

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

REPORTE: LM-PI-UMP-039-R1

### MEDICIONES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA GENERADA POR EL EQUIPO HVS

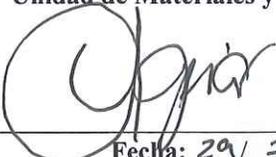
Preparado por:  
Unidad de Materiales y Pavimentos

San José, Costa Rica  
Julio, 2014

Documento generado con base en el Art. 6, inciso g) de la Ley 8114 y lo señalado en el Cap. IV, Art. 66 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

Preparado por: Unidad de Materiales y Pavimentos del PITRA-  
LanammeUCR jose.aguiar@ucr.ac.cr



<b>1. Informe</b> LM-PI-UMP-039-R1		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> MEDICIONES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA GENERADA POR EL EQUIPO HVS		<b>4. Fecha del Informe</b> Julio, 2014
<b>7. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>8. Notas complementarias</b>		
<b>9. Resumen</b>  <p><i>Se presentan algunas mediciones del nivel de contaminación sónica generadas por el equipo Simular de Vehículos Pesados (HVS) en el edificio que lo alberga y en las áreas que lo circundan. Así como algunos valores de referencia para comparar dichas lecturas.</i></p> <p><i>Actualmente las oficinas poseen protección contra el ruido generado por el equipo, la cual reduce la percepción del ruido entre 25 y 30 dB(A), sin embargo los niveles medidos están por encima de los límites recomendados, por lo que es necesario tomar medidas adicionales para evitar problemas de salud debido a la exposición diaria a estos niveles de contaminación.</i></p> <p><i>Así mismo, debido a los valores medidos en el área de laboratorio, es necesario extremar las medidas de protección ante la exposición directa al ruido generado por el HVS para quienes trabajan en el área y quienes la visitan; esto debido a que los niveles de contaminación sónica detectados implican protección acústica en todo momento, aunque el período de exposición sea breve.</i></p>		
<b>10. Palabras clave</b> Contaminación sónica, ruido, HVS	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 18
<b>13. Preparado por:</b> Ing. Edgar Camacho Garita Investigador Unidad de Materiales y Pavimentos   Fecha: 29 / 7 / 14		
<b>14. Revisado por:</b> Ing. José Pablo Aguiar Moya, PhD Coordinador Unidad de Materiales y Pavimentos   Fecha: 29 / 7 / 14		<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD Coordinador General PITRA   Fecha: 29 / 7 / 14

## TABLA DE CONTENIDO

1. Generalidades .....	4
2. Conceptos y definiciones importantes.....	4
3. Valores de referencia.....	5
4. Mediciones realizadas.....	8
5. Posibles medidas a tomar de forma inmediata. ....	11
6. Posibles medidas que requieren un mayor tiempo para su ejecución.....	13

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Infografía preparada para divulgación en el Edificio C.....	6
<b>FIGURA 2.</b> Infografía de los niveles de ruido y efectos a la salud humana .....	8
<b>FIGURA 3.</b> Gráfico de lecturas cortas realizadas. ....	9
<b>FIGURA 4.</b> Gráfico de lecturas cortas realizadas. ....	10
<b>FIGURA 4.</b> Audífonos con sistema activo de cancelación de ruido.....	12
<b>FIGURA 5.</b> Dispensador de tapones para protección de los visitantes.....	12

## 1. GENERALIDADES

Este informe se origina en el sano interés de brindar un ambiente laboral seguro, adecuado y productivo para los usuarios del Edificio C del LanammeUCR, particularmente a los usuarios más cercanos al equipo denominado Simulador de Vehículos Pesados (HVS) en el PaveLab.

Por las condiciones en las que se desarrollan los ensayos de pavimentos a escala real, mediante el equipo HVS, se produce una concentración de sonidos de frecuencia y volumen que distorsionan el ambiente normal del edificio donde se ubica.

El equipo presenta características muy particulares, siendo un equipo móvil de 34 toneladas de peso, con dimensiones de 23 metros de largo, 3,30 metros de ancho y 3,03 metros alto. El equipo posee dos motores a diesel que ocasionalmente se encienden y dos motores eléctricos que permanecen encendidos de forma permanente y que accionan sistemas hidráulicos y mecánicos.

Los ensayos que se desarrollan en el LanammeUCR implican que el equipo funcione dentro del edificio, en un espacio con las dimensiones adecuadas para ubicarlo.

## 2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES IMPORTANTES

Para el mejor entendimiento de los parámetros presentados, se procede a realizar una breve explicación de cada uno de estos.

dB - Símbolo utilizado para el decibelio o decibel, el cual es la unidad logarítmica, adimensional y matemáticamente escalar; utilizada para representar el nivel intensidad o potencia de un ruido. Asociado a la presión sonora generada.

dB(A) - Símbolo utilizado cuando la medición en decibeles utiliza alguna ponderación. De manera que la presión sonora sea asociada a la intensidad del sonido. También entendido como dBs.

*LAE* - Representa el nivel de exposición al sonido, depende del valor de la frecuencia. Muestra el nivel de exposición según la energía del sonido medida y se acumula según el tiempo de la lectura.

*LAeqt* - Valor que representa la presión de un continuo para todas las lecturas realizadas. Es el resultado más representativo para poder comparar los valores con la normativa.

*LA01* - Valor representativo estadísticamente, el 1% de valores leídos sobrepasa este valor. Corresponde al ruido instantáneo, es decir el que permanece solamente 1% del tiempo.

*LA50* - Valor representativo donde el 50% de valores leídos sobrepasa este valor.

*LA95* - Valor representativo estadísticamente, el 95% de valores leídos sobrepasa este valor. Corresponde al ruido ambiente, es decir el que permanece el 95% del tiempo, o que el 95% de los ruidos registrados exceden este valor.

*LAFTeq* - Corresponde a la lectura máxima en ciclos de tiempo, el programa utilizado utiliza ciclos de 5 segundos para las lecturas. Norma alemana DIN 45641.

En el anexo se pueden apreciar las capturas del pantalla del programa utilizado para realizar las mediciones.

### **3. VALORES DE REFERENCIA**

La escala de las magnitudes de presión del sonido, expresada en decibeles dB(A), varían desde el umbral de audición al umbral del dolor. Tomando como referencia varias fuentes de información se han preparado carteles para informar a los usuarios. En la Figura 1 se puede apreciar la infografía preparada para informar a los usuarios, así como alertarlos de las medidas de seguridad que deben utilizar y las consecuencias para la salud de no utilizarlas.

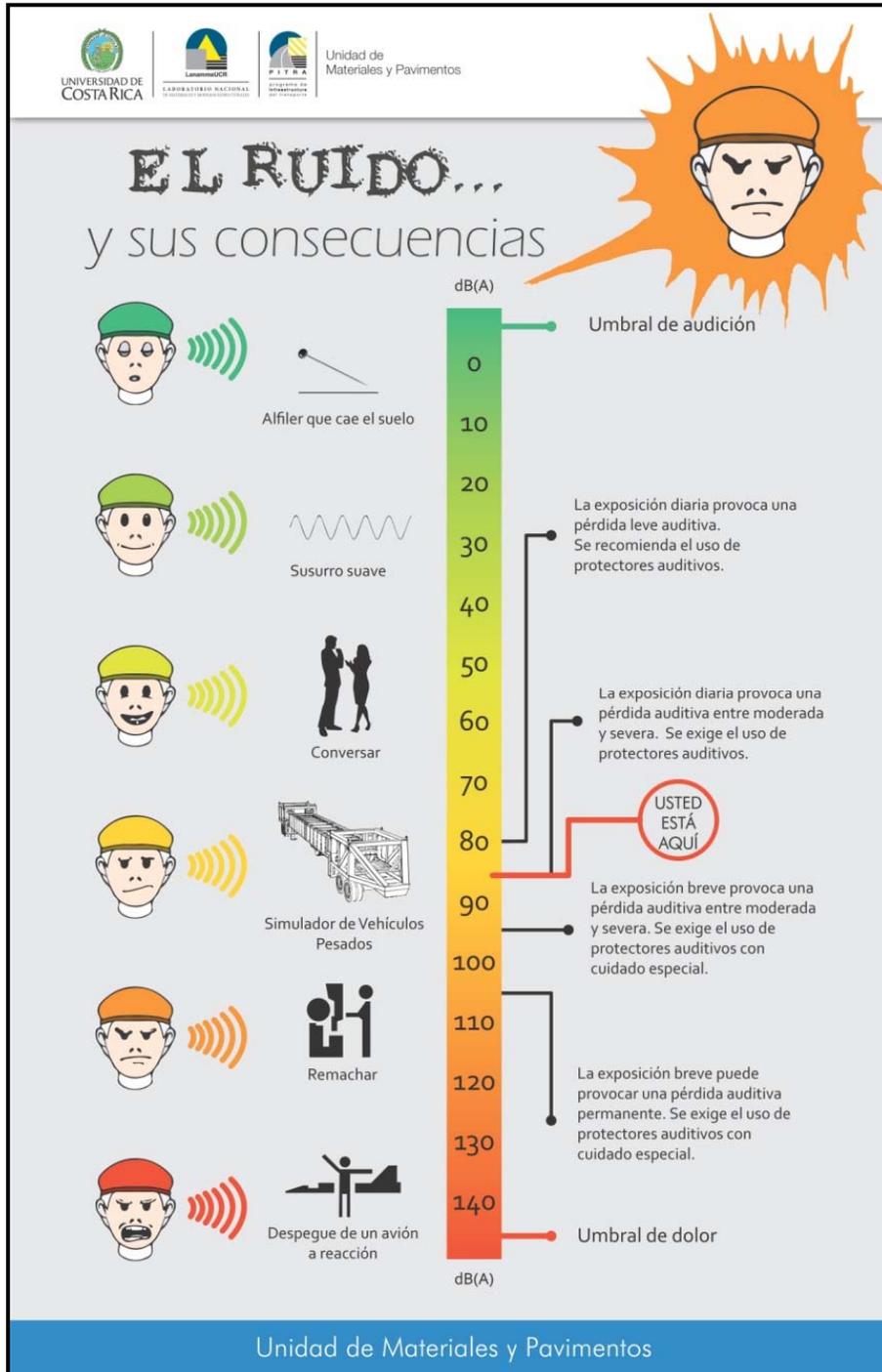


Figura 1. Infografía preparada para divulgación en el Edificio C

También se han incluido indicadores del nivel de contaminación sónica que se ha medido en algunos espacios, de manera que se tenga una mayor conciencia de la exposición que se está teniendo y de los cuidados que se deben tener.

El decreto 10541-TSS del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social <sup>1</sup>, define un lugar de trabajo ruidoso como aquellos donde operen máquinas de diferentes naturalezas y que puedan generar contaminaciones sónicas superiores a 85 dB(A). Y define que las mismas deben separarse de las áreas contiguas mediante material aislador de ruido. Así mismo, en el artículo 17, se define que debe mantenerse una existencia de dispositivos para atenuar los ruidos a los niveles aceptables.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define 50 dB(A) como un límite superior deseable para los sonidos constantes de exposición continua. Señalando los sonidos entre 50 y 60 decibelios como peligrosos para la salud señalando que 55 dB es el límite de estrés<sup>2</sup>, y a partir de este punto la exposición puede causar problemas cardiacos, alteraciones del sueño, efectos psico-fisiológicos sobre la salud mental y el rendimiento<sup>3</sup>, entre otros.

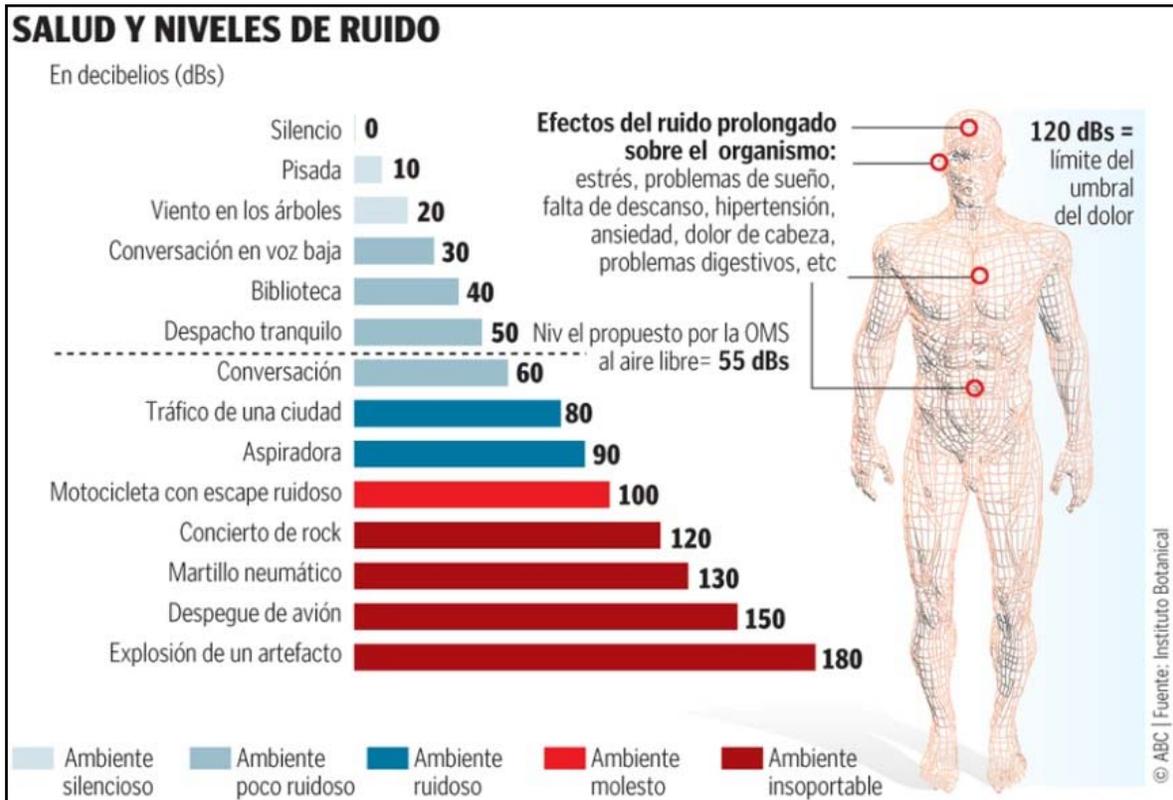
Es bueno considerar que la OMS y otras entidades consideran los sonidos superiores a 75 dB como dañinos, y exponerse de forma constante a estos sonidos generará problemas permanentes a la audición y a otros componentes del organismo.

La Figura 2 es un resumen de la equivalencia de los sonidos y algunos efectos que tienen los mismos en el organismo humano.

<sup>1</sup> Decreto N 10541-TSS,1979. Reglamento para el control de ruidos y vibraciones. Costa Rica.

<sup>2</sup> Guía para el ruido urbano, Organización Mundial de la Salud, Ginebra.

<sup>3</sup> Guía para el ruido urbano, Organización Mundial de la Salud, Ginebra.



**Figura 2.** Infografía de los niveles de ruido y efectos a la salud humana

<http://www.botanical-online.com/>

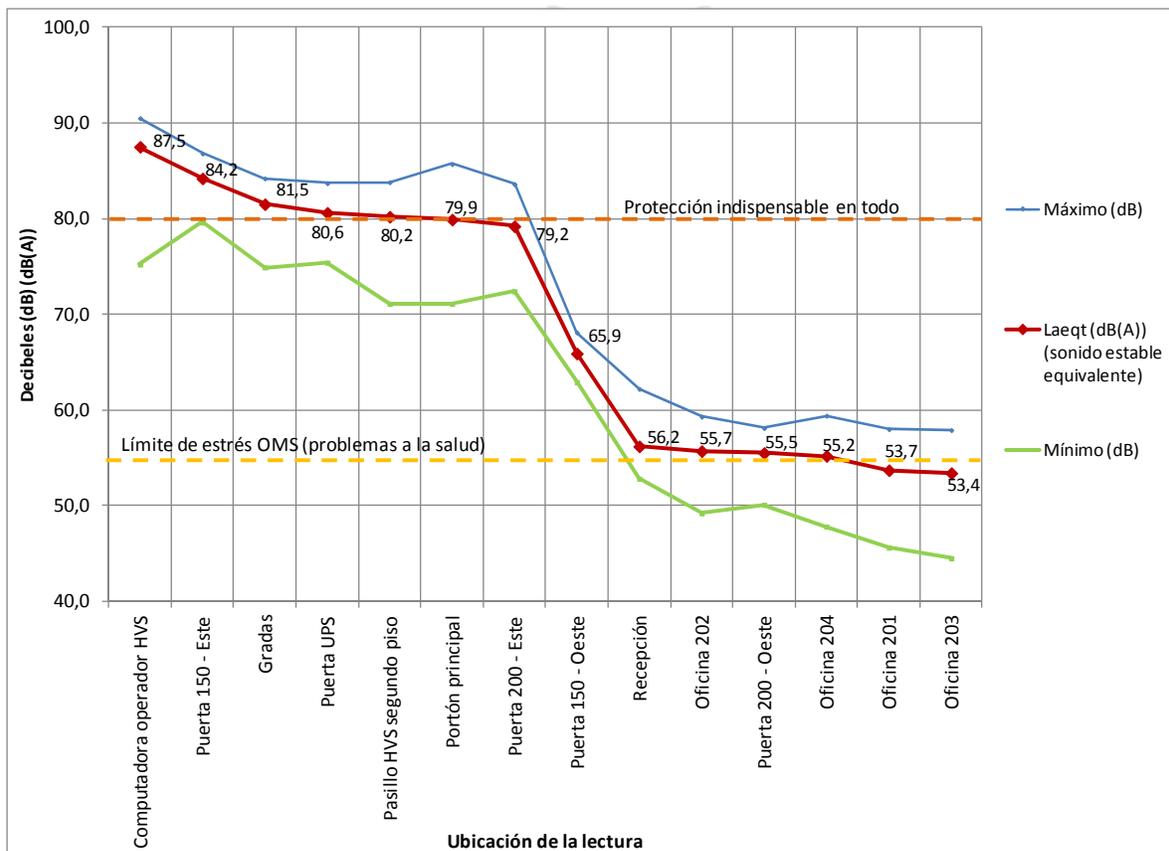
#### 4. MEDICIONES REALIZADAS

Con el fin de dimensionar los niveles de sonido generados por el equipo, y la forma en que el edificio lo distribuye en los diferentes puntos, se procedió a realizar mediciones mediante la aplicación de teléfono Decibel Ultra.

En primera instancia se realizaron mediciones muy breves para realizar un mapeo de las zonas de interés. Estas mediciones oscilan alrededor de 10 segundos de duración, y el resumen de las mismas se muestra en la Figura 2; donde se puede apreciar que en los diferentes puntos a lo interno del PaveLab el nivel de contaminación sónica está entre 80

dB(A) y 90 dB(A), lo cual representa una amenaza a la salud de quienes se exponen a esta área; por lo que se debe utilizar protección en todo momento dentro de este espacio.

Para aumentar la muestra utilizada se recurrió a tomar muestras de un minuto de duración, de manera que los diferentes parámetros que mide el programa puedan ser incluidos y sean representativos de las diferentes zonas en análisis.

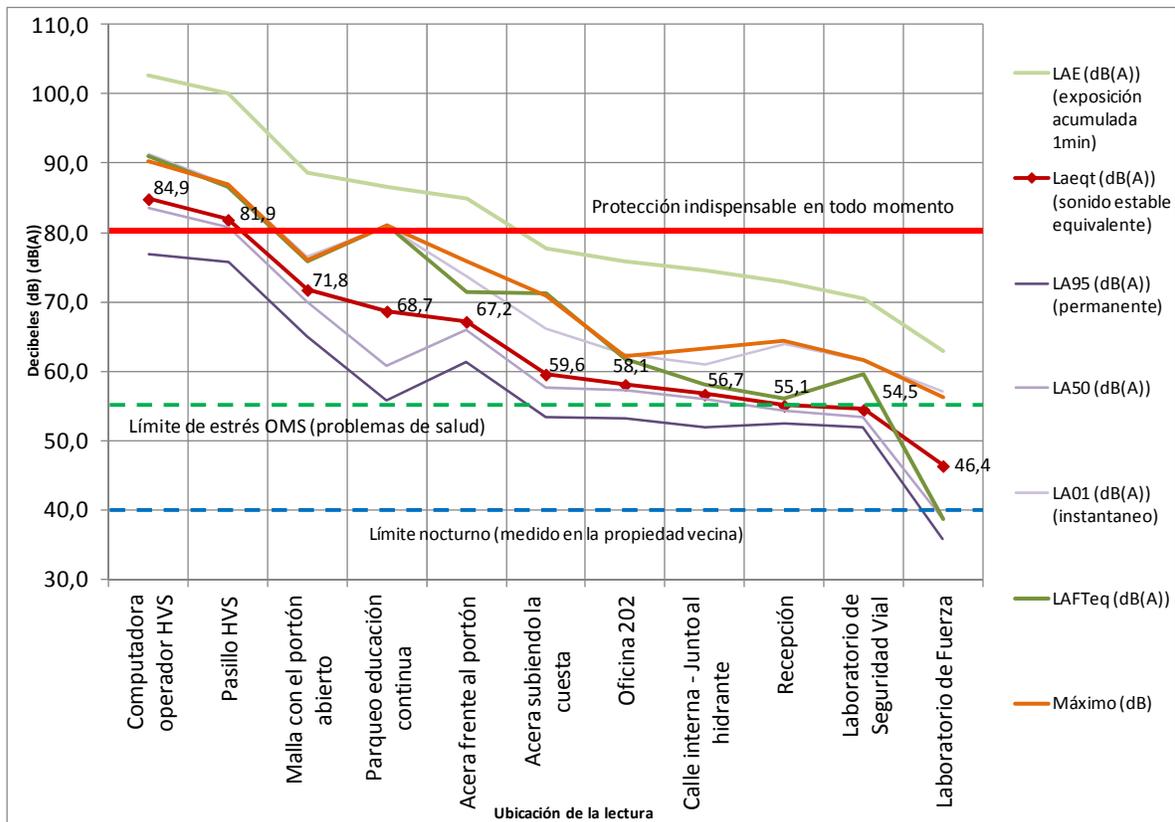


**Figura 3.** Gráfico de lecturas cortas realizadas.

Una vez que se definieron los diversos puntos de interés se procedió a realizar mediciones con un período de medición mayor, de manera que los datos estadísticos registrados por el programa utilizado fueran apropiadamente representativos.

En la Figura 4 se muestra un resumen de los datos obtenidos, donde cabe destacar que se incluyeron algunas mediciones al aire libre en puntos cercanos al área de interés. Los

espacios cerrados donde se desarrollan actividades de oficina deben mantenerse por debajo de los 55 dB(A) dictados por la recomendación de la OMS; para espacios al aire libre es aceptable un nivel de 65 dB(A) durante el día y 45 dB(A) (medidos en las propiedades vecinas a la fuente) durante la noche<sup>4</sup>.



**Figura 4.** Gráfico de lecturas cortas realizadas.

Entre las mediciones realizadas cabe destacar que para los Laboratorios de Fuerza y Seguridad Vial el sonido generado por el HVS fue despreciable durante las mediciones y las mediciones obedecen a otras fuentes.

Pueden identificarse como zonas críticas a ser atendidas todo el Laboratorio de Pavimentos, con mediciones por encima de los 80dB(A), incluyendo las oficinas de esta área que registra lecturas cerca de 60dB(A).

<sup>4</sup> Reglamento para el control de contaminación por ruido, Gaceta 155 de 14/08/2000. Tablas 1,2 y 3.

Así mismo el área de recepción del Edificio C es susceptible a mejoras para reducir los niveles de ruido que se perciben.

## 5. ACCIONES CORRECTIVAS EN EL CORTO PLAZO.

Para las áreas de oficina directamente afectadas por la contaminación sónica generada por el equipo medidas se requieren dispositivos personales que permitan reducir el nivel de contaminación sónica que afecta a cada usuario. Estos dispositivos pueden clasificarse según su sistema de reducción en pasivos y/o activos.

Los dispositivos pasivos son los que define una barrera física entre la fuente del sonido, entre estos podemos encontrar tapones para los oídos, orejeras de seguridad y otros similares.

Los sistemas activos implican que el dispositivo genera una reacción ante la contaminación sónica. en esta línea de dispositivos se han desarrollado audífonos que poseen la capacidad de generar señales de sonido inversas a la contaminación sónica, cancelando gran parte de la contaminación que llega al usuario.

Los usuarios de las oficinas 201 a 203 han venido utilizando dispositivos de atenuación pasivos, pues son usuarios permanentes del espacio. En la sala de reunión 204 no se han venido utilizando dispositivos, pues los usuarios de dicho espacio no permanecen en ese espacio por un período prolongado. Considerando lo anterior, se recomienda que los usuarios permanentes de las oficinas y recepción sean equipados con audífonos de atenuación de sonidos mediante un sistema activo. Se adjunta cotización de referencia.



**Figura 5.** Audífonos con sistema activo de cancelación de ruido.

<http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2400202,00.asp>

Para los visitantes se recomiendan sistemas de protección pasivos desechables y/o reutilizables según la frecuencia con que ingresen al área de mayor nivel de ruido. Para estos efectos se recomienda colocar dos dispensadores, uno en la puerta 150 y otro en la puerta 200. Se adjunta cotización de referencia, de dispensadores que se pueden fijar a la pared.



**Figura 6.** Dispensador de tapones para protección de los visitantes.

<http://cruzverde.co.cr/blog/dispensador-de-tapones-howard-leight-by-honeywell/>

## 6. ACCIONES CORRECTIVAS EN EL MEDIANO Y LARGO PLAZO.

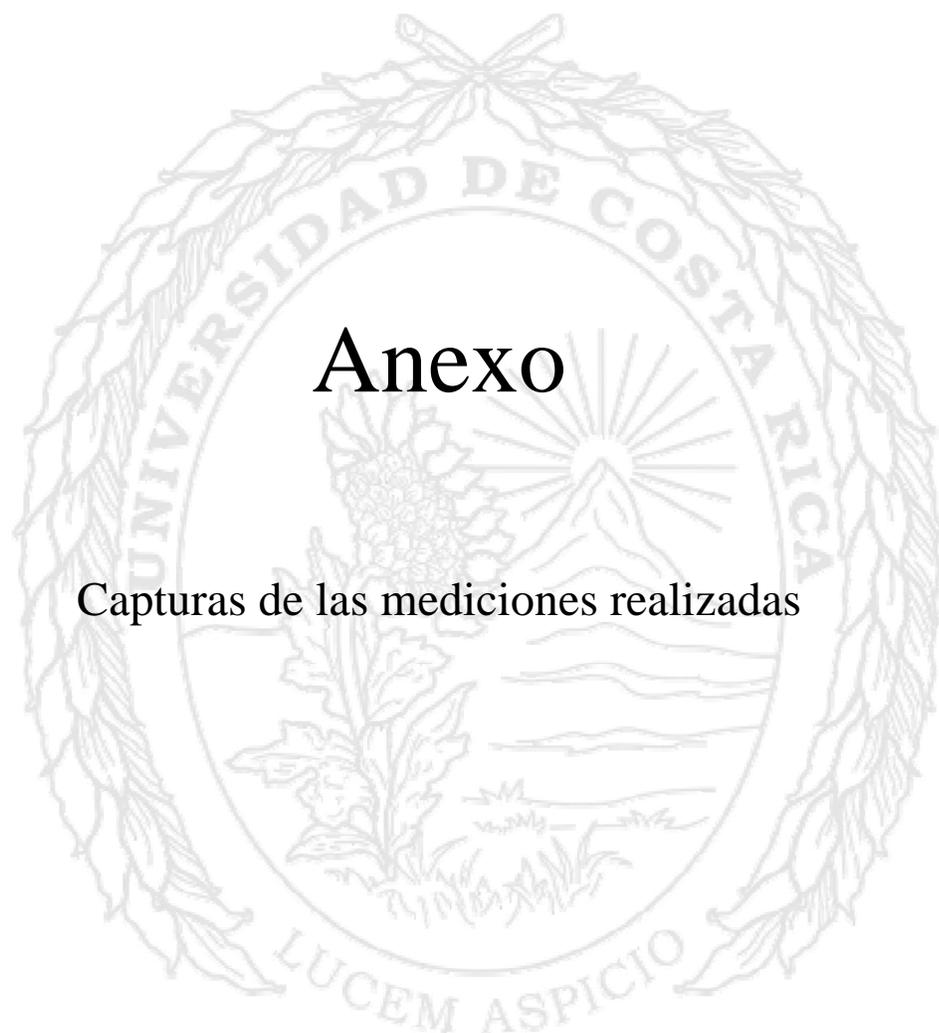
En el área de oficinas, como parte del proceso de remodelación (en proceso de licitación) se incluyó el cambio de las cuatro puertas del segundo piso. De manera que se mejore la reducción de contaminación sónica que pasa por las mismas.

Es necesario profundizar en la forma de atenuar la contaminación sónica, en especial cuando el equipo sea ubicado en las posiciones exteriores de ensayo. Esto tiene particular importancia para cumplir con lo estipulado por el ministerio de salud en cuanto al nivel de sonido que puede llegar a las propiedades vecinas (40dB(A) durante la noche). Para esto se recomienda recurrir a especialistas en el tema de acústica una vez que hayan concluido los trabajos de remodelación, de manera que se puedan hacer las mejoras no incluidas en dicho proceso.

Dos elementos que se podrían mejorar es el cierre en la parte superior de las oficinas ubicadas en esa zona, y mejorar las condiciones de sello acústico, particularmente en la puerta 150.

Cuando el equipo HVS sea ubicado en las posiciones exteriores de ensayo será necesario realizar mediciones del nivel de contaminación acústica que llega a las propiedades vecinas. En caso de que se superen los niveles permitidos será necesario implementar una barrera de contención del sonido generado.

Nota: Como parte de las revisiones de este documento se dio un visto bueno por parte de la Coordinación del PITRA para la ejecución de las acciones correctivas a corto plazo planteadas.



# Anexo

Capturas de las mediciones realizadas

Mediciones cortas

Recepción Edificio C



Computadora operador HVS



Puerta 150 - Costado oeste (Recepción)



Portón principal



Puerta 150 - Costado Este (HVS)



Puerta UPS



Gradas



Pasillo segundo piso



Puerta 200 - Costado este



Oficina 201



Puerta 200 - Costado Oeste



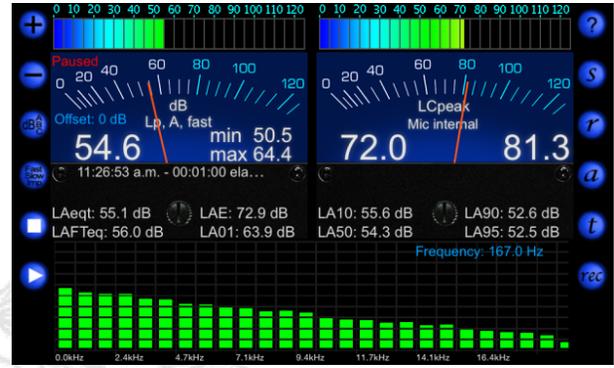
Oficina 202



Oficina 203



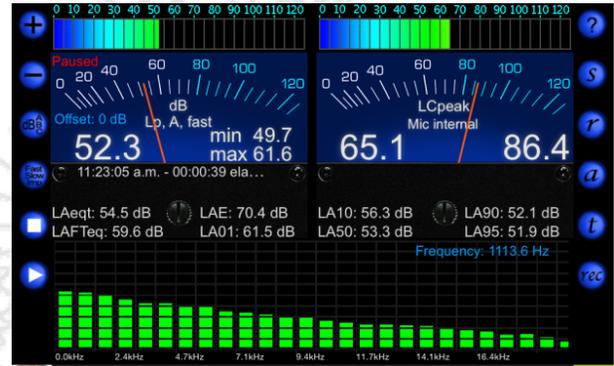
Recepción



Oficina 204



Laboratorio de Seguridad Vial



Mediciones de un minuto

Computadora del operador HVS



Laboratorio de Fuerza



Parqueo Educación continua portón abierto



Acera al frente del portón del HVS



Calle interna - Cerca del hidrante



Entrada principal Edificio C



Acera subiendo la cuesta frente al acceso del HVS

