en el mundo: el ruido deja en silencio al planeta. *Revista ciencia y trabajo*, 8(20):45–A49.
- OMS (2015). OMS — Protección de la salud de los trabajadores.
- Polanco Contreras, R. H. and Céspedes Torres, Y. P. (2012). Impacto del ruido en ambientes de trabajo. *Cap&Cua*, 7(1):1–9.

ANEXO 1



Figura 5. Vista real del área de entrenamiento.

Fuente: IIASA, CAT.



Figura 6. Motor 1 (1800 rpm).

Fuente: IIASA, CAT.

ANEXO 2

Matriz de Ruido

Condición 1: Arranques Individuales	P1	P2	P3	P4	P5 (Hid)	P6 (Sala)	P7 (Sala)
Todo los equipos apagados	57dBA	NA	NA	NA	53 dBa	47 dBA	45dBA
Todo los equipos apagados y carros circulando en calle externaapagado	70dBA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ventiladores encendidos	65dBA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Compresor de Aire Encendido	73dBA	NA	NA	75 dBA	NA	NA	NA
Extractor Encendido	77dBA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Motor 1 Encendido a full RPM (1800 RPM)	96 dBA	99	NA	NA	NA	NA	NA
Motor 2 Encendido a full RPM (1800 RPM)	90	NA	91	NA	NA	NA	NA

Condición 2: Todos los Equipos Encendidos	P1	P2	P3	P4	P5 (Hid)	P6 (Sala H. A)	P7 (Sala ABC)
Todos los equipos encendidos	97 dBA	100 dBA	99 dBA		76 dBA	70 dBA	65 dBA

Figura 7. Resultados de Mediciones de Ruido.

Fuente: Autores.

COEFICIENTES DE ABSORCIÓN			PAREDES								Pag 5	
MATERIAL		DESCRIPCION	mm	dens	125	250	500	1000	2000	4000	NRC	
LANAVID	259	Panel rígido RP25 Isover	25	35.0	0.20	0.40	0.80	0.90	1.00	1.00	0.78	
	260	Panel rígido RP50 Isover	50	35.0	0.30	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	
MARMOL	261	Mármol			0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	
PIEDRA	262	Muro de sillares de piedra			0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02	
REVOQUE	263	Pared revocada			0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	
	264	Revoque de cal			0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.03	
	265	Revoque sobre respaldo sólido			0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	
	266	Revoque rugoso			0.03	0.03	0.06	0.08	0.04	0.06	0.05	
	267	Revoque de cemento			0.03	0.03	0.06	0.09	0.04	0.06	0.05	
	268	Revoque de cal y arena	20		0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06	0.06	
SONOBOR	269	Placas pintadas de fibra 12mm contra pared	12		0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.10	
	270	Placas pintadas de fibra sobre cámara (12+25mm)	37		0.30	0.20	0.15	0.10	0.10	0.15	0.14	
	271	Placas de fibra 12mm contra pared	12		0.05	0.10	0.15	0.25	0.30	0.30	0.20	
	272	Placas de fibra sobre cámara (12+25mm)	37		0.30	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	
VIDRIO	273	Vidrio de espejo			0.04	0.03	0.02	0.01	0.07	0.04	0.03	
YESO	274	Placas de yeso (13+100 mm de aire)	113		0.10	0.10	0.04	0.02	0.02	0.02	0.05	
	275	Placas de yeso (10+50 mm de aire)	60		0.32	0.07	0.05	0.05	0.02	0.02	0.05	
	276	Pared de placas de yeso (13+65+13 mm)	90		0.30	0.09	0.04	0.05	0.04	0.03	0.06	

Figura 8. Coeficientes de absorcion de materiales.

Fuente: IIASA, CAT.