

ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDO DE LA TERMOELÉCTRICA ANTONIO GUITERAS CON LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE SMAART 7

Ing. Manuel Domínguez Alejo¹, MSc. Adriana Delgado Landa².

*1. Universidad de Matanzas Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía
Blanca Km.3 1/2, Matanzas, Cuba.*

*2. Universidad de Matanzas Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía
Blanca Km.3 1/2, Matanzas, Cuba.*

Resumen

El presente trabajo se realizó en la Central Termoeléctrica “Antonio Guiteras” con el objetivo de elaborar el mapa de ruido de las áreas de mayor contaminación ruidosa con el análisis del ruido por el espectro de frecuencia. Para ello fue seleccionada la UEBP “Antonio Guiteras”, donde se determinó como áreas de mayor ruido las del generador de vapor, los ventiladores de tiro forzado, la sala de máquinas, la casa de bomba de agua y petróleo crudo y el tratamiento de agua. Se encontró que existen trabajadores expuestos a contaminación acústica aproximadamente la mitad de su tiempo total de trabajo debido a la variedad de áreas que presentan fuentes de ruido contaminantes, y se elaboró el mapa de ruido de la empresa utilizando como herramientas el software Smart 7 para la medición del ruido y AutoCAD.

Palabras claves: Ruido; Mapa; Espectro; Frecuencia.

Introducción

El trabajo es una categoría central de la experiencia humana individual y social. De la actividad laboral provienen gran parte de los nutrientes económicos necesarios para la supervivencia material de los seres humanos y también de los que han llegado a ser culturalmente imprescindibles para el desarrollo normal de la subjetividad en los planos psicológico, social, político y moral. Por ello, las condiciones en que se realiza el trabajo constituyen una referencia clave para la evaluación de la calidad de vida en general. (Ganchozo et al., 2013)

Un mejor ambiente laboral, que ayude a mantener el estado de alerta y la motivación, como por ejemplo, creando mayor variación en las tareas, haciendo el ambiente más estimulante e incorporando a los trabajadores en la toma de decisiones respecto a la mejor forma de realizar sus actividades, son elementos fundamentales en la búsqueda de sistemas de trabajo en que se equilibre el bienestar humano y la productividad. (Real et al., 2012)

Investigaciones han relevado que más allá de ciertos límites, el ruido afecta la salud y capacidad de trabajo, pudiendo oscilar sus efectos, entre las simples molestias psíquica y física, hasta la afección orgánica grave, la cual puede provocar la pérdida total de la audición, lo que limita al individuo para la realización de actividades profesionales.

Cualesquiera que sean sus causas y circunstancias, el ruido es responsable en definitiva, de pérdidas económicas resultantes de la disminución de la capacidad de trabajo físico e intelectual e incluso de la eliminación temporal y definitiva del ciclo productivo, por licencia de enfermedad o una enfermedad precoz, de gran número de trabajadores que padecen de enfermedades profesionales o son víctimas de accidentes del trabajo.

Como consecuencia del desarrollo de la industria, en los últimos años se ha registrado un aumento del número y potencia de las fuentes de ruido, hecho que lleva consigo la contaminación acústica de los lugares de trabajo. Es de esperar que el acelerado desarrollo de las nuevas técnicas, la creación de los sistemas automatizados y la preocupación

creciente del estado socialista incidan, de manera determinante, en reducir los ruidos del ambiente laboral.

Una de las estrategias para lograr un diagnóstico de la contaminación acústica en las empresas lo constituye el mapa de ruido, con el cual es posible la representación de los niveles de ruido en los lugares de mayor afectación, pudiendo adoptar medidas de control posteriores en cada uno de ellos.

A partir de aquí el objetivo que se propone el autor con el siguiente trabajo es elaborar el mapa de ruido de las áreas de mayor contaminación acústica con el análisis del ruido por el espectro de frecuencia en la termoeléctrica Antonio Guiteras.

Desarrollo

Para llevar a cabo la investigación se utilizó el software Smaart 7 y para trabajar con este es necesario seguir una serie de pasos, pero antes de exponer los mismos se debe tener en cuenta tres puntos importantes:

- Es necesario que el ordenador tenga algún dispositivo de audio de alta definición (micrófono) conectado al mismo.
- Se debe tener instalado en el ordenador una aplicación androide de un sonómetro que ayudará a la calibración del software, aplicación la cual es importante que esté en la PC para obtener un nivel de presión sonora integrado a través del mismo micrófono con el que será tomada la medición con la utilización del software.
- El ordenador donde sea instalado el software para realizar las mediciones debe tener como mínimo 2Gb de memoria RAM.

Una vez asegurado estos puntos los pasos a seguir son los siguientes:

1. Ejecutar el software Smaart 7, dando doble clic encima del ícono que representa la aplicación del mismo.
2. Calibrar el software, esto se debe realizar en un local cerrado con el mínimo de ruido posible (se recomienda un lugar con algún control de ruido como tratamiento acústico).
3. Establecer los valores máximo y mínimo de decibeles en los que se darán cada una de las frecuencias de la banda octava.
4. Seleccionar una nueva medida del espectro.
5. Capturar la imagen del espectro en un momento deseado.

Valoraciones generales de la presencia del ruido en la entidad

Las entrevistas realizadas a diferentes directivos y operadores reflejan que en condiciones normales no existen, a sus consideraciones, niveles de presión sonora elevados en el exterior de la planta y les permite el cumplimiento de la jornada laboral sin mayores problemas, no siendo así en el interior de la misma, o sea, aunque existan condiciones normales en áreas como la caldera, la sala de máquinas y la casa de bombas de agua y petróleo crudo si existe un ruido molesto y perjudicial. En el momento de realizar el estudio la planta presentaba condiciones normales de trabajo encontrándose la entidad expuesta a niveles de presión sonora elevados, sobre todo en el interior de la planta, siendo esta una

situación favorable para el desarrollo de la investigación ya que se pretende elaborar un mapa de ruido para la condición de la empresa que se presente, por su puesto, con mayor frecuencia, aprovechando así su gran utilidad.

Selección de las áreas de mayor contaminación ruidosa.

Para decidir las áreas donde se medirá el nivel de presión sonora (NPS) a través del software, o sea el espectro de frecuencias de cada una de ellas, se realizaron mediciones en todas las áreas de la empresa donde exista al menos un trabajador desempeñando sus labores cotidianas. Según la norma cubana (NC 19-01-04), 85dB es el nivel máximo permisible para la realización de las tareas en cualquier puesto de trabajo, porque más de este NPS afecta la salud humana, en este estudio se pudo determinar el tipo de actividad que se realiza en cada área para verificar si los NPS allí presentes afectan o no la productividad y/o la calidad del trabajo además de la salud. En la tabla 1 se muestran los resultados de las mediciones.

Tabla 1. Mediciones realizadas en las áreas de la empresa

Áreas de la UEB donde labora personal	Fuentes de ruido	Tipo de Actividad laboral	Mediciones realizadas NPS (dB)	Nivel Máximo Admisible (dB)(A)
Casa de bombas de petróleo crudo	Bombas	III	94	75
Casa de bombas de agua cruda	Bombas y Diesel	III	100	75
Tratamiento de agua	Bombas	III	98	75
Ventiladores de tiro forzado	Ventiladores	III	115	75
Generador de vapor (Caldera)	Ruido proveniente de sala de máquinas	III	109	75
Sala de máquinas	Bombas de alimentar(Nivel 0)	III	112	75
	Turbina y generador eléctrico(Nivel 11)	III	113	75
	Bombas de condensado (Nivel -4,60)(Sótano)	III	110	75
Área de los transformadores	Ruido producido por el trabajo específico de esta área	II	72	75
Almacenes	Ruido producido por el trabajo específico de esta área	II	61	80
Talleres	Ruido producido por el trabajo específico de esta área	III	62	75

Casa de clorinación		III	68	75
Casa del sistema contra incendio		III	61	75
Garita de control		IV	54	70
Edificio de la administración (Oficinas del 1er piso)		V	39	65
2do piso		V	41	65
3er piso		V	40	65
4to piso		V	41	65
5to piso		V	39	65
6to piso		V	40	65
Laboratorios	Ruido producido por el trabajo específico de esta área	IV	45	70
Taller de carpintería	Ruido producido por el trabajo específico de esta área	III	62	75
Taller automotor	Ruido producido por el trabajo específico de esta área	III	67	75

Fuente. Elaboración propia

En esta tabla se reflejan las principales fuentes de ruido y se observa con el número en **negrita** las mediciones que sobrepasan los NPS máximos admisibles según la tarea que se desarrolla en cada área de trabajo, cuya actividad se encuentra representada por un número romano el cual representa el tipo de actividad laboral según (NC 19-01-04). Teniendo en cuenta este análisis se decidió realizar las mediciones en las áreas más afectadas, como es el caso del generador de vapor, los ventiladores de tiro forzado, la sala de máquinas, donde se encuentra el generador eléctrico y la turbina, las bombas de alimentar y las bombas de condensado en el nivel 11, nivel 0 y nivel -4,60 respectivamente; la casa de bomba de agua y petróleo crudo y el área de tratamiento de agua. Los obreros que trabajan en estas áreas no laboran las 9 horas en las mismas como el resto de los trabajadores, los que presentan un horario de trabajo de 7:00a.m a 4:30p.m en un mismo puesto. En el caso de estas áreas se trabaja por recorridos cada 1 hora u hora y media verificando la eficiencia de la planta, y existe personal que trabaja por turnos de 12 horas y otro personal que labora 9 horas diarias. Los trabajadores que tienen un turno de 12 horas son los que realizan los recorridos y el personal que trabaja el turno de 9 horas lo hace en salas de control, de manera que estos últimos no están expuestos al ruido. Como los obreros que verifican la eficiencia de la planta, realizando reparaciones en averías o cualquier problema existente en estas áreas, realizan estas labores por recorridos como ya se señalaba anteriormente, o sea, no permanecen todas las horas de trabajo en estos lugares de mayor contaminación ruidosa, se tiene la cantidad de personas que son encargados de estos recorridos por áreas en un turno de 12 horas y el total de personas que trabajan en las mismas, además cabe señalar que en

todas las áreas de mayor contaminación acústica el personal que realiza recorridos es el mismo, 3 operadores, 1 eléctrico y un jefe de área con excepción de la casa de bomba de agua y petróleo crudo donde esta labor la realizan 2 operadores y un jefe de área ó 1 operador y un jefe de área, además a partir de la observación directa se pudo constatar el tiempo que demora el operador en cada recorrido expuesto al ruido elevado el cual es diferente para las áreas de la caldera, los ventiladores y la sala de máquinas con respecto a la casa de bomba de agua y petróleo crudo, debido a que en estas últimas ese tiempo generalmente es de 15 ó 20 min si no se presentan averías mientras que en las primeras es de 30 min aproximadamente. Toda esta información se resume en la tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de trabajadores y tiempo de exposición al ruido en las áreas de contaminación acústica

Áreas de mayor ruido donde labora personal	Cantidad de trabajadores que hacen el recorrido	Tiempo de exposición al ruido en cada recorrido	Total de trabajadores en el área
Casa de bombas de petróleo crudo	2	de 10 a 15 min	2
Casa de bombas de agua cruda	3	de 15 a 20 min	3
Tratamiento de agua	3	de 15 a 20 min	3
Ventiladores de tiro forzado	5	de 25 a 30 min	10
Generador de vapor (Caldera)	5	de 25 a 30 min	10
Sala de máquinas	5	de 30 a 35 min	10

Fuente. Elaboración propia

A partir de la tabla 2 y conociendo que los recorridos son cada 1 hora aproximadamente, se puede concluir que el tiempo que están expuesto los trabajadores al ruido elevado en las 12 horas (720 minutos) de jornada laboral es de 5 horas (300 minutos) aproximadamente. Esto indica que estos trabajadores pasan casi la mitad de la jornada de trabajo expuestos a altos NPS. En la tabla 3 se recoge el % que representa este tiempo de exposición al ruido con respecto al tiempo total de trabajo.

Tabla 3. Tiempo de exposición al ruido en la jornada laboral

Áreas de mayor ruido donde labora personal	Tiempo de exposición en la jornada laboral (min)	% que representa con respecto a la JL
Casa de bombas de petróleo crudo	180	25
Casa de bombas de agua cruda	240	33,3
Tratamiento de agua	240	33,3
Ventiladores de tiro forzado	360	50

Generador de vapor (Caldera)	360	50
Sala de máquinas	420	58,3

Fuente. Elaboración propia

De este análisis se tiene que las áreas donde los trabajadores están más propensos a afectaciones en la salud y en la productividad del trabajo por ruido son en las bombas de alimentar, en el sótano y en el área del generador eléctrico y la turbina, conformando todas ellas la sala de máquinas, esto se debe a que entre recorrido y recorrido el tiempo que permanecen expuestos al ruido supera la mitad del tiempo que dura la jornada de trabajo.

Mediciones realizadas

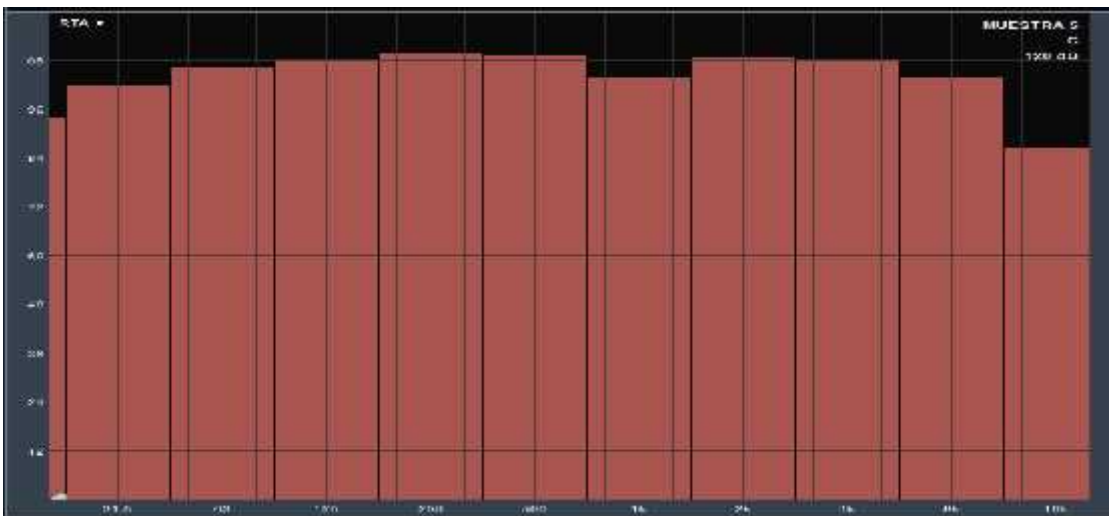
A continuación se muestran las mediciones realizadas en las principales áreas ya evaluadas, así como ilustraciones que representan a las mismas en cada punto de medición.

Estas mediciones fueron tomadas utilizando el software Smaart 7 que permite, entre otras opciones, evaluarlo por bandas de octava. Debido a que en estos locales en los momentos de la medición se emitían ruidos complejos, los cuales están constituidos por componentes de diferentes frecuencias; se hace necesario un análisis de frecuencias del ruido para conocer su composición. Para esto el espectro audible se divide en grupos o bandas de frecuencias, siendo las frecuencias más utilizadas en el presente trabajo:

31,5 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000 y 16000 Hz

Mediciones en (dB) realizadas en la Sala de máquinas.

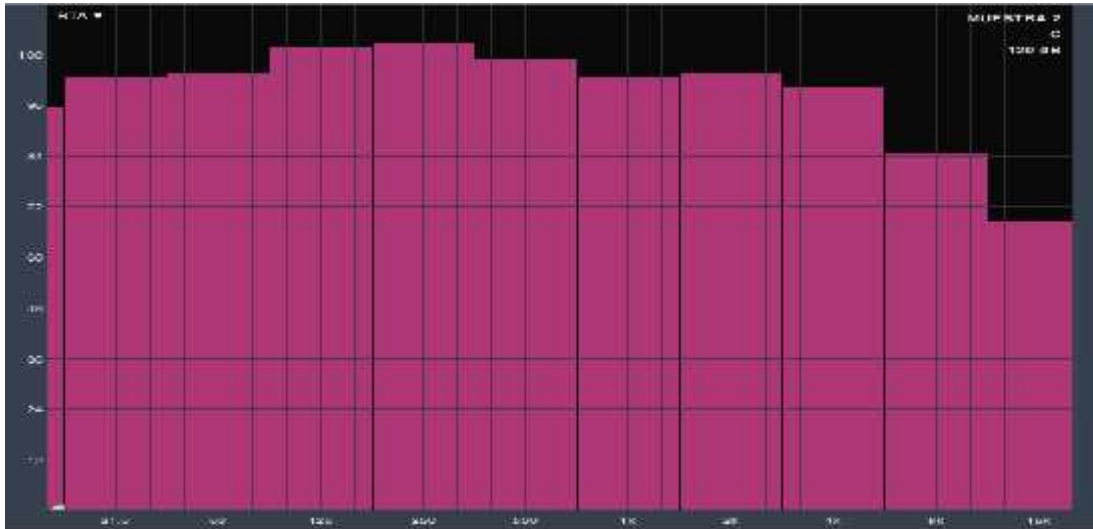
Nivel -4,60 (Sótano)



Fuente. Elaboración propia

En este punto se puede observar como las frecuencias de mayor NPS son las de 250, 500 y 2000 Hz; con NPS de 111, 110 y 109 dB(C) respectivamente. En este punto se obtuvo un NPS integrado de 110 dB(C).

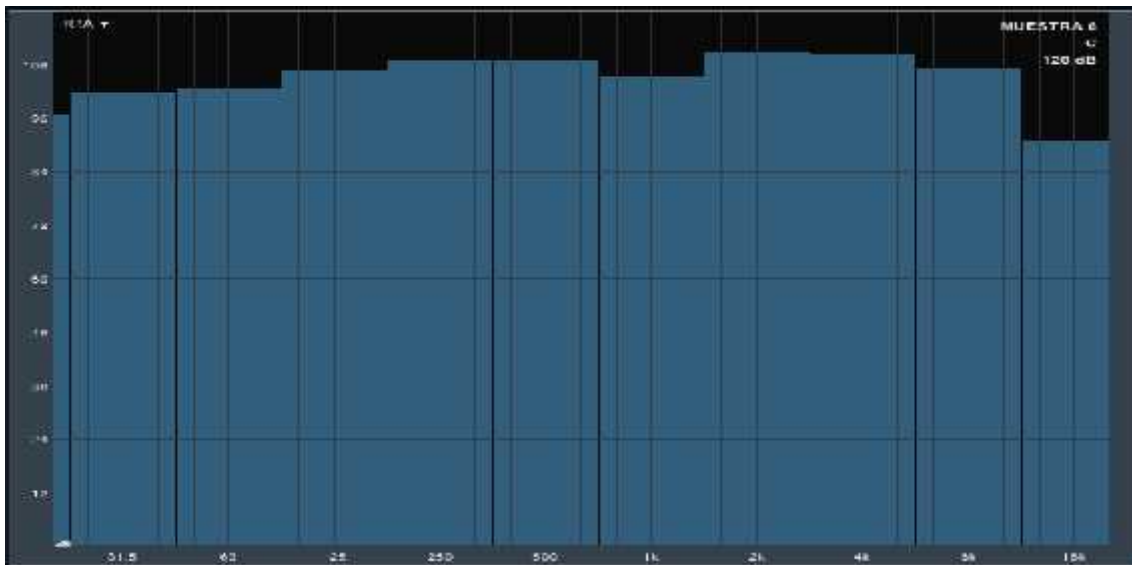
Nivel 0



Fuente. Elaboración propia

En este punto se puede observar como las frecuencias de mayor NPS son las de 125, 250 y 500 Hz; con NPS de 110, 112 y 108 dB(C) respectivamente. En este punto se obtuvo un NPS integrado de 112 dB(C).

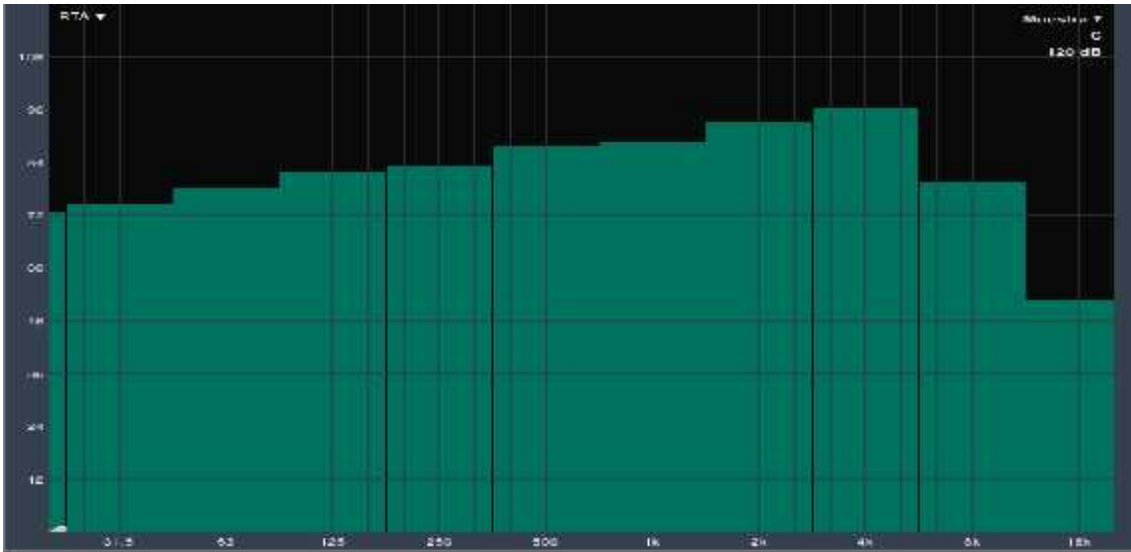
Nivel 11



Fuente. Elaboración propia

Aquí se puede observar como las frecuencias de mayor NPS son las de 250, 2000 y 4000 Hz; con NPS de 110, 111 y 111 dB(C) respectivamente. En este punto se obtuvo un NPS integrado de 113 dB(C).

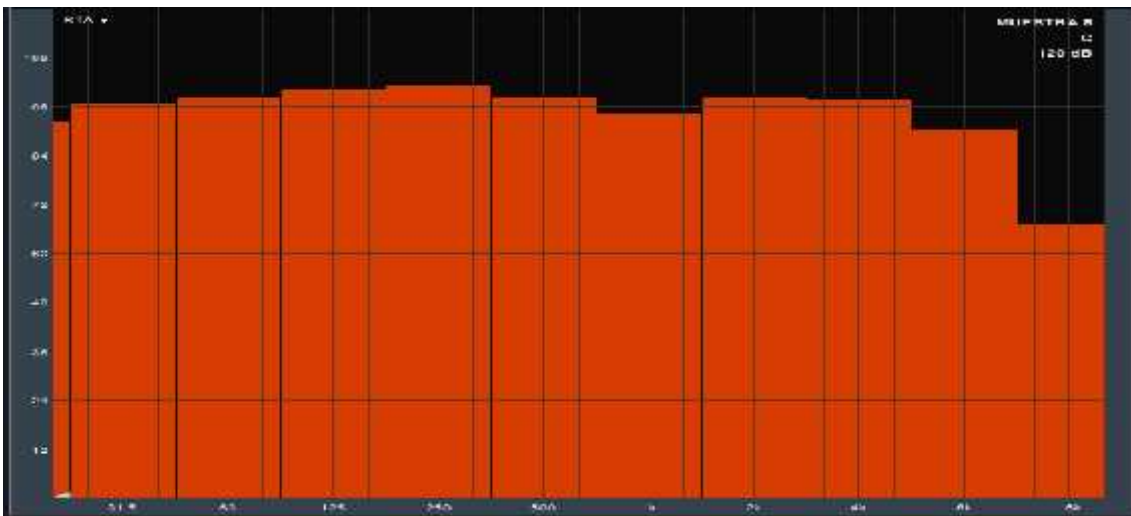
Mediciones en (dB) realizadas en la casa de bombas de petróleo crudo.



Fuente. Elaboración propia

En este punto se puede observar como las frecuencias de mayor NPS son las de 1000, 2000 y 4000 Hz; con NPS de 90, 94 y 97 dB(C) respectivamente. En este punto se obtuvo un NPS integrado de 94 dB(C).

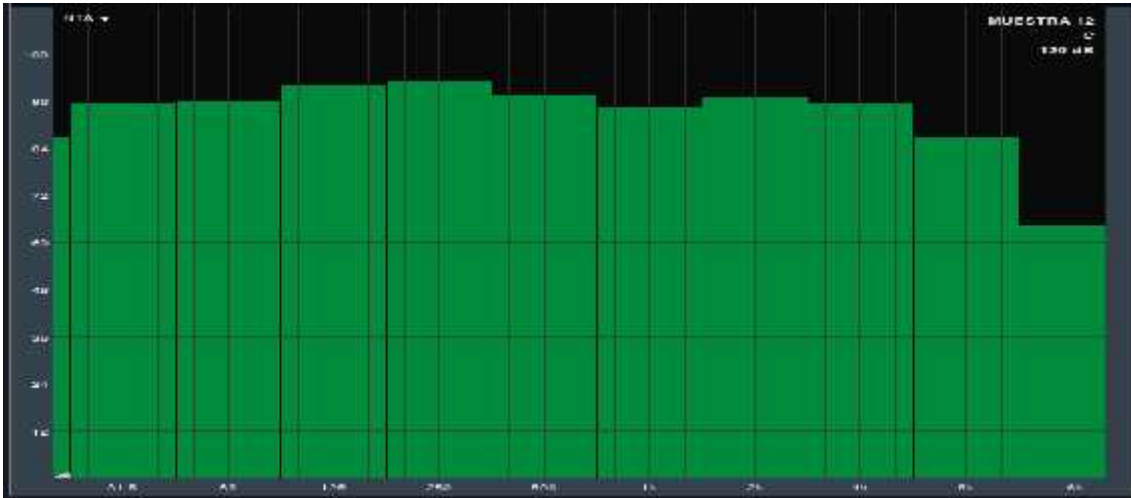
Mediciones en (dB) realizadas en la casa de bombas de agua cruda.



Fuente. Elaboración propia

Aquí se puede observar como las frecuencias de mayor NPS son las de 63,125, 250, y 500 Hz; con NPS de 98, 100, 101 y 98 dB(C) respectivamente. En este punto se obtuvo un NPS integrado de 100 dB(C).

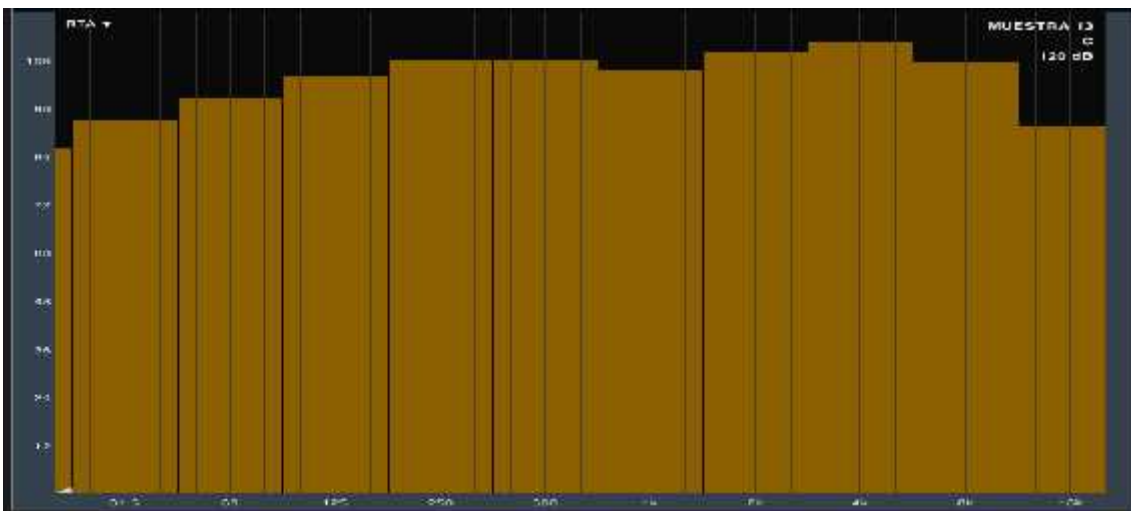
Mediciones en (dB) realizadas en el área de tratamiento de agua.



Fuente. Elaboración propia

En este punto se puede observar como las frecuencias de mayor NPS son las de 125, 250 y 500 Hz; con NPS de 101, 102 y 98 dB(C) respectivamente. En este punto se obtuvo un NPS integrado de 98 dB(C).

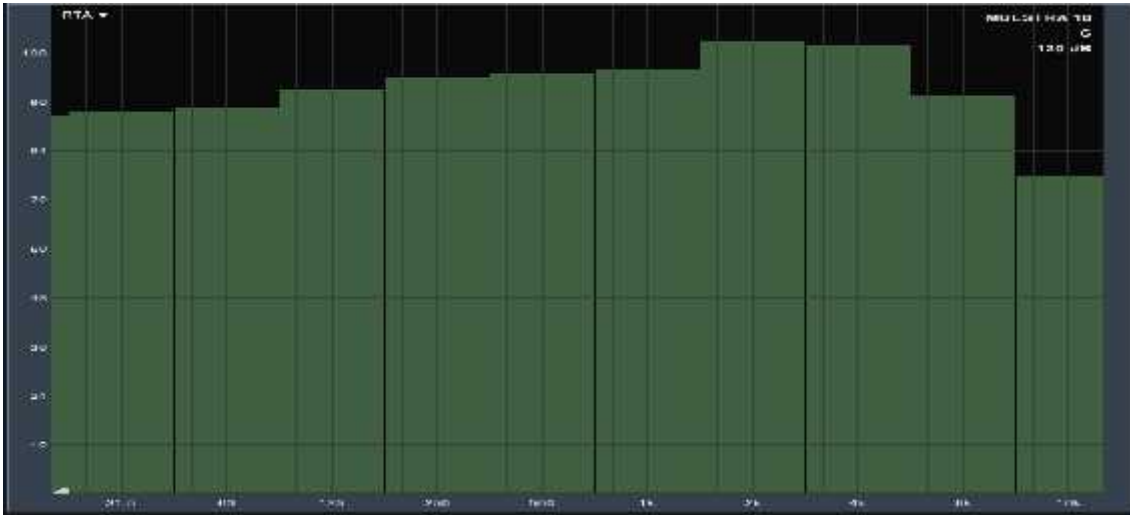
Mediciones en (dB) realizadas en los ventiladores de tiro forzado.



Fuente. Elaboración propia

Aquí se puede observar como las frecuencias de mayor NPS son las de 250, 2000 y 4000 Hz; con NPS de 109, 112 y 114 dB(C) respectivamente. En este punto se obtuvo un NPS integrado de 115 dB(C).

Mediciones en (dB) realizadas en el generador de vapor (Caldera).



Fuente. Elaboración propia

Aquí se puede observar como las frecuencias de mayor NPS son las de 1000, 2000 y 4000 Hz; con NPS de 105, 111 y 109 dB(C) respectivamente. En este punto se obtuvo un NPS integrado de 109 dB(C).

Elaboración del mapa de ruido

Teniendo en cuenta los tres lugares donde se realizaron mediciones anteriormente en los niveles de la sala de máquinas, se puede decir, que en toda esta área existe un nivel de presión sonora de aproximadamente 113 dB(C), lo cual sobrepasa evidentemente los NPS máximos admisibles y es necesario tener en cuenta para la elaboración del mapa de ruido. Se integran las mediciones recogidas en estos tres lugares con el objetivo de una mejor ilustración y comprensión del mapa de ruido.

En el resto de las áreas se tienen los NPS correspondientes a cada una de ellas en las muestras tomadas y al igual que en la sala de máquinas estos valores superan los niveles máximos admisibles.

Luego de conocer los niveles de presión sonora al que están expuestos los obreros en diversos puntos de sus áreas de trabajo y haber apreciado el incumplimiento de los valores establecidos como no perjudiciales, es importante dedicar esfuerzos a la determinación del problema y para ello se realizaron las mediciones en las áreas de mayor contaminación ruidosa, partiendo de un mapa de ruido el cuál se muestra en la figura 1 y 2.

Para poder entender mejor la simbología de este mapa y su correspondencia con las salidas de software se expresan en el mapa las áreas seleccionadas, marcadas con iguales colores

que las salidas del software, esto da la posibilidad de poder encontrar el espectro de frecuencias de la banda octava para cada área, solo con asociar el color que le corresponde. No obstante el mapa ofrece los niveles de presión sonora integrada que se obtuvieron en cada lugar de medición a través del software. Es importante aclarar que las mediciones por el espectro de frecuencias que se reflejan en el presente trabajo corresponde a los NPS dentro de los locales de mayor contaminación ruidosa, el resto de las mediciones se realizaron de manera que se pueda tener una idea de cómo fuera de estos lugares los NPS van disminuyendo. Además estas mediciones por el espectro de frecuencia solo se utilizaron para estas áreas ya que son importantes para un futuro control de ruido dentro de las mismas.

Este mapa además de mostrar los lugares de mayor contaminación acústica, brinda la interrelación ruidosa entre las áreas aledañas, ofrece elementos importantes al seleccionar las áreas para el descanso diario y permite adoptar decisiones relacionadas con los métodos de trabajo pudiendo de esta manera reducir las afectaciones en la salud y en la productividad del mismo.

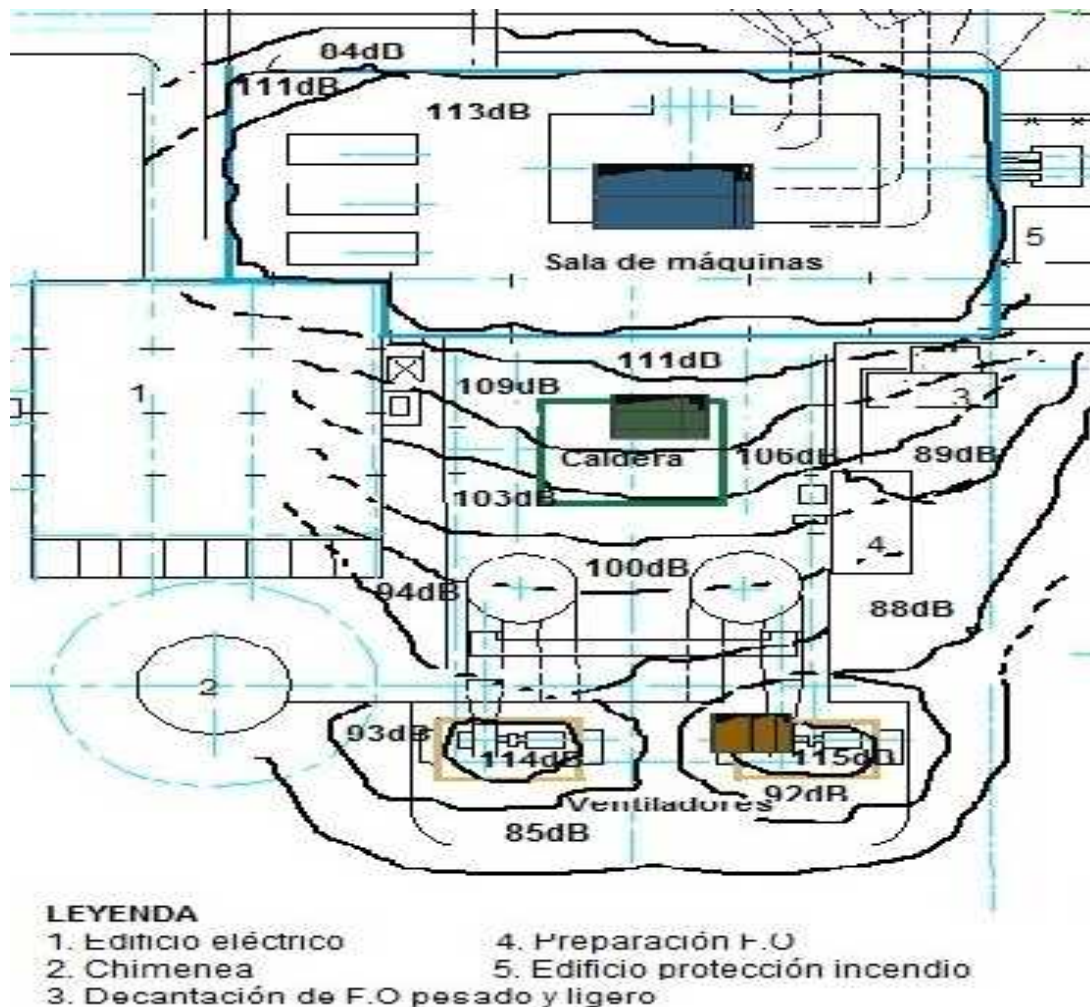


Figura 1. Mapa de ruido de las áreas de sala de máquinas, caldera y ventiladores de tiro forzado

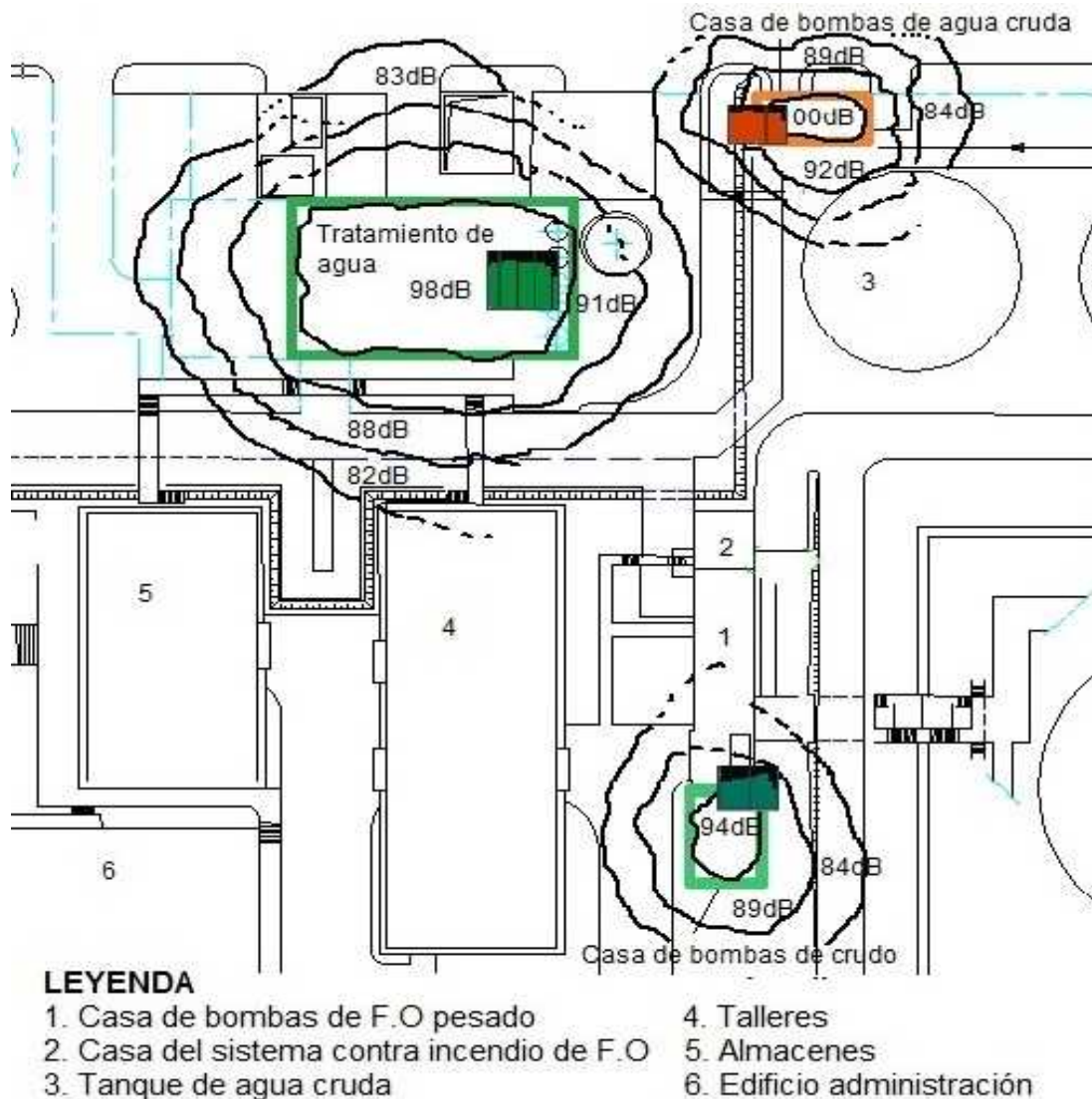


Figura 2. Mapa de ruido de las áreas de tratamiento de agua, casa de bombas de agua cruda y casa de bombas de crudo

La termoeléctrica presenta gran contaminación en estas áreas, en las condiciones en que se realizó el estudio, lo que contribuye al efecto del ruido dado el carácter abierto de los locales, o sea, que la ausencia de paredes interiores facilita la contaminación acústica entre las mismas por lo que el ruido presente en estas áreas se propaga a otras.

A partir de los resultados de las mediciones y valoraciones de los NPS en diferentes puntos, se puede resumir la problemática del ruido de la siguiente forma:

- En el área del generador de vapor, la cual es bastante ruidosa debido a los ventiladores que se encuentran instalados a la caldera y al ruido proveniente de la sala de máquinas se obtuvo un NPS de 109 dB(C).

- En el área de la sala de máquinas están las bombas de alimentar, la turbina, el generador eléctrico y las bombas de condensado que producen vibraciones, el ruido que producen es bastante elevado con un NPS de aproximadamente 113 dB(C) y contaminan todo a su alrededor.
- En el área de tratamiento de agua se encuentran las bombas que producen un ruido elevado con un NPS en el local de aproximadamente 98 dB(C), y en la casa de bombas de agua cruda el ruido producido por las bombas, unido a los diéseles que se conectan cada tres horas, es un poco mayor por lo que se aprecia en esta área un NPS de 100dB(C).
- En la casa de bombas de petróleo crudo el ruido es bastante molesto reportando la medición un NPS de 94 dB(C).

Conclusiones

Fue seleccionada para realizar el estudio, la UEB de Producción “Antonio Guiteras”, donde se elaboró el mapa de ruidos con la utilización del software Smaart 7 en las áreas de contaminación acústica.

Debido a los niveles de presión sonora existentes en la empresa, se decide realizar el estudio en las áreas del generador de vapor, los ventiladores de tiro forzado, la sala de máquinas, la casa de bomba de agua y petróleo crudo y el área de tratamiento de agua.

De acuerdo con las mediciones tomadas en las diferentes áreas y las investigaciones del tiempo de jornada laboral de los trabajadores que allí laboran se pudo constatar que los mismos permanecen más de la mitad de la jornada expuestos a elevados niveles de presión sonora lo cual es perjudicial tanto para la salud como para la productividad del trabajo.

Bibliografía.

Acoustic., Rational. Smaart 7. Software para la medición de ruido. 2011.

Ganchozo Intriagoa, Angela María y Ureta Espinozab, Jorge Emigdio. *.IV Congreso Latinoamericano de Ergonomía, ULAERGO. . Diagnóstico de las condiciones de trabajo en la carrera de pecuaria de la ESPAM MFL.* Ecuador 2013. . Vol. 1.

NC19-01-04, *Ruido. Requisitos higiénico sanitarios.* , 1980.

Real Pérez, Grether Lucía, García Dihigo, Joaquín Aramís y Regueira Lezcano, Mercedes Dania, *El desafío de humanizar el trabajo* . editorial académica española, Matanzas, Cuba, 2012.