



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DEL RUIDO DE TRÁFICO HACIA DIFERENTES ZONAS  
DEL INTERIOR DEL HOSPITAL AXXIS UBICADO EN LA CIUDAD DE  
QUITO

AUTOR

Carlos Alberto Vásquez Moreno

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DEL RUIDO DE TRÁFICO HACIA DIFERENTES ZONAS DEL  
INTERIOR DEL HOSPITAL AXXIS UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero en sonido y acústica

Profesor Guía

PhD. Luis Alberto Bravo Moncayo

Autor

Carlos Alberto Vásquez Moreno

Año

2018

### **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA.**

“Declaro haber dirigido el trabajo, EVALUACIÓN DEL RUIDO DE TRÁFICO HACIA DIFERENTES ZONAS DEL INTERIOR DEL HOSPITAL AXXIS UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO, a través de reuniones periódicas con el estudiante, Carlos Alberto Vásconez Moreno, en el semestre 2018\_2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

---

Luis Alberto Bravo Moncayo  
Doctor en Ingeniería Acústica  
CI: 1711710606

### **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR.**

“Declaro haber revisado este trabajo, EVALUACIÓN DEL RUIDO DE TRÁFICO HACIA DIFERENTES ZONAS DEL INTERIOR DEL HOSPITAL AXXIS UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO, del estudiante Carlos Alberto Vásquez Moreno, en el semestre 2018\_2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Juan Sebastián Vizúete Déley  
Master en Ingeniería Acústica  
CI: 0604086769

### **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE.**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

---

Carlos Alberto Vásquez Moreno

CI: 171894894-4

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por su guía y el apoyo incondicional durante esta etapa.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a quien me ha inspirado esfuerzo y sacrificio, mi esposa Analy y mi hija Martina.

A mis padres Oswaldo y María Elena por su infinito amor y comprensión.

## RESUMEN

Con todos los antecedentes que tienen los efectos del ruido sobre las personas, y más aún sobre personas con problemas de salud, el objetivo del presente estudio fue conocer el nivel de ruido producido por los vehículos que transitan por la Avenida 10 de Agosto, en el interior del hospital Axxis ubicado en la ciudad de Quito. Antes de realizar las mediciones acústicas se seleccionaron las zonas del hospital a evaluar, que fueron: información y habitación de hospitalización (tercer piso). Las mediciones se llevaron a cabo en cinco puntos de cada zona, y se utilizó un sonómetro en un periodo de 15 minutos por punto. En la zona I (información), el nivel de presión sonora equivalente ( $L_{AeqT}$ ) fue 76.78 dB(A) en el periodo diurno, en el caso del periodo nocturno el valor obtenido fue de 73.60 dB(A). En la zona II (hospitalización), se obtuvo un valor menor al de la zona I, fue de 70.52 dB(A) periodo diurno y 65.97 dB(A) en el periodo nocturno. Además se realizó un mapa de ruido de la zona y encuestas al personal y pacientes dentro de estas zonas del hospital. Los resultados de las encuestas indicaron que el 100% de los pacientes consideran ruidosa la zona II (habitación de la zona de hospitalización) y esto se debe al ruido de tráfico.

## ABSTRACT

With all the well-known facts regarding the effects noise has on people, and even more so on people with health problems; the objective of this study was to understand the noise level produced by vehicles passing through the Avenida 10 de Agosto, at the interior of the Axxis Hospital located in the city of Quito. Ahead of performing the acoustic measurements, certain areas of the hospital were selected for evaluation. The chosen areas were the reception area and patients rooms in the hospitalization area (third floor). The measurements were carried out in five points of each zone, and for measurements a sound level meter was used with a 15 minutes integration time on each measurement point. In zone I (reception area) the equivalent sound pressure level ( $L_{AeqT}$ ) during the day, was 76.78 dB(A). During the night the value obtained was 73.60 dB(A). In zone II (hospitalization) a lower value than in zone I was obtained. The result was 70.52 dB(A) during the day and 65.97 dB(A) during the night. Additionally, a noise map of the area and surveys of hospital staff and patients within these areas of the hospital were made. The results of the surveys indicated that 100% of patients considered zone II as a noisy zone (hospitalization area) and this is due to traffic noise.

# INDICE

1. Capítulo I: Introducción.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación .....	4
1.3. Alcances .....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
2. Capítulo II: Marco teórico .....	5
2.1. Zonas hospitalarias .....	5
2.2. Ruido de tráfico.....	5
2.2.1. Ruido del motor .....	7
2.2.2. Ruido aerodinámico.....	9
2.2.3. Ruido de rodadura .....	10
2.2.3.1. Contacto entre la rueda y el pavimento.....	10
2.2.3.2. Ruido de naturaleza aerodinámica.....	10
2.2.3.3. Fricción .....	11
2.3. Superficie.....	12
2.4. Mapa de ruido .....	13
2.5. Nivel de presión sonora equivalente.....	14
3. Capítulo III: Descripción de la situación actual .....	15
3.1. Ubicación del hospital.....	15
3.2. Estructura del Hospital .....	17
3.3. Fluidez vehicular.....	17
4. Capítulo IV: Metodología .....	18
4.1. Zonas.....	18
4.1.1. Zona de información .....	19
4.1.2. Hospitalización.....	21
4.2. Medición de ruido .....	22

4.2.1. Calibración.....	23
4.2.2. Posicionamiento del sonómetro.....	24
4.2.3. Elección de puntos de medición .....	24
4.2.4. Medición del Nivel de Presión Sonora Equivalente .....	27
4.3. Mapa de ruido .....	27
4.4. Encuesta.....	29
5. Capítulo V: Resultados.....	31
5.1. Mediciones de ruido.....	31
5.2. Mapa de ruido .....	36
5.3. Recopilación de datos de la encuesta.....	39
6. Capítulo VI: Discusión.....	49
6.1. Causas de los resultados .....	49
6.2. Comparación entre los niveles de presión sonora equivalentes totales entre las zonas y periodos .....	50
6.3. Comparación entre los resultados de las mediciones y las encuestas.....	51
6.4. Comparación de la metodología utilizada frente a normativa .....	52
6.5. Niveles del Hospital frente a normativa.....	55
7. Conclusiones y futuras líneas de investigación.....	57
7.1. Conclusiones.....	57
7.2. Futuras líneas de investigación.....	59
Referencias.....	60
Anexos .....	65

## **1. Capítulo I: Introducción**

### **1.1. Antecedentes**

Al hablar de contaminación ambiental se encuentra que ésta se produce por varios factores, uno de los contaminantes que existe en el planeta es el ruido (Albert, 2004). Debido a su concepto subjetivo (ya que ruido es cualquier sonido que resulte molesto) suele pasar desapercibido, sin embargo, es realmente un factor perjudicial ya que es un fenómeno que afecta a todo ser vivo: vegetación, animales (Price, Sibley y Davies, 1993) y humanos (Santos de la Cruz, 2007) desde la perspectiva económica, social y/o personal.

De lo anterior se desprende que los riesgos a los que estamos expuestos son preocupantes. Principalmente quienes se encuentran en áreas hospitalarias, espacios en los que conviven personal sanitario y pacientes que buscan ayuda para solucionar sus deficiencias de salud. Estos lugares deben tomar muy en cuenta las normas de relacionadas con los niveles de ruido.

El ruido es un factor que no solo afecta al órgano de la audición. Una de las principales causas de pérdida auditiva es la exposición a sonidos excesivos (Hernández y Sánchez., 2011). El riesgo de pérdida auditiva es muy alto en personas expuestas a niveles mayores a 70 dB(A) durante periodos prolongados (Hammer, Swinburn y Neitzel, 2014), sin embargo el ruido no solo afecta a la audición, también tiene repercusiones directas en otros órganos (Alonso, 2003). Por ejemplo, si las personas son expuestas a niveles mayores a 70 dB(A) durante un periodo prolongado, es posible que aumente la presión arterial sistólica y además se alteren los niveles de la hormona del estrés (Hohmann et al., 2013).

Por otra parte, si bien es posible que personas jóvenes tengan una mayor tolerancia al ruido, existe una gran asociación entre el ruido de tránsito y la hipertensión en personas de mediana edad (Bodin et al., 2009).

Por supuesto, es un problema aún más preocupante en el caso de los adultos mayores, ya que a una edad avanzada las personas empiezan a sentir mucho más cualquier tipo de molestia, son más intolerantes y elevadamente propensos a enfermar; su cuerpo no responde de la misma manera a los efectos externos que influyen sobre su salud, por ejemplo: las personas a partir de los sesenta y cinco años de edad, que son expuestas a ruido de tráfico tienen un alto riesgo de sufrir un accidente cerebrovascular (Sorensen et al., 2011).

Si bien ya se ha establecido que es un hecho la manera en la que el ruido afecta a las personas desde niños hasta adultos mayores, también debemos preguntarnos: ¿qué sucede con el bebé dentro del vientre materno (infantes que están por nacer)? se ha demostrado que el ruido de tráfico puede provocar un nacimiento prematuro, e influir en el peso del recién nacido (Nieuwenhuijsen, Ristovska y Dadvand., 2017).

El ruido en las zonas hospitalarias se convierte en un elemento de estudio, como resultado se conoce que el ruido en este tipo de zonas ha incrementado sus valores de 15 a 20 dB (Basner et al., 2014), lo que se traduce en un factor muy preocupante para la salud de los pacientes. Dentro de un hospital no solo se encuentran los pacientes como personas afectadas por el ruido, también se ha determinado que influye sobre el personal que trabaja dentro del hospital, como es el caso de las enfermeras (Choiniere, 2010).

En el caso de los médicos el ruido se convierte en un factor dañino que puede afectar el descanso, la concentración, la habilidad y capacidad para establecer un diagnóstico correcto o realizar operaciones. Esta afirmación es correcta; según las normativas establecidas el nivel de ruido promedio es mayor durante el día (en algunos hospitales), y se ha comprobado que uno de los factores principales es el uso excesivo del claxon (Jaleel, 2014).

Un hospital se ve obligado a cubrir varias necesidades distribuidas en diferentes áreas en las que se encuentran pacientes en estado de gravedad y tienen la necesidad de cumplir con la regla del silencio absoluto, por ejemplo:

salas de operaciones, sala de recuperación post quirúrgica o post anestésica, hospitalización, neonatología-pediatría, terapia intensiva, terapia intermedia, cuidados coronarios y cuidados intensivos; en estos espacios los pacientes necesitan estar en constante observación y, sobre todo, tienen la necesidad de descansar para tener una recuperación adecuada. En estos casos la eliminación de ruido es de gran importancia ya que puede interrumpir el sueño de una persona, por tanto puede generar intranquilidad en un paciente y alterarlo debido a la falta de descanso (Xie, Kang & Mills, 2009). Niveles de ruido de 50,3 dB y 68,1 dB dentro de un hospital son valores bastante alarmantes (Pai, 2007) sin importar el área donde se analice el grado de intensidad de ruido.

Los efectos del ruido no solo se ven reflejados en el cansancio, también actúa sobre la sensibilidad de las personas, en estas áreas hospitalarias se correlacionan positivamente con puntuaciones de estrés subjetivo, dejando a pacientes preocupados por su estado y su rehabilitación; aun cuando todo parece estar bien, ellos ya presentan ansiedad y por tanto se ven sometidos a una necesidad angustiada y desesperada de salir del hospital (Okcu, Hsu & Mahapatra, 2011).

Cualquier individuo al pasar cerca de un establecimiento de salud tiene que estar consciente de la necesidad de silencio, tanto del personal que labora en el hospital como de los pacientes. Como mencionó un neurocientífico del hospital de Brigham, después de realizar un estudio con voluntarios sanos acerca de la interrupción del sueño por causa del ruido: “Ya es lo suficientemente estresante ser paciente en un hospital; y hay mucho barullo por la noche” (Buxton et al., 2012).

El Ministerio del Ambiente establece la norma técnica para el control de ruido causado por fuentes fijas y móviles en zona hospitalaria y educativa: El nivel de presión sonora equivalente dB(A) no puede superar los 55 dB(A) en el período diurno (07H01 a 21H00) y los 45 dB(A) en el período nocturno (21H01 a 07H00) (TULSMA, 2015). La posibilidad de que los valores de ruido sean

superiores a los descritos en la normativa es muy real debido a las ubicaciones de los hospitales en zonas de gran acumulación de ruido.

## **1.2. Justificación**

En el país existen estudios acerca del ruido generado por máquinas ubicadas en el interior de los hospitales. Por ejemplo, se realizó un estudio en la ciudad de Ibarra sobre el impacto sonoro que tienen los monitores cardíacos y ventiladores respiratorios sobre el personal en el área de neonatología (Carrera, 2016). Si los equipos utilizados dentro de los hospitales tienen algún riesgo de afectar al personal y/o pacientes, es considerable realizar un estudio del riesgo al que están expuestas las personas que permanecen en los centros de salud debido al ruido que produce el tráfico en las áreas que circundan estos lugares. El hospital Axxis se ubica en un sector céntrico y, por lo tanto es un sector transitado de la ciudad, sobre todo, en las horas pico, situación que genera altos niveles de ruido hacia el interior del hospital.

Con esos antecedentes se propone realizar un estudio en el que se evalúe el ruido generado por el tráfico vehicular en las zonas de información y de hospitalización (tercer piso-avenida 10 de Agosto) del hospital Axxis.

## **1.3. Alcances**

Esta investigación pretende determinar el nivel de ruido de tráfico vehicular equivalente transmitido hacia las zonas de información y de hospitalización del hospital Axxis. Adicionalmente se pretende obtener resultados porcentuales del nivel de molestia que causa en los pacientes y personal del centro hospitalario mediante encuestas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el impacto acústico producido por el tráfico vehicular en el interior del hospital AXXIS de la ciudad de Quito, a través de mediciones de ruido y encuestas sobre la valoración de molestia producida por los vehículos que circulan por la zona.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el nivel de ruido de tráfico en el interior del hospital mediante el uso de un sonómetro.
- Valorar la molestia causada por el ruido vehicular en pacientes y personal del hospital a través de una encuesta.
- Realizar una comparación entre los valores objetivos y subjetivos obtenidos.

## **2. Capítulo II: Marco teórico**

### **2.1. Zonas hospitalarias**

Dentro de un centro hospitalario se atienden diferentes problemas de salud que pueden padecer las personas. Los profesionales de la salud luego de graduarse y obtener el título de médicos generales pueden realizar una especialización, con el fin de atender, diagnosticar y tratar al paciente con un problema de salud específico.

Con el objetivo de cubrir estas opciones el interior de un hospital se divide en diferentes zonas de atención, dependiendo del estado y problema del paciente. Hay sectores en los que el paciente necesita una atención constante y delicada y mucho descanso para su recuperación.

A continuación se citarán las diferentes zonas que se encuentran normalmente en el interior de un hospital las mismas que se pueden dividir en áreas generales como: información/admisión, cafetería, lavandería/ropería, higiene ambiental, mantenimiento, esterilización. Áreas específicas de tratamiento médico como: emergencia, hospitalización, centro quirúrgico, área de cuidado intensivo, área de pediatría, área de gineco-obstetricia, área de procedimientos endoscópicos, hospital del día.

### **2.2. Ruido de tráfico**

Una de las principales causas de ruido en zonas pobladas son los vehículos que circulan por las calles y autopistas, este tipo de ruido puede generar varios problemas de convivencia y de salud para los seres humanos (Fernández,

Navarro & García, 2014) Dicho ruido tiene un mayor nivel cuando la cantidad de vehículos circulando es excesivo.

Existen varios tipos de vehículos, los cuales pueden ser clasificados de la siguiente manera; livianos, pesados y agrícolas. A continuación se detallarán los dos primeros, dejando de lado a los agrícolas ya que este tipo de vehículos no transitan en la ciudad de Quito.

Los vehículos livianos se caracterizan por tener 2 ejes y un cilindraje entre 1000cc hasta 2500cc. Capaces de transportar un máximo de 12 pasajeros, circulan por calles y vías convencionales. Se pueden clasificar según su estructura de la siguiente forma: deportivos biplaza, deportivos, sedán, utilities. Son automóviles familiares y por lo tanto, los que más transitan en la ciudad de Quito (Villagómez, 2011).

Los vehículos pesados, que se utilizan para el transporte de personas y de grandes cantidades de carga de diferente índole, pueden tener un peso de más de 3,5 toneladas. Dentro de este tipo de vehículos se encuentran: buses de distinto tipo como los utilizados en el sistema de metro bus y ecovía, camiones de todo tipo, busetas, etc.

La mayor parte de la población de la ciudad se transporta en el servicio público (buses de línea, ecovía, metro vía, etc.), por lo tanto es muy común encontrar este tipo de vehículos en la ciudad, sin embargo el número de automóviles livianos supera al de los pesados.

Las motocicletas, vehículos a motor sin estabilidad propia cuyo número de llantas son dos (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2014), si bien no se acercan al peso de un vehículo pesado, emiten niveles de ruido iguales o en algunos casos mayores que los vehículos caracterizados en esa sección, es por esta razón que las motocicletas estarán incluidas en los vehículos pesados.

El siguiente cuadro muestra los valores en porcentaje de vehículos del parque automotor del Distrito Metropolitano de Quito en el año 2010.

Tabla 1.

*Estructura del parque automotor del Distrito Metropolitano de Quito del año 2010.*

<b>Clase vehículo</b>	<b>Porcentaje</b>
Automóvil	36,10 %
Bus	12,99 %
Buseta – Furgoneta	1,77 %
Camión	5,01 %
Camioneta	17,02 %
Jeep	12,00 %
Tanquero	0,04 %
Trayler	1,20 %
Volqueta	1,00 %
Motocicleta	8,02 %
Trolebús	0,07 %
Articulado	0,02 %
Otros (Grúa - Wincha)	0,03 %
No identificado	4,73 %
<b>TOTAL</b>	<b>100,00 %</b>

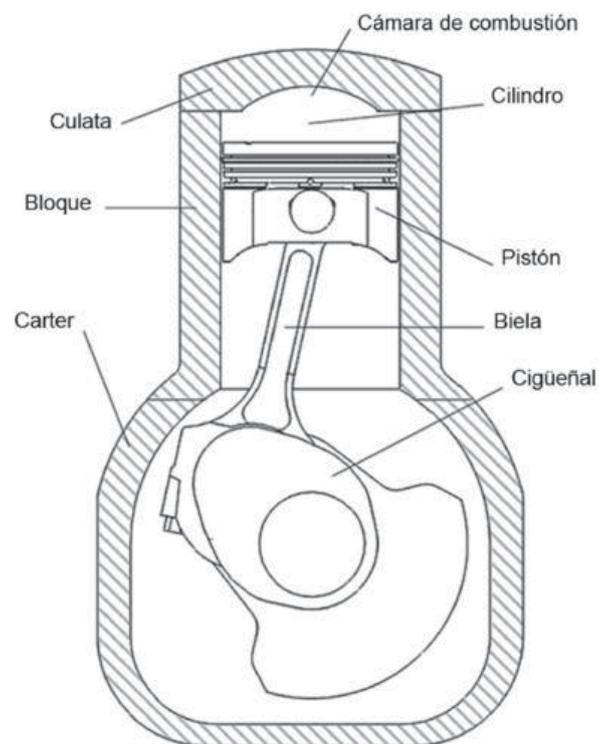
Tomado de Villagomez, 2011.

### **2.2.1. Ruido del motor**

También conocido como el ruido del tren de potencia es uno de las principales causantes de ruido en los vehículos, ya que el motor es el responsable de que el vehículo esté en movimiento. Para lograrlo se realiza un proceso en el motor que involucra muchos elementos o partes que cumplen diferentes funciones entre estos tenemos: bujías, bobina, cilindro, pistón, biela, cigüeñal, entre otros. Un motor a combustión trabaja bajo tres principios; mezcla, compresión, y una descarga. La mezcla se realiza entre el aire y el combustible (gasolina), la descarga eléctrica hace que la mezcla se encienda con el fin de generar una

fuerza en el interior del motor. La descarga se realiza por medio de las bujías que atrapan el alto voltaje generado en la bobina. Dentro del cilindro se produce una explosión que luego se transmite hasta el pistón, esto ocasiona el movimiento en la biela, para luego pasar al cigüeñal. De esta manera el proceso se convierte en un movimiento giratorio (caja de velocidades o cambios - ruedas) y se genera la circulación del vehículo.

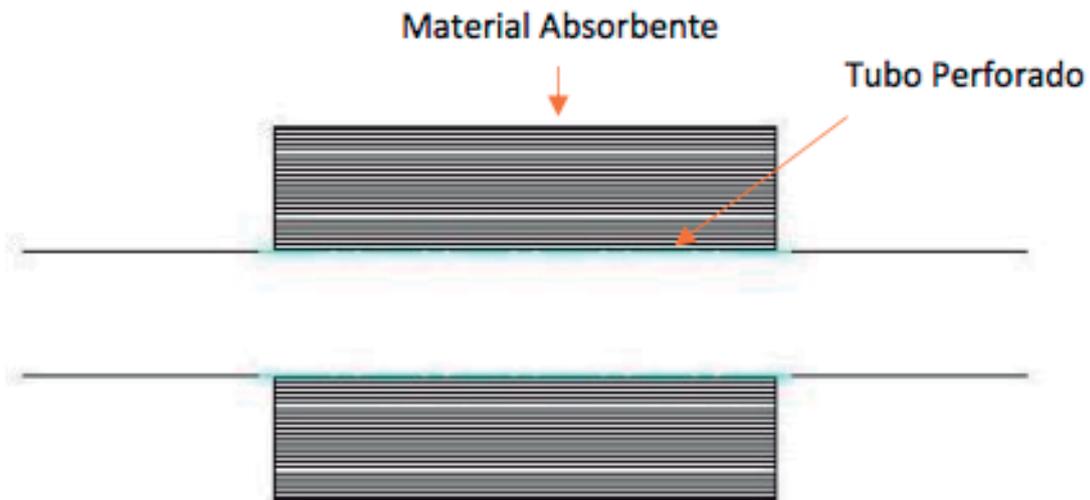
El ruido del motor (admisión, combustión y escape) es producido por todos los elementos que lo componen y depende principalmente de la carga y velocidad de rotación del motor (Fernández, Navarro & García, 2014).



*Figura 1.* Motor de combustión interna.

Tomado de Rovira & Muñoz, 2015.

Otro ejemplo de lo mencionado anteriormente es el del ruido de escape, generado por un sistema de expulsión de gases. Para controlar y reducir este tipo de ruido en los vehículos se realiza un análisis de silenciadores (reactivo, absorbente) que pueden ser incorporados al sistema de escape, o de ser el caso es también común y posible realizar una combinación entre silenciadores para poder reducir el nivel de ruido (Mato y Sobreira, 2008).

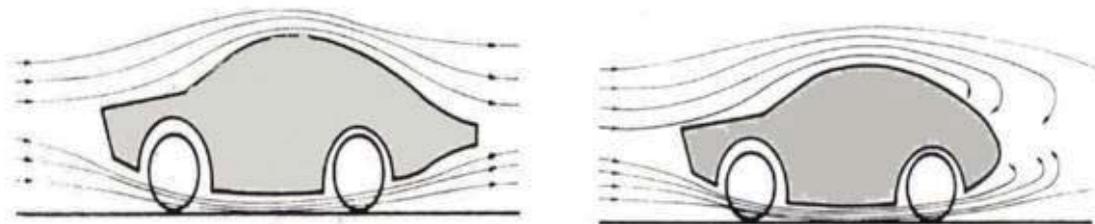


*Figura 2.* Silenciador disipativo para escape de vehículo.

Tomado de Campoverde, 2016.

### 2.2.2. Ruido aerodinámico

Es llamado así al ruido que produce el aire circulado por el vehículo. Se percibe con mayor intensidad en su interior. Si la velocidad de circulación del automóvil es menor a 120 km/h el ruido aerodinámico no es un problema. Para que un vehículo esté en movimiento debe vencer la resistencia de la fuerza del aire, este choque entre el vehículo y el aire genera turbulencias, que dependen principalmente de la geometría del chasis y de la velocidad a la que esté circulando el vehículo (Mato y Sobreira, 2008). El ruido aerodinámico se ha reducido con el pasar de los años, gracias a la mejora del diseño de los vehículos. Así se ha logrado mejor calidad sonora y confort acústico (Fernández, Navarro & García, 2014).



*Figura 3.* Oposición del aire contra el vehículo.

Tomado de Casado et al., 2006.

### 2.2.3. Ruido de rodadura

Ruido generado por el contacto de las ruedas contra la superficie. El ruido de rodadura es generalmente producido en vehículos livianos cuando la velocidad va de 15 Km/h – 45 Km/h y en el caso de vehículos pesados de 30 Km/h – 50 Km/h. Otras causas del ruido de rodadura son las fuerzas longitudinales (aceleración y frenado) y tangenciales (generado por curvas) sobre las ruedas (Fernández, Navarro & García, 2014).

#### 2.2.3.1. Contacto entre la rueda y el pavimento

El contacto de la rueda con el pavimento genera vibraciones, una excitación mecánica en el neumático del vehículo (Morcillo et al, 2008). La vibración generada por el contacto ruido-pavimento es transmitida por todo el neumático generando ruido.

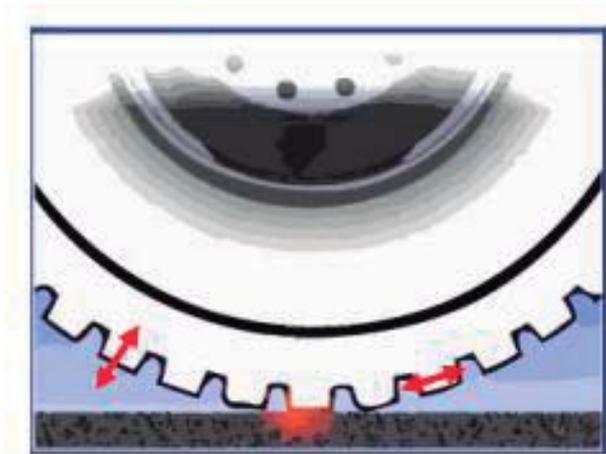
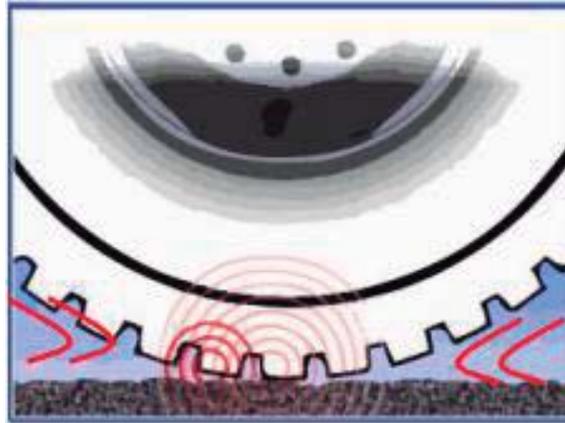


Figura 4. Vibraciones radiales y tangenciales generadas por el contacto rueda-pavimento.

Tomado de Morcillo et al, 2008.

#### 2.2.3.2. Ruido de naturaleza aerodinámica

Este tipo de ruido es generado por el flujo de aire que se produce por el movimiento de las ruedas y los surcos de los neumáticos. El aire impulsado por el movimiento de las ruedas hacia el suelo es conocido como *'air pumping'*. Mientras más reflectante es el pavimento, mayor es el ruido producido (Morcillo et al, 2008).

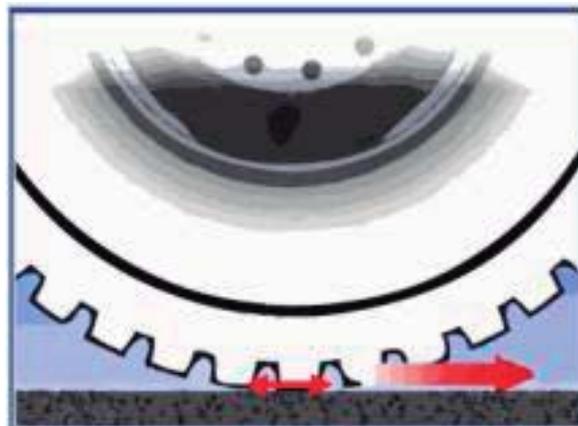


*Figura 5.* Ruido de rodadura de naturaleza aerodinámica.

Tomado de Morcillo et al, 2008.

### 2.2.3.3. Fricción

Generada por la adhesión y movimientos entre los neumáticos de los vehículos y el pavimento (Morcillo et al, 2008). Estos tipos de movimientos no pueden ser visualizados a simple vista.



*Figura 6.* Ruido generado por el contacto y la fricción entre la rueda y el pavimento.

Tomado de Morcillo et al, 2008.

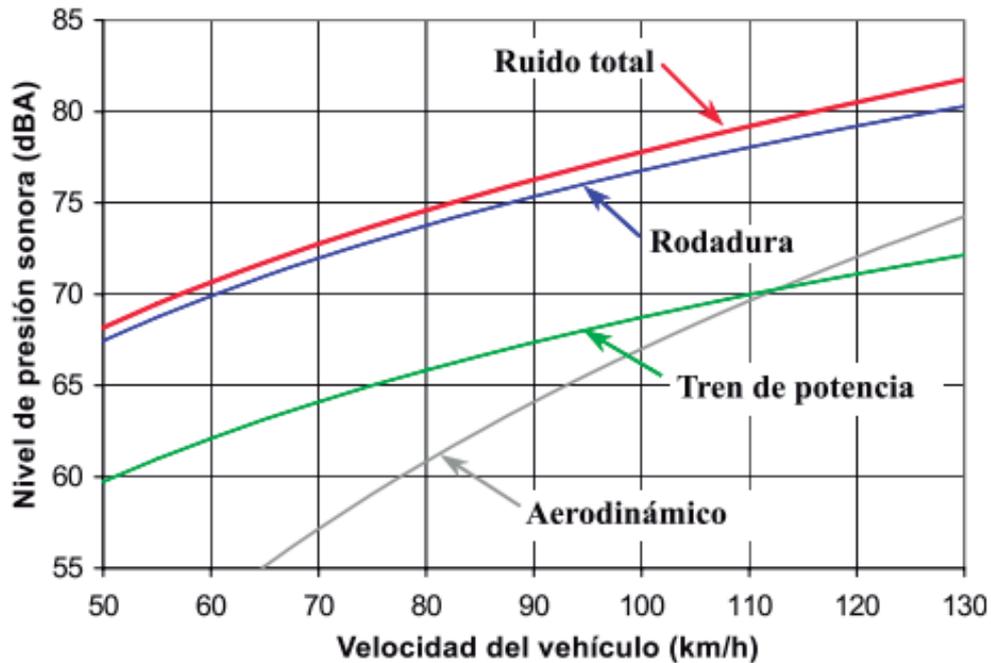


Figura 7. Gráfica de comparación de las diferentes fuentes de ruido vehicular.

Tomado de Fernández, Navarro & García, 2014.

Se puede observar que el ruido de rodadura no solo es el que mayor nivel tiene en comparación con el ruido de tren de potencia (motor) y el ruido aerodinámico, sino que el ruido total que emite un vehículo en circulación es generado por el contacto entre los neumáticos y la superficie de las vías.

### 2.3. Superficie

Los diferentes tipos de superficies por donde circulan los vehículos son un factor importante al momento de hablar del ruido vehicular. El ruido se produce por a la interacción entre las ruedas del vehículo y la superficie, por lo general esta superficie en las ciudades es el pavimento (asfalto). Al analizar la relación de este material con la generación de ruido se debe tomar en cuenta sus tipos; asfaltos densos y asfaltos porosos, su única diferencia es que el primero no permite la entrada de agua en el material, mientras que el de tipo poroso tiene pequeñas aberturas con el fin de que estas absorban el ruido (Fernández, Navarro & García, 2014).



*Figura 8.* Asfalto denso y asfalto poroso.

Tomado de Fernández, Navarro & García, 2014.

#### **2.4. Mapa de ruido**

El mapa de ruido es un instrumento utilizado para evaluar, verificar y observar el nivel de ruido o situación existente en una zona, esta puede ser pequeña como el caso de una calle, parroquia o grande que abarque una ciudad entera. (Martinez, 2005)

Un mapa de ruido puede ser realizado con distintos softwares que permiten simularlo este es el caso del CadnaA, uno de los programas más conocidos para realizar este tipo de mapas. En este programa es necesario ubicar las distintas edificaciones, parques, redondeles, semáforos de la zona o ciudad a evaluar, así como también todas las calles principales y secundarias y el material del que están hechas. El ubicar las fuentes de ruido y realizar un conteo de vehículos de la zona, es parte fundamental para generar una estimación cercana del nivel de ruido existente en el lugar.

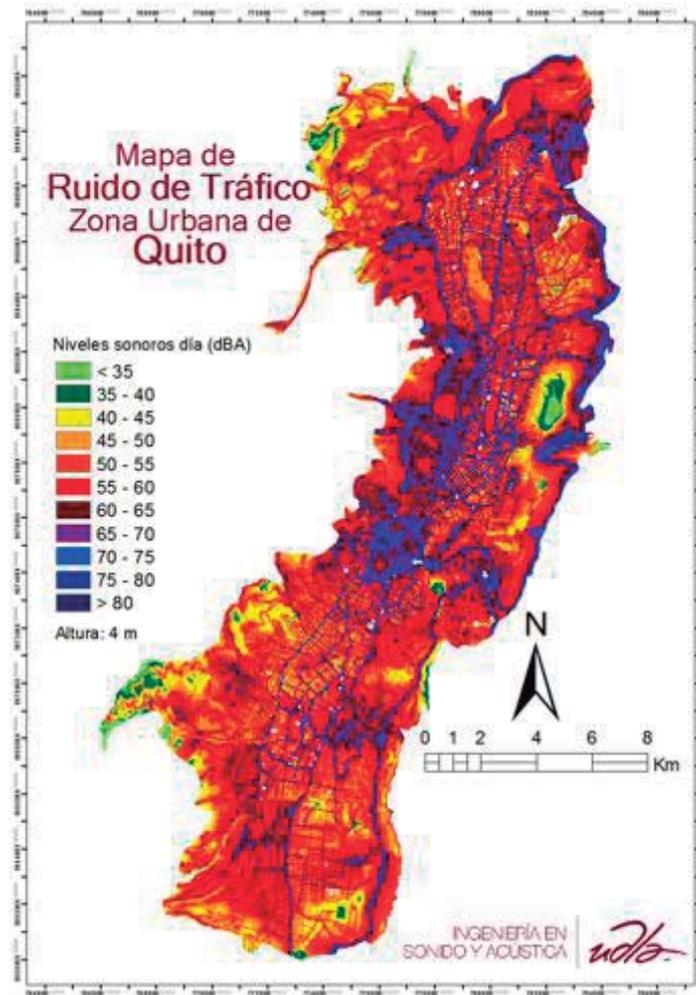


Figura 9. Mapa de Ruido de Tráfico Zona Urbana de Quito.

Tomado de Ariza y Ojeda., 2018.

## 2.5. Nivel de presión sonora equivalente

Al evaluar el ruido se puede percibir la existencia de varios tipos de interferencias acústicas: constante, de tipo impulsivo, entre otros. Para poder conseguir un resultado real del nivel de ruido total que existe en la zona a evaluarse es necesario captar todos los ruidos alrededor del lugar.

El nivel de presión sonora equivalente ( $l_{eq}$ ) se utiliza para obtener un resultado total del nivel de ruido que existe en una zona en un periodo de tiempo. En esta fórmula se suman logarítmicamente todos los niveles de ruido obtenidos en una medición, y al final para obtener el valor medio equivalente se realiza una división para el número de muestras realizadas (Sánchez, 2008). La fórmula

del nivel de presión sonora equivalente cuando las mediciones se realizan con diferentes intervalos de tiempo es:

$$L_{AeqT} = 10 \log\left[\frac{1}{T} \sum 10^{\left(\frac{L_i}{10}\right)}\right] \quad (\text{dBA})$$

en donde T: el tiempo total

(Ecuación 1)

Si el tiempo de duración de cada medición es el mismo, la fórmula es la siguiente:

$$L_{AeqT} = 10 \log\left[\frac{1}{N} \sum 10^{\left(\frac{L_i}{10}\right)}\right] \quad (\text{dBA})$$

en donde N: al número de muestras

(Ecuación 2)

### **3. Capítulo III: Descripción de la situación actual**

A continuación se describirá de la historia del hospital, su ubicación, la infraestructura y una descripción breve del flujo vehicular en la calle principal a este.

#### **3.1. Ubicación del hospital**

El Hospital Axxis arrancó como proyecto en el año 2001 pero su inauguración e inicio de funcionamiento fue en junio de 2006. Está ubicado en el Distrito Metropolitano de Quito en la zona norte que corresponde a la parroquia Rumipamba; el sector es conocido como la Y de Ñaquito y está conformado por un redondel y en el que confluyen varias calles, por lo tanto hay un gran flujo vehicular, además existe un paso a desnivel deprimido que permite mayor circulación vehicular.

La entrada y fachada principales del Hospital se ubican en la Avenida 10 de Agosto aproximadamente a ciento cincuenta metros al sur del redondel de la Y de Ñaquito.

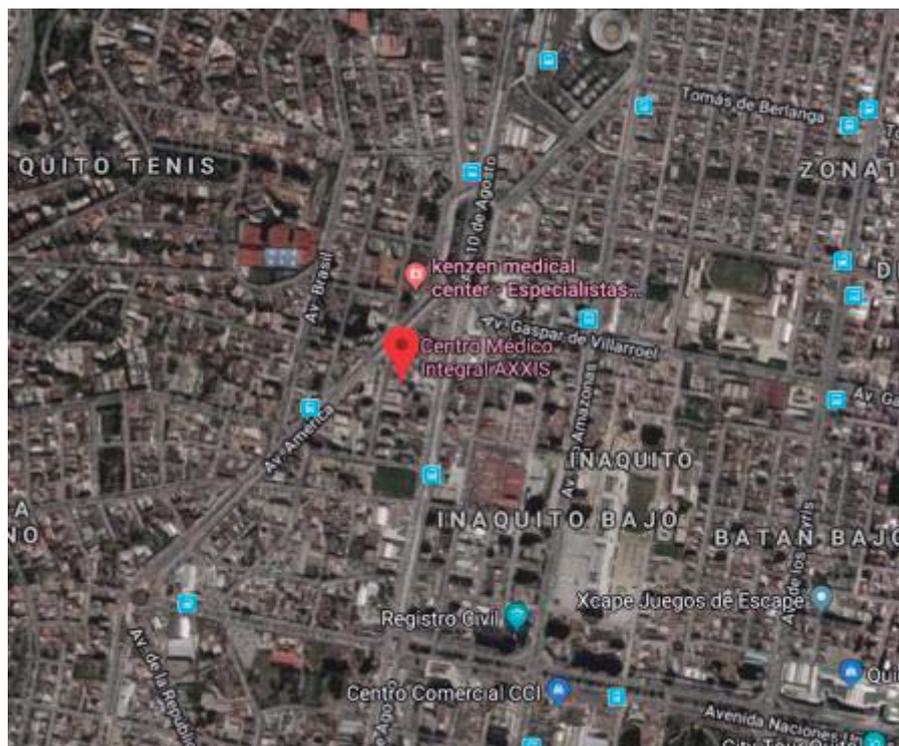


Figura 10. Sector y alrededores del hospital Axxis.

Tomado de Google Earth, s.f.

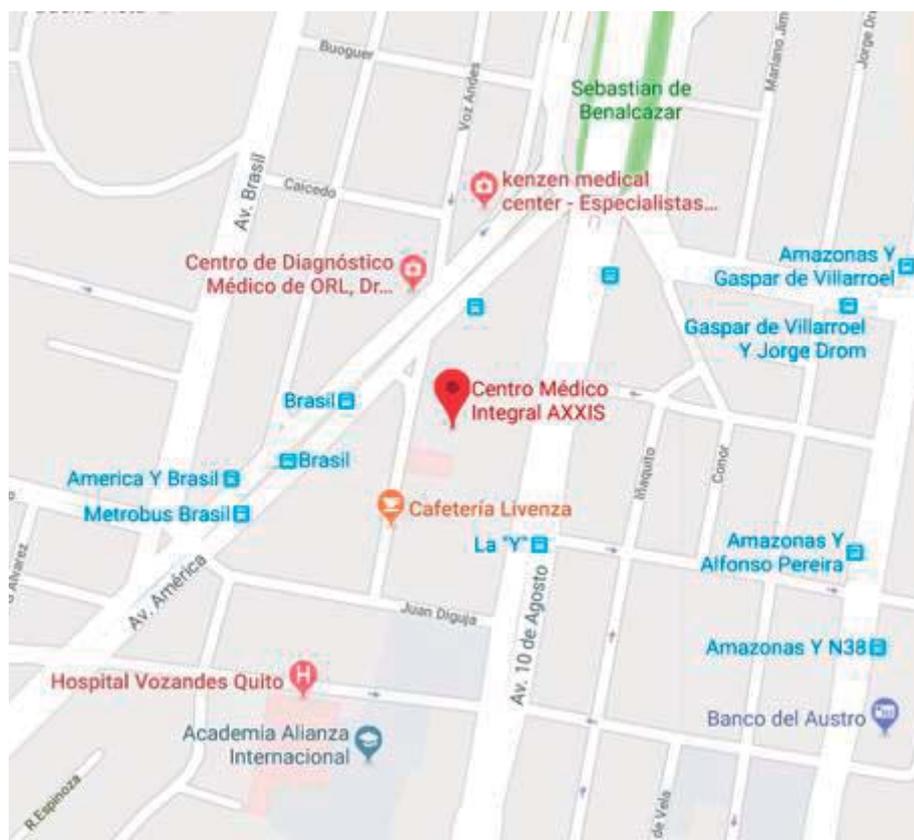


Figura 11. Ubicación geográfica del hospital Axxis de la ciudad de Quito.

Tomado de Google Maps, s.f.

### **3.2. Estructura del Hospital**

La infraestructura del Hospital está conformada por tres subsuelos destinados a parqueaderos y una torre de nueve pisos en la que se encuentran distribuidas áreas de apoyo y logística como administración, contabilidad, cafetería, lavandería, admisiones, planta baja, mezanine, información, esta tres últimas con sus áreas comunales respectivas. Además el Hospital cuenta con servicios paramédicos como laboratorio, rehabilitación terapia respiratoria y áreas específicas de atención médica que incluyen emergencia, quirófanos, hospital del día para procedimientos ambulatorios, área de procedimientos endoscópicos, hospitalización, cuidado intensivo de adultos área de cuidado intensivo pediátrico y neonatología, área de obstetricia.

Hasta la actualidad no están en funcionamiento los pisos cuarto, quinto y séptimo los mismos que son de hospitalización general, para este propósito funciona el segundo y tercer piso solamente.

La estructura base es decir de esqueleto de sustentación es metálico, con las paredes de bloque y enlucido interno y externo siendo el ancho del enlucido externo de 2.5 cm. Las ventanas que dan a la calle principal, es decir a la Avenida 10 de Agosto, tienen un espesor de 10 milímetros en las áreas de hospitalización y de ocho milímetros en el área de entrada principal, planta baja-información.

### **3.3. Fluidez vehicular**

La calle principal, Avenida 10 de Agosto, da a la entrada y fachadas principales del Hospital Axxis. esta calle es una de las Avenidas principales que cruza a lo largo de Quito. Consta de cuatro carriles para tránsito vehicular de autos livianos y dos carriles centrales exclusivos por donde pasa el Trole Bus (transporte público masivo); debido al gran flujo vehicular en ciertas horas estos dos carriles son habilitados para vehículos livianos, por ende, es una de las más concurridas ya que conecta en dos sentidos norte/sur y sur/norte con un redondel donde desembocan distintas calles importantes como: Avenida América, Avenida Gaspar de Villarroel, Avenida Juan de Ascaray y Avenida de

la Prensa. Además esta Avenida cuenta con un paso a desnivel deprimido de dos carriles (norte/sur y sur/norte).

En la Avenida 10 de Agosto en el carril de norte a sur existen semáforos ubicados a una distancia de veinticinco metros, cien metros y ciento cincuenta metros de la entrada principal del Hospital. En el carril de sur a norte existen dos semáforos ubicados a veinticinco y cien metros al sur del hospital.

#### **4. Capítulo IV: Metodología**

Se utiliza el método inductivo, asumiendo que el ruido de tráfico en las zonas que circundan al hospital Axxis puede llegar a ser molesto y perjudicial para las personas en el interior del centro de salud,

Se aplicó un tipo de metodología mixta, cuantitativo debido a que se realizaron análisis numéricos de las mediciones de ruido de tráfico emitido hacia el hospital y del tipo cualitativo ya que se realizaron encuestas al personal que trabaja en el hospital y a pacientes cuyo estado es estable.

El procedimiento empezó con la identificación minuciosa de las zonas del hospital. Se analizaron visualmente las calles, observando en todo el entorno del hospital las posibles fuentes de ruido con el fin de lograr una evaluación de ruido específicamente de tráfico. El interior del hospital se lo dividió según la estación de trabajo, las zonas escogidas para realizar el estudio fueron; información y hospitalización. Se realizaron mediciones de ruido para poder analizar el impacto que genera el tráfico en cada entorno.

Adicionalmente se realizaron estudios de percepción, a través de encuestas, al personal del hospital: doctores, enfermeras, personal de limpieza, guardias de seguridad y pacientes estables.

##### **4.1. Zonas**

Antes de realizar cualquier medición, el hospital pasó por un proceso de evaluación y observación, esto se llevó a cabo sin ningún tipo de equipamiento, por medio de observación y captación de molestia por ruido de tráfico en el

interior del hospital, con el fin de determinar las zonas que marcaran mayor influencia del ruido de tráfico.

Se pudo determinar que en varias zonas las molestias generadas no eran producidas por el ruido de tráfico vehicular, sino por otros factores como personas dentro del hospital, máquinas del hospital, ruido de obras públicas. Estas zonas fueron: cafetería, lavandería, esterilización, hospital del día-área de endoscopia, terapia intensiva, pediatría-neonatología, hospitalización cuarto y quinto piso (áreas no habilitadas), sala de operaciones.

Debido a que este estudio se enfocó en la evaluación del ruido de tráfico generado hacia el interior del hospital, estas zonas fueron descartadas para las mediciones y evaluación.

#### **4.1.1. Zona de información**

La primera zona apta para el estudio de ruido de tráfico, debido a la gran molestia percibida fue la de información, denominada zona I, esta se encuentra en la planta baja del hospital Axxis, en la entrada principal. Toda persona que ingresa al hospital Axxis pasa por esta zona.

Es un corredor en el que guardias de seguridad, personal de limpieza, enfermeras, médicos, pacientes están expuestos directamente al ruido de tráfico, debido a que esta zona se encuentra a lado de las calles (sur-norte y norte-sur) de la Avenida 10 de Agosto.



Figura 12. Entrada al hospital Axxis (zona de información)



Figura 13. Vista desde información hacia las afueras del hospital Axxis



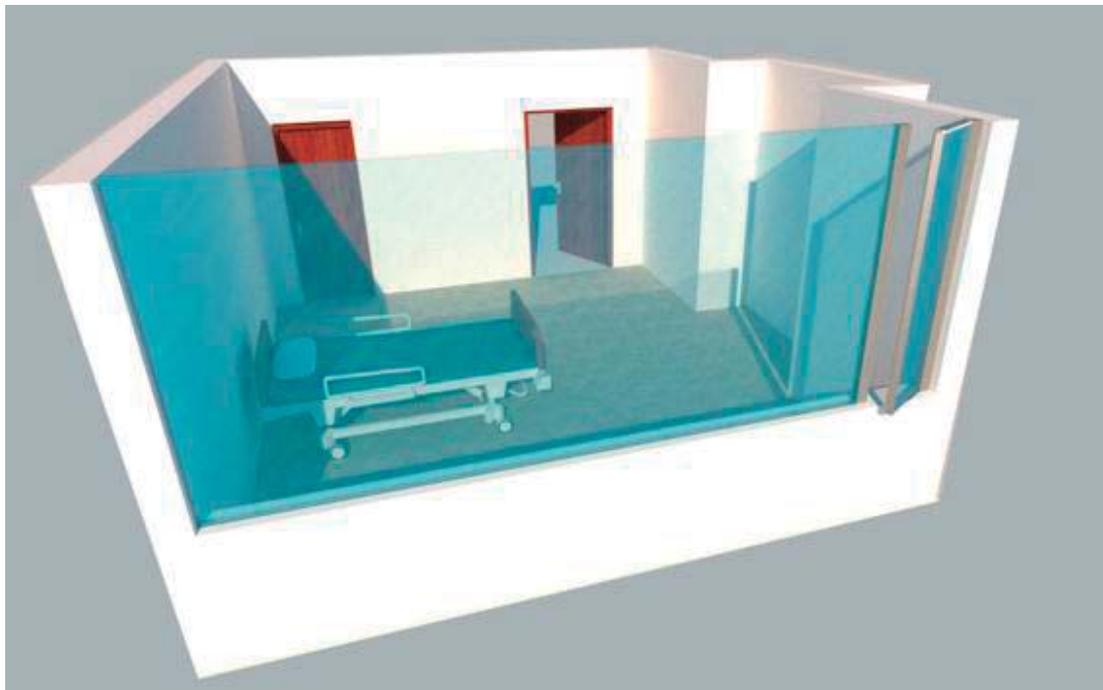
*Figura 14.* Zona de información del hospital Axxis.

#### **4.1.2. Hospitalización**

Hospitalización, denominada zona II, es un sector muy delicado debido a que se encuentran desde pacientes estables hasta pacientes de gravedad. Es una zona en la que es necesario un control permanente por parte de los médicos y las enfermeras con el paciente y la inexistencia de ruido, ya que el paciente necesita reposos y descanso, el silencio es un factor primordial.

Se escogió esta zona para el estudio debido a la gran importancia tanto para pacientes como para médicos, ya que es en este sector donde más tiempo permanece un paciente, desde unas horas hasta meses. Pero no son solo los pacientes los que están expuestos al ruido de tráfico, sus familiares, los médicos y enfermeras (que realizan evaluaciones constantes a los pacientes) también pueden ser afectados por este fenómeno.

Al existir varias habitaciones en distintos pisos en la zona de hospitalización se escogió realizar las mediciones en las habitaciones que dan a la Avenida de 10 de Agosto ubicadas en el tercer piso del hospital.



*Figura 15.* Plano de habitación de hospitalización, tercer piso

#### **4.2. Medición de ruido**

Para la medición de ruido de tráfico en las diferentes áreas se utilizó un sonómetro CESVA SC310 y el sonómetro 01 dB. Estos sonómetros pueden ser configurados a conveniencia del usuario; modo sonómetro, analizador de espectro 1/1 octava, analizador de espectro 1/3 de octava y dosímetro. Se utilizó un calibrador CESVA CB006 para comprobar que los sonómetros estén en óptimas condiciones para ser utilizados.

Las mediciones se realizaron con los sonómetros configurados en analizador de espectro 1/3 de octava y en tiempo real. Se configuró de esta manera para obtener los resultados de los niveles de ruido en toda la banda de 1/3 de octava y en tiempo real para poder parar la medición cuando ruidos distintos a los de tráfico estén en el ambiente.

Con el fin de obtener los valores más altos de ruido de tráfico se realizó un estudio visual para determinar los días y los horarios para llevar a cabo las mediciones. Se determinó que los días de mayor tráfico vehicular en la Avenida 10 de Agosto, tanto de sur-norte como norte-sur, eran los días jueves y viernes, en dos horarios en el periodo diurno: de 8:50 a. m. a 10:20 a. m. (diurno I) y de 17:30 p. m. a 18:50 p. m. (diurno II) y en el caso del período nocturno de 20:30 p. m. a 21:50 p. m. Las mediciones se realizaron en estos días y horarios para ambas zonas (zona I y zona II).

Para las mediciones en la zona I (información) en los periodos; diurno I, diurno II, nocturno y para la zona II (hospitalización), diurno I y nocturno, se utilizó el sonómetro CESVA SC310. Para registrar el nivel de ruido vehicular que se genera directamente hacia las zonas, las mediciones se realizaron con las puertas de vidrio abiertas en el caso de información y las ventanas abiertas de las habitaciones de hospitalización.

En el caso de la zona II (habitación de hospitalización tercer piso) se decidió realizar mediciones en el periodo diurno II (17:30 p. m. a 18:50 p. m.) con la ventana de la habitación abierta y cerrada. Se ubicó el sonómetro CESVA SC310 en una habitación con la ventana cerrada y el sonómetro DUO 01 dB en otra habitación con la ventana abierta para comparar el ruido de tráfico en estos dos casos.

#### **4.2.1. Calibración**

En el caso de la calibración de los sonómetros, esta se realizó antes de iniciar la medición y al finalizar cada medición, con el fin de verificar que no exista una variación de más de 0,5 dB entre la calibración inicial y la final. Si la calibración inicial y final tenían una variación mayor a este valor, las mediciones no eran válidas y los resultados no eran tomados en cuenta para el estudio.



Figura 16. Calibrador CESVA CB006

#### 4.2.2. Posicionamiento del sonómetro

El sonómetro se ubicó a una altura de 1,5 metros del suelo y dirigido directamente hacia las ventanas que dan a la Avenida 10 de agosto, tanto en la habitación de la zona II (hospitalización) como en la puerta-ventana de vidrio de la zona I (información), para evitar posibles obstáculos como escritorios, camilla de la habitación, entre otros, que puedan influir en la medición del ruido de tráfico.

#### 4.2.3. Elección de puntos de medición

La elección de los puntos de medición se realizó analizando el espacio de las zonas. Para cubrir todo el espacio de las zonas se establecieron cinco puntos de mediciones en cada una. En el caso de la zona de información, debido a que es un pasillo, se establecieron los puntos dos, tres, cuatro y cinco a lo largo del lugar, es decir por donde pacientes, médicos y el personal de hospital circulan. El punto uno de esta zona fue ubicado a un lado del escritorio de información en donde se encuentran los guardias de seguridad.

Tabla 2.

Ubicación de cada punto de medición en la zona de información.

<b>ZONA I: INFORMACIÓN</b>			
	<b>X (con respecto a la entrada)</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>Punto 1</b>	4.420 metros	-3.336 metros	1.5 metros
<b>Punto 2</b>	3.131 metros	-1.48 metros	1.5 metros
<b>Punto 3</b>	6.699 metros	-1.559 metros	1.5 metros
<b>Punto 4</b>	9.976 metros	-1.533 metros	1.5 metros
<b>Punto 5</b>	12.809 metros	-1.943 metros	1.5 metros

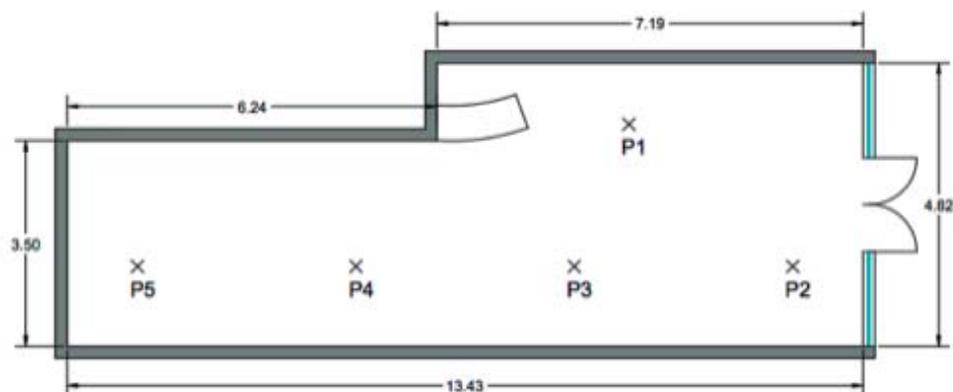


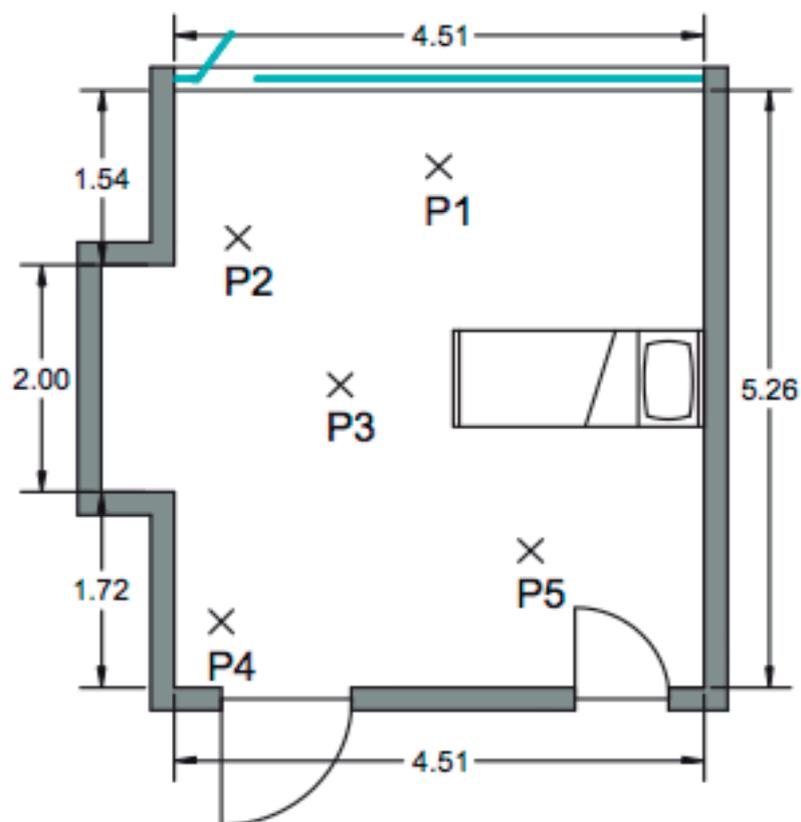
Figura 17. Puntos de medición (Zona I: Información).

Por otro lado, en la zona de hospitalización en el tercer piso del hospital, los diferentes puntos fueron establecidos de forma que el ruido captado cubra cada espacio de la habitación.

Tabla 3.

*Ubicación de cada punto de medición en la zona de hospitalización.*

<b>ZONA II: HOSPITALIZACIÓN</b>			
	<b>X(con respecto a la entrada)</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>Punto 1</b>	2.518 metros	1.308 metros	1.5 metros
<b>Punto 2</b>	1.081 metros	1.7 metros	1.5 metros
<b>Punto 3</b>	1.749 metros	2.939 metros	1.5 metros
<b>Punto 4</b>	1.069 metros	4.052 metros	1.5 metros
<b>Punto 5</b>	3.185 metros	3.647 metros	1.5 metros



*Figura 18. Puntos de medición (Zona II: habitación de hospitalización, tercer piso).*

#### 4.2.4. Medición del Nivel de Presión Sonora Equivalente

Cada medición se realizó por un periodo de tiempo de quince minutos en cada punto, para captar el nivel de ruido total al que está expuesta una persona dentro de estas zonas del hospital. Cada medición (analizador de espectro 1/3 de octava) fue registrada en una hoja de cálculo de Excel, para realizar el cálculo del nivel de presión sonora equivalente ( $L_{AeqT}$ ) en cada punto de cada zona. Para esto, una vez tabulados los datos registrados en las mediciones, cada uno de los valores de nivel de ruido por tercio de octava fueron sumados para obtener un valor de nivel de presión sonora total, se obtuvieron cinco valores totales de nivel de presión sonora correspondientes a los cinco puntos de medición.

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

(Ecuación 3)

Para obtener el valor de nivel de presión sonora equivalente total de cada periodo (diurno I, diurno II y nocturno) de cada zona (zona I y zona II) se realizó un promedio logarítmico con los valores de presión sonora de los cinco puntos, utilizando la ecuación 2 mencionada en el apartado de marco teórico.

#### 4.3. Mapa de ruido

Se realizó un mapa de ruido utilizando el software CadnaA para cada período (diurno y nocturno). Para esto se realizaron conteos vehiculares en cada período [diurno 1 (9:00 a. m. – 10:15 a. m), diurno 2 (17:30 p. m. – 18:45 p. m.) y nocturno (20:30 p. m. 21:45 p. m.)] con intervalos de quince minutos, para promediar la cantidad de vehículos contabilizados y sacar un total de vehículos circulando en un periodo de una hora.

Tabla 4.

*Conteo vehicular, período diurno 1 (9:00 a. m. – 10:15 a. m.).*

<b>Conteo vehicular</b>	
<b>Periodo diurno 1</b>	<b>09:00-10:15</b>
<b>Sentido Sur-Norte</b>	
Vehículos livianos	2016
Vehículos pesados	68
<b>Sentido Norte-Sur</b>	
Vehículos livianos	2732
Vehículos pesados	80

Tabla 5.

*Conteo vehicular, período diurno 2 (17:30 p. m. – 18:45 p. m.).*

<b>Conteo vehicular</b>	
<b>Periodo diurno 2</b>	<b>17:30-18:45</b>
<b>Sentido Sur-Norte</b>	
Vehículos livianos	2828
Vehículos pesados	56
<b>Sentido Norte-Sur</b>	
Vehículos livianos	2316
Vehículos pesados	52

Tabla 6.

*Conteo vehicular, período nocturno (20:30 p. m. – 21:45 p. m.).*

<b>Conteo vehicular</b>	
<b>Periodo nocturno</b>	<b>20:30-21:45</b>
<b>Sentido Sur-Norte</b>	
Vehículos livianos	1040
Vehículos pesados	92
<b>Sentido Norte-Sur</b>	
Vehículos livianos	748
Vehículos pesados	84

Otros datos que se ingresaron en el software fueron las alturas de las zonas donde se realizaron los conteos, información (suelo) y habitación de hospitalización (10.5 metros del suelo).

#### **4.4. Encuesta**

Las encuestas se realizaron con el fin de evaluar el nivel de molestia producida por el ruido de tráfico en las personas dentro del hospital. Antes de realizarse, la encuesta paso por un proceso de diseño y de evaluación para constatar que las preguntas estaban bien formuladas y, sobre todo, que cumplieran con su cometido. Se realizó un análisis estadístico para relacionar las respuestas de la encuesta con los resultados de las mediciones acústicas y poder establecer una comparación entre las evaluaciones subjetivas y las mediciones realizadas.

Cada encuesta contó con preguntas claras y con información individual de las personas encuestadas. Las preguntas realizadas fueron:

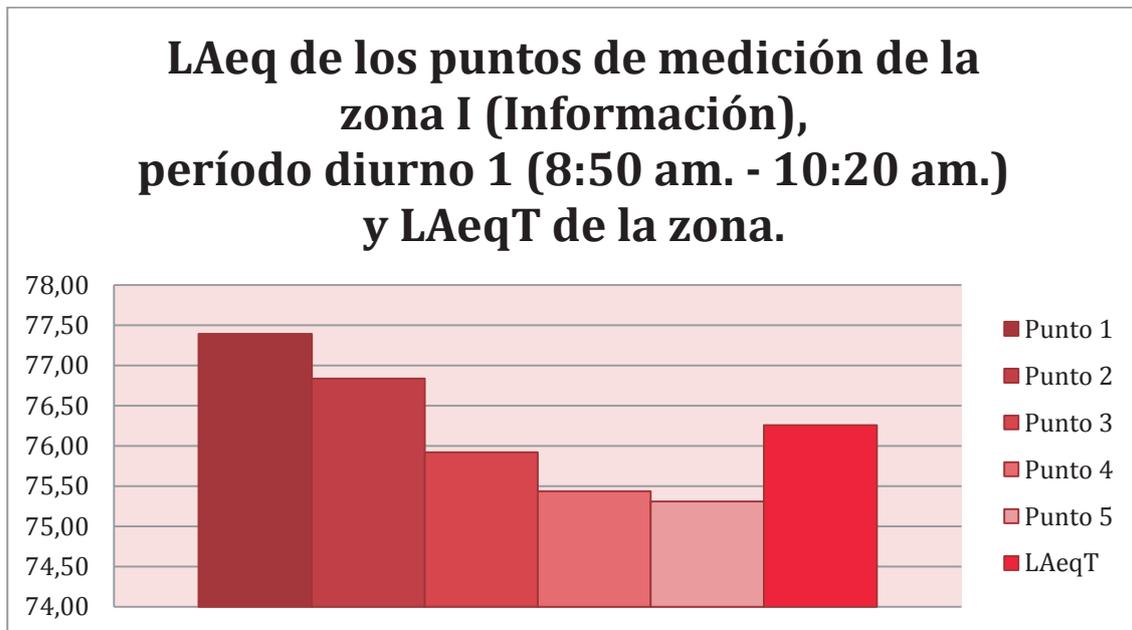
1. ¿Qué importancia tiene para usted el silencio dentro del hospital?
2. ¿Sabía usted que el ruido tiene un impacto negativo en la salud de las personas?
3. ¿Cuántas horas permanece habitualmente en el interior del hospital?
4. Entre las siguientes, seleccione la zona en la que más tiempo

- permanece: Información, Mezanine, Hospitalización.
5. ¿Cómo considera el nivel de ruido vehicular al interior del hospital durante el período diurno comprendido entre las 6 a. m. y las 7 p. m.?
  6. ¿Cómo describiría el nivel de ruido vehicular al interior del hospital durante el período nocturno comprendido entre las 7 p. m. y las 6 a. m.?
  7. Tomando en consideración los últimos seis meses, indique, ¿cuánto le ha molestado el ruido producido por el tráfico vehicular cuando se encuentra al interior del hospital, en el período diurno (6 a. m. – 7 p. m.)? Nada, ligeramente, medianamente, mucho, extremadamente.
  8. En una escala de una a diez cómo valoraría la molestia producida por el ruido de tráfico vehicular cuando se encuentra al interior del hospital en el período diurno (6 a. m. – 7 p. m.) durante los últimos seis meses.
  9. Tomando en consideración los últimos seis meses, indique, ¿cuánto le ha molestado el ruido producido por el tráfico vehicular cuando se encuentra al interior del hospital, en el período nocturno comprendido (7 p. m. – 6 a. m.)? Nada, ligeramente, medianamente, mucho, extremadamente.
  10. En una escala de una a diez cómo valoraría la molestia producida por el ruido de tráfico vehicular cuando se encuentra al interior del hospital en el período nocturno (7 p. m. – 6 a. m.) durante los últimos seis meses.
  11. ¿Cuáles son las tres más importantes fuentes de ruido dentro del hospital? (1, 2, 3, por orden de importancia. Recuerde escoger sólo los tres más importantes y priorizarlos.
  12. Género: Femenino o masculino?
  13. ¿En qué rango de edad se ubica usted? (18 a 25, 26 a 35, 36 a 45, 46 a 55, 56 a 65, >65)
  14. ¿Cuál es su rol dentro del hospital?
  15. En el caso de ser paciente, ¿usted considera que la ventana de su habitación debe estar abierta? (Así sea poco tiempo).

## 5. Capítulo V: Resultados

### 5.1. Mediciones de ruido

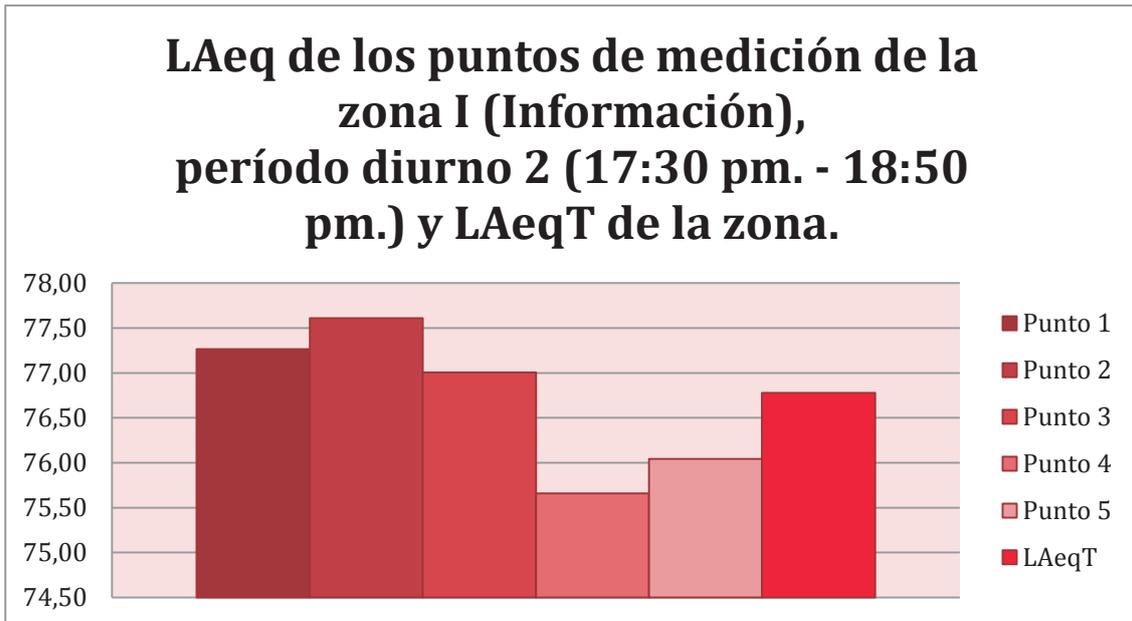
A continuación se muestran los gráficos de los resultados de las mediciones de ruido de tráfico en el interior del hospital Axxis, en las zonas de información y habitación de hospitalización del tercer piso:



*Figura 19.* Niveles LAeq de la zona de información en el periodo diurno 1 y nivel LAeqT de la zona.

Se puede observar que los rangos de nivel de presión sonora bajan conforme se cambia de punto de medición, lo cual es lógico ya que hay una diferencia de distancia entre cada punto, el punto 5 es el que menor nivel de ruido presenta ya que está más alejado de la puerta-ventana (vidrio). La diferencia que existe entre el punto 1 y el punto 5 es de apenas 2.1 dB(A).

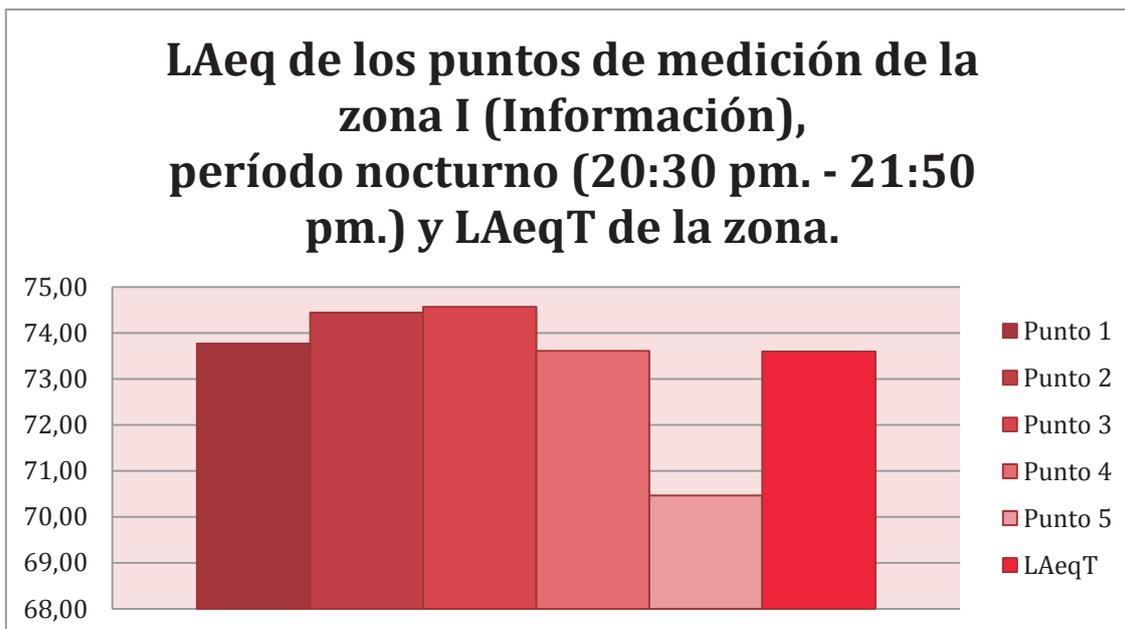
El cuadro de color rojo intenso muestra el valor de presión sonora equivalente total de los cinco puntos de la zona de información en el período de 8:50 a. m. a 10:20 a. m., este valor es de 76.3 dB(A).



*Figura 20.* Niveles LAeq de la zona de información en el periodo diurno 2 y nivel LAeqT de la zona.

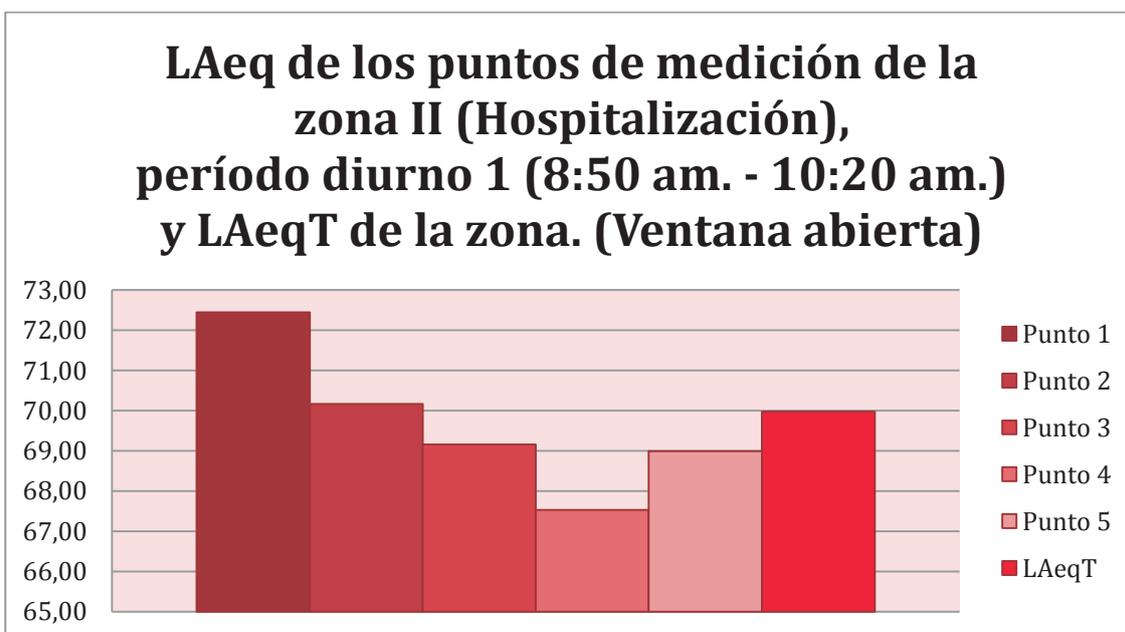
En el caso del período diurno 2, los niveles de presión sonora de cada punto varían en valores muy pequeños, se puede observar que en el punto 2 se alcanza el mayor nivel de ruido de tráfico que es de 77.6 dB(A), mientras que el menor nivel de ruido se registró en el punto 4 con 75.7 dB(A), apenas 1.9 dB(A) de diferencia.

El nivel de presión sonora equivalente total de la zona en este periodo es de 76.8 dB(A).



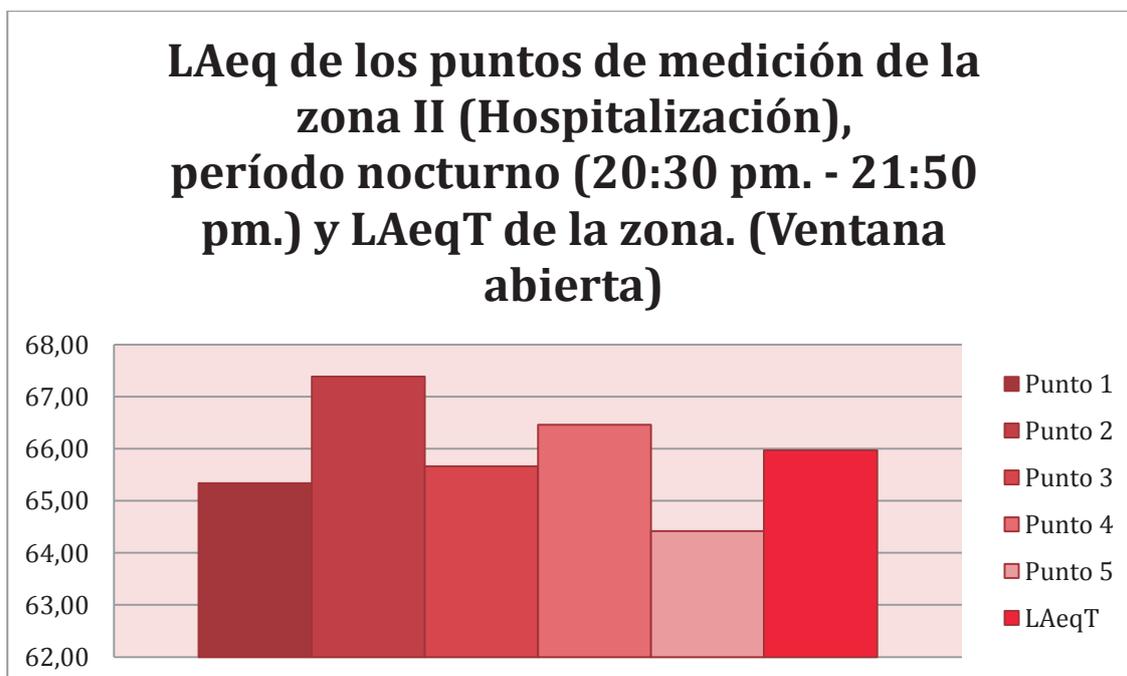
*Figura 21.* Niveles LAeq de la zona de información en el periodo nocturno y nivel LAeqT de la zona.

Se puede observar que los niveles de presión sonora en la figura 21 crecen conforme cambia de punto de medición hasta el punto 3 y luego disminuyen. El nivel de presión sonora equivalente total en la zona de información en el periodo nocturno es de 73.6 dB(A).



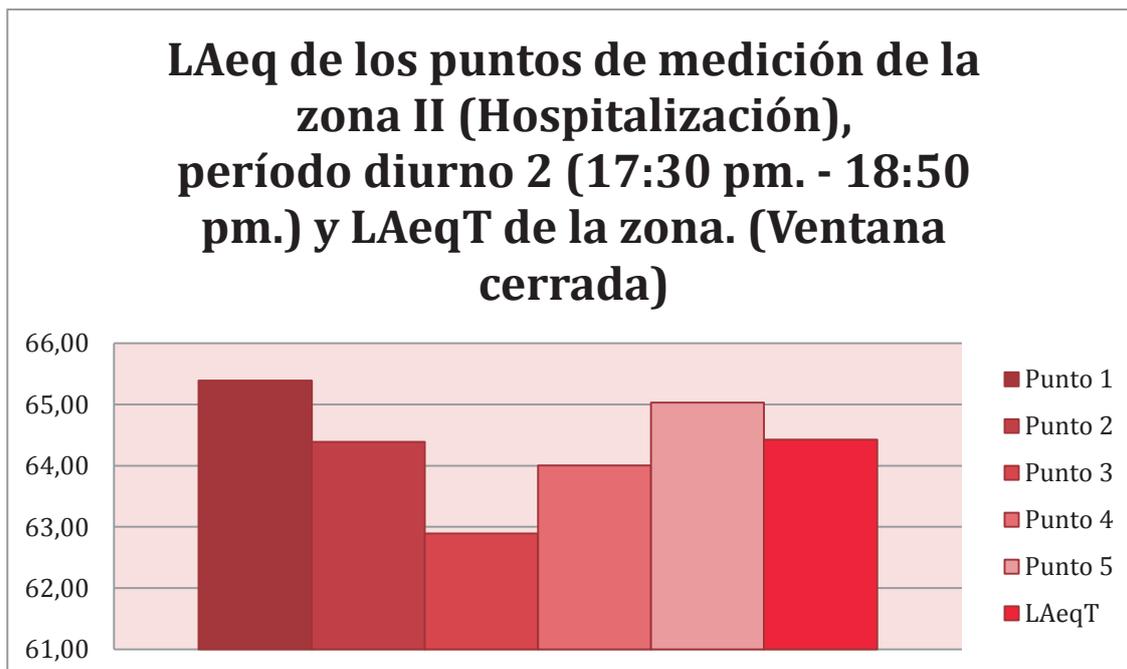
*Figura 22.* Niveles LAeq de la zona de hospitalización (ventana abierta) en el periodo diurno 1 y nivel LAeqT de la zona.

En la zona de hospitalización en el período diurno 1, los niveles de presión sonora bajan conforme se cambia el punto de medición a excepción del punto 5, en donde el nivel de presión sonora sube de 67.5 dB(A) a 68.9 dB(A). El nivel más alto es el del punto 1 al estar más cerca de la ventana con 72.4 dB(A). El promedio de todos los niveles de presión sonora es de 69.9 dB(A).



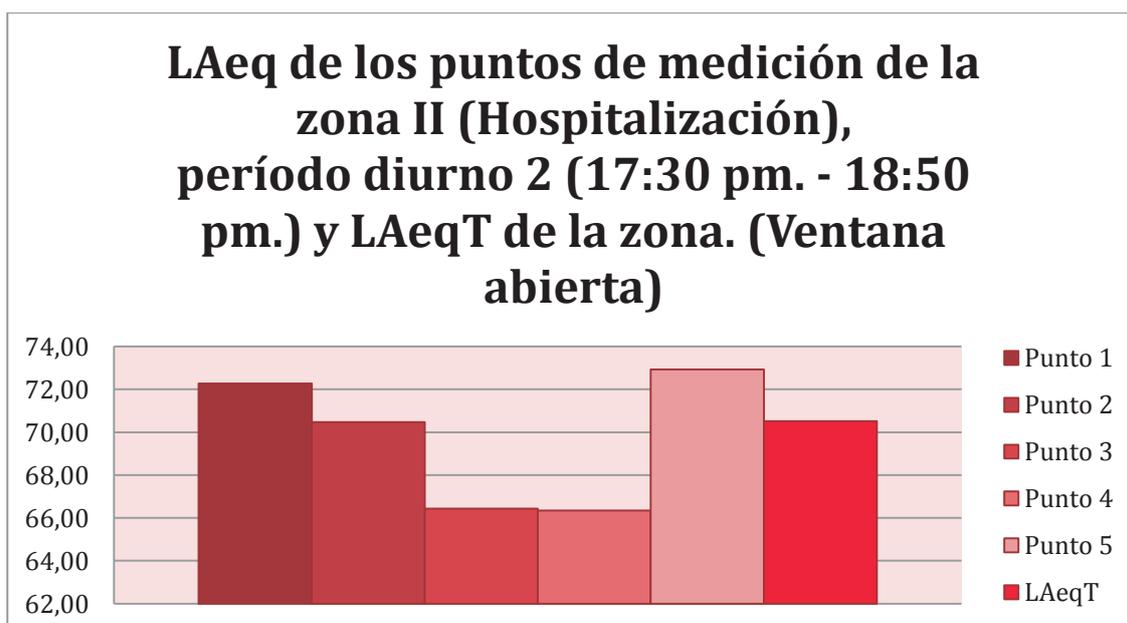
*Figura 23.* Niveles LAeq de la zona de hospitalización (ventana abierta) en el periodo nocturno y nivel LAeqT de la zona.

La figura 22 indica que el valor más alto de nivel de presión sonora en el periodo nocturno de la zona de hospitalización es de 67.4 dB(A) en el punto 2, el cual es el punto de medición con el sonómetro más direccionado hacia la ventana de la habitación, la cual se encontraba abierta y el más bajo es el de la medición registrada en el punto 5, es decir el punto más alejado de la ventana de la habitación con un nivel de 64.4 dB(A). El nivel de presión sonora equivalente total de esta zona es de 65.9 dB(A).



*Figura 24.* Niveles LAeq de la zona de hospitalización (ventana cerrada) en el periodo diurno 2 y nivel LAeqT de la zona.

Los niveles de presión sonora más altos en la zona se encuentran en los puntos 1 y 5, con 65.4 dB(A) y 65 dB(A) respectivamente. El nivel de presión equivalente total de los puntos es de 64.4 dB(A), casi 1 dB(A) menor al del nivel de presión sonora más alto.



*Figura 25.* Niveles LAeq de la zona de hospitalización (ventana abierta) en el periodo diurno 2 y nivel LAeqT de la zona.

Se puede observar en la figura 25 los valores de presión sonora de cada punto; lo más curioso en estos resultados es que el mayor nivel de presión sonora calculada es en el punto 5 con 72.9 dB(A), mientras que el valor de nivel de presión sonora equivalente es 2.4 dB(A) menos con respecto al valor máximo.

## **5.2. Mapa de ruido**

A continuación se muestran los mapas de ruido realizados en el software CadnaA tanto en el período diurno como en el período nocturno.

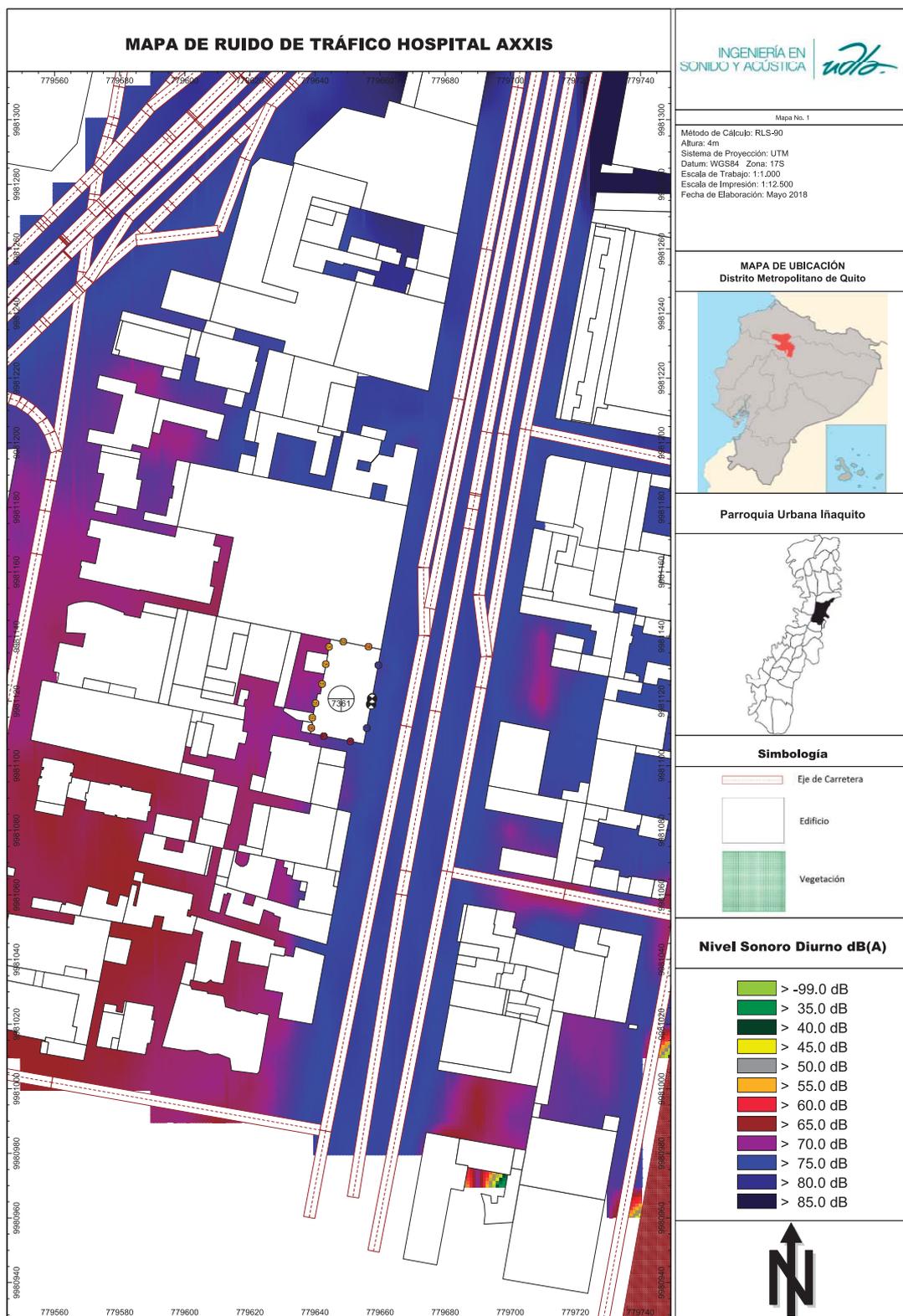


Figura 26. Mapa de ruido de tráfico del hospital Axxis en el período diurno.

Los niveles de presión equivalente obtenidos en el mapa son: 71.5 dB(A) a nivel del suelo y 71.9 dB(A) a nivel de la zona de hospitalización (tercer piso).

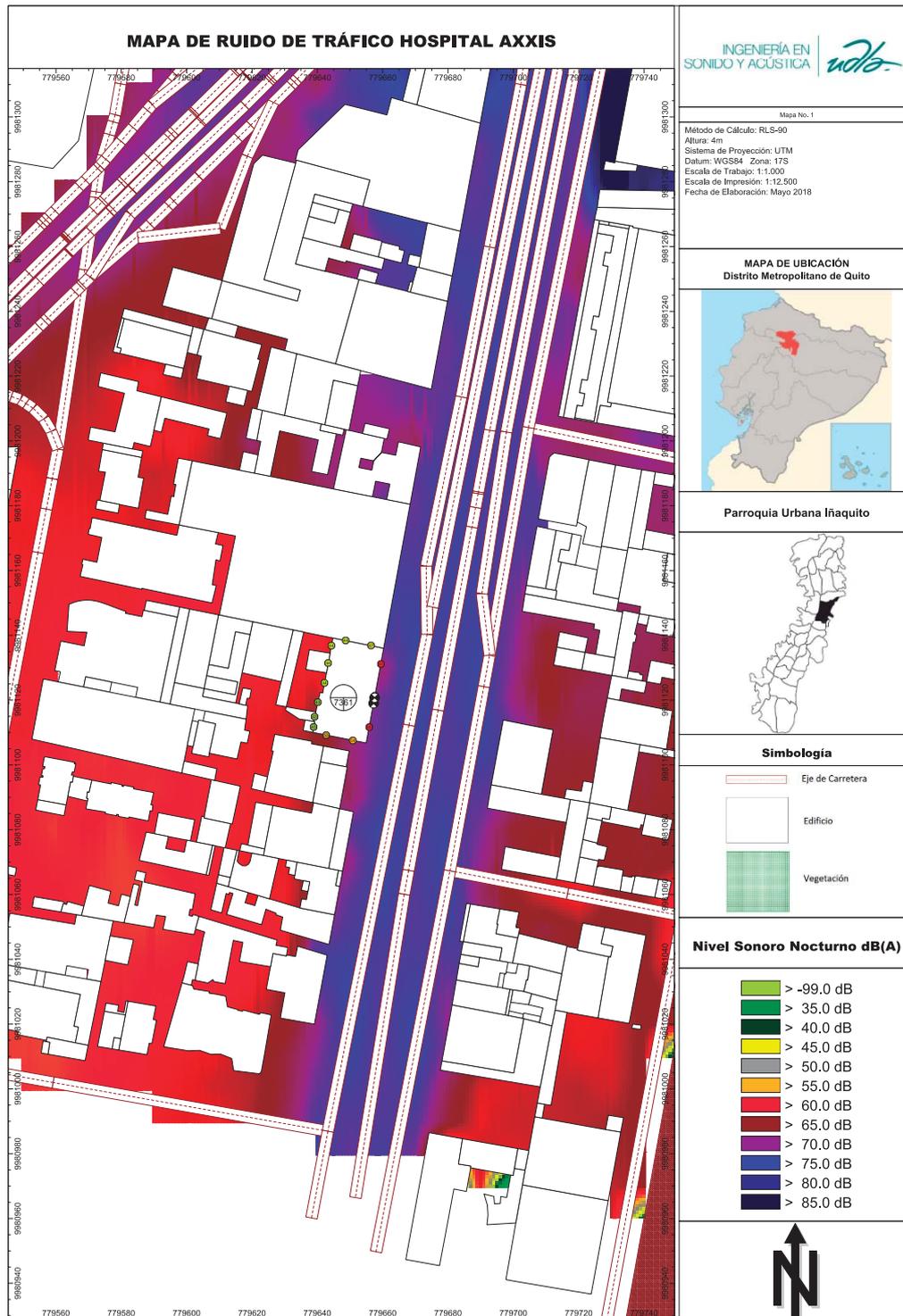


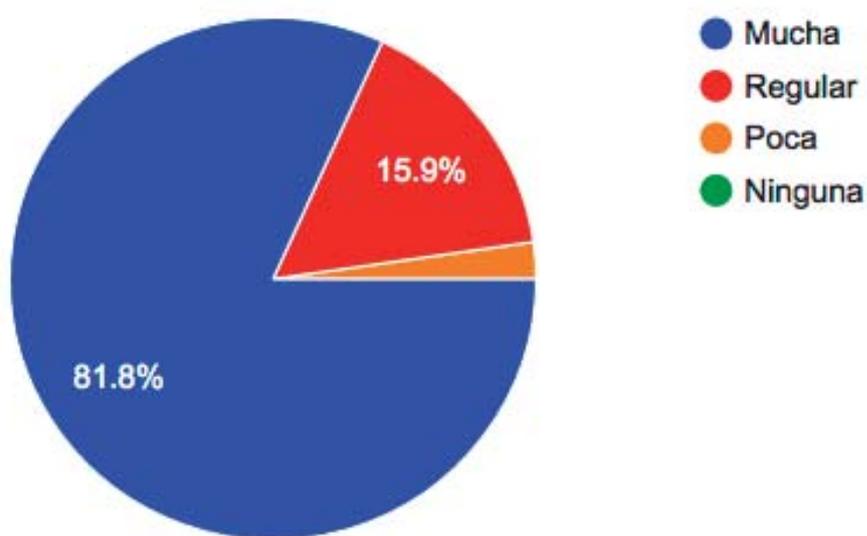
Figura 27. Mapa de ruido de tráfico del hospital Axxis en el período nocturno.

Los niveles de presión equivalente obtenidos en el mapa son: 67.9 dB(A) a nivel del suelo y 68.3 dB(A) a nivel de la zona de hospitalización (tercer piso).

### 5.3. Recopilación de datos de la encuesta

El número total de encuestados fue de cuarenta y cuatro, todas personas que pasan gran parte del tiempo dentro del hospital. Los resultados son los siguientes:

Para la pregunta acerca de su opinión de cuánta importancia tenía el silencio dentro del Hospital, los resultados fueron los siguientes:



*Figura 28.* Resultado, pregunta 1. ¿Qué importancia tiene para usted el silencio dentro del Hospital?

La gran mayoría de los encuestados (38) respondieron que era muy importante que el interior del Hospital sea un lugar silencioso.

En la pregunta sobre el conocimiento de los encuestados acerca del impacto negativo que tiene el ruido sobre la salud de las personas, opinaron lo siguiente:

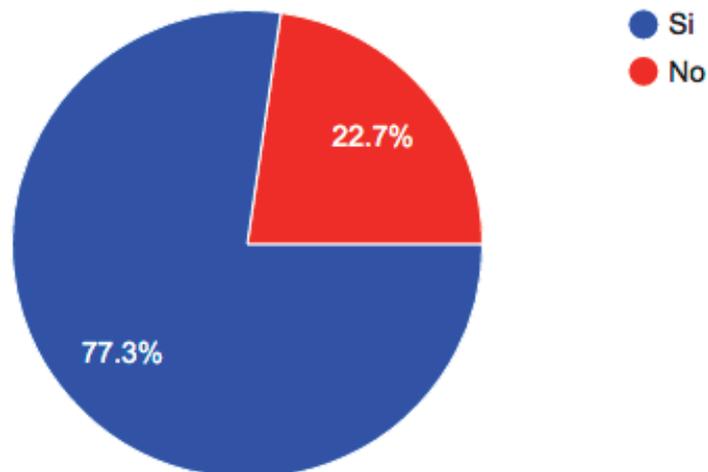


Figura 29. Resultado, pregunta 2. ¿Sabía usted que el ruido tiene un impacto negativo en la salud de las personas?

34 personas respondieron que sí sabían la mala influencia que tiene el ruido sobre la salud de las personas.

En el siguiente cuadro se visualiza el tiempo de permanencia de las personas en el Hospital es el tiempo que permanecen los encuestados dentro del Hospital normalmente:

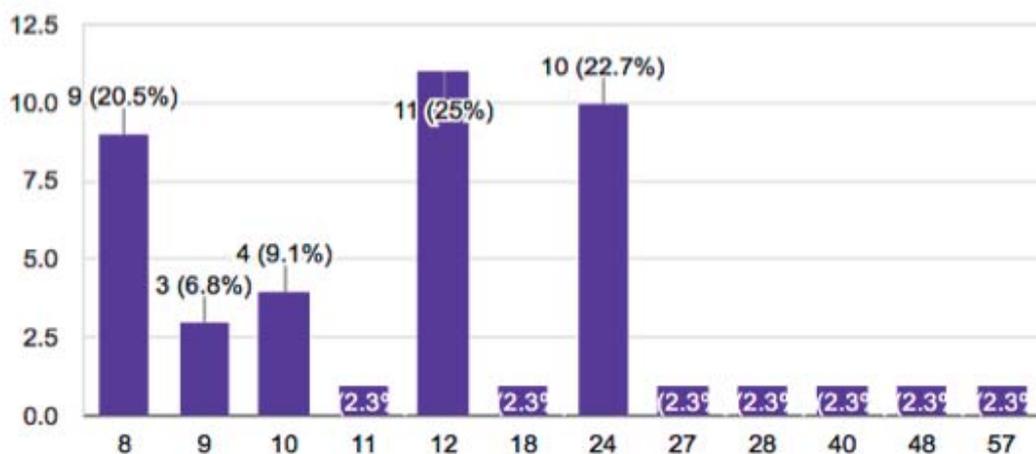
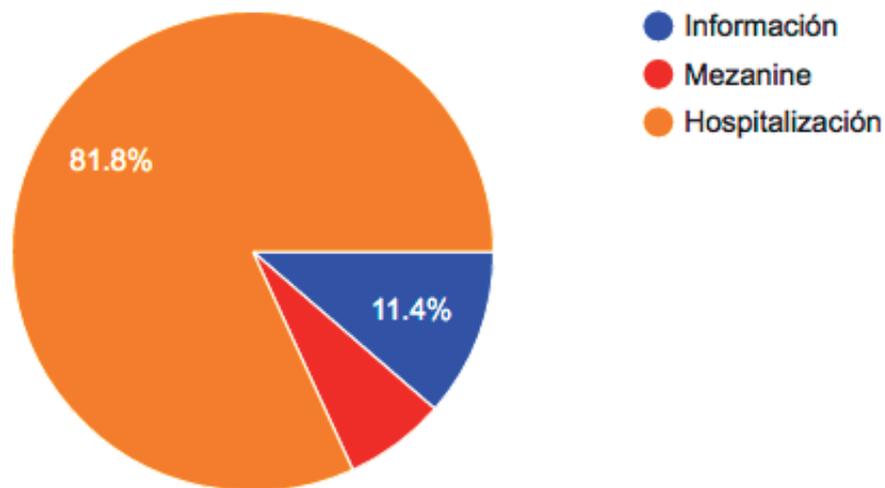


Figura 30. Resultado, pregunta 3. ¿Cuántas horas permanece habitualmente en el interior del Hospital?

Por lo general las personas pasan entre ocho y veinticuatro horas dentro del hospital. El tiempo que mayor número de respuestas tuvo fue el de doce horas, un periodo de tiempo bastante considerable.

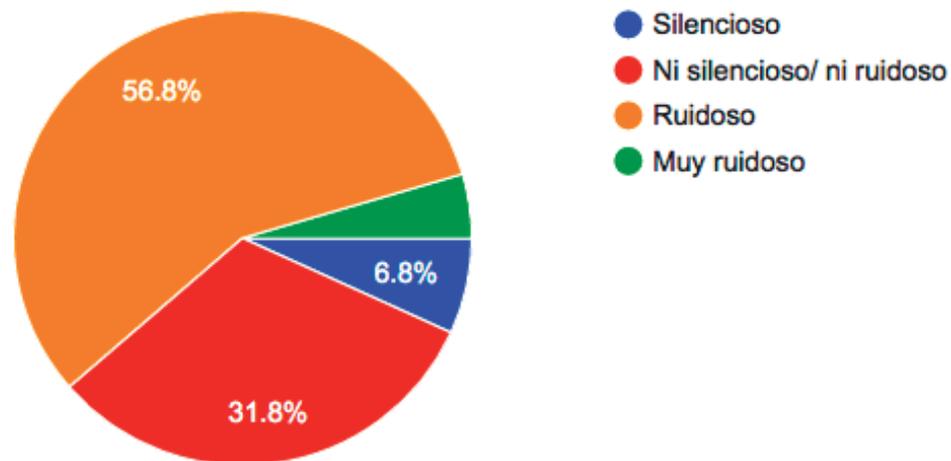
Ya que los estudios se estaban realizando en las zonas de información y hospitalización, se preguntó cuál de las zonas era la que más frecuentaba o permanecía:



*Figura 31.* Resultado, pregunta 4. ¿Entre las siguientes, seleccione la zona en la que más tiempo permanece?

De la información recopilada se concluye que la mayoría de encuestados: doctores/ras y pacientes, permanecen con mayor frecuencia en la zona de hospitalización.

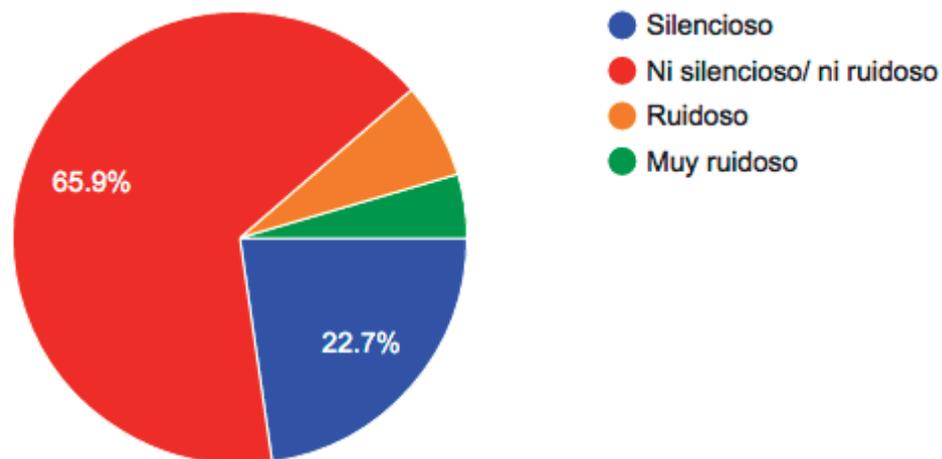
A partir de la pregunta anterior, se comenzó a indagar acerca del ruido vehicular. En la siguiente pregunta se pretendía conocer cómo consideraban el nivel de ruido dentro hospital.



*Figura 32.* Resultado, pregunta 5. ¿Cómo considera el nivel de ruido vehicular al interior del hospital en el periodo diurno comprendido entre las 6 a. m. y las 7 p. m.?

Veinte y cinco de los cuarenta y cuatro encuestados respondieron que el nivel de ruido vehicular era alto, es decir ruidoso. Cabe recalcar que a los dieciséis pacientes que se les realizó la encuesta contestaron de manera similar a esta pregunta. En el sector de información se encuentra un escritorio, donde permanecen las personas encargadas de la seguridad del hospital, al realizar la encuesta, estas personas categorizaron como muy ruidosa a esta zona.

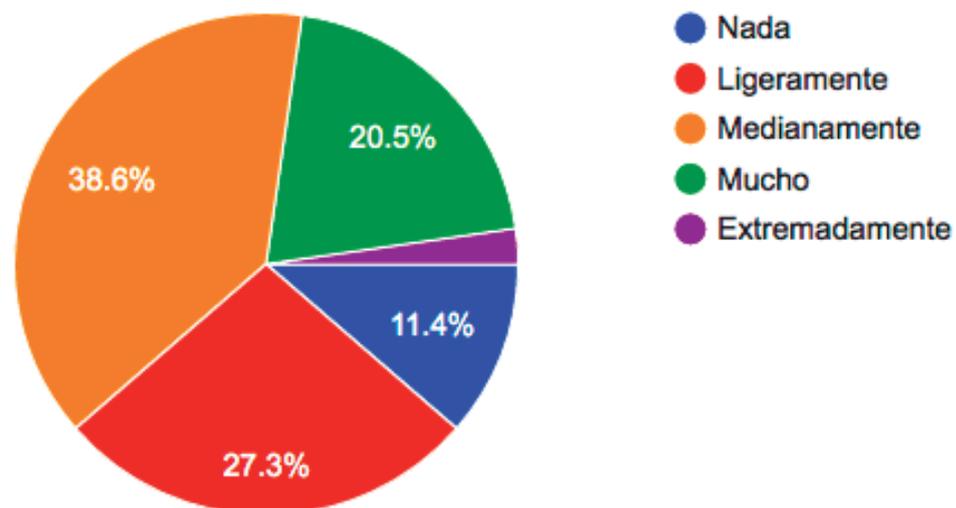
Para conocer las opiniones de los/as encuestados/as de la misma pregunta pero en el periodo nocturno (7 p. m. A 6 a. m.) se propuso la pregunta 6:



*Figura 33.* Resultado, pregunta 6. ¿Cómo considera el nivel de ruido vehicular al interior del hospital en el periodo nocturno comprendido entre las 7 p. m. y las 6 a. m.?

En este caso, en relación con el periodo diurno (pregunta 5) las opiniones variaron y la mayoría consideró (29 encuestados) que en el periodo nocturno el nivel de ruido en el interior del hospital no era ni silencioso/ ni ruidoso.

En cuanto a las molestias por ruido de tráfico en los últimos seis meses en el periodo diurno:



*Figura 34.* Resultado, pregunta 7. ¿Tomando en consideración los últimos 6 meses, indique cuánto le ha molestado el ruido producido por el tráfico vehicular cuando se encuentra al interior del hospital, en el periodo diurno (6 a. m. – 7 p. m.)?

Para diecisiete encuestados, es decir para el 38.6% las molestias generadas por el ruido de tráfico vehicular es considerado mediano. Hay que tomar en cuenta que el 20.5% corresponde a la mayoría de los pacientes y la opción de extremadamente corresponde a la opción de un encuestado (guardia de seguridad) en la zona de información.

Se pidió también valorar el nivel de molestia en una escala del uno al diez en el periodo diurno.

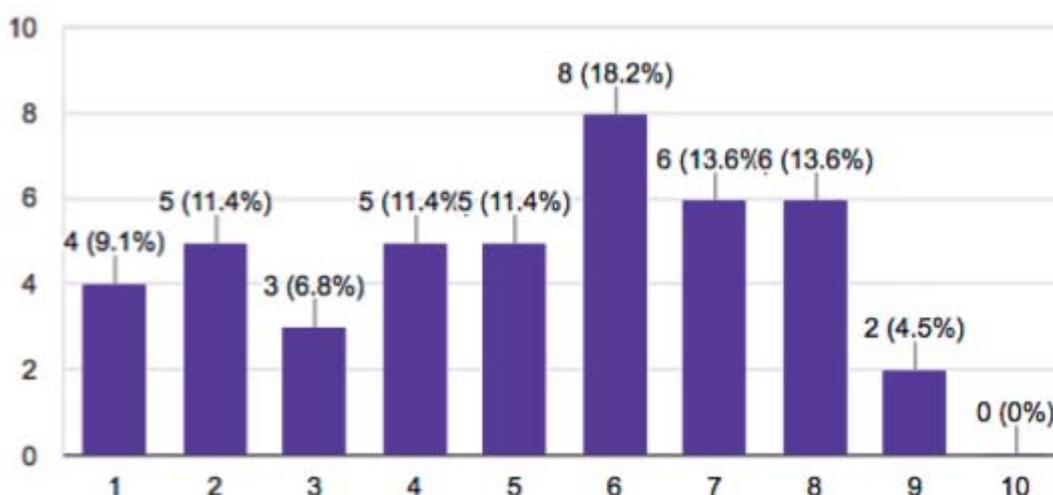
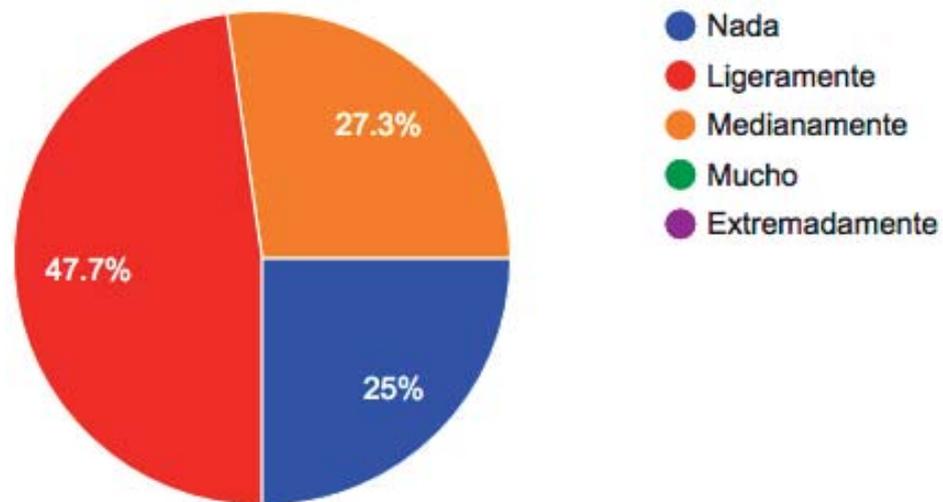


Figura 35. Resultado, pregunta 8. En una escala de uno a diez, ¿cómo valoraría la molestia producida por el ruido de tráfico vehicular cuando se encuentra al interior del hospital en el periodo diurno (6 a. m. – 7 p. m.), durante los últimos 6 meses.?

Para el 50 % de encuestados/as el nivel de molestia sobrepasa valores del grado cinco, uno de los grados más altos (nueve) ha sido escogido y corresponde a la opinión de un paciente (zona hospitalización) y a un guardia de seguridad (zona de información).

Con el fin de valorar el nivel de molestia en el periodo nocturno.



*Figura 36.* Resultado, pregunta 9. ¿Tomando en consideración los últimos 6 meses, indique cuánto le ha molestado el ruido producido por el tráfico vehicular cuando se encuentra al interior del hospital, en el periodo nocturno (7 p. m. – 6 a. m.)?

En el periodo nocturno las opiniones de los encuestados variaron en relación al periodo diurno (pregunta 7), en este caso casi la mitad de los encuestados/as (veintiuno) considera que el nivel de molestia es ligero. Nadie consideró una molestia extrema.

De la misma manera que en el periodo diurno se pidió que se valore en una escala del uno al diez el nivel de molestia por ruido vehicular en el periodo nocturno.

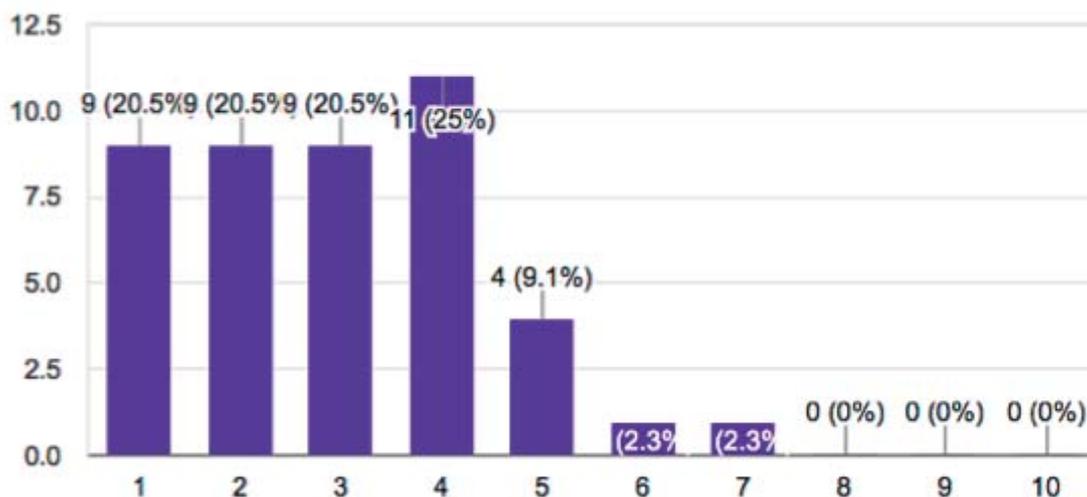


Figura 37. Resultado, pregunta 10. En una escala de uno a diez cómo valoraría la molestia producida por el ruido de tráfico vehicular cuando se encuentra al interior del hospital en el periodo diurno (7 p. m. – 6 a. m.), durante los últimos 6 meses.

Tan solo dos personas (paciente y guardia de seguridad) consideran que el grado de molestia sobrepasa el grado cinco, las demás opiniones varían desde el grado uno hasta el grado cinco, siendo cuatro el grado con más resultados.

Con el fin de conocer la opinión de los encuestados acerca de cuáles son las fuentes que produce el ruido en el interior del hospital.

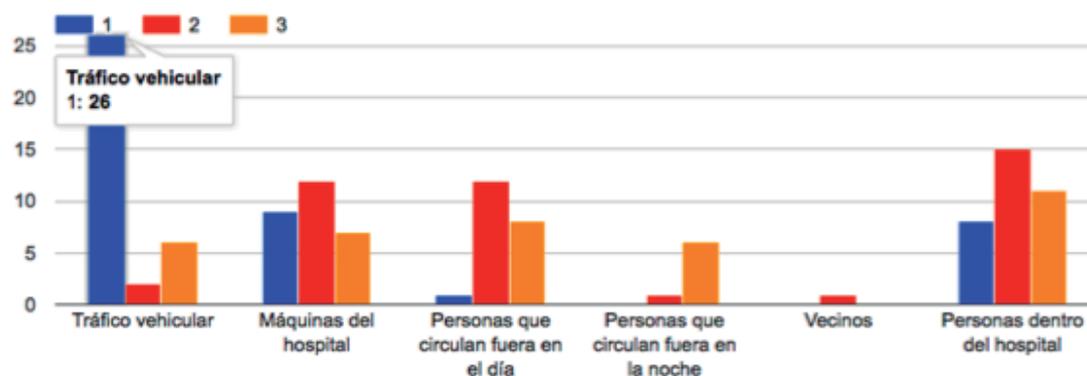


Figura 38. Resultado, pregunta 11. ¿Cuáles son las 3 más importantes fuentes de ruido dentro del hospital? (1, 2, 3, por orden de importancia. Recuerde escoger solo las 3 más importantes y priorizarlos)

Como se puede observar en la figura 38, la opción con más acogida por los encuestados es el tráfico vehicular. Cabe mencionar que todos los pacientes escogieron esta opción.

#### Género

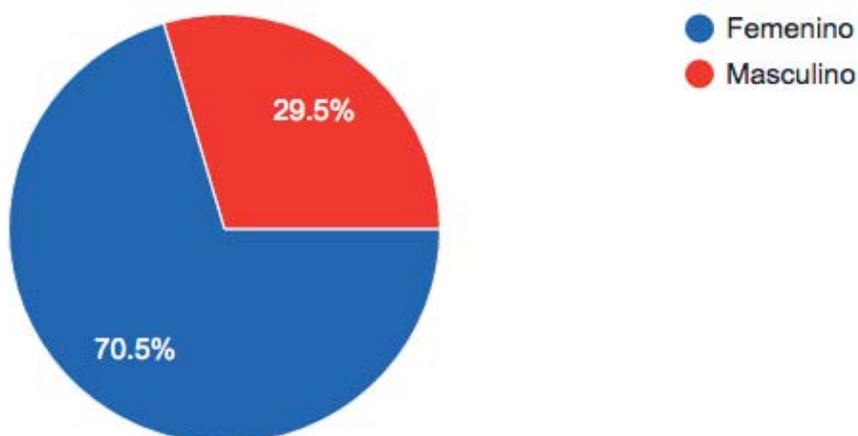


Figura 39. Resultado, pregunta 12. Género

La gran mayoría de las personas encuestadas era de género femenino.

Se dividió las posibles edades de los encuestados/as por rangos.

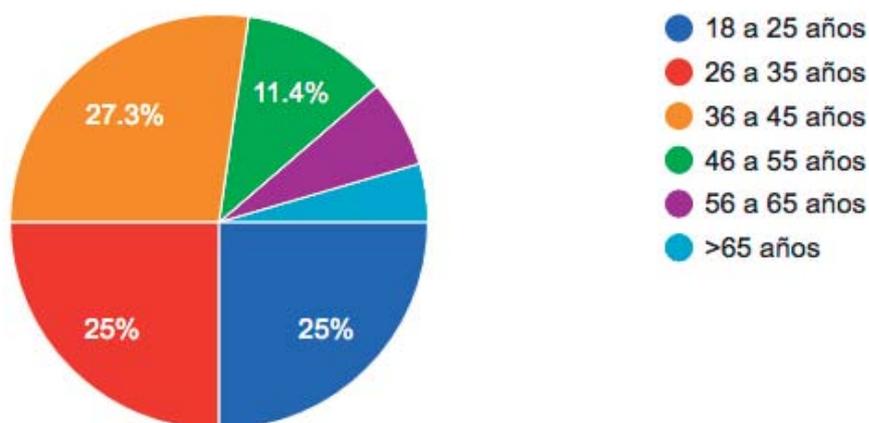


Figura 40. Resultado, pregunta 13. ¿En qué rango de edad se ubicaría usted?

Todas las opciones fueron escogidas, la mayoría de encuestados/as estaban entre los dieciocho años y cuarenta y cinco años.

Dado que se realizaron las encuestas a la mayoría de personas posible cuyo tiempo es considerable dentro del hospital, se pretendió conocer cuál era su papel dentro del centro de salud.

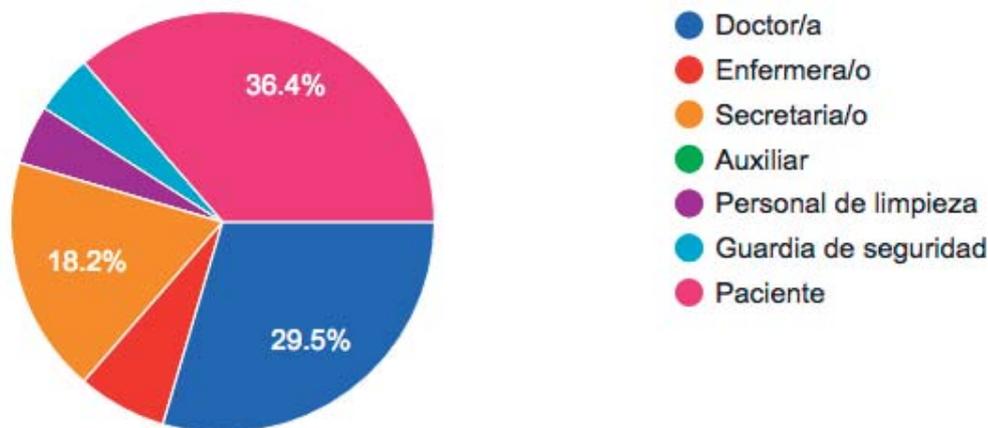


Figura 41. Resultado, pregunta 14. ¿Cuál es su papel dentro del hospital?

Todas las personas en los posibles roles dentro del hospital fueron consideradas. Doctores/as, pacientes y secretarias/os fueron las personas que más encuestas llenaron, siendo más pacientes que doctores/as.

La última pregunta tenía el fin de conocer si los pacientes prefieren mantener la ventana de la habitación abierta, ya sea por calor u otros factores.

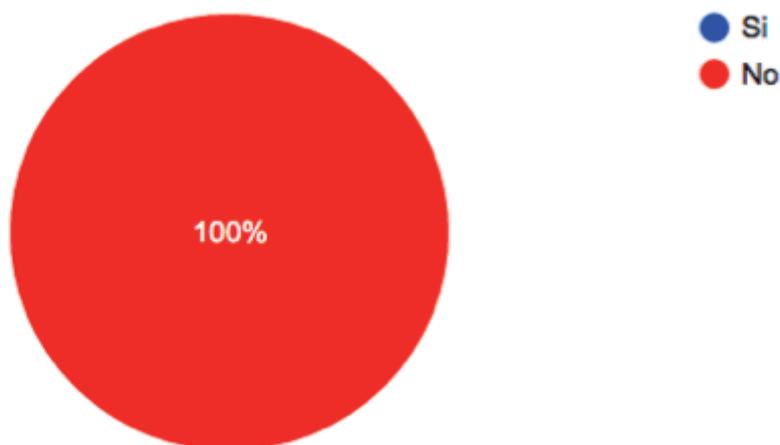


Figura 42. Resultado, pregunta 15. En el caso de ser paciente, usted considera que la ventana de su habitación debe estar abierta? (Así sea poco tiempo)

Todos los pacientes encuestados mantienen la ventana cerrada, ya sea por razones de ruido de tráfico o por factores del ambiente.

## **6. Capítulo VI: Discusión**

### **6.1. Causas de los resultados**

A continuación se expondrán algunas razones y explicaciones de los resultados de las mediciones mostradas anteriormente.

Empezando por el primer resultado de las mediciones realizadas en el área de información en el periodo diurno 1 (8:50 a. m. – 10:20 a. m.), la figura 19. Indica cómo los niveles de ruido de tráfico disminuyen conforme se cambia de punto de medición. Se puede observar que el mayor nivel de ruido registrado es en el punto 1, lo cual era de esperarse ya que es el punto que más direccionado se encuentra hacia la Avenida 10 de Agosto y el menor nivel de ruido es el del punto 5 el cual es el más lejano a la avenida.

En el periodo diurno 2 (17:30 p. m. – 18:50 p. m.) de la zona de información, los resultados plasmados en la figura 20 muestran que el nivel de ruido captado en este periodo es el del punto 2, con una diferencia de 0.3 dB(A) con respecto al punto 1, esto se debe a la cercanía del punto 2 con el límite de la zona de información (puerta-ventana entrada del hospital), lo cual hace que el nivel de ruido vehicular captado sea mayor a pesar de que el sonómetro en el punto 1 tenga una interacción directa con el ruido producido, la cercanía del punto influyó 0.3 dB(A) en este caso. Por otra parte una causa por la cual el nivel de ruido sea tan alto es por el constante uso del claxon de los vehículos.

Una de las principales razones por las cuales los resultados de los niveles de presión sonora en la figura 21 son tan altos es debido al gran flujo vehicular en el periodo nocturno, a pesar de que ya no es horario de trabajo, es bastante alto en comparación con otras calles y avenidas de la ciudad a esas horas.

En la zona de hospitalización en el periodo diurno 1 (8:50 a. m. – 10:20 a. m.) al momento de realizar las mediciones se pudo apreciar además de la gran cantidad de vehículos en la Avenida 10 de Agosto, el constante uso del claxon, es por esta razón que las frecuencias medias y altas en este caso tienen gran nivel, dando un total de 69.9 dB(A) en el nivel de presión sonora equivalente de todos los puntos en este periodo.

El nivel de ruido fluctuante mostrado en la figura 23 se debe a las variaciones del flujo de vehículos en este periodo (20:30 p. m. – 21:50 p. m.). En el punto 2 además de encontrarse el sonómetro más direccionado hacia la ventana, el flujo vehicular fue más constante que en el caso de los puntos 1, 3 y 5, mas no varió mucho ya que el nivel entre estos puntos y el mayor nivel varía entre 2.9 dB(A) y 1.7 dB(A), valores que no son una gran diferencia considerando que se está valorando un periodo nocturno en una habitación de hospital. En este caso las bajas frecuencias desde los 10 Hz hasta los 315 Hz son en las que más nivel de presión se registró.

En el periodo diurno 2 (17:30 p. m. – 18:50 p. m.) con ventana cerrada, los puntos 1 y 5 en la figura 24 tienen el nivel de presión más alto debido los altos niveles en frecuencias bajas registrados, esto se debe a la gran cantidad de buses, trolebuses y camiones que circularon al momento de realizar las mediciones en estos puntos. Es el mismo caso para la figura 25, dado que se realizaron las mediciones de manera simultánea en dos habitaciones, una con ventana abierta y otra con ventana cerrada.

## 6.2. Comparación entre los niveles de presión sonora equivalentes totales entre las zonas y periodos

Tabla 7.

*Niveles de presión sonora equivalentes totales según la zona y el periodo.*

ZONAS	PERIODO	LAeqT
<b>Zona I (Información)</b>	Diurno 1	76.26 dB(A)
	Diurno 2	76.78 dB(A)
	Nocturno	73.60 dB(A)
<b>Zona II (Hospitalización)</b>	Diurno 1	69.98 dB(A)
	Diurno 2 (Vent. abierta)	70.52 dB(A)
	Diurno 2 (Vent. cerrada)	64.43 dB(A)
	Nocturno	65.97 dB(A)

Analizando los resultados obtenidos, primeramente en la zona de información se observa que el periodo 1 (8:50 a. m. - 10:20 a. m.) y el periodo 2 (17:30 p. m. – 18:50 p. m.) tienen una diferencia de 0.5 dB(A) entre sí, siendo el periodo diurno 2 el más alto con 76.7 dB(A). El resultado del nivel de ruido en el periodo diurno 2 y el nivel en el periodo nocturno (73.6 dB(A)) tienen tan solo 3.18 dB(A) de diferencia, dejando en claro que la zona es bastante ruidosa durante todo día.

En la zona de hospitalización el nivel más alto de ruido de tráfico equivalente es de 70.5 dB(A) en el periodo diurno 2, variando entre 4.5 dB(A) y 0.5 dB(A) del periodo nocturno y diurno 1. En este caso la diferencia entre los resultados de nivel de ruido entre el periodo diurno y nocturno son un poco más que en la zona de información, esto tomando en cuenta que la habitación se encuentra a una altura considerable al nivel del suelo.

En el caso de la zona de hospitalización, se realizaron mediciones en habitaciones distintas y con los mismos puntos de medición, una con ventana cerrada y otra con la ventana abierta. Como era de esperarse la habitación con la ventana abierta estaba expuesta a un ruido de tráfico de 70.5 dB(A) y la habitación con la ventana cerrada a un nivel de 64.4 dB(A), casi 5 dB(A) de diferencia.

El mínimo nivel de ruido de tráfico se encontró en la zona de hospitalización con la ventana de la habitación cerrada, por otro lado el máximo nivel de ruido está en la zona de información, ambos casos en el periodo diurno 2 (17:30 p. m. – 18:50 p. m.). A su vez si comparamos los resultados con el nivel de ruido con la ventana de la habitación abierta (70.5 dB(A)), los niveles máximos en ambas zonas son en este periodo.

### **6.3. Comparación entre los resultados de las mediciones y las encuestas**

Tanto en los resultados de niveles de ruido obtenidos y las encuestas realizadas ambas indican que el nivel de ruido de tráfico en el interior del Hospital en las zonas de hospitalización e información son bastante altos, es decir ruidoso. Realizando una comparación entre el valor obtenido de nivel de ruido en la zona de hospitalización en el periodo diurno 2 con la ventana

cerrada, el cual es de 64.4 dB(A) y los resultados de encuestas a pacientes los cuales califican de ruidosa a la zona sin abrir las ventanas. Si los pacientes sintieran la necesidad de abrir la ventana de la habitación, su molestia frente al ruido de tráfico sería mucho mayor ya que el nivel de ruido percibido subiría 5 dB(A).

Los encuestados escogieron al tráfico vehicular como la principal fuente de ruido en el interior de las zonas. Validando los altos resultados obtenidos en los mediciones de ruido realizados.

#### **6.4. Comparación de la metodología utilizada frente a normativa**

Al no contar con una normativa específica para evaluar el nivel de ruido provocada por vehículos, se decidió realizar una búsqueda de una normativa que cubra la evaluación del ruido del tráfico rodado, con el fin de tener una referencia y realizar una comparación entre la metodología llevada a cabo en las mediciones dentro del hospital y la establecida en la norma.

La norma española UNE-ISO 1996-2: "Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental". Parte 2: "Determinación de los niveles de ruido ambiental", se enfoca en evaluar el ruido ambiental generado en un espacio, se decidió utilizar esta normativa ya que cubre en su totalidad con los requerimientos para evaluar el tráfico rodado.

Al revisar cada uno de los puntos y pasos a seguir en la normativa se ha observado que se ha cumplido con la mayoría de requisitos para realizar la evaluación del ruido, en este caso de tráfico. A continuación se citarán varios de los puntos que tienen tanto en común la metodología realizada y la normativa, como los puntos que no se realizaron con respecto a la misma.

- Se realizó una descripción detallada de los lugares de medición, infraestructura, condiciones del flujo vehicular. Además se pusieron datos como; horas de las mediciones, periodos, días en los que se llevaron a cabo y la instrumentación utilizada para el estudio.
- Siguiendo los requerimientos de la norma IEC 60942:2003, se realizó la calibración del sonómetro antes y después de cada serie de mediciones.
- Para realizar el mapa de ruido de la zona, se realizaron conteos vehiculares durante los mismos intervalos de tiempo que se realizaron

las mediciones como dice la norma UNE-ISO 1996-2. Además en los conteos se separaron los vehículos pesados de los livianos.

- En la normativa se menciona que las mediciones se deben llevar a cabo en una condición meteorológica similar en todos los casos y principalmente que la superficie de la carretera esté seca, con el fin de obtener resultados sin otros factores que puedan afectar a la medición exclusivamente de tráfico y poder realizar comparaciones entre los distintos puntos y casos. De esta manera también se llevaron a cabo las mediciones en los distintos periodos.
- En cuanto al procedimiento de medición la normativa establece que puede ser necesario realizar mediciones de peritaje durante periodos de tiempo, con el fin de que al momento de realizar las mediciones de estudio, se cubran todas las posibles variaciones de emisión y propagación del ruido. Antes de realizar las mediciones en el hospital, se realizaron tanto evaluaciones visuales y mediciones preliminares para escoger en los diferentes periodos, los intervalos de tiempo en donde exista la mayor cantidad de ruido vehicular.
- Al realizar mediciones desde el interior, la norma describe que las posiciones del sonómetro deben ser al menos tres, las mismas que deben ser distribuidas durante toda la zona del recinto por donde las personas afectadas pasen más tiempo. En la metodología realizada se escogieron cinco puntos de medición para cada periodo y cada zona del hospital, las mismas que fueron distribuidas por ambas zonas de manera que cubra con la mayoría de estas.
- Según la normativa UNE-ISO 1996-2 la posición de los micrófonos entre sí y con respecto a las superficies como paredes, ventanas u obstáculos para recintos con volúmenes menores a 300 metros cúbicos son los siguientes: La distancia entre micrófonos y paredes, techo o suelo debe ser al menos de 0,5 metros de distancia. En el caso de la distancia entre las ventanas y el micrófono, ésta debe ser de al menos un metro y la distancia entre los distintos puntos de medición debe ser mínimo de 0,7 metros. Como se puede observar en las tablas 2 y 3, las ubicaciones de los distintos puntos de medición utilizados en el estudio están dentro de los valores mencionados en la normativa.

- El tiempo de duración de cada medición debe ser de mínimo 10 minutos, describe la normativa. En el estudio se realizaron mediciones de 15 minutos en cada puntos para captar la mayor cantidad de ruido vehicular.
- Las mediciones del ruido residual y el tiempo de reverberación no pudieron realizarse por las siguientes razones. El ruido residual no pudo ser medido debido a que siempre va a haber la existencia del ruido que se está evaluando es decir el tráfico. La Avenida 10 de Agosto, es una vía bastante circulada a todas horas del día. En cuanto al tiempo de reverberación, este no pudo ser medido por tratarse del interior de un hospital. No fue posible ingresar el equipamiento para llevar a cabo las mediciones y menos aún por tratarse de zonas de permanencia de pacientes como es hospitalización y donde tanto pacientes y el personal del hospital circula como la zona de información.
- El rango de frecuencias que sugiere la normativa para medir es por banda de octava (de 63 Hz hasta 8000 Hz), pero también menciona como una opción realizar mediciones utilizando bandas de tercio de octava con las frecuencias centrales de 50 Hz a 10000 Hz. Las mediciones en los diferentes puntos y zonas se realizaron en bandas de tercio de octava, desde 10 Hz hasta 20000 Hz, lo cual está dentro de los valores frecuenciales establecidos en la normativa.
- Para la evaluación de los resultados de las mediciones la normativa establece que se debe realizar el promedio de la energía de los valores medidos  $L_{eqT}$ . Además de ser el caso se pueden determinar niveles máximos ( $L_{max}$ ), niveles percentiles ( $L_{n,T}$ ). Para mediciones en interiores se especifica que se debe calcular el valor promediado del nivel de presión sonora continuo equivalente utilizando la ecuación 2, (descrita en el marco teórico). La normativa también dispone que en el caso de que el recinto esté amoblado o tenga algún tipo de tratamiento acústico en el techo no se realicen correcciones a los valores medidos. Por el contrario si el recinto está vacío se debe aplicar una corrección de -3 dB a los valores medidos. En la evaluación realizada se utilizó la ecuación antes mencionada para sacar los valores promedios en cada punto de

medición. No se realizó el cálculo de percentiles dado que el estudio se enfocó en tres intervalos de tiempo, dos se realizaron en el periodo diurno y uno en el periodo nocturno. No se realizó una evaluación de ruido vehicular diario.

### 6.5. Niveles del Hospital frente a normativa

En el Ecuador no hay una normativa que indique los niveles de ruido permisibles en el interior de zonas hospitalarias para fuentes móviles. Se realizó una búsqueda con el fin de comparar los niveles de ruido obtenidos en el interior de las zonas del Hospital con niveles permisibles en zonas hospitalarias de otros países.

En el Real Decreto 1367 del año 2007 de España, se muestran los índices de ruido que pueden incidir en el interior de recintos en los periodos diurno, vespertino y nocturno. La tabla se muestra a continuación.

Tabla 8.

*Tabla B: Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.*

Uso del edificio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_d$	$L_e$	$L_n$
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

Tomado de Real Decreto 1367, 2007.

Se puede observar que los niveles en edificios de uso hospitalarios en zonas de estancia en los periodos diurno y nocturno son de 45 dB(A) y 35 dB(A) respectivamente y en el caso de dormitorios de 40 dB(A) y 30 dB(A). Los niveles obtenidos en las zonas del interior del Hospital son excesivamente altas comparados con estas.

En el caso de Colombia el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la resolución 0627 del 7 de abril de 2006 establece los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en la tabla 2, la cual se encuentra en el apartado de anexos como anexo 25.

Los valores de ruido de tráfico en el interior del hospital son superiores entre 10 dB(A) y 25 dB(A) a los valores establecidos en la resolución.

En Perú, los valores establecidos para la calidad ambiental de ruido son 5 dB(A) menores en comparación a los establecidos en la resolución de la República de Colombia. Estos valores se encuentran en el Anexo N° 1 del Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, tabla que será expuesta en el apartado de anexos como anexo 26.

La zona de protección especial (nombrada de esta manera en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM) se refiere a zonas de cuidado como hospitales y zonas escolares, En este Decreto el periodo diurno tiene un límite de nivel de ruido de 50 dB(A) y en el periodo nocturno de 40 dB(A), valores bajos en comparación a los resultados obtenidos en las mediciones los cuales superan los 64 dB(A).

## **7. Conclusiones y futuras líneas de investigación**

### **7.1. Conclusiones**

El ruido de tráfico en la zona de información y hospitalización tanto en el periodo diurno como en el periodo nocturno es demasiado alto para tratarse de un hospital. Con todos los problemas que puede generar el ruido en la recuperación de los pacientes y en la concentración y desenvolvimiento del personal de Hospital como doctores/as, enfermeras, secretarias/os, al estar expuestos a niveles de 76.2 dB(A), 70.5 dB(A), 69.9 dB(A) y 64.4 dB(A) todos los días, puede ser muy perjudicial.

El ruido de tráfico es emitido directamente a la zona de información, es por esto que los niveles dentro de la zona son de 76.26 dB(A) en el periodo diurno y 73.60 dB(A) en el periodo nocturno. Un factor que influye mucho es el vidrio que se encuentra en la entrada de esta zona, este podría tener mayor grosor para que el nivel de ruido baje al menos de 15 a 20 dB(A) y las molestias producidas tanto por ruido de tráfico así como el resto del ruido exterior sea menor.

Se ha logrado constatar que el nivel de ruido de tráfico en las habitaciones de la zona de hospitalización tiene los siguientes niveles: 70,52 dB(A) en el periodo diurno y 65.97 dB(A) en el periodo nocturno, los mismos que son menores en relación a los obtenidos en el área de información debido al vidrio que tiene la ventana el cual tiene diez milímetros de espesor, así como a la diferencia de altura del área de hospitalización en relación a la planta baja, en donde se encuentra el área de información.

La ventana cuyo vidrio es de 10 mm de espesor de la habitación aísla 5 dB(A) de ruido de tráfico. Tratándose de una habitación se podría considerar aumentar el espesor de dicho vidrio para aumentar el aislamiento y alcanzar disminuir al menos 20 dB(A) o considerar cambiar a un vidrio acústico.

El periodo más ruidoso en cuanto a ruido de tráfico es el periodo de 17:30 p. m. a 18:50 p. m. en la zona de información con 76.78 dB(A) y en la zona de

hospitalización con 70.52 dB(A). Los factores que influyen en este periodo además del material de construcción, son el uso del claxon continuo de los conductores en el caso de frecuencias altas, la gran cantidad de vehículos pesados que circulan en el caso de las frecuencias bajas. Además los continuos semáforos ubicados de norte a sur hacen que el tráfico vehicular se genere al frente del hospital.

Del universo de personas encuestadas y que permanecen en el área de hospitalización, son los pacientes quienes permanecen en las habitaciones el 100% de toda su hospitalización los que perciben el movimiento vehicular como ruidoso. El resto de personas como médicos, enfermeras no tienen la misma percepción ya que ellos entran y salen de la habitación a diferentes horas y permanecen en estas por un espacio de tiempo corto. Es por esta razón que el resultado de las encuestas tiene coherencia con las diferentes actividades y estancias de las personas en las diferentes áreas hospitalarias investigadas.

El personal que trabaja en el área de información capta el ruido vehicular como muy ruidoso, y esto es coherente ya que el área de trabajo corresponde a la planta baja que da directamente a la Avenida 10 de Agosto, y el grosor del vidrio es menor en relación al de los pisos superiores.

Al comparar el resultado de las encuestas con los niveles de ruido obtenidos se evidencia una estrecha relación demostrando que en el área de información hay más ruido y es muy molesto para las personas que permanecen ahí (guardias de seguridad). En cambio en las áreas de hospitalización tiene menos ruido y así también es percibido por los pacientes siendo este hecho atribuible a los factores de construcción y altura antes mencionados, sin embargo para los pacientes es un área ruidosa (no tan ruidosa como información).

Al momento de realizar las comparaciones entre los resultados de las mediciones, los decretos y la resolución establecidas en otros países para niveles de ruido ambiental en zonas hospitalarias (siendo más estrictos en

España con niveles máximos permisibles de 40 dB(A) en el día y 30 dB(A) en la noche en habitaciones y en el caso de Colombia si bien son menos rígidos con valores de 55 dB(A) en el día y 45 dB(A) en la noche son claramente inferiores a los valores que se llegaron a cuantificar en el presente estudio, 70.52 dB(A) en el día y 65.97 dB(A) en la noche), es totalmente evidente que los niveles de ruido obtenidos son muy altos. Tratándose de zonas hospitalarias y tomando en cuenta las consecuencias que el ruido puede generar en la salud de las personas es absolutamente obligatorio crear una normativa para el país en donde se establezcan los valores máximos, permitidos y adecuados de ruido para las zonas hospitalarias y en forma general. De este modo, existiendo una normativa clara y de cumplimiento obligatorio los constructores de unidades hospitalarias para obtener el correspondiente permiso de funcionamiento, deberían garantizar el fiel cumplimiento del aislamiento dictado en la norma; y por consecuencia los dueños de las unidades hospitalarias asegurarían que las personas que acuden a un establecimiento médico no deterioren su salud por una causa totalmente prevenible como es el tener un sistema de aislamiento efectivo y eficiente de ruido.

## **7.2. Futuras líneas de investigación**

Se podría realizar un estudio de aislamiento de fachada en el Hospital, para lograr atenuar más el nivel de ruido que ingresa a las diferentes zonas del centro de salud.

Para definir el impacto de tener un hospital frente a una avenida principal y definir la conveniencia o no de la mencionada ubicación debería realizarse el mismo estudio en otros centros hospitalarios que estén ubicados en vías secundarias.

De existir otros centros hospitalarios cuya construcción esté cercana a una avenida principal debería estudiarse el material de las paredes, el grosor del enlucido, el grosor del vidrio y mecanismos de aislamiento para reducir el impacto del ruido vehicular en las diferentes áreas.

## Referencias

- Albert, L. A. (2004). Contaminación ambiental. Origen, clases, fuentes y efectos. *EN: Toxicología ambiental*. pp 61-74. Recuperado el 16 de noviembre de 2017 de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-01a4.pdf>
- Alonso, A. D. E. (2003). Contaminación acústica y salud. *Observatorio medioambiental*. 6. pp 73-95.
- Ariza, M. A., Ojeda, C. A. (2018). Validación del mapa de ruido de tráfico de la zona urbana del distrito metropolitano de Quito. Tesis de grado. *Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Universidad de las Américas*. 115 p. Recuperado el 12 de diciembre de 2017 de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9281>
- Basner, M., Babisch, W., Davils, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., Stansfield, S. (2014). *Auditory and non-auditory effects of noise on health. The Lancet*. 383. pp 1325-1332.
- Bodin, T., Albin, M., Ardö, J., Stroh, E., Östergren, P., Björk J. (2009). *Road traffic noise and hypertension: results from a cross-sectional public health survey in southern Sweden. Environmental Health*. 8(1). p 38. Recuperado el 19 de noviembre de 2017 de <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-8-38>
- Buxton, O., Ellenborgren, J., Wang, W., Carballeira, A., O'Connor, S., Cooper. (2012). *Sleep Disruption due to Hospital Noises: A Prospective Evaluation. Annals of Internal Medicine*. 157(3). pp 170-179.
- Campoverde, P. (2016). Caracterización acústica de silenciadores de vehículos con superficies sinterizadas. *Universidad Politécnica de Valencia*. Recuperado el 23 de octubre de 2017 de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75407/MOLINA%20-%20Caracterizaci%C3%B3n%20ac%C3%BAstica%20de%20silenciadores%20de%20veh%C3%ADculos%20con%20superficies%20sinterizadas..pdf?sequence=2>
- Carrera, L. (2016). Evaluación del impacto sonoro producido por monitores cardíacos y ventiladores respiratorios en el personal del área de

- neonatología del hospital San Vicente de Paúl - Ibarra. Tesis de grado. *Facultad de Ingenierías y Ciencias Aplicadas. Universidad de las Américas*. 81 p. Recuperado el 5 de octubre de 2017 de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/6338>
- Casado, E. Á., García, J. J., Morales, T. G., & Navarro, J. M. (2006). *Automoción: Estructuras del vehículo*. España Editorial Paraninfo. Recuperado el 28 de marzo de 2018 de [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Vr8lOaxBuLwC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Casado,+E.+%C3%81.,+Garc%C3%ADa,+J.+J.,+Morales,+T.+G.,+%26+Navarro,+J.+M.+\(2006\).+Automoci%C3%B3n:+Estructuras+del+veh%C3%ADculo.+Espa%C3%B1a+Editorial+Paraninfo.&ots=QvSiGosieP&sig=olmCTopzyJ4lOY1iqgSKm-L\\_SmU#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Vr8lOaxBuLwC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Casado,+E.+%C3%81.,+Garc%C3%ADa,+J.+J.,+Morales,+T.+G.,+%26+Navarro,+J.+M.+(2006).+Automoci%C3%B3n:+Estructuras+del+veh%C3%ADculo.+Espa%C3%B1a+Editorial+Paraninfo.&ots=QvSiGosieP&sig=olmCTopzyJ4lOY1iqgSKm-L_SmU#v=onepage&q&f=false)
- Choiniere, D. (2010). *The Effects of Hospital Noise*. *Nursing Administration Quarterly*. 34(4). pp 327-333.
- Fernández, J. A., Navarro, J. M. L., & García, I. P. (2014). Discriminación del estado de la carretera mediante procesado acústico en vehículo. *Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid*. p. 14. Recuperado el 10 de abril de 2018 de <https://core.ac.uk/download/pdf/33174426.pdf>
- Hammer, M., Swinburn, T., Neitzel, R. (2014). *Environmental Noise Pollution in the United States: Developing an Effective Public Health Response*. *NCBI. US National Library of Medicine National Institutes of Health. Environmental Health Perspective*. 122. pp 115-119. Recuperado el 5 de noviembre de 2017 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3915267/>
- Hernández, D. D. F., & Sánchez, D. F. G. (2011). Relación entre la pérdida de la audición y la exposición al ruido recreativo. *Biomics*. 50(1). pp 15-21.
- Hohmann, C., Grabenhenrich, L., de Kluizenaar, Y., Tischer, C., Heinrich, J., Chen, C., Thijs, C., Nieuwenhuijsen, M., Keil T. (2013). *Health effects of chronic noise exposure in pregnancy and childhood: A systematic review initiated by ENRIECO*. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 216(3). pp 217-229.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2014). Compendio Estadístico 2014. Ecuador. Recuperado el 14 de junio de 2018 de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/compendio-estadistico-2014/>
- Jaleel, Z. (2014). *The Effect of Road Traffic Noise at Hospitals in Baghdad City. IRAQI Academic Scientific Journals. Journal of Engineering and Development.* 18(3). pp 173-182. Recuperado el 27 de octubre de 2017 de <https://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&ald=88800>
- Mato, F., Sobreira, S. (2008). Tesis: Sustracción espectral del ruido en separación ciega de fuentes de ruido de tráfico. *Sonitum Ingeniería Acústica. Universidad de Vigo.* Recuperado el 7 de mayo de 2018 de [http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Coimbra08\\_id221.pdf](http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Coimbra08_id221.pdf)
- Martinez, A. (2005) Ruido por tráfico urbano: Conceptos, medidas descriptivas y valoración económica. *Revista de economía y administración. Universidad Autónoma de Occidente.* 2. p. 49.
- Morcillo, M. González, J. Hernández, M. Hidalgo, A. (2008). Tesis: Influencia de la porosidad de los asfaltos en la generación del ruido de rodadura. *Universidad de Coimbra.* Recuperado el 4 de abril de 2018 de [http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Coimbra08\\_id178.pdf](http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Coimbra08_id178.pdf)
- Nieuwenhuijsen, M., Ristovska G., Dadvand P. (2017). *WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Adverse Birth Outcomes. MDPI, International Journal of Environmental Research and Public Health.* 14(10). p. 1252. Recuperado el 3 de diciembre de 2017 de <http://www.mdpi.com/1660-4601/14/10/1252/htm>
- Normativa española. (2009). UNE-ISO 1996-2. “Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental”. Parte 2: “Determinación de los niveles de ruido ambiental”. *AEONOR.*
- Okcu, S., Hsu, T., & Mahapatra, A. (2011). *Hospital noise and occupant response. ASHRAE Transactions.* 117. pp 248-255.
- Pai, J. (2007). *A study in Hospital Noise- A case From Taiwan. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics.* 13(1). pp 83-90.

- Price, S., Sibley, R. M. y Davies, M. H. (1993). *Effects of behavior and handling on heart rate in farmed red deer*. Science direct, Elsevier. *Applied Animal Behavior Science*. 37(2). pp 111-123.
- Sociedad peruana de derecho ambiental. (2010). Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. República del Perú. Recuperado el 20 de julio de 2018 de <http://www.legislacionambientalspda.org.pe/images/stories/normas/Pioner%20/IV.%204.%20Industrial/3.%20Decretos%20supremos/Decreto%20supremo%20085-2003-PCM.pdf>
- Real Decreto 1367. 2007). Del Ruido, en lo referente a Zonificación Acústica, Objetivos de Calidad y Emisiones Acústicas. Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes e igualdad. Agencia estatal boletín oficial del estado.. Recuperado el 9 de mayo de 2018 de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-18397>
- Ministerio de Ambiente vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 0627. (2006). República de Colombia. Recuperado el 13 de mayo de 2018 de <http://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2006resolucion627.pdf>
- Rovira, A., & Muñoz, M. (2015). Motores de combustión interna. Universidad Nacional de educación a distancia, Madrid. *Editorial UNED*. Recuperado el 22 de octubre de 2017 de <https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=-EfLCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=Motor+de+combusti%C3%B3n+interna&ots=D06pxGsu-t&sig=ewevdTdJNV724KLNXhIhgYYRaso#v=onepage&q=Motor%20de%20combusti%C3%B3n%20interna&f=false>
- Sánchez, L. (2008). Tesis: Evaluación de ruido. Técnicas de grabación y reproducción del sonido. *Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. Recuperado el 17 de abril de 2018 de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/6184/ICE102.pdf?sequence=1>

- Santos De La Cruz, E. (2007). Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado. *Redalyc. Industrial Data*. 10(1). pp 11-15. Recuperado el 11 de abril de 2018 de <http://www.redalyc.org/html/816/81610103/>
- Śliwińska-Kowalska, M., & Zborowski, K. (2017). *WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Permanent Hearing Loss and Tinnitus. International Journal of Environmental Research and Public Health*. 14(10). p 1139.
- Sorensen, M., Hvidberg, M., Andersen, Z., Nordsborg, R., Lillelund, K., Jakobsen, J., Tjanneland, A., Overvad, K., Raaschou-Nielsen, O. (2011). *Road Traffic Noise and Stroke: A Prospective Cohort Study. Oxford academic, European heart journal*. 32(6). pp 737-744. Recuperado el 19 de junio de 2018 de <https://academic.oup.com/eurheartj/article/32/6/737/497025>
- TULSMA. (2015). Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para Fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. *Ecuador. Libro IV, Anexo 5*.
- Villagómez, D. (2011). Estudio, diseño y evaluación de una agencia de mantenimiento automotriz especializado en vehículos híbridos y livianos en el sector de San Rafael del cantón Rumiñahui de la provincia de Pichincha. *Carrera de Ingeniería Automotriz. Escuela Politécnica del Ejército*. Recuperado el 30 de noviembre de 2017 de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4575/1/T-ESPEL-0845.pdf>
- Xie, H., Kang, J., Mills, G. (2009). *Clinical review: The impact of noise on patients' sleep and the effectiveness of noise reduction strategies in intensive care units. Clinical Care*. 13(2). p 208. Recuperado el 23 de 15 de abril de 2018 de <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc7154>

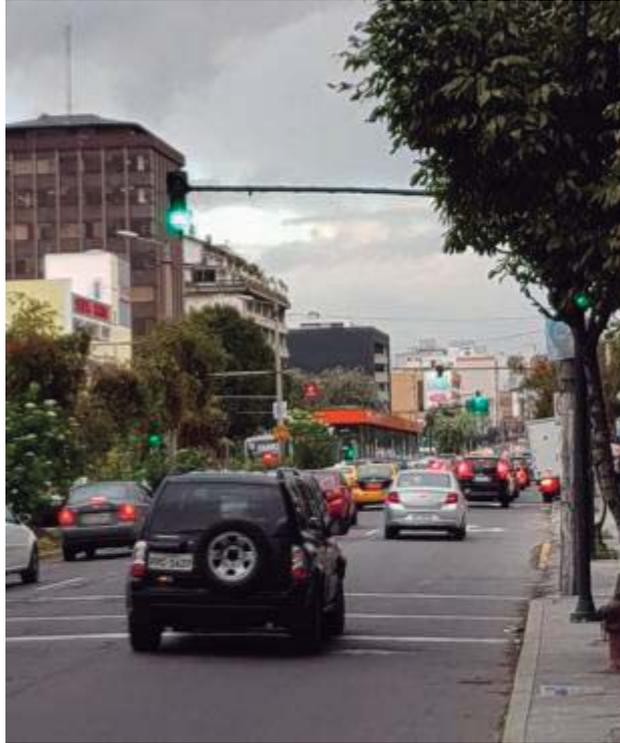
## **Anexos**



Anexo 1. Tráfico vehicular periodo diurno



Anexo 2. Tráfico vehicular periodo nocturno



Anexo 3. Semáforos de la Avenida 10 de Agosto, vía norte-sur



Anexo 4. Semáforos de la Avenida 10 de Agosto, vista desde habitación del tercer piso de la zona de hospitalización.



Anexo 5. Calibración del sonómetro desde la zona de información



Anexo 6. Ubicación del sonómetro en el punto 1 de información



Anexo 7. Ubicación del sonómetro en el punto 2 de información



Anexo 8. Ubicación del sonómetro en el punto 3 de información



Anexo 9. Ubicación del sonómetro en el punto 4 de información



Anexo 10. Ubicación del sonómetro en el punto 4 de información



Anexo 11. Habitación de la zona de hospitalización (tercer piso)



Anexo 12. Calibración del sonómetro en el punto 1 de hospitalización



Anexo 13. Ubicación del sonómetro en el punto 1 de hospitalización



Anexo 14. Ubicación del sonómetro en el punto 2 de hospitalización



Anexo 15. Ubicación del sonómetro en el punto 3 de hospitalización



Anexo 16. Ubicación del sonómetro en el punto 5 de hospitalización



Anexo 17. Trolebús Avenida 10 de Agosto periodo diurno 2

## ZONA I: INFORMACIÓN

HORARIO: 8:50-10:20

FRECUENCIA (Hz)	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5	
10	63.8	64.9	65.2	64.7	63.7	
12.5	63.7	64.7	65	64.1	61.4	
16	62.9	64.9	63.3	62	62.2	
20	63.2	64.9	63.3	64.1	61.9	
25	65.6	67.2	63.6	65.4	64.4	
31.5	62.7	65.2	64.9	64.2	64.4	
40	65	66	61.3	59.7	64.3	
50	71.5	66.7	66	66	66.2	
63	68.3	68.1	65	65.5	65	
80	62.9	64.5	64.8	59.6	63	
100	64.5	60.1	60	62.9	61.2	
125	64.7	62.3	63.3	64.3	63.9	
160	62.6	61.9	61.6	61.2	61.7	
200	61.1	59.4	62.2	57.6	59	
250	60.1	57	59.2	56.7	57.1	
315	59.4	57.9	58.3	57	57.9	
400	58.8	58.8	58.7	56.7	57.3	
500	58.3	57.3	58	56.1	57	
630	57.5	56	57.2	55.5	55.9	
800	57.2	56	56.6	54.6	53.7	
1000	56.4	55.4	55.5	53.4	52.3	
1250	55.1	54.5	54.6	52.5	51	
1600	53.2	52.7	55	51	50.7	
2000	50.9	49.8	51.7	49.2	48.6	
2500	49	48.9	49	47.6	47.2	
3150	47.7	50.4	47.9	47.7	46.5	
4000	45	48.2	45.3	43.9	44.1	
5000	42.6	43.1	42.9	41.5	41.3	
6300	40	40.2	40.7	39.2	38.9	
8000	43.1	38.6	38.3	37.1	36.3	
10000	36.7	35.6	35.6	39.6	34.1	
12500	34.1	37	33.9	32.4	38.6	
16000	34.2	31.6	37.5	29.3	35.9	
20000	36.1	29.8	30.7	25.5	30.6	
<b>TOTAL</b>	77.40	76.84	75.92	75.44	75.31	<b>76.26</b>

Anexo 18. Cálculos zona de información periodo diurno

# ZONA I: INFORMACIÓN

HORARIO: 17:30-18:50

FRECUENCIA (Hz)	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5	
10	62.7	65.4	67.2	63.7	64.7	
12.5	62.5	65	66.8	63.9	62.8	
16	63.1	64.4	65.7	60.7	62.9	
20	62.6	64.7	65.2	64.6	64.7	
25	66.7	66.9	65.9	67.8	64.6	
31.5	63.4	64.7	65.4	67.5	67.7	
40	65.5	70	63.3	60.2	64.5	
50	70	67.5	65.4	65.4	66	
63	71.1	68.4	64.9	64	65.4	
80	60.8	63.2	65.2	59.9	63.3	
100	61.7	60.2	62.6	61.2	61.6	
125	64.2	61.3	63.5	61.1	62	
160	62.3	61.2	62.2	59.4	60.5	
200	59.4	61.3	61.6	59	59.3	
250	58.6	59.9	60.3	57.4	57	
315	58.1	60.3	60.8	57.5	57.3	
400	57.6	61.2	61	57.7	57.3	
500	58.1	61.5	59.3	57.8	57.8	
630	56.9	60.3	57.5	56.4	56.3	
800	55.9	57.8	56.5	55.1	55.6	
1000	54.4	56	55.3	53.8	55.1	
1250	53.7	54.4	54.1	52.7	55.8	
1600	52.7	53.5	53.5	52.1	54.5	
2000	51.3	51.4	50.7	50.5	49.8	
2500	50.1	50.2	49.7	48.8	47.9	
3150	48.2	49.1	48.8	48.9	47.9	
4000	46	46.5	46.2	48	45.2	
5000	44.3	43.9	43.9	41.9	42.5	
6300	42.5	42.3	41.3	39.3	40.6	
8000	40.5	40.2	39.5	37.1	38.8	
10000	39	40.6	37.3	34.1	35.9	
12500	39.3	36.4	35.6	31.5	33.6	
16000	37.7	33.4	32.3	28.9	31.6	
20000	34.4	32.2	31.2	26.7	27	
<b>TOTAL</b>	77.26	77.61	77.01	75.66	76.04	<b>76.78</b>

Anexo 19. Cálculos zona de información periodo diurno 2

# ZONA I: INFORMACIÓN

HORARIO: 17:30-18:50

FRECUENCIA (Hz)	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5	
10	59.8	63.3	65.2	62.1	58.9	
12.5	58.9	62.1	64.7	61.9	56.3	
16	59.8	66.4	64.2	60.7	58.9	
20	59.5	63.2	63.7	62.6	56.5	
25	61.3	62.7	64.2	63.4	58.6	
31.5	60.3	65.4	63.9	62.7	57.4	
40	60.3	62.2	60.7	58.8	57.3	
50	67.7	61.6	62.1	64.8	61.6	
63	65.3	63.3	63.4	63.2	60.7	
80	59.1	60.8	62.5	60.3	58	
100	59.7	59.6	58.8	59.4	55.7	
125	61.2	60.1	59.3	58	58.1	
160	58.1	60.6	59.9	60.1	60.1	
200	54.6	56.4	56.6	56.4	54.4	
250	56.8	55.1	56.2	56.5	52.8	
315	55.3	55.9	56.3	56.5	52.5	
400	54.4	55.5	55.2	56.8	52.5	
500	53.9	54.2	54.8	57.6	52.2	
630	53.2	53.9	53.8	54.9	51.6	
800	58.9	53.9	53.3	53.1	51.4	
1000	58.1	52.8	53.6	51.4	52.1	
1250	53.9	50.5	52.1	49.3	48.4	
1600	51.4	48.9	49.5	48.6	46.4	
2000	47.9	46.8	46.7	46.8	44.1	
2500	45.5	44.9	44.1	44.6	41.3	
3150	43.1	43.3	41.5	42.6	38.6	
4000	40.2	40	38.6	39.6	36.9	
5000	37.2	37.6	35.6	36.3	34.7	
6300	35.4	35.1	32.5	34	31.4	
8000	31.3	31.9	28.9	32.9	29.6	
10000	28.3	28.6	25.3	28.6	26.3	
12500	27	24.3	21.4	25.3	25.8	
16000	25.5	22.7	18	22.4	21.7	
20000	21.7	20	15.6	21.7	17.2	
<b>TOTAL</b>	73.77	74.45	74.57	73.61	70.47	<b>73.60</b>

Anexo 20. Cálculos zona de información periodo nocturno

## ZONA II: HOSPITALIZACIÓN

HORARIO: 8:50-10:20 (VENTANA ABIERTA)

FRECUENCIA (Hz)	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5	
10	52.8	49.7	51.4	53.1	52.1	
12.5	54	51.8	52.5	54.6	53.4	
16	53.8	54.6	52.7	56.1	52.6	
20	52.4	51.5	51.9	60.3	55.4	
25	58	53.2	57.2	56	57.4	
31.5	61.1	56	62	57.9	65.2	
40	68.1	64.9	58.8	57.5	60.1	
50	61.1	62.4	60.4	50.5	55.2	
63	58	58	62.1	51.8	46.8	
80	62.4	58.8	56.1	56.7	50.8	
100	58.3	57.5	50.9	54.1	51.1	
125	57.2	55.9	53.9	53.5	53.1	
160	58.3	55.7	54.8	52.2	55.6	
200	56.4	50.7	52.9	48.9	53.2	
250	55.6	51.3	48.8	49.6	49.1	
315	56	54.2	50	49.8	49.5	
400	53.7	53	49.2	48.4	49.2	
500	53.7	51.5	48.7	47.6	48	
630	53	50.5	48.4	47.8	48.8	
800	53.6	51.6	48.7	47.8	49.2	
1000	53.5	52.4	48.7	47.8	48.8	
1250	52.1	50.2	47	46.5	47.6	
1600	50.6	49	45.8	45.6	46.3	
2000	48.1	46	43.6	43.5	44	
2500	47	43.9	43.7	42.5	43.2	
3150	45.7	42.8	43.8	44.3	42.6	
4000	42.2	38.7	37.8	38.8	37.8	
5000	39	35.9	33.7	33.2	33.7	
6300	36	32.7	31.3	29.9	30.8	
8000	32.6	30.3	28.5	26.7	28.6	
10000	28.4	25.2	23.3	22.8	24.1	
12500	26.3	23.7	20.5	22.3	22.9	
16000	22.5	20.4	17.6	15.8	18.6	
20000	17.9	15.8	12.3	13.6	12.8	
<b>TOTAL</b>	72.44	70.17	69.16	67.53	68.99	<b>69.98</b>

Anexo 21. Cálculos zona de hospitalización periodo diurno

## ZONA II: HOSPITALIZACIÓN

HORARIO: 20:30-21:50 (VENTANA ABIERTA)

FRECUENCIA (Hz)	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5	
10	54.6	55.7	56.1	56.7	54.4	
12.5	52.7	53.2	53.3	54.1	52	
16	49.4	48.3	49.9	51.2	50.2	
20	43.9	42.7	44.5	47.6	47.2	
25	49.4	48	45.8	54	49.7	
31.5	57.7	54	48.5	59.1	54.3	
40	51.5	56.2	54.4	51.2	54.6	
50	52.9	59.8	57.2	59.2	48.4	
63	55.8	58.4	53.1	56	41.3	
80	57.5	54.4	53.1	43.8	48.7	
100	51.7	56.2	49.9	49.8	51.7	
125	49.3	55	55.3	50.6	51.6	
160	49.4	52.5	53.3	52	55	
200	50.3	49.9	48.2	51.7	52.5	
250	49.2	51.2	50.3	47.1	52.9	
315	48.8	52.5	51.6	47.7	48.1	
400	46.7	49.5	51.9	47.2	46.8	
500	44.8	47.9	50.8	48.1	46	
630	46.7	49.3	48.8	48.2	47	
800	46.8	53.4	49.3	48.9	47.6	
1000	45.9	51.7	49.1	47.6	47	
1250	44.3	50.3	47.4	46.2	44.9	
1600	43	48.8	45.4	44.8	43	
2000	40.9	43.4	43	42.8	41	
2500	38.5	41	40.8	40.1	38.2	
3150	38	39.5	37.9	40.3	35.9	
4000	35.3	35.8	34.8	36.4	32.2	
5000	32	31.4	31.6	33	28.4	
6300	29.2	27.6	27.7	29.6	24.9	
8000	27.7	34.8	26	26.5	21.1	
10000	26.6	24.2	21	21.8	19.8	
12500	28.5	16.7	16.9	18	14.1	
16000	23	19.9	15.6	16	11.8	
20000	20.3	13	11.8	13.2	10.9	
<b>TOTAL</b>	65.34	67.39	65.66	66.46	64.42	<b>65.97</b>

Anexo 22. Cálculos zona de hospitalización periodo nocturno

## ZONA II: HOSPITALIZACIÓN

**HORARIO: 17:30-18:50 (VENTANA CERRADA)**

FRECUENCIA (Hz)	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5	
10	56.3	56.1	57.3	58.3	58.4	
12.5	53.2	53.3	54.1	54.6	53.2	
16	49.5	48.3	49.9	51	51.7	
20	45.6	45.2	45.2	47.1	48.1	
25	55.1	50.9	48.6	55.2	57	
31.5	62.5	57.9	50	57	59.4	
40	52.4	56.5	54.4	53.5	51.2	
50	47.2	55.1	54	45	54.1	
63	47.8	52	50.9	46.3	51	
80	51.5	50.8	44.2	49.1	42.5	
100	46	47.9	45.2	45.7	44.5	
125	43.7	48.7	45	44	45.3	
160	43.2	45.3	44.5	44.9	42.9	
200	40.4	40.7	40.7	39.5	39.9	
250	37.2	38	37.9	39	39.2	
315	36.2	36.2	37.3	37.3	39.3	
400	37.3	38.5	38.9	38.9	38.9	
500	37.8	38.2	39.4	37.6	39	
630	38.8	38.1	39.9	38.3	39.6	
800	43	39	40.1	38.3	40.4	
1000	39.5	38.3	38.8	37.5	39.4	
1250	37	35.7	36.5	35.4	36.7	
1600	36.8	34.1	34.1	34.1	34.5	
2000	33.4	33.4	33.4	33.8	34	
2500	33.4	32	31.9	32.5	31.9	
3150	31.4	29.4	30.3	28.2	28.7	
4000	25.1	25.5	26	24.5	25.9	
5000	21.7	22.5	21.1	21	22.7	
6300	17.7	19.8	16.7	16.9	18.9	
8000	14.8	18.2	13.8	13.8	15.8	
10000	13	15.3	12.1	12.1	13.6	
12500	11.8	13.8	10.9	11.2	12.3	
16000	11.2	12.1	10.6	10.6	11.2	
20000	10.6	11.2	10.6	10.6	10.9	
<b>TOTAL</b>	65.39	64.39	62.89	64.00	65.03	<b>64.43</b>

Anexo 23. Cálculos zona de hospitalización periodo diurno 2 (ventana cerrada)

## ZONA II: HOSPITALIZACIÓN

HORARIO: 17:30-18:50 (VENTANA ABIERTA)

FRECUENCIA (Hz)	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5	
10	49.8	50.2	52	54.3	53.8	
12.5	50.5	51	51.7	52.5	52.5	
16	47.5	47.6	49.1	49.5	51.2	
20	49.6	45.2	48.7	50.6	55.4	
25	69.8	67.4	53.7	60.3	71.5	
31.5	63.1	62.8	53.5	57.2	64.2	
40	56.3	57.3	56.6	55.9	55.4	
50	52.5	59.7	61	53.1	51.8	
63	52.8	56.8	57	52	46.3	
80	62.1	53.9	45.3	52.6	47.6	
100	56.7	53.8	44.6	48.3	49.9	
125	54.7	49.6	51.7	54.1	54.8	
160	55.1	51.4	52.3	49.5	49.8	
200	52.5	50.1	52	48.2	50	
250	52.5	51.5	48.9	49.5	48.2	
315	50.3	51.7	49.1	51.6	51.7	
400	48.6	48.5	49.2	46.6	49.1	
500	48	46.5	49.2	47.4	47.5	
630	49.4	47.1	49.5	48.2	51	
800	55.1	47.5	49.3	48.1	49.3	
1000	51.7	47	48.8	47.9	48	
1250	48.8	45.4	46.9	47	47.7	
1600	49.4	44.2	44.9	44.9	45.2	
2000	44.1	42	43.2	42.6	43.3	
2500	43.7	40.9	41.7	41.7	41.5	
3150	43.3	39.8	41.7	38.7	40.3	
4000	38.4	35.6	37.1	36.1	37.1	
5000	36.1	32.5	34	32.9	34.6	
6300	33.8	30.4	31	30.1	32.1	
8000	31.8	27.5	28.5	27.6	29	
10000	29.5	25.6	24.6	23.7	25.6	
12500	29.3	26.8	21.7	20.5	24	
16000	25.7	25.9	17.9	18.9	21.1	
20000	23.5	18.4	12.9	12.8	14.5	
<b>TOTAL</b>	72.27	70.48	66.43	66.35	72.93	<b>70.52</b>

Anexo 24. Cálculos zona de hospitalización periodo diurno 2 (ventana abierta)

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
<b>Sector A. Tranquilidad y Silencio</b>	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanitarios, hogares geriátricos.	55	45
<b>Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado</b>	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
<b>Sector C. Ruido Intermedio</b>	Zonas con usos permitidos	75	70

<b>Restringido</b>	industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.		
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos		

	institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
<b>Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado</b>	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Zonas de aplicación	Valores expresados en $L_{Aeq}$	
	Horario Diurno (07:01 a 22:00 horas)	Horario Nocturno (22:01 a 07:00 horas)
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Anexo 26. Perú. Anexo N°1. (Decreto Supremo N° 085, 2010)

