

Programa de Estudios en Calidad  
Ambiente y Metrología

*Estudio de Contaminación  
Acústica y creación de mapas  
acústicos dentro del Cantón de  
Belén, Heredia.*



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL**

---

**Heredia, 2016**

# Contenido

<b>I. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>II. Justificación. ....</b>	<b>5</b>
<b>III. Objetivos. ....</b>	<b>6</b>
3.1. Objetivo general .....	6
3.2. Objetivos específicos. ....	6
<b>IV. Métodos. ....</b>	<b>6</b>
4.1. Establecimiento de los sitios de muestreo. ....	7
4.2. Determinación del intervalo temporal de medición.....	10
4.3. Medición de campo. ....	12
4.4. Procesamiento de la información. ....	13
4.5. Mapeo de la información.....	15
4.6. Clasificación de los sitios de muestreo por zonas .....	16
<b>V. Resultados y Análisis. ....</b>	<b>19</b>
5.1. <i>Mediciones para febrero</i> .....	19
5.2. <i>Mediciones para marzo</i> .....	31
5.3. <i>Mediciones para abril</i> .....	43
5.4. <i>Mediciones para mayo</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.5. <i>Mediciones para junio</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.6. <i>Mediciones resumen para la sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente.</i> .....	55
<b>VI. Conclusiones. ....</b>	<b>70</b>
<b>VII. Recomendaciones. ....</b>	<b>71</b>
<b>VIII. Bibliografía.....</b>	<b>71</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>75</b>

<b>Anexo 1.</b> Mediciones de ruido en los sitios de muestreo denunciados por contaminación acústica para el mes de Febrero, Belén, Costa Rica, 2015. ....	76
<b>Anexo 2.</b> Mediciones de ruido en los sitios de muestreo denunciados por contaminación acústica para el mes de Marzo, Belén, Costa Rica, 2015. ....	77
<b>Anexo 3.</b> Mediciones de ruido en los sitios de muestreo denunciados por contaminación acústica para el mes de Abril, Belén, Costa Rica, 2015. ....	78
<b>Anexo 4.</b> Mediciones de ruido en los sitios de muestreo denunciados por contaminación acústica para el mes de Mayo, Belén, Costa Rica, 2015. ....	79
<b>Anexo 5.</b> Mediciones de ruido en los sitios de muestreo denunciados por contaminación acústica para el mes de Junio, Belén, Costa Rica, 2015. ....	80
<b>Anexo 6.</b> Cuadro de números al azar para los sitios de muestreo denunciados por contaminación acústica Belén, Costa Rica, 2015. ....	81

## I. Introducción.

Históricamente los problemas con respecto a la contaminación sónica en las ciudades no es un tema actual, se conoce que existían disposiciones en la antigua Grecia donde se alejaban de los núcleos de casas las herrerías para evitar la molestia de sus ruidos a la población y era muy frecuente la sordera entre estos trabajadores. En Roma por su parte, se limitaba el paso de carruajes en horario nocturno, al igual que en muchas ciudades del centro de Europa en la Edad Media (Arana).

Para la segunda mitad del siglo XX, la administración de las municipalidades, iniciaron un proceso normativo y de regulación, así como a nivel gubernamental, para la regulación de problemas causados por la contaminación sónica, principalmente los ruidos por maquinarias y de las actividades civiles (Arana).

Es ahora donde la relación con el diseño urbano es un tema complejo dado que aspectos como tranquilidad y atractivo están basados en elementos subjetivos que ayudan para determinar zonas apropiadas o no. Uno de estos aspectos se utiliza está en función a los niveles de ruido en los sitios (Novak *et al* 2009, Wang y Kang 2011).

La contaminación sónica se ha convertido en los últimos años en tema de salud pública que afecta a los habitantes de los grandes centros urbanos, el cual se suma a los conocidos problemas ambientales que sufren las ciudades y poblados donde se desarrolla cualquier actividad humana (Kurakula 2007, MER 2011, Arana, Oliviera *et al*, Szczodrak *et al* 2013, Gage).

Existen varios factores reconocidos que contribuyen al aumento de la generación de ruido en los que se encuentra una alta flota vehicular, que al combinarse con un aumento en la densidad y altura de las construcción existentes, así como concentración de personas y sonidos ambientales, lleva a crear espacios limitados generando ambientes muy densos traduciéndose en zonas con niveles inaceptables de ruido ambiental (Kurakula 2007, Hong y Jeon 2014).

Para estudiar este fenómeno, se han desarrollado los mapas de ruido como instrumentos de diagnóstico sobre el comportamiento acústico de las ciudades, combinando análisis espacial junto con modelos matemáticos, utilizándose como punto de partida para crear posibles planes de mitigación basados en el ordenamiento territorial y construcción (Lazar *et al* 2007, Villatoro 2008, Murillo *et al* 2012).

Los mapas de sonido por lo general se desarrollan bajo sistemas de interpolación basados en Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el cual se puede escoger entre distintos métodos dependiendo de la naturaleza de los datos. El método IDW es más rápido en los cálculos; sin embargo, tiende a producir patrones alrededor de los puntos muestreados. Lo anterior expresa el peso que se le puede dar a la variación particular del valor de un punto de muestreo sobre los que están alrededor (Murillo *et al* 2012).

El presente informe presenta los resultados obtenidos en tres meses de muestreo en horarios diurnos y nocturnos solicitado por la municipalidad de Belén, el cual se llevó a cabo de octubre a diciembre del 2015. Se establecieron 20 puntos de medición tomados a partir de la recomendación de los funcionarios de dicha institución, y obteniendo que el 56% de los puntos muestreados diurnos y el 47% de sitios en horario nocturno sobrepasan del límite legal establecido.

Los mapas de contaminación sónica mostraron para todo el período que la influencia de áreas de mayor ruido junto a todas las mediciones resulta en la afectación de al más de la mitad del cantón. Finalmente se recomienda aumentar la frecuencia y densidad de puntos de muestreo con el fin de obtener una estimación más detallada del comportamiento sonoro de la zona.

## II. Justificación.

EL desarrollo del estudio de contaminación sónica por parte de la municipalidad de Belén es un esfuerzo para determinar los patrones ambientales y antropogénicos que están afectando el cantón. Muchos de los sitios de interés para este ende han sido denuncias interpuestas por los ciudadanos por problemas con los niveles de ruido en sus distintas zonas.

Es conocido que la contaminación acústica en una ciudad proviene fundamentalmente de las actividades que desarrollan sus habitantes por lo que se requiere que el gobierno local genere políticas que garantice una buena calidad de vida para sus ciudadanos

La contaminación acústica en una ciudad proviene fundamentalmente de las actividades que desarrollan sus ciudadanos, y requiere que la administración responsable disponga de una política de actuación que garantice unos niveles de calidad de vida aceptables (MER 2011). Para el caso de la contaminación sónica, es la municipalidad donde acuden los habitantes busca de soluciones, aun en aquellos casos en la causa del problema no es de responsabilidad municipal, pero es necesario disponer de los políticas que permitan dar la respuesta más adecuada en cada caso (MER 2011).

La contaminación sónica está catalogada por algunos organismos internacionales como el cuarto problema ambiental de mayor importancia a nivel de salud humana. Se debe considerar que aun cuando se posee un grado de subjetividad en el tema pues los niveles de ruido para una persona pueden ser desagradables, para otra no lo son, existen parámetros adecuados y necesarios para cuantificar de catalogar lo niveles de ruido (Arana, Kurakula 2007).

### **III. Objetivos.**

#### 3.1. Objetivo general

- ✓ Establecer puntos de muestreo en distintas localidades del Cantón de Belén, para el establecimiento de los niveles de contaminación sónica en dos horarios de medición.

#### 3.2. Objetivos específicos.

- ✓ Establecer los sitios de muestreo según los requerimientos solicitados por los entes municipales.
- ✓ Realizar los cálculos de sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente para establecer valores máximos, mínimos e incertidumbre mensual por cada sitio muestreado tanto diurno como nocturno.
- ✓ Generar modelos de interpolación diurnos y nocturnos mensuales en sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente a partir de las mediciones tomadas en campo para generar mapas espaciales que indiquen el comportamiento acústico dentro del área de interés.

### **IV. Métodos.**

Los procedimientos utilizados para el establecimiento, toma, análisis y procesamiento de los datos se realizaron en tres momentos. Luego de conciliar la ubicación de los sitios de muestreo con los encargados municipales, se generaron las programaciones para realizar el trabajo de campo tanto diurno como nocturno, procesar la información y finalmente desarrollar los mapas de distribución de ruido.

#### 4.1. Establecimiento de los sitios de muestreo.

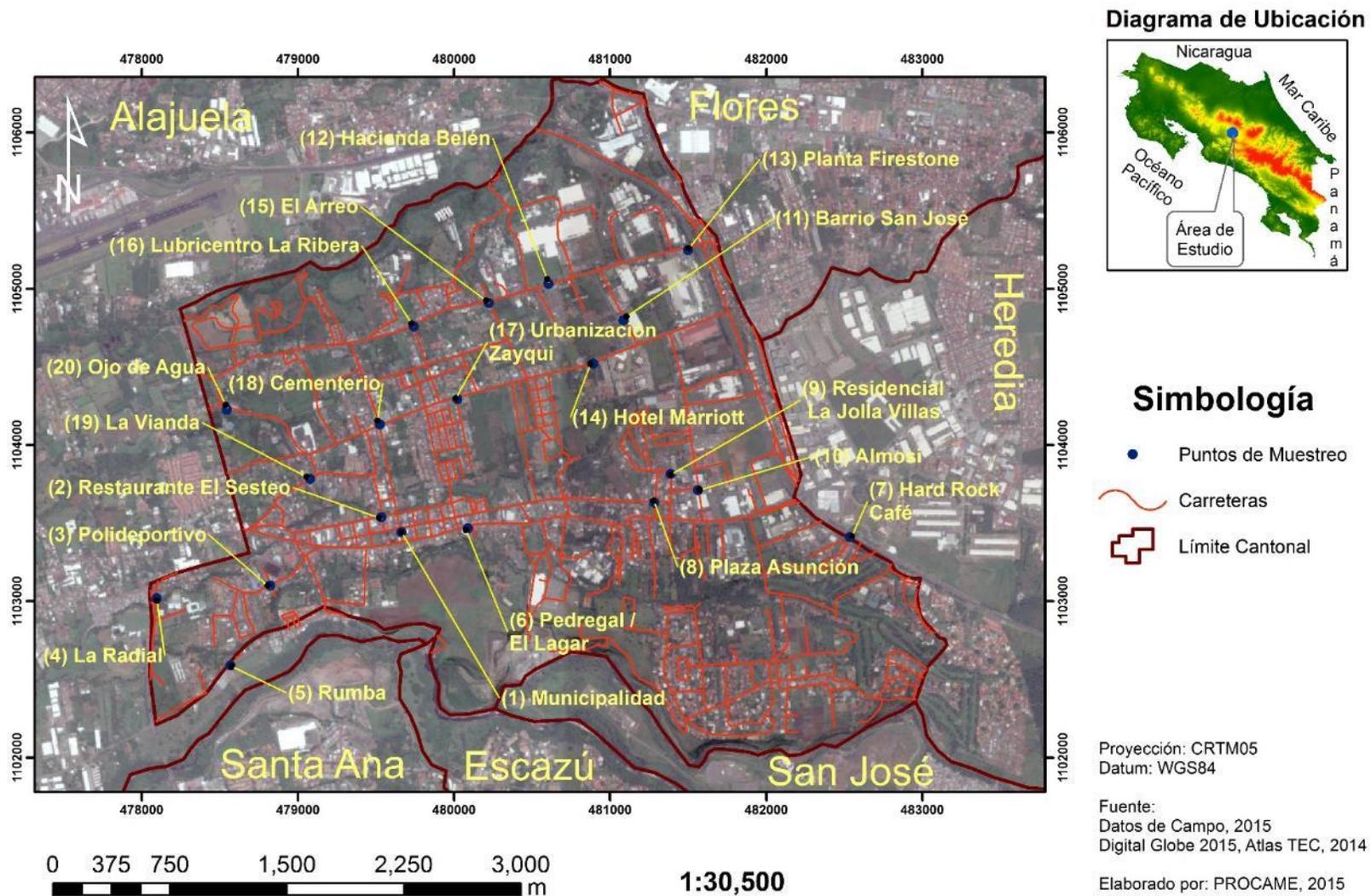
Idealmente los sitios de muestreo se determina a partir de una cuadrícula base sobre el área a muestrear con el propósito de obtener una mejor representación espacial del sitio (Yepes *et al* 2008). El criterio se define a partir de la extensión del sitio donde se determina el total de puntos de muestreo regulares (Yepes *et al* 2008).

Además se puede utilizar la delimitación geográfica sobre el área de interés basado en la magnitud, el cual determina el número total de cuadrículas regulares para su evaluación individual. Se así que según la norma ISO 1996-2 indica que la elaboración de los mapas acústicos se realiza dentro de cuadrículas donde las misma depende de la resolución espacial necesaria para aplicar y desarrollar el estudio.

Para el caso municipal, se indica que el procedimiento no fue del todo aplicado en la ubicación de los sitios de muestreo, dado que se tenían pre seleccionados basado en denuncias presentadas antes esta entidad por contaminación sónica. Es así que se establecieron 20 puntos de medición, distribuidos a lo largo del cantón para obtener el mejor resultado posible. (Cuadro 1, Figura 1)

**Cuadro 1.** Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de muestreo denunciados por contaminación acústica, Belén, Costa Rica, 2016.

N	Sitios	Coordenadas métricas	
		Longitud	Latitud
01	Municipalidad de Belén	479663.15	1103443.46
02	Restaurante El Sesteo	479534.71	1103538.87
03	Polideportivo	478822.81	1103102.42
04	La Radial Santa Ana - Belén	478096.64	1103020.34
05	Rumba	478568.37	1102591.72
06	El Lagar	480088.55	1103468.44
07	Hard Rock Café	482537.02	1103413.32
08	Plaza La Asunción	481282.35	1103632.70
09	Residencial La Jolla Villas	481388.24	1103817.01
10	Almosi	481563.39	1103713.07
11	Entrada Barrio San José	481086.60	1104798.50
12	Hacienda Belén	480605.66	1105032.11
13	Firestone	481499.27	1105248.19
14	Hotel Marriot	480893.18	1104521.33
15	El Arreo	480222.77	1104908.78
16	Lubricentro La Ribera	479742.50	1104758.86
17	Urbanización Zayqui	480021.25	1104293.86
18	Cementerio	479526.17	1104132.45
19	La Vianda	479078.99	1103784.21
20	Ojo de Agua	478545.22	1104226.91



**Figura 1.** Ubicación geográfica de los sitios de muestreo denunciados por contaminación acústica, Belén, Costa Rica, 2015.

## 4.2. Determinación del intervalo temporal de medición

La toma de datos se realizó utilizando sonómetros QuestSoundPro, con una duración de 5 minutos con 15 repeticiones por ubicación, considerando la existencia de dos horarios para la medición establecidos por el Ministerio de Salud en el Reglamento para el Control de Ruido. La toma de los datos se realizó en horario diurno considerando horas picos es de 6:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 4:00 p.m. a 7:00 p.m. para un total de 6 horas, en el horario nocturno se tiene una distribución de 8:00 p.m. a 6:00 a.m. para un total de 10 horas, llevándose a cabo en tres meses de octubre a diciembre del 2015.

Para que el muestreo sea representativo se trasladó el mismo a minutos siendo este dato de 360 minutos para el diurno y 600 minutos para el horario nocturno. Seguidamente, se determinó que un muestreo aleatorio por hora sería más apropiado para la realización del estudio ya que se disminuyen los sesgos de selección, además se utilizó una tabla de números al azar como instrumento para la elección del horario de muestreo (Gómez, 1997).

$$n = \frac{N * z_{\alpha/2}^2 * P(1 - P)}{(N - 1) * e^2 + z_{\alpha/2}^2 * P(1 - P)}$$

Donde

n: minutos a muestrear por día (muestra)

$z_{\alpha/2}$  : Nivel de confianza elegido

P: proporción de una categoría de la variable

e: error máximo

N: tamaño de la población

Dado lo anterior, utilizando un intervalo de confianza de 95% y una probabilidad de éxito del 98.7% para el muestreo diurno se obtuvo que:

$$n = \frac{360 * 1,96^2 * 0,9874(1 - 0,9874)}{(840 - 1) * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,9874(1 - 0,9874)}$$
$$= 18.20 \text{ minutos} = 19 \text{ minutos}$$

Así mismo, con un intervalo y probabilidad igual para el muestreo nocturno se obtuvo que

$$n = \frac{600 * 1,96^2 * 0,9874(1 - 0,9874)}{(840 - 1) * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,9874(1 - 0,9874)}$$
$$= 18.55 \text{ minutos} = 19 \text{ minutos}$$

El momento de la medición se determinó por muestreo aleatorio por hora, el cual fue el más apropiado para la toma de datos, dado que reduce el sesgo por selección. Adicionalmente se utilizó una tabla de números aleatorios como método de selección de las horas de muestreo (Gómez 1997)

**Cuadro 2.** Distribución de los meses y horas para los sitios de muestreo denunciados por contaminación acústica, Belén, Costa Rica, 2015.

Sitios de muestreo	Diurno			Nocturno		
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>Radial Santa Ana Belén</b>	06:28 p.m.	07:47 a.m.	08:01 a.m.	01:56 a.m.	08:05 p.m.	05:15 a.m.
<b>Rumba</b>	06:07 p.m.	05:45 p.m.	05:01 p.m.	08:56 p.m.	08:08 p.m.	10:06 p.m.
<b>Cementerio</b>	07:25 p.m.	04:37 p.m.	06:26 a.m.	10:09 p.m.	09:19 p.m.	03:46 a.m.
<b>Urbanización Zayqui</b>	07:58 a.m.	06:51 p.m.	08:16 a.m.	05:32 a.m.	12:22 a.m.	04:34 a.m.
<b>La Vianda</b>	06:02 a.m.	04:56 p.m.	05:05 p.m.	03:58 a.m.	09:00 p.m.	05:42 p.m.
<b>Lubricentro La Ribera</b>	07:39 a.m.	06:21 p.m.	08:32 a.m.	02:37 a.m.	12:48 a.m.	11:48 p.m.
<b>El Lagar</b>	07:44 p.m.	06:10 p.m.	08:19 a.m.	05:32 a.m.	12:32 a.m.	09:20 p.m.
<b>Hard Rock Café</b>	06:54 a.m.	05:24 p.m.	05:16 p.m.	07:21 a.m.	04:55 a.m.	12:41 a.m.
<b>Residencial La Jolla Villas</b>	05:05 p.m.	08:49 a.m.	06:18 a.m.	03:39 a.m.	04:45 a.m.	05:27 a.m.
<b>Almosi</b>	06:18 p.m.	06:05 a.m.	06:20 p.m.	04:13 a.m.	05:20 a.m.	04:21 a.m.
<b>Firestone</b>	06:49 a.m.	05:13 p.m.	06:43 p.m.	06:21 a.m.	05:24 p.m.	03:16 a.m.
<b>El Arreo</b>	06:00 a.m.	06:14 p.m.	04:01 p.m.	05:53 p.m.	05:04 a.m.	05:43 a.m.
<b>Polideportivo</b>	04:10 p.m.	08:13 a.m.	05:04 p.m.	05:27 a.m.	08:15 p.m.	09:47 p.m.
<b>Ojo de Agua</b>	08:31 a.m.	06:10 p.m.	06:31 a.m.	02:24 a.m.	03:32 a.m.	05:12 a.m.
<b>Municipalidad</b>	07:26 a.m.	06:16 p.m.	05:33 p.m.	11:22 p.m.	10:38 p.m.	11:35 p.m.
<b>Restaurante el Sesteo</b>	06:53 p.m.	06:18 a.m.	07:10 a.m.	03:30 a.m.	12:33 a.m.	02:59 a.m.
<b>Hotel Marriot</b>	07:16 a.m.	07:35 a.m.	07:43 a.m.	08:53 p.m.	01:43 a.m.	09:51 p.m.
<b>Hacienda Belén</b>	06:35 a.m.	06:36 a.m.	12:52 a.m.	11:34 p.m.	09:43 p.m.	02:24 a.m.
<b>Barrio San José</b>	08:45 a.m.	08:29 a.m.	06:39 a.m.	05:15 a.m.	01:29 a.m.	06:58 p.m.
<b>Plaza La Asunción</b>	09:11 a.m.	08:25 a.m.	07:20 a.m.	09:40 p.m.	09:30 p.m.	10:45 p.m.

#### 4.3. Medición de campo.

Las actividades formuladas para la realización de las mediciones de campo se utilizaron los instrumentos de medición clase 1 y 2 según dicta la norma IEC 61672-1:2002, donde dichos equipos fueron calibrados inmediatamente antes y verificados posteriormente de cada serie de mediciones. La toma de los datos con el sonómetro, este debe de estar a una altura aproximada de 1.5 metros del nivel

del suelo donde su ángulo de declinación tiene que ser de 30 a 60 grados, así mismo, el equipo debe de colocarse a una distancia del operario de aproximadamente 0.50 metros del cuerpo.

Por el hecho que las mediciones se realizaron en el exterior se utilizó una pantalla antiviento. Así mismo, se tomaron variables relacionadas como temperatura, presión atmosférica y velocidad del viento anterior y posterior a la toma de los datos.

En el caso que se contara con condiciones meteorológicas adversas, tal es el caso de lluvia, fuertes vientos, tormentas eléctricas u otros que afectara la medición o el equipo, se evitó realizar cualquier medición. También se descartaron lecturas que presentaran ruidos ocasionales como motocicletas con escape libre, sirenas de ambulancias o bomberos, maquinaria en el sitio o cualquier condición que sea fuera de los común.

#### 4.4. Procesamiento de la información.

Con la información de las mediciones mensuales, se procedió a ingresar los datos al módulo de Excel “Mediciones y Cálculo de Incertidumbre Ambiental” (Microsoft 2013), el cual es parte del programa “Ruido y su control”. El procesamiento de la información calculó los siguientes datos:

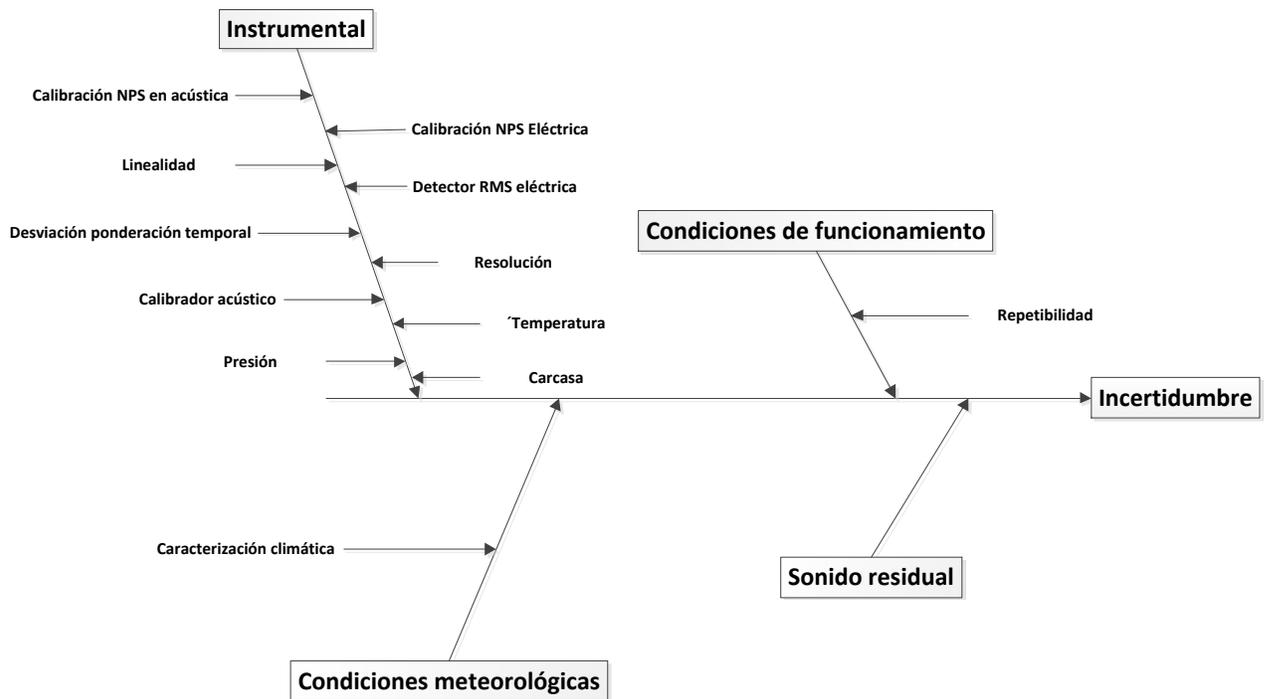
- a. *Nivel de presión sonora máximo*, el cual determina el valor del ruido más elevado obtenido durante el día de medición.
- b. *Nivel de presión sonora mínimo*, determina el valor del ruido más bajo obtenido durante el día de medición.
- c. *Sumatoria de ruido*, se determina como la sumatoria logarítmica de los niveles de presión sonora del total de las mediciones durante el día de medición y que se expresa según la siguiente fórmula:

$$L_{p\text{resultado}} = 10 * \log \left( 10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + 10^{\frac{L_{p3}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{pn}}{10}} \right)$$

d. *Nivel de presión sonora continuo equivalente*, también como nivel continuo equivalente ( $L_{eq}$ ), contiene la misma energía que el ruido medido en una cantidad definida de tiempo, un aspecto a considerar es que el ruido debe ser constante, por lo que se puede comparar el riesgo de daño auditivo ante la exposición a diferentes tipos de ruido, si se usa en la ponderación A se conoce como  $LA_{eq}$  (Rejano, 2000). El cálculo del valor cuadrático medio de la presión sonora pondera a un período de observación se obtiene bajo esta expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 * \log \left[ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left( \frac{p_A^2(t)}{p_{ref}^2} \right) dt \right] (dBA)$$

e. *Incertidumbre*, determina para cada una de las mediciones según lo especificado dentro de las normas ISO 2009 y utilizando como base lo siguiente:



**Figura 2.** Componentes de incertidumbre en medición de ruido ambiente (Fuente ISO 2009).

#### 4.5. Mapeo de la información.

La generación del mapeo de las zonas de ruido del caso central de Belén, se utilizaron solo 20 puntos de muestreo preestablecidos con las mediciones de suma de ruido y nivel continuo equivalente. Para ligar la información de campo con los puntos de muestreo, se creó una hoja de cálculo (Microsoft) donde se colocaron los valores medidos con un identificador único el cual debía ser igual al archivo cartográfico vectorial con la ubicación de las coordenadas (Cuadro 1).

Hecho lo anterior, se procedió a ligar las bases de datos por medio del programa especializado ArcGIS v. 10.3 (ESRI 2014) a través de una unión virtual de tablas de atributos utilizando el identificador único como enlace entre los archivos y posteriormente se guardó como un nuevo tema. Este proceso se realizó para cada una de las tres visitas de campo generando una base de datos mensual de las mediciones realizadas.

La creación de la máscara de análisis se generó de la combinación de las capas temáticas de distritos de Costa Rica (Geotecnologías a partir de hojas 1:50000 SF) y red de caminos (IGN a partir de hojas 1:50000, 2004), para este último se creó un área de amortiguamiento (buffer) de aproximadamente 10 metros, con el fin de unir los dos temas posteriormente y utilizando el mapa de “Valores del Terreno” (Roche 2008) descargado del sitio web de la municipalidad, se extrajo la información catastral de predios utilizando un sistema de georeferenciación y reclasificación de los valores para su posterior verificación. Toda la información generada está proyectada en Costa Rica Transversal de Mercator (CRTM05) con el elipsoide de referencia WGS84.

El análisis espacio – temporal mensual para los sets de datos, se realizó a partir de un análisis variográfico para determinar el comportamiento de las mediciones (Yepes *et al* 2009) utilizando el módulo de geoestadística para ArcGIS (ESRI 2014). Así mismo, se generaron varios modelos en formato raster considerando la cantidad de información disponible y obtener el más representativo según el comportamiento esperado.

Utilizando el módulo de interpolación, herramientas de análisis espacial (ArcGIS 2014), se trabajó con interpoladores IDW (Correa *et al* 2008, Villatoro *et al* 2008, Yepes *et al* 2009, Caracausi 2014), dado que representó de mejor forma la distribución espacial de los datos. El método asume asigna valores de más peso a los más cercanos a los puntos de medición, utilizando un algoritmo sobre distancias inversas asumiendo como una estructura lineal de los datos.

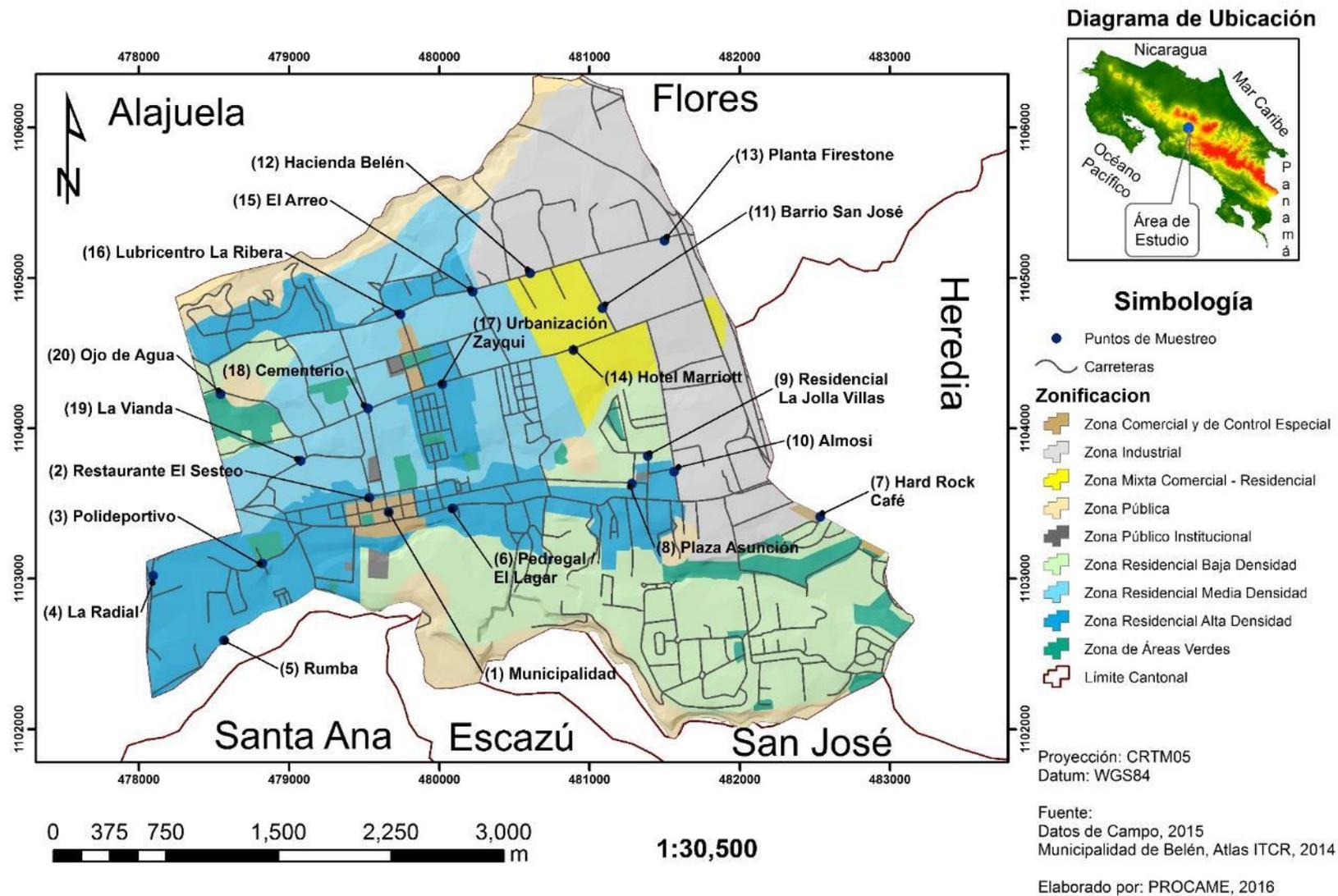
Se creó un modelo mensual para los dos tipos mediciones, utilizando una resolución espacial de 2 x 2 metros. Se utilizó álgebra de mapas para realizar la combinación de los 12 modelos interpolados mensuales diurnos y nocturnos (uno para la sumatoria de ruido y otro nivel continuo equivalente), donde el resultado final fueron las representaciones medias del comportamiento del ruido para todo el período de medición.

#### 4.6. Clasificación de los sitios de muestreo por zonas

Los sitios de muestreo se clasificación según su naturaleza con base en el decreto N° 39200-S “Reglamento para el Control de la Contaminación por ruido” (La Gaceta 197, 2015) con el propósito de establecer los límites permitidos de contaminación sonora según el tipo de actividad desarrollada. Esta clasificación se detalla a continuación (Cuadro 3, Figura 2).

**Cuadro 3.** Clasificación por zonas según el Reglamento para el Control de la Contaminación por ruido de los sitios de muestreo por contaminación acústica, Belén, Costa Rica, 2015.

Sitios	Zonificación
El Lagar	Zona Residencial de Baja Densidad
Hard Rock Café	
Plaza La Asunción	
Residencial La Jolla Villas	
Lubricentro La Ribera	Zona Residencial de Media Densidad
Urbanización Zayqui	
La Vianda	
Cementerio	Zona Residencial de Alta Densidad
La Radial Santa Ana - Belén	
Rumba	
Polideportivo	Zona Público Institucional
Ojo de Agua	
Municipalidad de Belén	Zona Comercial y Control Especial
Restaurante El Sesteo	
Entrada Barrio San José	Zona Mixta Comercial - Residencial
Hacienda Belén	
Hotel Marriot	
Almosi	Zona Industrial
El Arreo	
Firestone	



**Figura 2.** Ubicación por tipo de zonificación de los sitios de muestreo denunciados por contaminación acústica, Belén, Costa Rica, 2015.

## V. Resultados y Análisis.

### 5.1. Mediciones para Octubre.

#### 5.1.1. Medición Diurna.

Las mediciones diurnas para el cantón de Belén mostraron un valor mínimo de 34 dB (A) en la zona del Residencial La Jolla, y el máximo registrado fue de 81.2 dB (A) en la cercanías de la Plaza de La Asunción. Así mismo, dentro de la sumatoria de ruido y el nivel continuo equivalente, el sitio ubicado detrás del Hard Rock Café fue el que presentó un valor menor con 62.1 dB (A) y 50.3 dB (A) respectivamente presentando una incertidumbre de +/- 10.56 dB (A) (Cuadro 4, Figuras 3, 4 y 5)

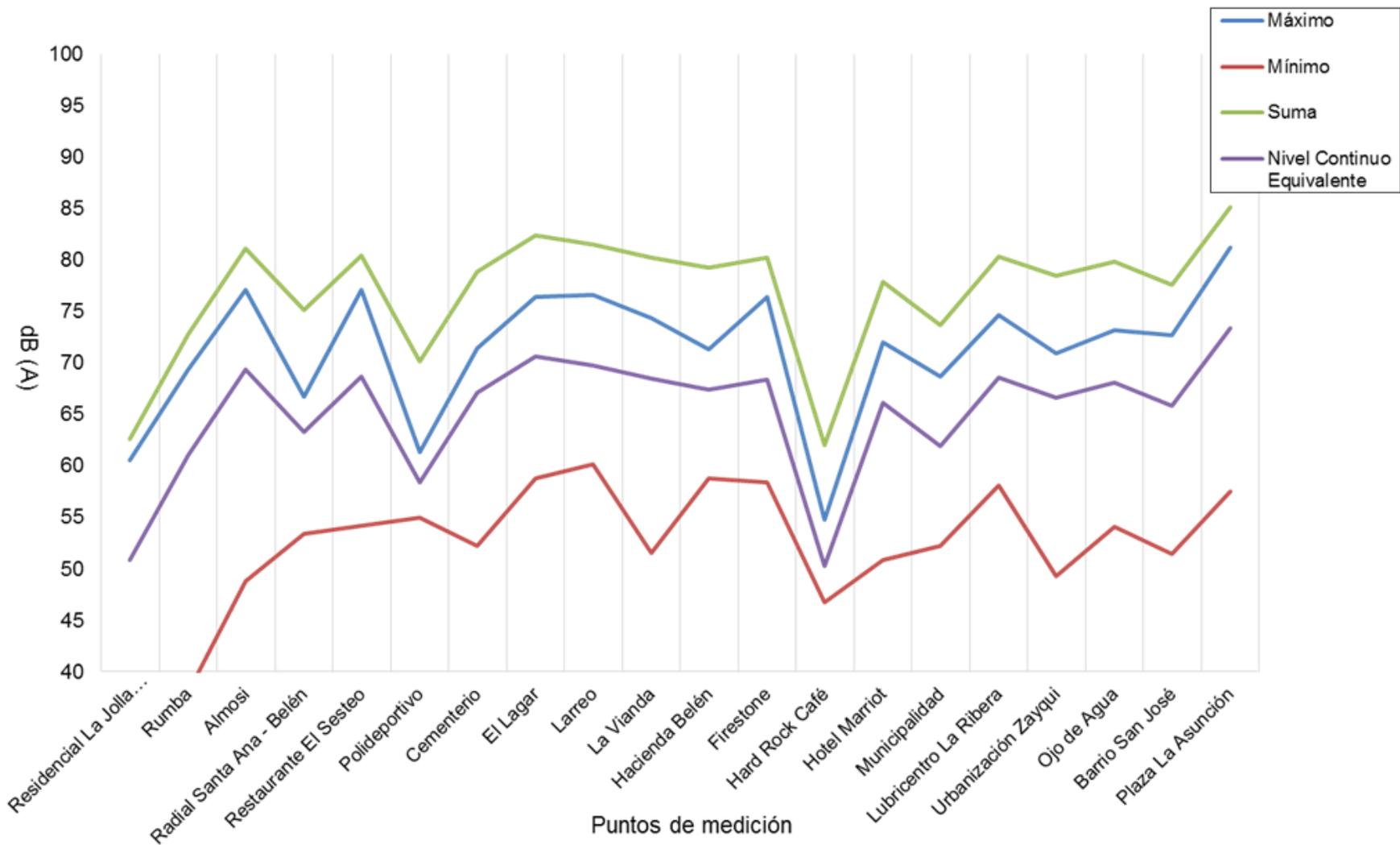
Por su parte el sitio con mayor valor de decibeles registrados fue para la localidad de la plaza de La Asunción, en la cual tanto para la sumatoria de ruido como para el nivel continuo equivalente presentó los valores más altos con 85.1 dB (A) y 73.4 dB (A) respectivamente con una incertidumbre asociada de +/-26.34 dB (A) (Cuadro 4, Figuras 3, 4 y 5)

Los resultados obtenidos en el mapeo (figura 4) muestran que con excepción de las zonas como Hard Rock Café, Residencial La Jolla, y el Polideportivo los restantes sitios poseen un rango de sumatoria de ruido entre 76.5 a 85.1 dB (A). Lo anterior excluye a sitios como las cercanías del edificio municipal y la Radial Santa Ana Belén con un rango de valores entre 74.5 a 76.4 dB (A).

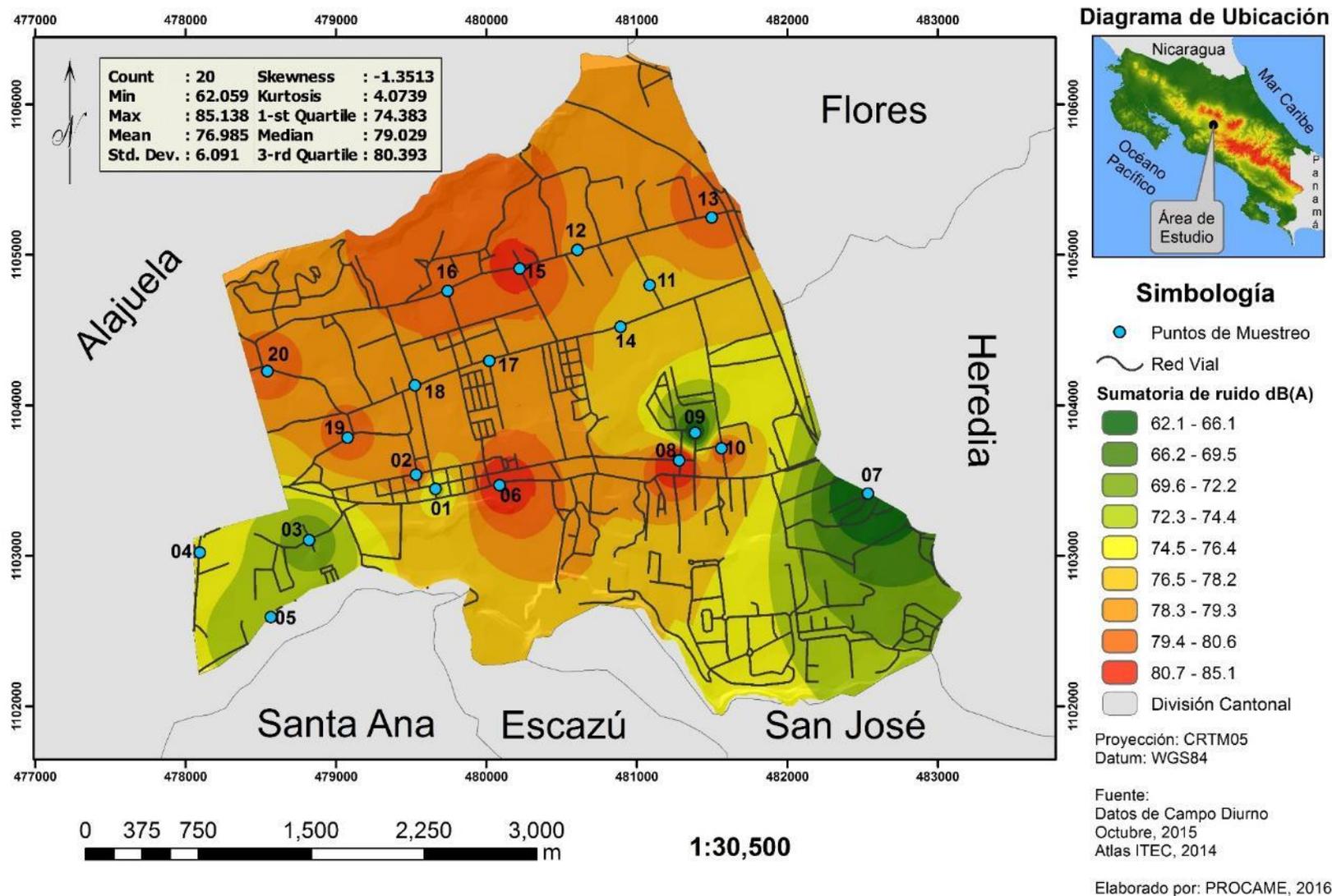
Es así que el mismo comportamiento se obtuvo para las mediciones de nivel continuo equivalente (figura 5) donde no existen variaciones espaciales evidentes entre con la medición pero si en escala de medición.

**Cuadro 4.** Mediciones de ruido (dB (A)) en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Octubre, Belén, Costa Rica, 2015.

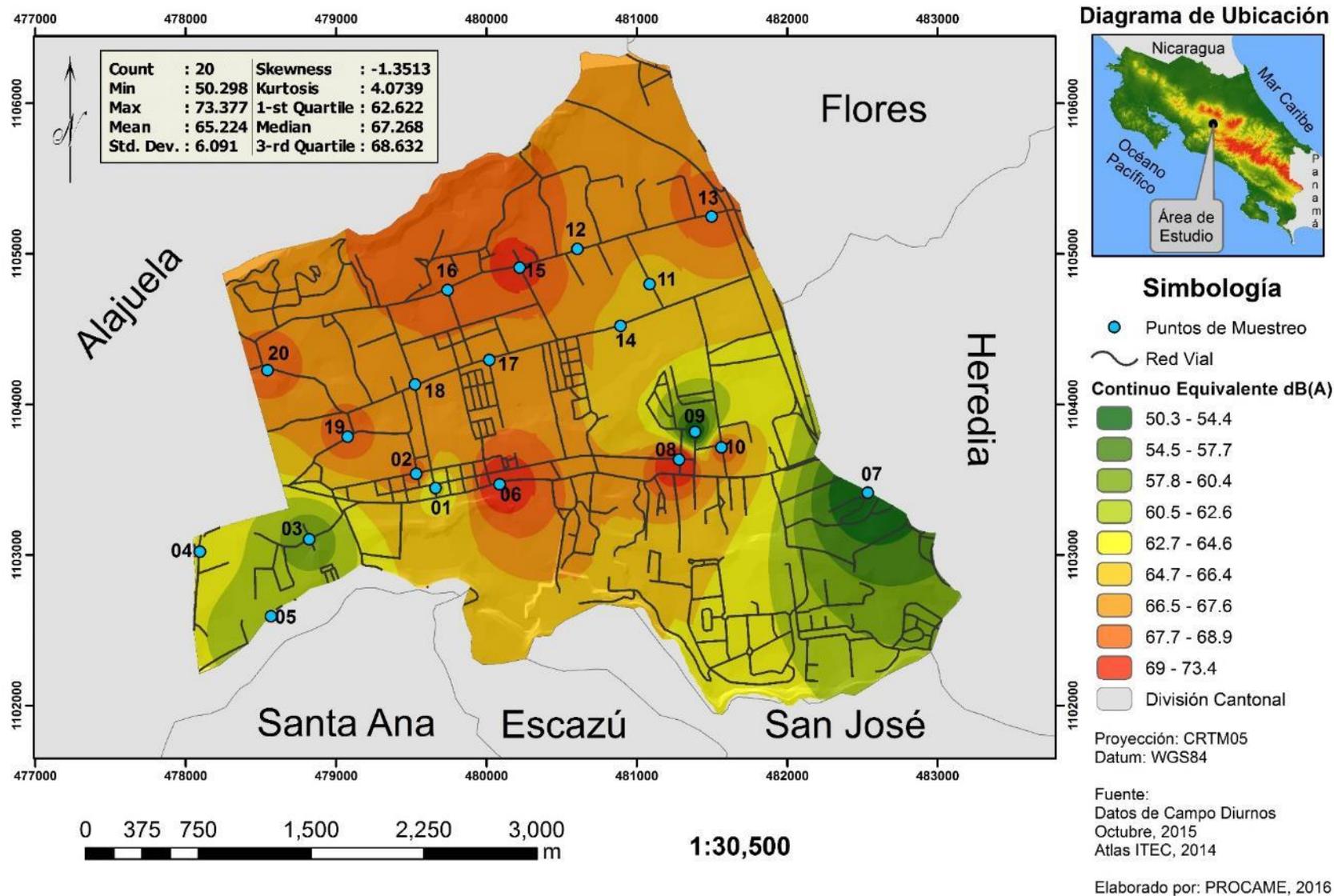
<b>Punto de medición</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Suma</b>	<b>Nivel Continuo Equivalente</b>	<b>Incertidumbre</b>
Residencial La Jolla Villas	51.6	46.3	60.61	48.9	7.66
Rumba	50.2	36	53.35	41.6	16.18
Almosi	58.2	44.6	63.31	51.6	15.08
Radial Santa Ana - Belén	77.1	47.7	81.41	69.6	34.14
Restaurante El Sesteo	55.2	39.1	58.59	46.8	21.15
Polideportivo	72	43.4	74.00	62.2	32.64
Cementerio	64.6	38.8	69.19	57.4	33.47
El Lagar	82.7	45.6	86.56	74.8	37.43
El Arreo	82.7	45.6	86.56	74.8	37.43
La Vianda	66.3	43.5	68.65	56.9	26.50
Hacienda Belén	65.9	42.2	69.59	57.8	28.32
Firestone	66.8	51.7	71.33	59.6	16.31
Hard Rock Café	49.2	45.9	59.13	47.4	7.34
Hotel Marriot	70.8	58.5	75.84	64.1	16.12
Municipalidad	64.3	42	67.81	56.1	26.33
Lubricentro La Ribera	78.8	44.2	82.45	70.7	41.97
Urbanización Zayqui	61.6	40.9	64.49	52.7	25.39
Ojo de Agua	67	45.3	69.34	57.6	24.34
Barrio San José	70.7	52.4	76.84	65.1	23.83
Plaza La Asunción	74.5	53.6	79.71	67.9	28.01



**Figura 3.** Gráfico de ruido ambiental en los sitios de muestreo por contaminación acústica diaria para el mes de Octubre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 4.** Sumatoria de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Octubre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 5.** Nivel continuo equivalente de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Octubre, Belén, Costa Rica, 2015.

Con los resultados obtenidos sobre las mediciones realizadas se observa que para la zonas residenciales baja, media y alta (n= 10) presentan un rango de valores desde 34 dB (A) hasta 81.2 dB (A) lo que implica que presenta valores desde muy bajos hasta muy por encima de la normativa. Para este tipo de zonas, la ley establece un valor máximo diurno de 65 dB (A), en el caso de existir en existir presencia de otras actividades como comercio o algún desarrollo industrial el límite aumentaría hasta 70 dB (A) (Decreto 39200 – S 2015).

En relación a la zona industrial (n=3) muestra valores diurnos comprendidos entre 48 dB (A) a 77 dB (A) donde también sobrepasa los límites legales comprendidos en 75 dB (A) para el mismo horario (Decreto 39200 – S 2015). En este caso el 100% de las locaciones sobre pasan lo estipulado por la ley en valores máximos, incluyendo las mediciones de sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente (cuadro 4).

Lo comprendido al área comercial (n=4) muestra posee un rango entre 54.1 a 77.1 dB (A). De ahí nuevamente el 100% de las mediciones, así como, valores de sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente (cuadro 4, figuras 3, 4 y 5) muestran que se sobrepasan los 65 dB (A) admitidos legalmente (Decreto 39200 – S 2015).

Finalmente las zonas mixtas (n= 3) presentan valores que oscilan entre 50.9 a 72.7 dB (A) donde considerando los resultados de las sumatoria y el nivel continuo equivalente también se sobrepasan del límite legal de 60 dB (A) para horario diurno. Lo anterior implica que aun con el valor más ubicado en el Barrio San José no llega al límite establecido por ley.

Bruel y Kjaer (2002) citado por Kurakula (2007) el ser humano posee umbrales de intensidad de la presión del sonido, donde se obtiene un rango a partir de 0 dB (A) (20  $\mu$  Pa) hasta 130 dB (A) (100  $\mu$  Pa) el cual se encuentra el umbral máximo que produce dolor. A partir de 50 dB (A) los niveles de ruido producen problemas para realizar poderse comunicar, mientras que valores cercanos a 90 dB (A) se consideran como peligrosos para el oído si se mantiene en una exposición continua.

En general, el 100% de los sitios presentan valores sonoros que sobrepasan los límites establecidos legalmente. Este comportamiento se muestra en los mapas generados (figuras 4 y 5) donde se presentan valores bajos en muy pocos sitios (5) y el restante posee lecturas altas.

### *5.1.2. Medición nocturna*

En relación a las mediciones nocturnas los valores más bajos se registraron para la zona de la Municipalidad de Belén (38.0 dB (A)), mientras los valores más altos fueron muestreados dentro de área de La Vianda (93.5 dB (A)). Los resultados obtenidos para mediciones de sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente se obtuvo que los valores menores fueron muestreados nuevamente en el Residencial La Jolla con valores de 54.5 dB (A) y 42.8 dB (A) respectivamente que presenta una incertidumbre de +/- 12.43 dB (A) (Cuadro 5, Figuras 6, 7, y 8).

La zona que presentó las mayores lecturas nocturnas de ruido estuvieron ubicadas la zona del restaurante La Vianda, la cual presentó una sumatoria de ruido de 93.5 dB (A) y un nivel continuo equivalente de 81.8 dB (A), lo anterior con una incertidumbre de +/- 46.68 dB (A) (Cuadro 5, Figuras 6, 7, y 8).

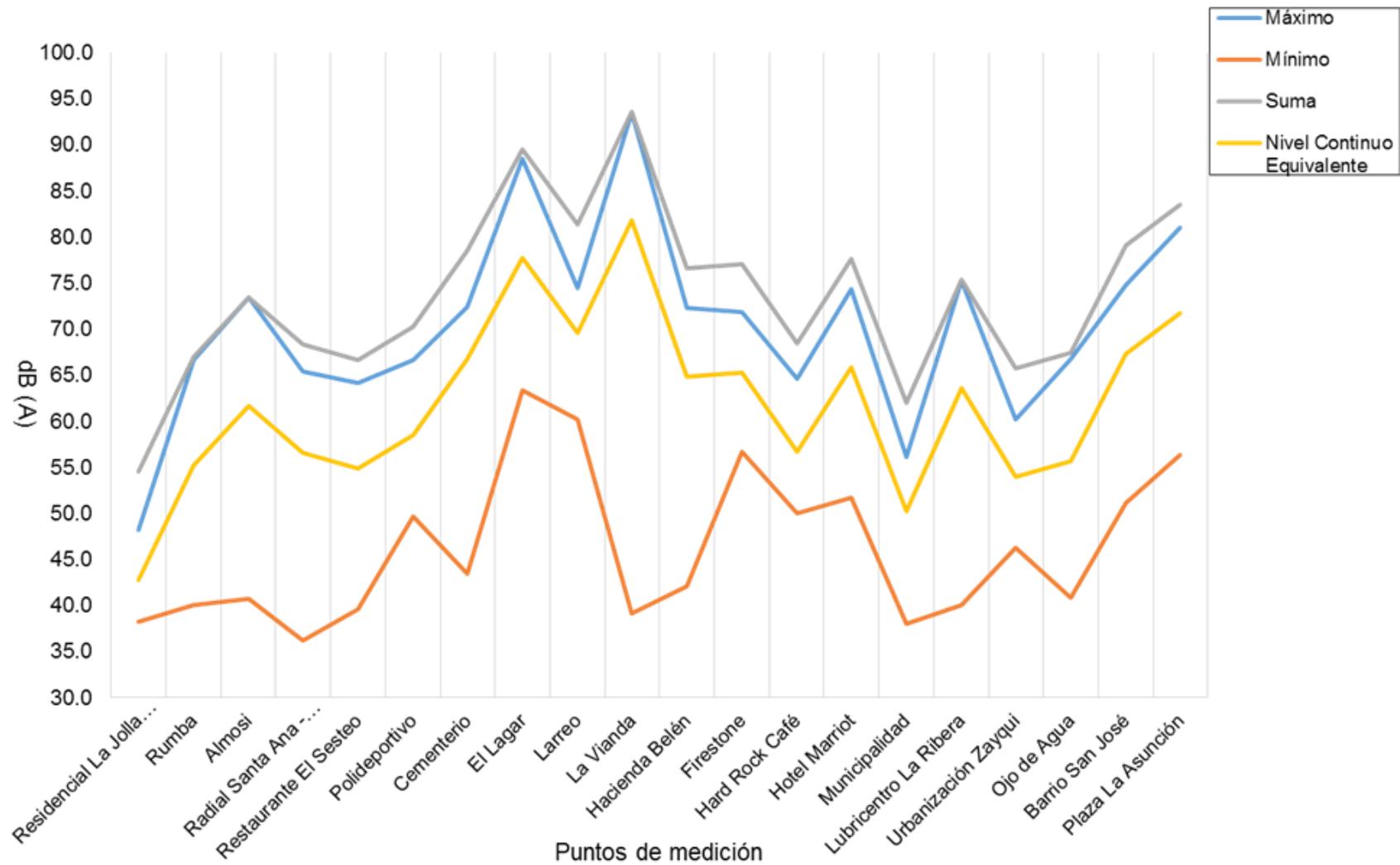
A diferencia de los valores obtenidos en las mediciones diurnas, dentro de la figura 7 y figura 8, se obtuvo que como es de esperarse existen más áreas con valores más bajos con ruido, tanto en sumatoria de ruido como en nivel continuo equivalente comprendiendo sitios de muestreo como las zonas de la Municipalidad, el Restaurante El Sesteo, el Polideportivo, La Radial Santa Ana – Belén, Rumba, la sección residencial del Hard Rock Café, Residencial La Jolla Villas, Almosi, Urbanización Zayqui y Ojo de Agua los cuales presenta valores entre 54.5 a 73.5 dB (A) y 42.8 a 61.7 dB (A).

Dentro de las mismas figuras 7 y 8 se obtuvieron valores medios para la sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente entre 73.6 a 85.9 dB (A) y 61.8 a 74.2 dB (A) respectivamente correspondientes a zonas como Plaza La Asunción, Entrada Barrio

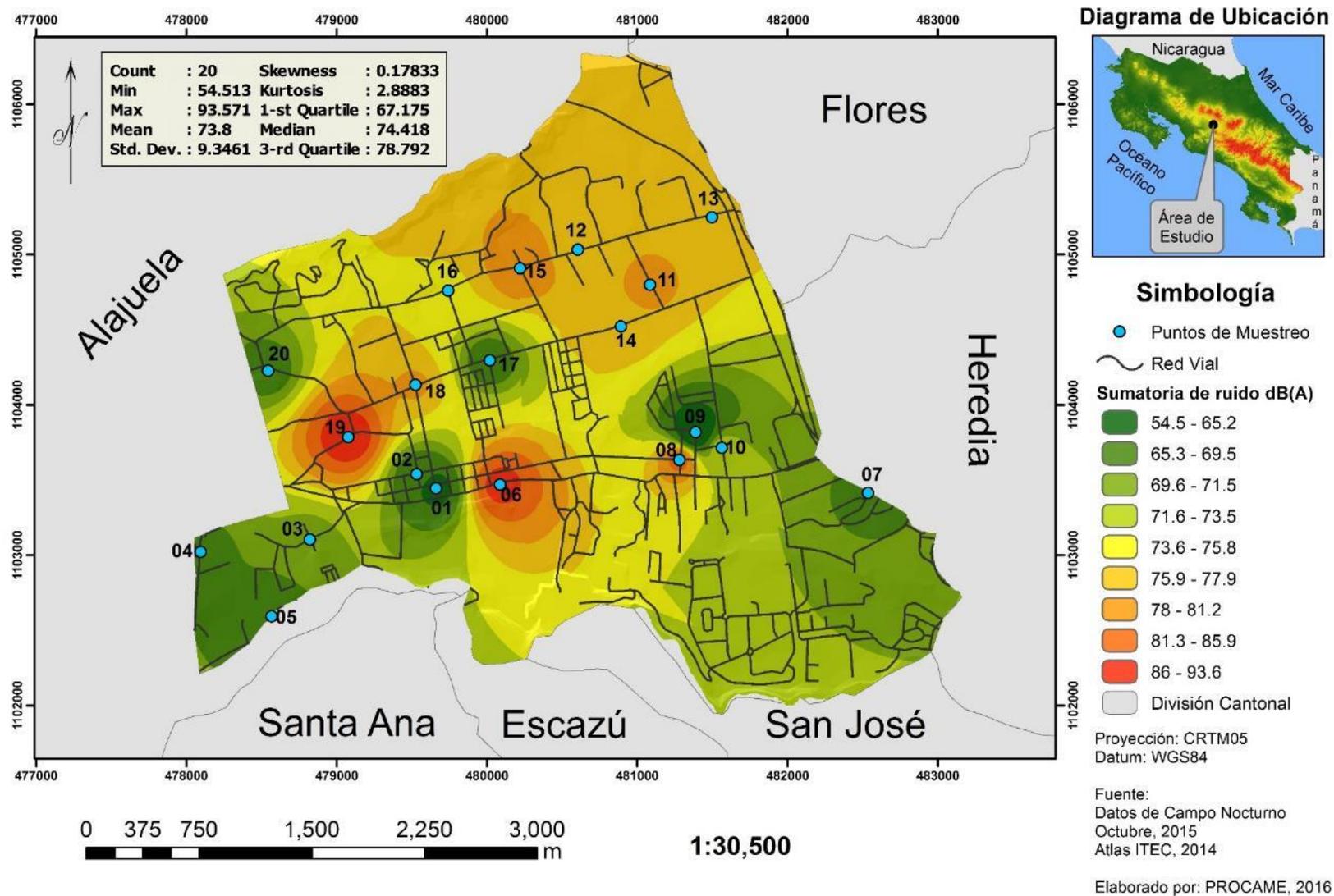
San José, Hacienda Belén, Firestone, Hotel Marriot, El Arreo, Lubricentro La Ribera. Finalmente áreas con los valores de sumatoria de ruido (78 a 85.9 dB (A)) y nivel continuo equivalente (74 a 81.7 dB (A)) más elevados en decibeles comprende sitios como El Lagar y La Vianda. Igual que el caso del mapeo diurno, los patrones de distribución de los valores de ruido tanto en sumatoria de ruido como en nivel continuo equivalente son muy similares. (Figuras 7 y 8).

**Cuadro 5.** Mediciones de ruido (dB (A)) en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Octubre, Belén, Costa Rica, 2015.

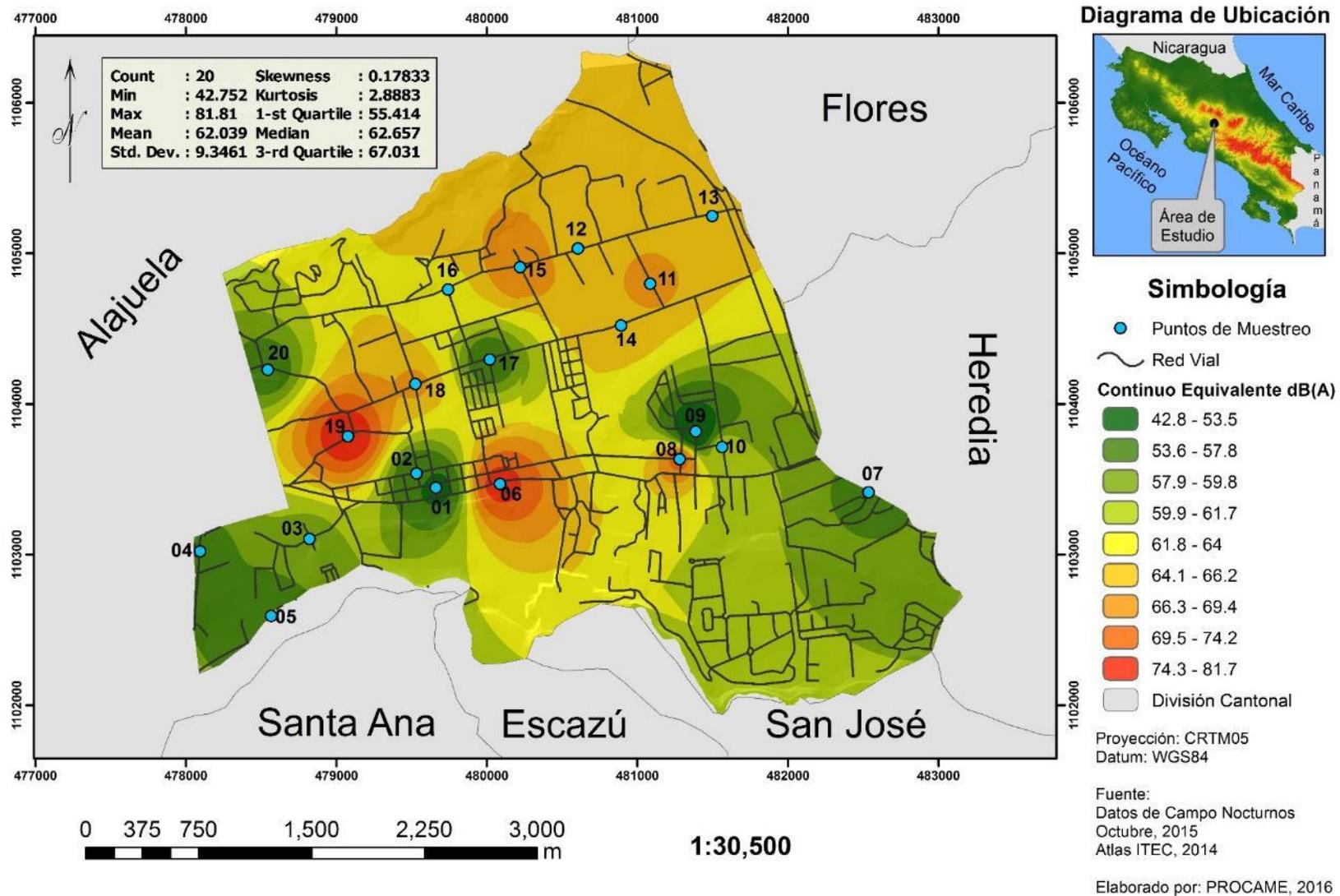
<b>Punto de medición</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Suma</b>	<b>Nivel Continuo Equivalente</b>	<b>Incertidumbre</b>
Residencial La Jolla Villas	48.2	38.2	54.5	42.8	12.43
Rumba	66.7	40	66.9	55.2	26.80
Almosi	73.4	40.7	73.5	61.7	30.69
Radial Santa Ana - Belén	65.4	36.2	68.3	56.6	35.64
Restaurante El Sesteo	64.2	39.6	66.7	54.9	30.03
Polideportivo	66.6	49.7	70.2	58.5	17.52
Cementerio	72.4	43.5	78.5	66.8	31.29
El Lagar	88.5	63.4	89.5	77.8	25.85
Larreo	74.4	60.2	81.4	69.6	18.66
La Vianda	93.5	39.1	93.6	81.8	46.68
Hacienda Belén	72.3	42.1	76.6	64.8	36.63
Firestone	71.9	56.7	77.1	65.3	18.40
Hard Rock Café	64.6	50	68.4	56.7	16.75
Hotel Marriot	74.3	51.7	77.6	65.9	27.25
Municipalidad	56.1	38	62.0	50.3	24.19
Lubricentro La Ribera	75.3	40	75.4	63.6	33.56
Urbanización Zayqui	60.2	46.3	65.8	54.0	17.47
Ojo de Agua	66.8	40.9	67.4	55.7	28.06
Barrio San José	74.8	51.1	79.1	67.3	30.58
Plaza La Asunción	81.0	56.3	83.5	71.7	24.41



**Figura 6.** Gráfico de ruido ambiental en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Octubre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 7.** Sumatoria de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Octubre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 8.** Nivel continuo equivalente en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Octubre, Belén, Costa Rica, 2015.

Para la clasificación de zonas residenciales baja, media y alta (n= 10) los rangos de mediciones obtenidos están entre 36.2 y 93.5 dB (A) donde se observan los valores máximos registrados ninguno de los sitios logra una medición menor a 45 dB (A) que es la propuesta para esta franja horaria (Decreto 39200 – S 2015). Es importante indicar que en medición está el punto de La Vianda que fue el que obtuvo los valores más altos de ruido.

La medición de la zona industrial (n=3) se obtuvo un rango mínimo y máxima de 40.7 y 74.4 dB (A) donde sí se consultan todos los valores más altos, se obtiene que logran cumplir la normativa legal, que en este caso es de 75 dB (A) (Decreto 39200 – S 2015). En este caso solo el 33% de las locaciones no sobre pasan lo estipulado por la ley en valores máximos, incluyendo las mediciones de sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente (cuadro 5).

En relación a la zona comercial (n=4) se obtuvo un rango mínimo y máxima de 38 66.8 dB (A) por lo que no cumplen con la norma de 55 dB (A) (Decreto 39200 – S 2015). Si se consideran los valores de nivel continuo equivalente (Cuadro 5) el 25% de los valores estaría cerca de la norma no así para los valores de sumatoria de ruido (Figura 6).

Finalmente las zonas mixtas (n= 3) presentan valores que oscilan entre 42.1 y 74.8 dB (A) donde considerando los resultados de las sumatoria y el nivel continuo equivalente también se sobrepasan del límite legal de 50 dB (A) dentro del horario nocturno. Lo anterior considera que los valores máximos muestreados sobrepasan la normativa (Decreto 39200 – S 2015).

Al igual que los valores diurnos el solo uno de los sitios no sobrepasa el límite legal, lo que implica que incluso en horarios nocturnos los niveles sonoros para el cantón de Belén son altos con respecto a la normativa. Este comportamiento se muestra en los mapas generados (figuras 7 y 8) donde existe una mayor cantidad de áreas con lecturas bajas (n=9) pero aun así no cumplen la normativa.

## 5.2. Mediciones para noviembre

### 5.2.1 Medición Diurna

Se obtuvo que para este mes el valor mínimo obtenido en esta franja horaria fue para la zona muestreada en el Lubricentro La Ribera (46.6 dB (A)) mientras que los valores máximos registrados para este mismo período está comprendido en el punto de El Lagar (83.3 dB (A)). En relación a los valores mínimos en sumatoria de ruido la zona residencia detrás del Hard Rock Café presentó los valores menores (62.1 dB (A)), y así fue para el nivel continuo equivalente (50.3 dB (A)), estos con una incertidumbre de +/- 9.14 dB (A) (Cuadro 6, Figuras 9, 10 y 11).

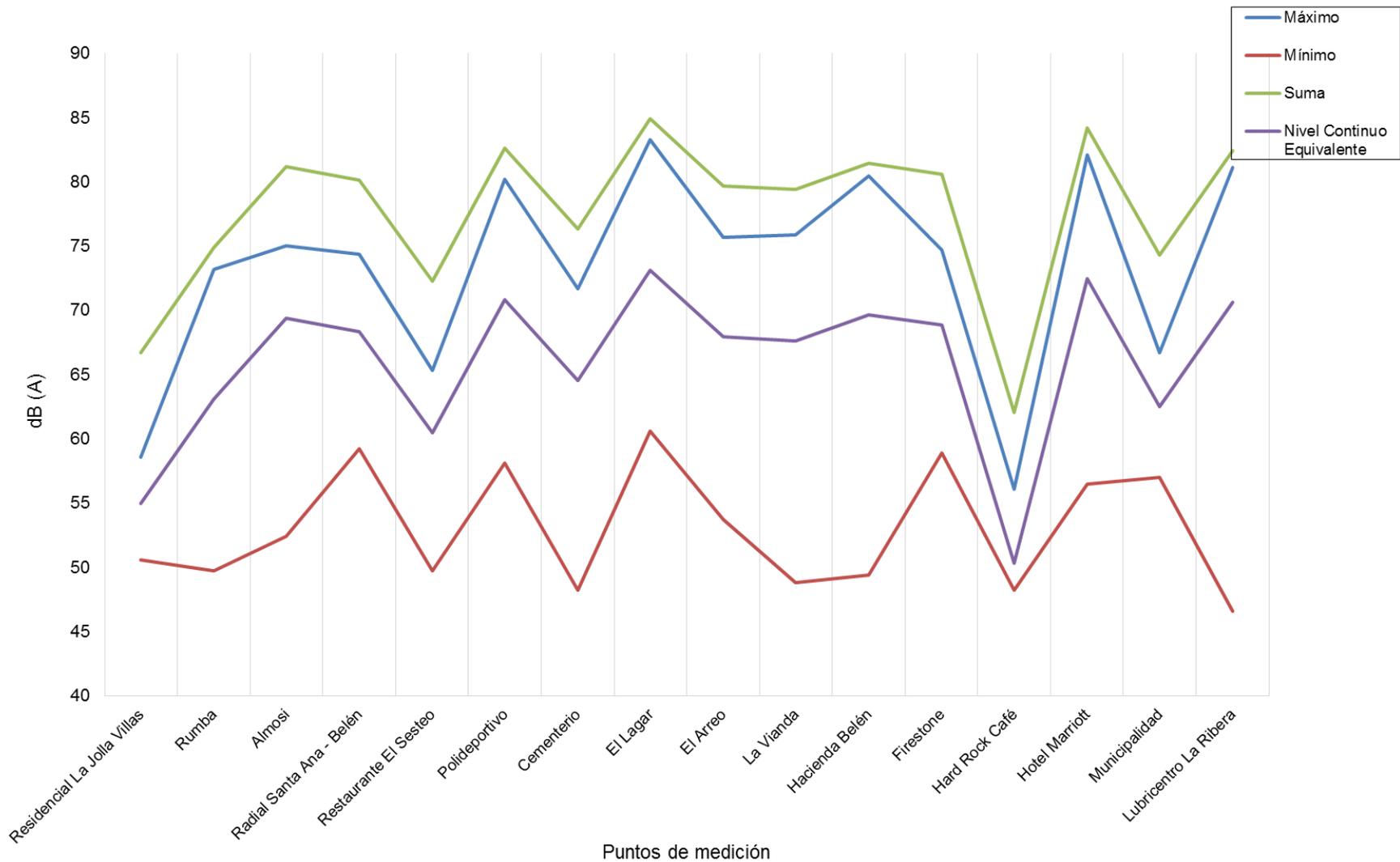
En relación a valores máximos en sumatoria de ruido como para el nivel continuo equivalente fue para el sitio de El Lagar, en donde presentó valores de 84.9 dB (A) y 73.1 dB (A) respectivamente. Estos valores poseen una incertidumbre asociada de +/- 22.63 dB (A) (Cuadro 6, Figuras 9, 10 y 11).

Se obtuvo que para el modelo de interpolación (Figura 10) en este mes, los valores de ruido en sumatoria son altos desde 76.6 a 84.9 dB (A) para casi todo el cantón. Áreas que reportaron valores menores están la zona residencial atrás del Hard Rock Café, Residencial La Jolla Villas, Restaurante y El Sesteo entre 62.1 a 74.5 dB (A). El área cercana al salón de baile Rumba presentó valores entre 74.6 a 76.4

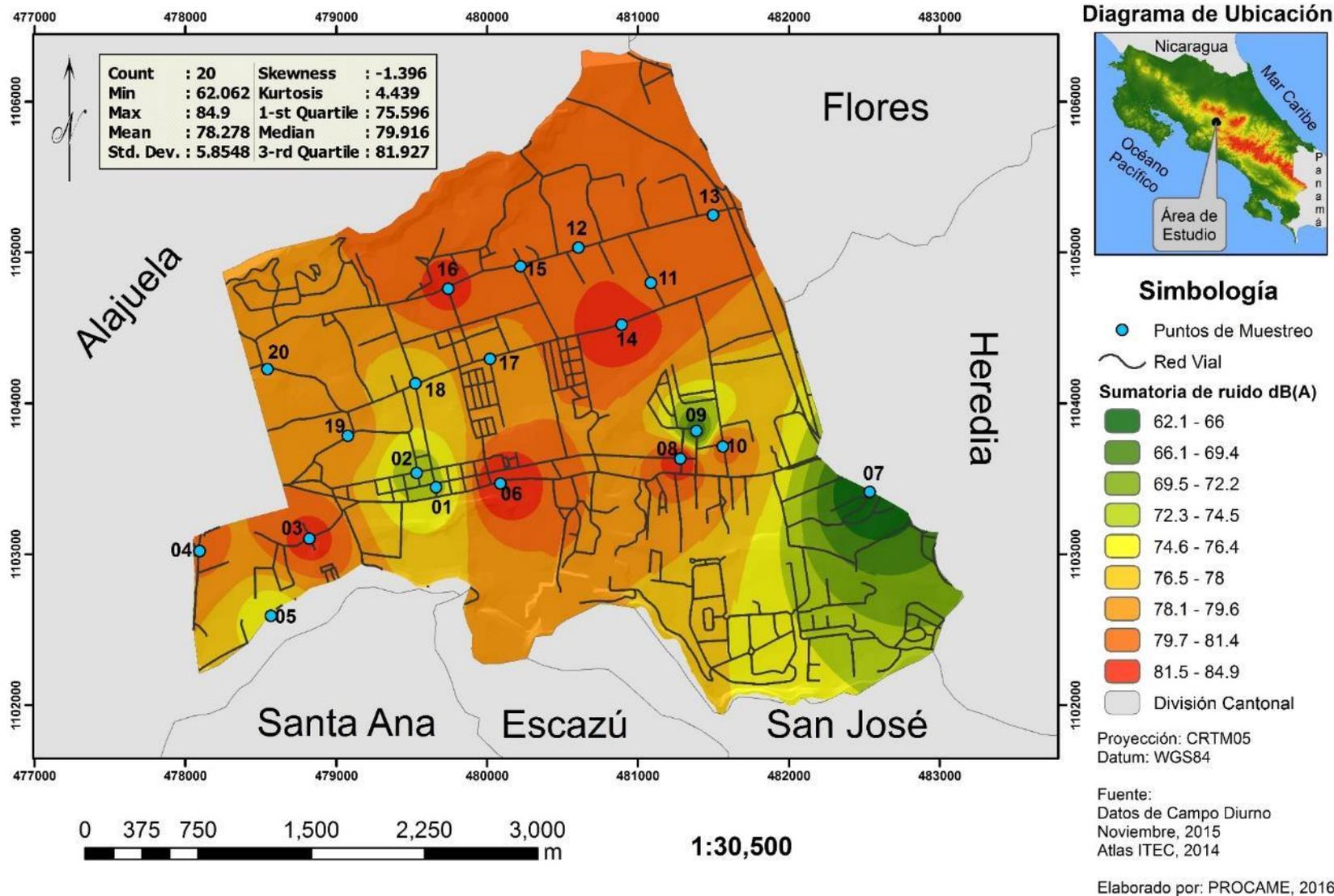
Es así que el mismo comportamiento se mostró para las mediciones de nivel continuo equivalente (Figura 11) donde no existen variaciones espaciales evidentes entre con la medición pero si en escala de medición siendo valores que inician a partir de 50.3 dB (A).

**Cuadro 6.** Mediciones de ruido (dB (A)) en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Noviembre, Belén, Costa Rica, 2015.

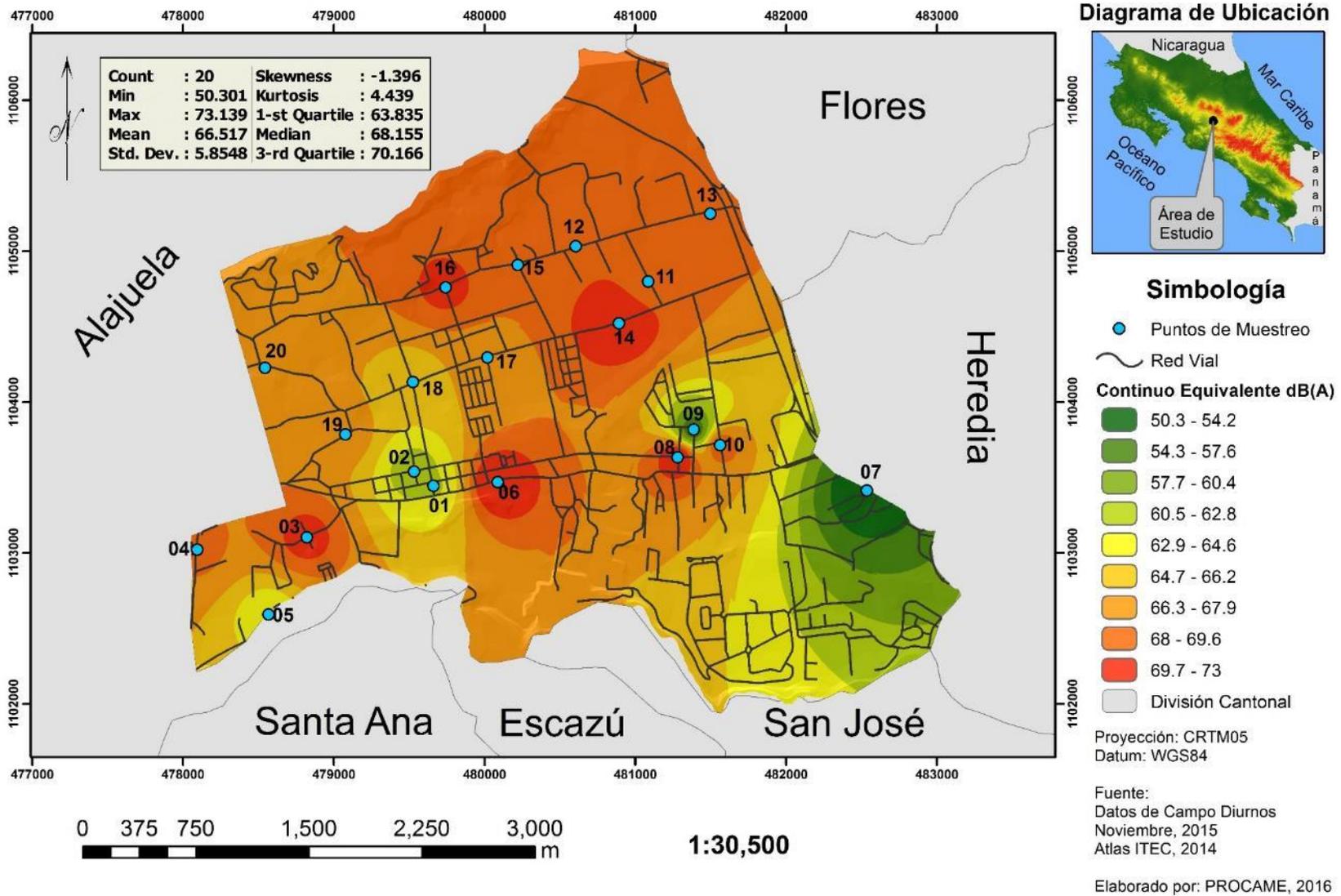
<b>Punto de medición</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Suma</b>	<b>Nivel Continuo Equivalente</b>	<b>Incertidumbre</b>
Residencial La Jolla Villas	58.6	50.6	66.7	54.9	10.92
Rumba	73.2	49.7	74.9	63.1	23.44
Almosi	75	52.4	81.2	69.4	27.05
Radial Santa Ana - Belén	74.4	59.2	80.1	68.4	18.19
Restaurante El Sesteo	65.3	49.7	72.3	60.5	22.99
Polideportivo	80.2	58.1	82.6	70.8	24.36
Cementerio	71.7	48.2	76.3	64.6	26.15
El Lagar	83.3	60.6	84.9	73.1	22.63
El Arreo	75.7	53.7	79.7	68.0	24.56
La Vianda	75.9	48.8	79.4	67.7	29.62
Hacienda Belén	80.5	49.4	81.4	69.7	29.69
Firestone	74.7	58.9	80.6	68.9	18.61
Hard Rock Café	56.1	48.2	62.1	50.3	9.14
Hotel Marriott	82.1	56.5	84.2	72.5	30.34
Municipalidad	66.7	57	74.3	62.5	13.36
Lubricentro La Ribera	81.1	46.6	82.4	70.7	36.93
Urbanización Zayqui	74.1	46.6	78.6	66.9	32.35
Ojo de Agua	73.6	54	79.1	67.4	24.92
Barrio San José	74.4	58.7	80.4	68.7	21.92
Plaza La Asunción	78.7	54.7	84.2	72.5	25.16



**Figura 9.** Gráfico de ruido ambiental en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Noviembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 10.** Sumatoria de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurno para el mes de Noviembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 11.** Nivel continuo equivalente de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Noviembre, Belén, Costa Rica, 2015.

Tomando la clasificación de las zonas residenciales baja, media y alta (n= 10) los valores mínimos y máximos obtenidos para esta franja horaria fueron de 46.6 dB (A) y 83.3 dB (A) (Cuadro 6, Figura 9). Para esta medición se obtuvo que el 20% de los sitios muestreados están por debajo del límite legal de 65 dB (A) (Decreto 39200 – S 2015), pero sí se consideran los valores de sumatoria de ruido ninguna cumple, mientras que en nivel continuo equivalente es el 40% (Figuras 10 y 11).

Dentro de la zona industrial (n=3) se obtuvo valores mínimos 52.4 dB (A) de y máximos de 75.7 dB (A) (Cuadro 6, Figura 9). Para este caso, el 66% de los sitios entra dentro de la normativa de los 75 dB (A) mientras que el restante 34% sobrepasa el valor máximo por 0.7 decibeles (Decreto 39200 – S 2015). Aun así al analizarlo sobre los valores de sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente el segundo se encuentra dentro de los límites estipulados, mientras que el primero los sobrepasa (Figuras 10 y 11).

En la zona comercial (n=4) el valor mínimo para la zona fue de 49.7 dB (A) y el máximo de 80.2 dB (A) donde todos los valores máximos reportados (Cuadro 6, Figura 9) está fuera de los 65 dB (A) estipulados por el decreto (Decreto 39200 – S 2015). En relación al nivel continuo equivalente, el 50% de los datos se encuentran dentro de la norma, no así los valores de sumatoria (Cuadro 6, Figuras 10 y 11).

Para la zona mixta (n = 3) presentan valores mínimos de 49.4 dB (A) y máximos de 82.1 dB (A), donde los valores las mediciones más altas para el 100% de los datos sobrepasan el límite de 60 dB (A) de ley (Cuadro 6, Figura 9). Es así que en relación al nivel continuo equivalente y la sumatoria de ruido ninguno de los dos se encuentra dentro de la normativa legal para la franja diurna (Cuadro 6, Figuras 10 y 11).

### *5.2.2. Medición Nocturna*

Las mediciones nocturnas se obtuvo que el Residencial La Jolla Villas presentó el valor más bajo de medición con 41.6 dB (A) mientras que en la zona industrial, Almosi presentó el valor más alto con 81.5 dB (A). Referente a la sumatoria de ruido y al nivel continuo equivalente se obtuvo que el Residencial La Jolla Villas también presenta los valores más bajos con 61.1 dB (A) y 49.4 dB (A) respectivamente estos con una incertidumbre de +/- 11.94 dB (A) (Cuadro 7, Figuras 12, 13 y 14).

Por su parte, los valores el sitio que presentó las mediciones más elevadas fue La Plaza de La Asunción, la cual registró valores de 83.8 dB (A) en la sumatoria de ruido y 72.1 dB (A) en el nivel continuo equivalente. La incertidumbre asociada con estas mediciones fue de +/- 22.26 dB (A) (Cuadro 7, Figuras 12, 13 y 14).

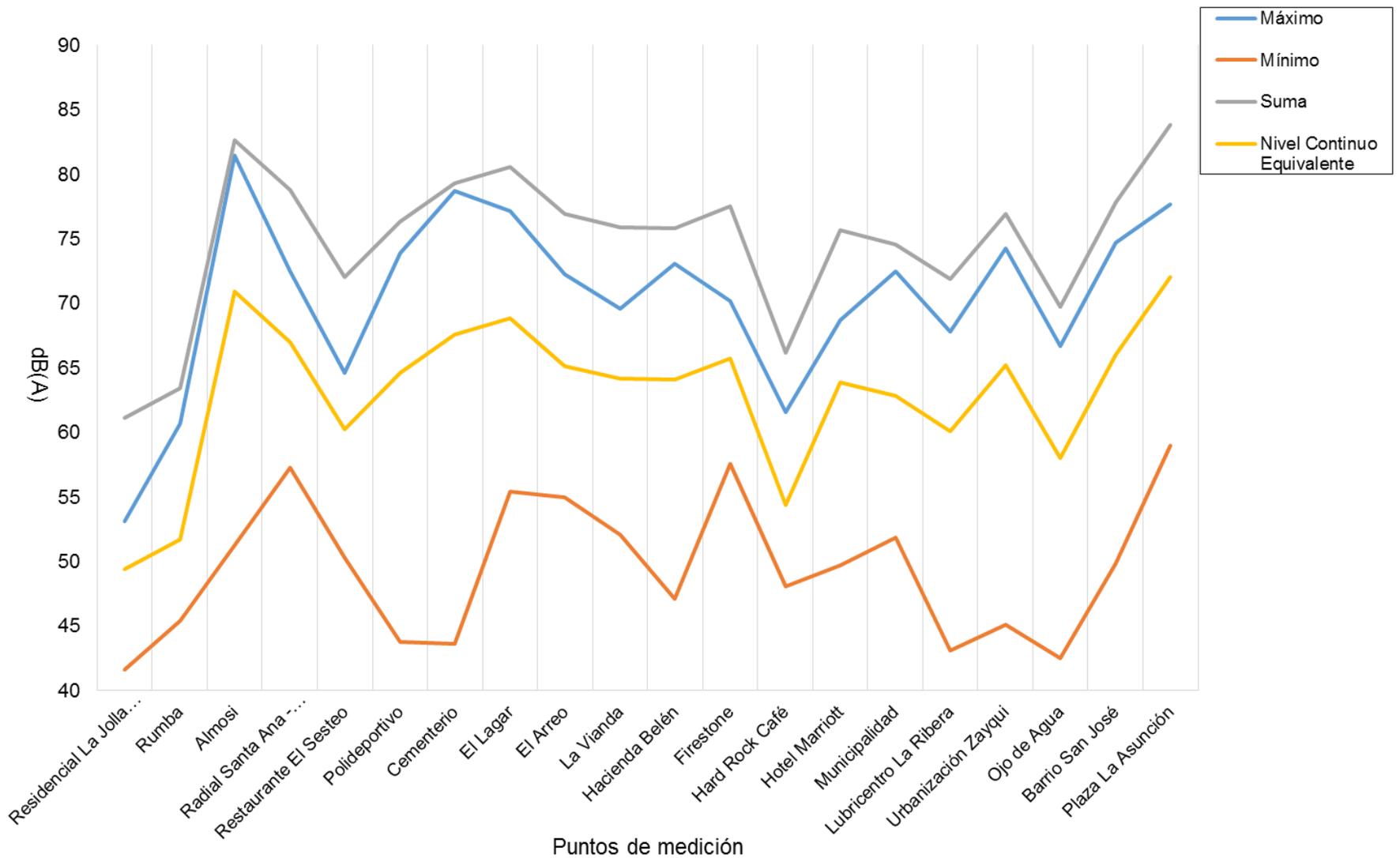
Dentro del mapa la sumatoria de ruido (Figura 13), se puede extraer que aunque los niveles de ruido disminuyeron en relación con la franja diurna existen pocas zonas con valores bajos de ruido (entre 61.1 a 72.9 dB (A)) en los cuales destacan en residencial detrás del Hard Rock Café, Residencial La Jolla, Villas Rumba Restaurante El Sesteo, Lubricentro La Ribera y Ojo de Agua. La zona donde se ubica la Municipalidad de Belén está entre 73 a 74.3 dB (A).

Por su parte, los sitios restantes están ubicados en el rango de 75.6 a 83.8 dB (A), donde se encuentran Polideportivo, La Radial Santa Ana – Belén, El Lagar, Plaza La Asunción, Almosi, Entrada Barrio San José, Hacienda Belén, Firestone, Hotel Marriot, El Arreo, Urbanización Zayqui, Cementerio y La Vianda (Figura 13).

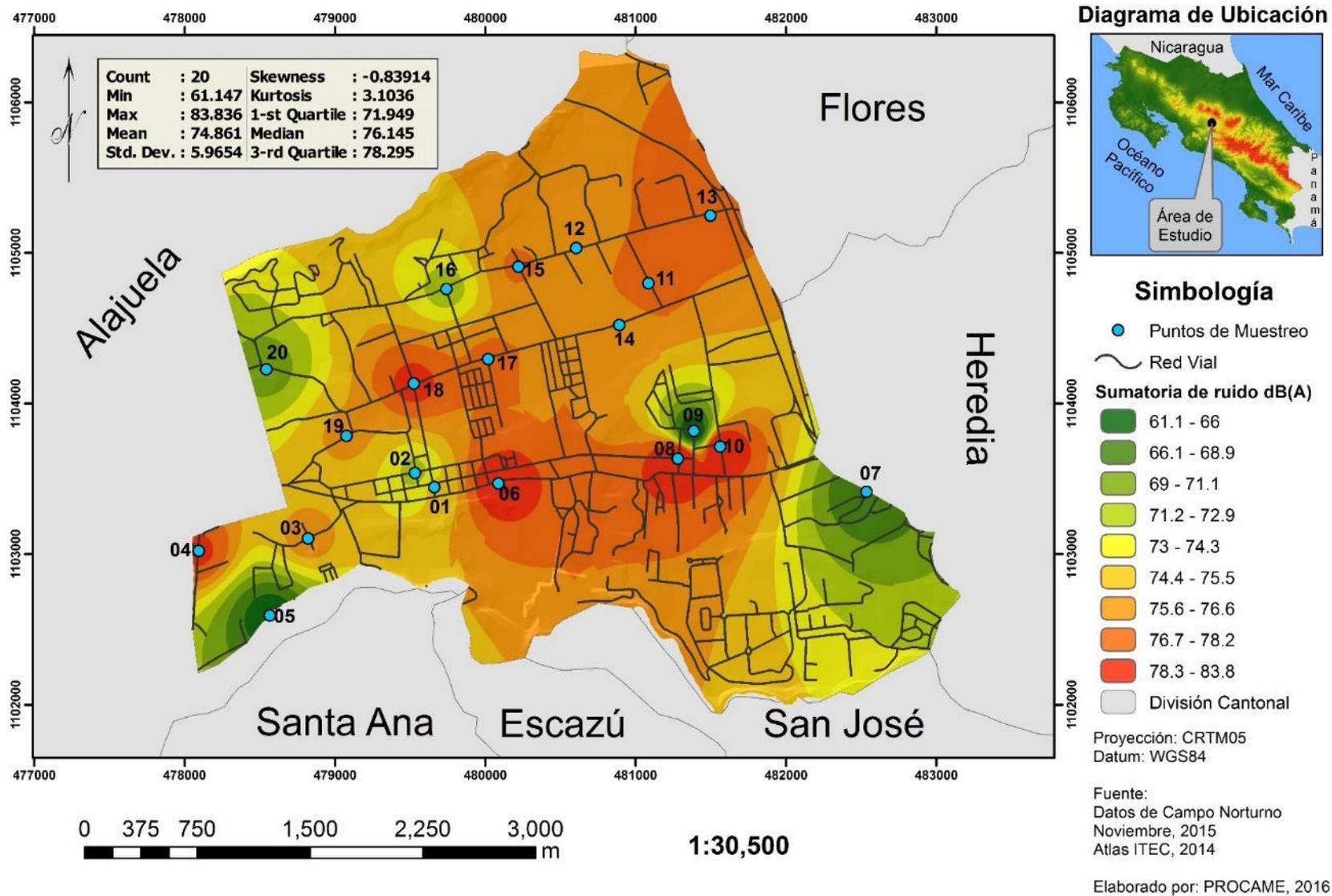
Es así que el mismo comportamiento se mostró para las mediciones de nivel continuo equivalente (Figura 14) donde no existen variaciones espaciales evidentes entre con la medición pero si en escala de medición siendo valores que inician aportar de 49.4 dB (A).

**Cuadro 7.** Mediciones de ruido (dB (A)) en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Noviembre, Belén, Costa Rica, 2015.

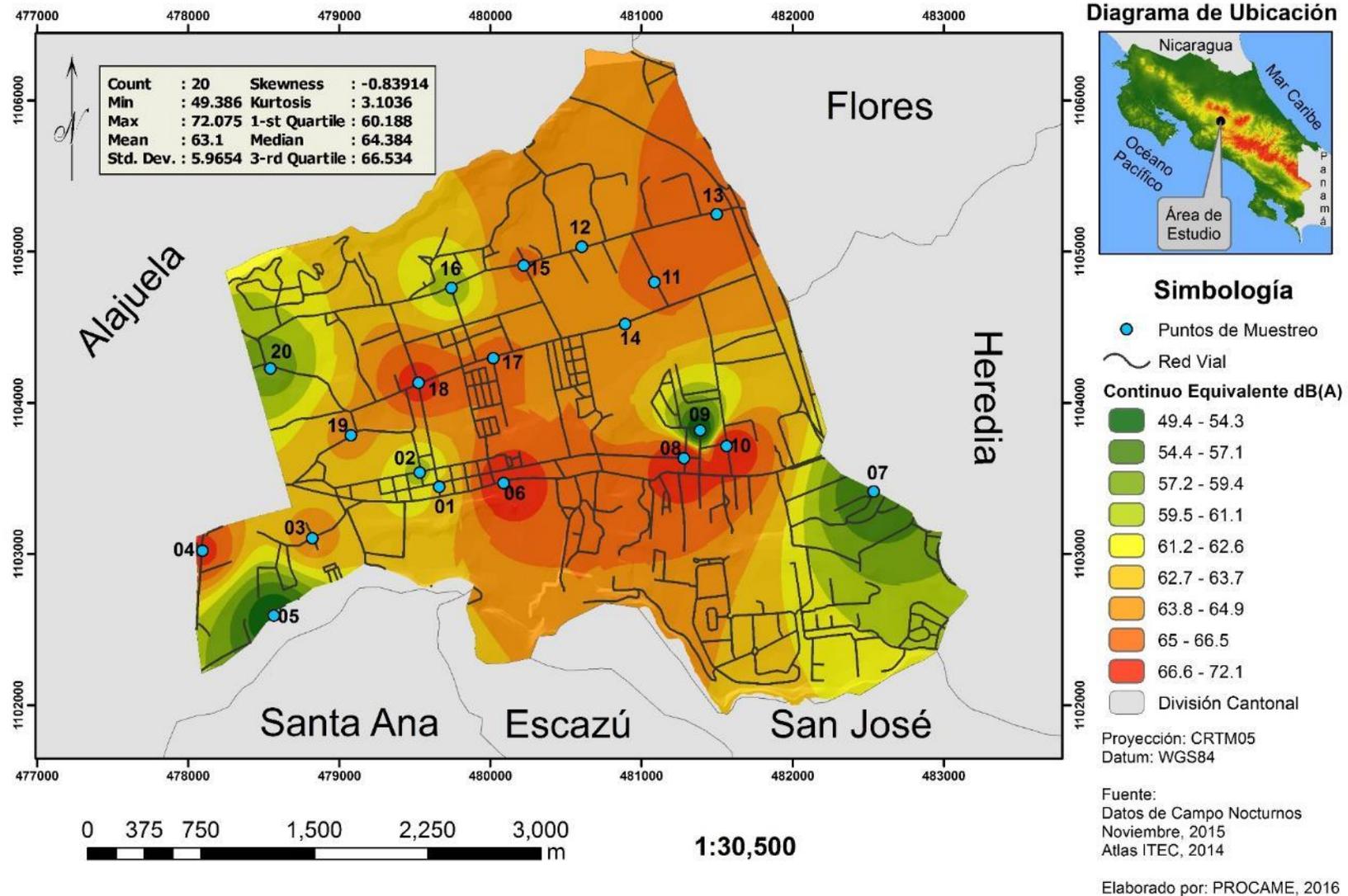
<b>Punto de medición</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Suma</b>	<b>Nivel Continuo Equivalente</b>	<b>Incertidumbre</b>
Residencial La Jolla Villas	53.1	41.6	61.1	49.4	11.94
Rumba	60.7	45.4	63.5	51.7	17.11
Almosi	81.5	51.3	82.7	70.9	30.94
Radial Santa Ana - Belén	72.5	57.3	78.8	67.0	18.04
Restaurante El Sesteo	64.6	50.3	72.0	60.3	20.12
Polideportivo	73.9	43.8	76.4	64.6	32.68
Cementerio	78.7	43.6	79.3	67.6	35.32
El Lagar	77.2	55.4	80.6	68.8	23.16
El Arreo	72.3	55	76.9	65.2	19.43
La Vianda	69.6	52.1	75.9	64.2	18.66
Hacienda Belén	73.1	47.1	75.8	64.1	28.38
Firestone	70.2	57.6	77.5	65.8	14.52
Hard Rock Café	61.6	48.1	66.2	54.4	16.94
Hotel Marriott	68.7	49.7	75.7	63.9	27.31
Municipalidad	72.5	51.9	74.6	62.8	21.66
Lubricentro La Ribera	67.8	43.1	71.9	60.1	28.44
Urbanización Zayqui	74.3	45.1	77.0	65.2	30.71
Ojo de Agua	66.7	42.5	69.8	58.0	31.31
Barrio San José	74.7	49.9	77.8	66.0	31.28
Plaza La Asunción	77.7	59	83.8	72.1	22.26



**Figura 12.** Gráfico de ruido ambiental en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Noviembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 13.** Sumatoria de ruido en los sitios de muestreo por acústica nocturna para el mes de Noviembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 14.** Nivel continuo equivalente en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Noviembre, Belén, Costa Rica, 2015.

Es así que las clasificaciones de las zonas residenciales baja, media y alta (n= 10) se midió que se obtuvo mediciones mínimas de 41.6 dB (A) (Residencial La Jolla Villas) y medición más alta fue de 77.7 dB (A) (Plaza Asunción) (Cuadro 7, Figura 12). Dado lo que se plantea en el decreto 39200 – S (2015) sobre estas zonas, se debe indicar que los valores superiores de las mediciones (Cuadro 7) sobrepasan los 45 dB (A) establecidos. Por su parte las mediciones de relacionadas con la suma de ruido y nivel continuo equivalente muestran que el 100% de los sitios muestreados está por encima de este rango (Figuras 13 y 14).

En relación con la zona industrial (n=3) el valor mínimo obtenido a través de mediciones fue de 51.3 dB (A) (Almosi), mientras que el valor sobre medición 81.5 dB (A) fue el más alto en la misma localización (Cuadro 7). De las mediciones realizadas sobre el máximo, se obtuvo que el 66 % de los sitios están dentro de los 75 dB (A) establecidos legalmente. Por su parte las mediciones de sumatoria de ruido sobrepasan la normativa pero no el nivel continuo equivalente que posee 66% de sitios con datos bajo este límite (Cuadro 7, Figura 13 y 14).

Dentro de la zona comercial (n=4) el valor mínimo registrado fue de 42.5 dB (A) (Ojo de agua) mientras la medida mayor estuvo para en 73.9 dB (A) (Polideportivo) siendo que el 100 % de los sitios sobrepasan el límite de 55 dB (A) (Cuadro 7, Figura 12). En relación la sumatoria de ruido, los valores totales obtenidos, así como el nivel continuo equivalente sobrepasan dicho límite en la franja nocturna (n=4) según decreto (Decreto 39200 – S 2015) (Cuadro 7, Figura 13 y 14).

Finalmente en la zona mixta (n = 3) presentan mediciones con un mínimo de 47.1 dB (A) (Hacienda Belén), mientras se obtuvo la medición más alta en 74.7 dB (A) (Barrio San José). Nuevamente en total de los sitios (n = 3) los valores de sumatoria de ruido y el nivel continuo equivalente no se encuentran dentro del límite establecido por ley (55 dB (A)) (Cuadro 7, Figura 13 y 14, Decreto 39200 – S 2015)

### 5.3. Mediciones para Diciembre

#### 5.3.1. Medición Diurna

En las mediciones diurnas para diciembre se obtuvo que la lectura más baja estuvo en 38.6 dB (A) (Rumba) mientras que para la lectura mayor se registró en 84.1 dB (A) (Ojo de agua). En relación a la sumatoria de ruido y al nivel de presión sonora continuo equivalente menores se obtuvieron ambos en la zona de Firestone (59.9 dB (A) y 48.1 dB (A) respectivamente) con una incertidumbre de +/- 28.67 dB (A) (Cuadro 8, Figuras 15, 16 y 17)

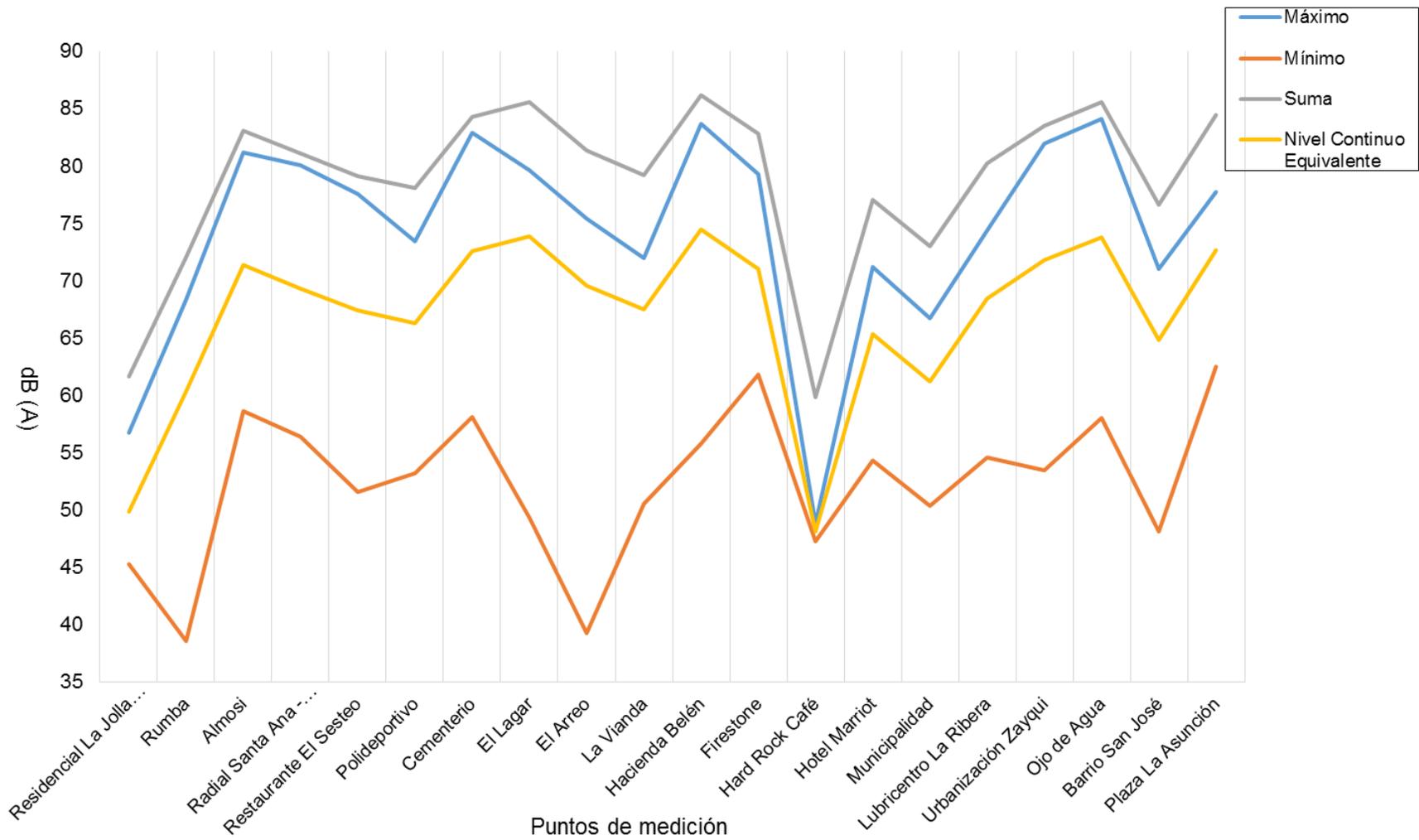
Por su parte los valores obtenidos en relación a la sumatoria de ruido y al nivel de presión sonora continuo equivalente mayores se concentraron ambos en el área de la Radial Santa – Belén (86.2 dB (A) y 74.4 dB (A) respectivamente). En relación a la incertidumbre asociada, el valor está calculado en +/- 24.50 dB (A) (Cuadro 8, Figuras 15, 16 y 17).

Según lo obtenido en la figura 16 sobre sumatoria de ruido es muestra un patrón similar a lo obtenido para el mes de noviembre en la misma franja horaria, donde zonas como Rumba, la zona residencial detrás del Hard Rock Café y Residencial La Jolla Villas presentan valores entre 59.9 a 74.3 dB (A). En el caso de la zona de la municipalidad, esta presenta un rango sonoro de 74.4 a 76.6 dB (A).

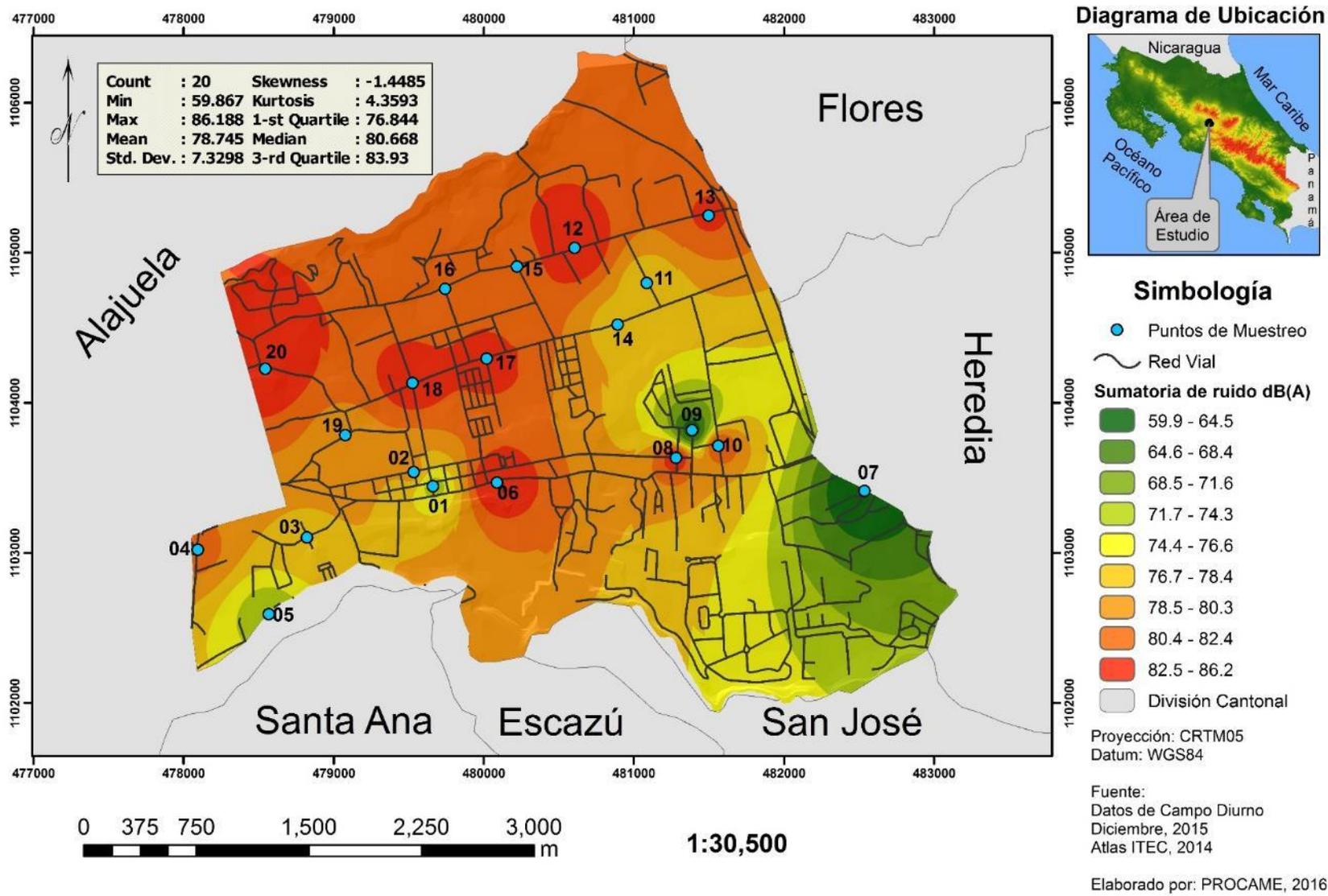
Por su parte los restantes sitios (n = 16) presenta un rango de valores que están desde 76.7 a 86.2 dB (A). De la misma forma, el mapeo de las zonas utilizando el nivel de presión sonora continuo equivalente presenta la misma distribución espacial y por consiguiente el mismo comportamiento sobre la variable (Figuras 17 y 17).

**Cuadro 8.** Mediciones de ruido (dB (A)) en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.

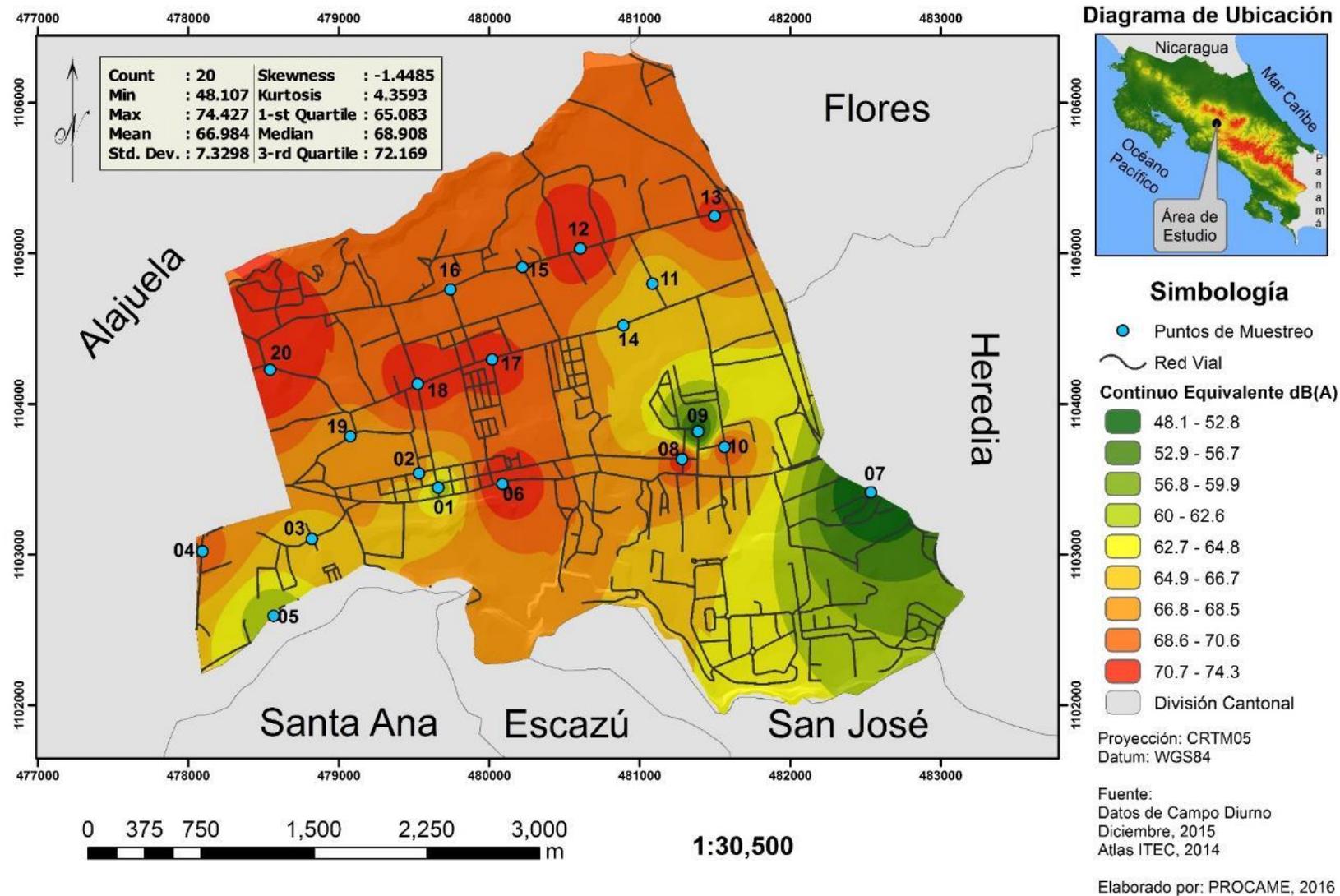
<b>Punto de medición</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Suma</b>	<b>Nivel Continuo Equivalente</b>	<b>Incertidumbre</b>
Residencial La Jolla Villas	56.7	45.3	61.6	49.8	12.70
Rumba	68.4	38.6	72.1	60.3	30.85
Almosi	81.2	58.6	83.1	71.3	25.76
Radial Santa Ana - Belén	80.1	56.4	81.1	69.3	22.11
Restaurante El Sesteo	77.6	51.6	79.2	67.4	25.89
Polideportivo	73.4	53.2	78.1	66.3	24.50
Cementerio	82.9	58.1	84.3	72.6	24.75
El Lagar	79.6	49.3	85.6	73.8	28.67
El Arreo	75.4	39.3	81.3	69.6	31.70
La Vianda	72	50.5	79.2	67.5	23.57
Hacienda Belén	83.7	55.8	86.2	74.4	27.10
Firestone	79.3	61.8	82.8	71.0	17.76
Hard Rock Café	48.8	47.3	59.9	48.1	6.22
Hotel Marriot	71.2	54.3	77.1	65.3	20.85
Municipalidad	66.7	50.4	73.0	61.3	20.91
Lubricentro La Ribera	74.4	54.6	80.2	68.5	25.28
Urbanización Zayqui	82	53.5	83.5	71.8	28.50
Ojo de Agua	84.1	58	85.6	73.8	27.62
Barrio San José	71	48.1	76.6	64.8	28.92
Plaza La Asunción	77.7	62.5	84.4	72.7	18.47



**Figura 15.** Gráfico de ruido ambiental en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 16.** Sumatoria de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 17.** Nivel continuo equivalente de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.

Realizaron el análisis por zonas, se obtuvo que en lo referente a la residencial baja, media y alta (n= 10) se obtuvo que la medición mínima para esta zona fue de 38.6 dB (A) en el área de Rumba, mientras que la mayor fue registrada en la Urbanización Zayqui con 82.0 dB (A) (Cuadro 8). Según el límite máximo de las mediciones y considerado el valor estipulado por decreto de 65 dB (A) (decreto 39200 – S 2015) se obtuvo que el 20% estaría dentro de este límite. Por su parte los valores calculados para el nivel de presión sonora continuo equivalente calculan que el 30% están dentro del rango y el 20% para la sumatoria de ruido (Figuras 16 y 17).

Dentro de la zona industrial (n = 3) el valor de medición menor fue para la zona de El Arreo, con 39.3 dB (A) mientras que el más alto fue Almosi con 81.2 dB (A), donde observando las lecturas máximas obtenidas se pasan el límite legal de 75 dB (A). Analizando los valores del nivel de presión sonora continuo equivalente para esta zona el 100% los puntos están por debajo del límite, no así la sumatoria de ruido que si están por encima (Cuadro 8, Figuras 16 y 17).

En relación a la zona comercial (n = 4) se registró un valor mínimo de 50.4 dB (A) (Municipalidad de Belén) mientras que se midió un valor máximo de 84.1 dB (A) (Ojo de agua), donde analizando el cuadro 8 se muestra que en valores máximos todos pasan el valor de 65 dB (A) (Decreto 39200 – S 2015). Ahora bien, al tomar los valores del nivel de presión sonora continuo equivalente el 75% de los puntos si cumplen la normativa, no así para la sumatoria de ruido que si lo sobrepasa (Cuadro 8, Figuras 16 y 17).

Para la zona mixta (n = 3) se obtuvo una lectura mínima de 48.1 dB (A) (Barrio San José) y una lectura mayor de 83.7 dB (A) (Hacienda Belén), donde el 100% de la lecturas máximas no están cerca del 60 dB (A) límite legal. Esto se traspasa también para el nivel de presión sonora continuo equivalente y la sumatoria de ruido donde también sobrepasa dicho lineamiento (Cuadro 8, Figuras 16 y 17, decreto 39200 – S 2015)

### *5.3.2. Medición Nocturna.*

Sobre las mediciones nocturnas en diciembre, se registró un lectura mínima de 36.0 dB (A) (Rumba) mientras que la máxima fue 82.7 dB (A) (El Lagar). Los cálculos relacionados la sumatoria de ruido y el nivel de presión sonora continuo equivalente obtuvieron 53.3 dB (A) y 41.6 dB (A) ambos para el área de Rumba con una incertidumbre de +/- 16.18 dB (A) (Cuadro 9, Figuras 18, 19 y 20).

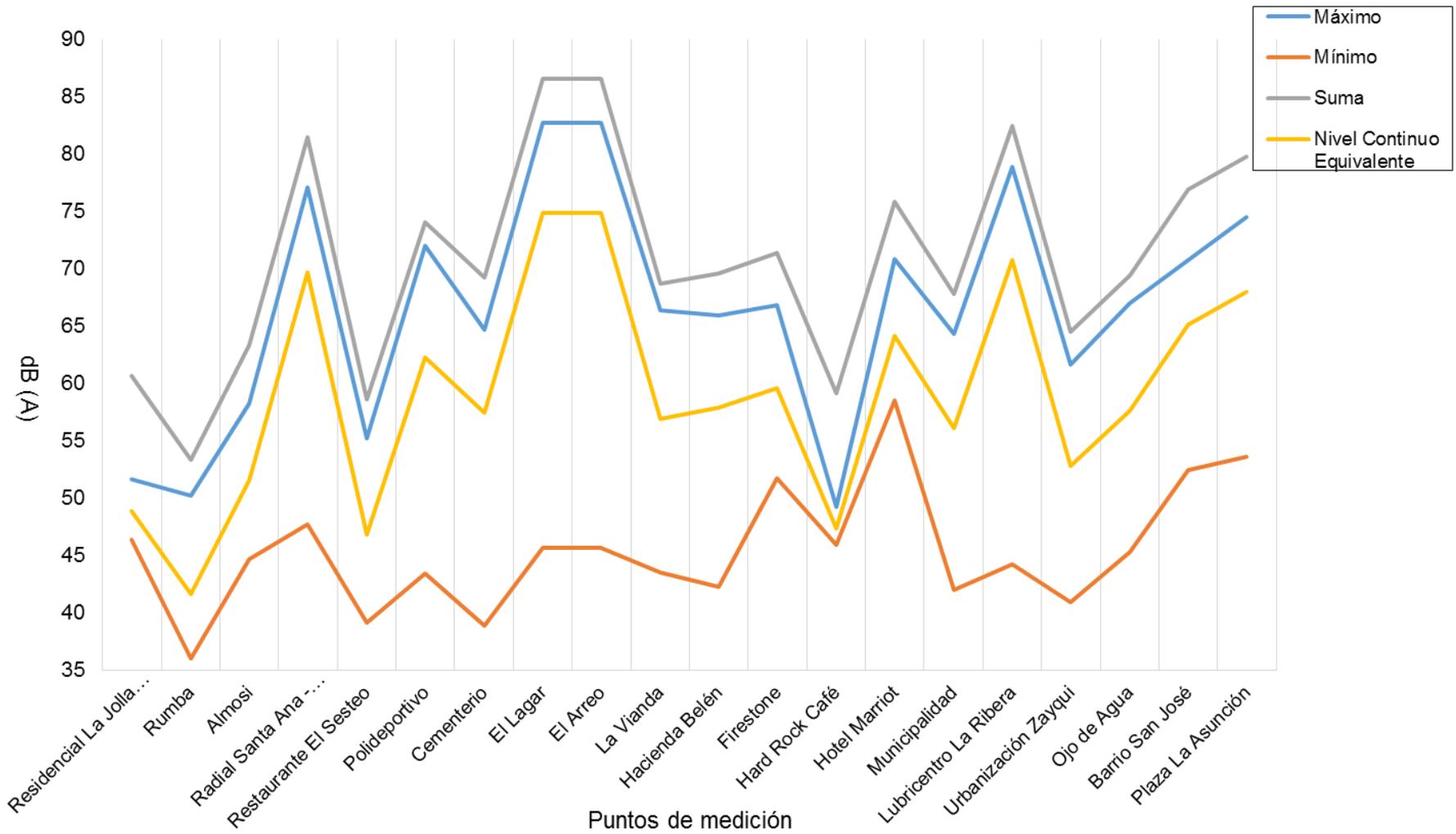
Por su parte, en los valores más altos de sumatoria de ruido y el nivel de presión sonora continuo equivalente fueron de 86.6 dB (A) y 74, 8 dB (A) respectivamente, estos para el zona de El Arreo. A estas mediciones poseen una incertidumbre asociada de +/- 37.43 dB (A) (Cuadro 9, Figuras 18, 19 y 20).

En los resultados por sumatoria de ruido (Figura 19), a nivel espacial se denota que para este mes presenta una disminución en los decibeles en esta franja horaria con respecto a noviembre. Es así que sitios como Municipalidad de Belén, Restaurante El Sesteo, Rumba, Hard Rock Café, Residencial La Jolla Villas, Almosi Urbanización Zayqui, Cementerio y La Vianda están en un rango entre 53.4 a 69.4 dB (A), en un valor más alto (de 69.5 a 71.3 dB (A)) se encuentran zonas como Hacienda Belén y Ojo de Agua mientras que los rangos mayores (73.6 a 86.4 dB (A)) corresponden a sitios como La Radial Santa Ana – Belén, El Lagar, Plaza La Asunción, Entrada Barrio San José, Firestone, Hotel Marriot, El Arreo y Lubricentro La Ribera.

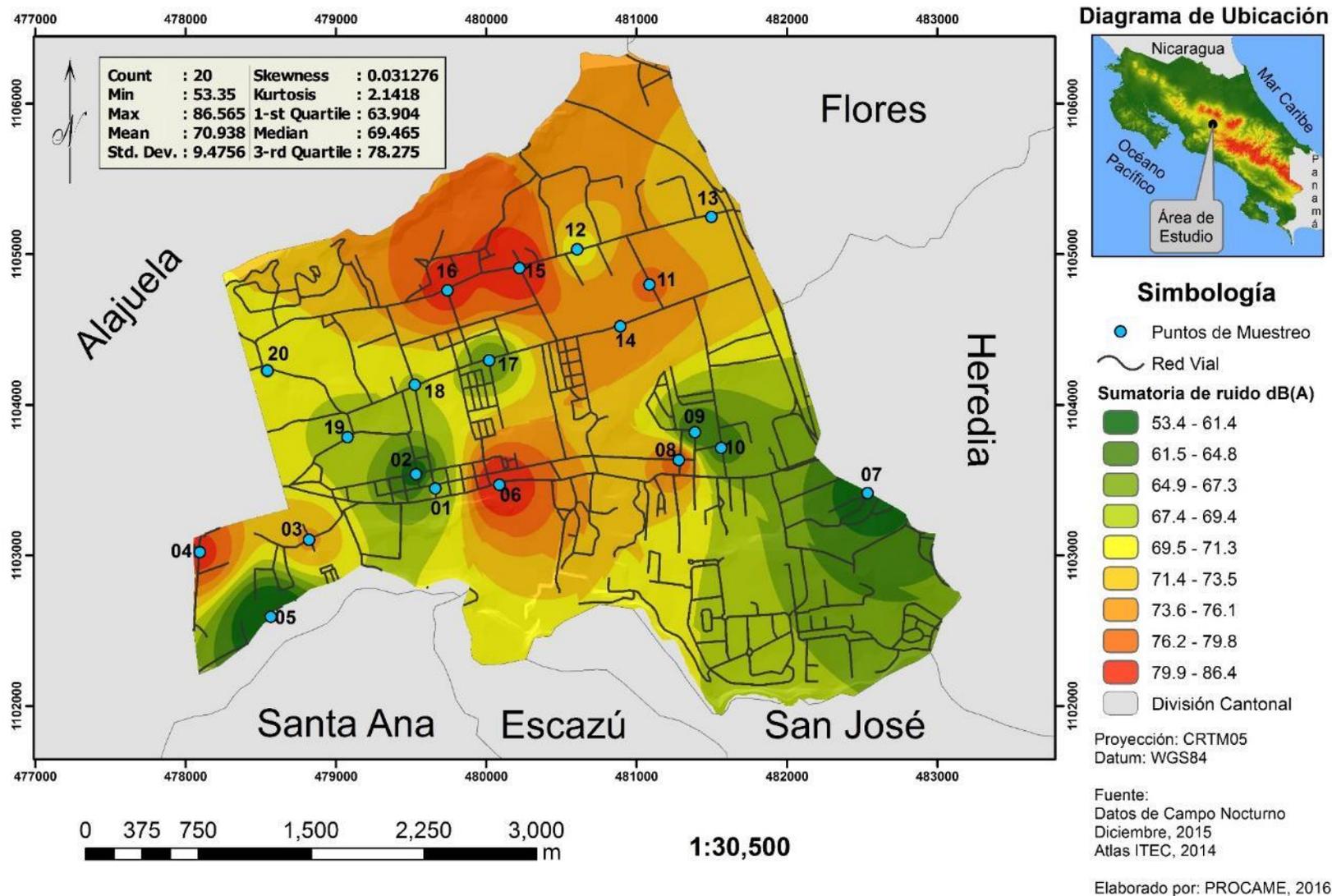
Este patrón espacial también se vuelve a repetir invariablemente sobre la medición de nivel de presión sonora continuo equivalente (Figura 20) donde se obtuvo una superficie igual. En este caso en particular, las mediciones están desde 41.6 a 74.8 dB (A).

**Cuadro 9.** Mediciones de ruido (dB (A)) en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.

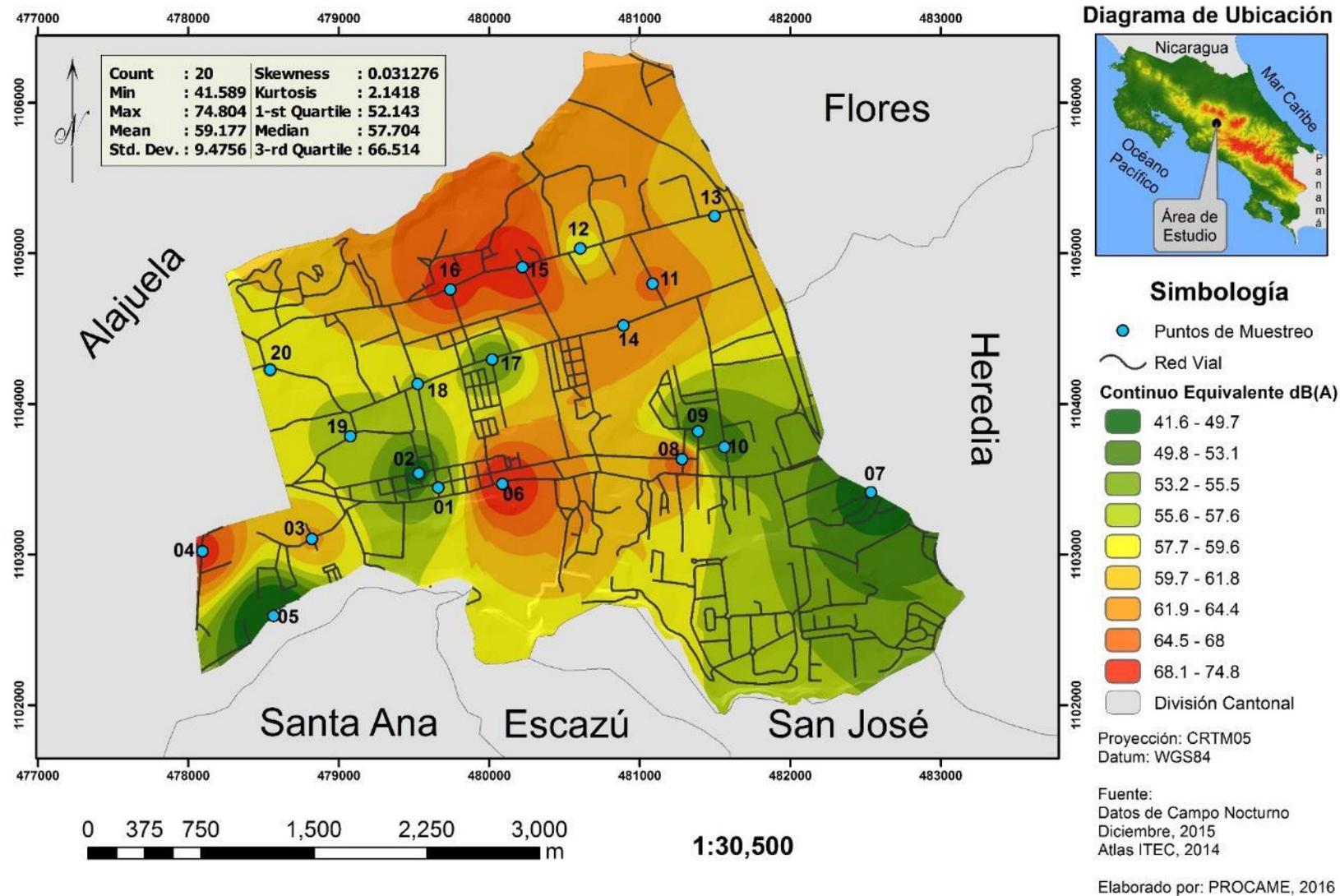
<b>Punto de medición</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Suma</b>	<b>Nivel Continuo Equivalente</b>	<b>Incertidumbre</b>
Residencial La Jolla Villas	51.6	46.3	60.61	48.9	7.66
Rumba	50.2	36	53.35	41.6	16.18
Almosi	58.2	44.6	63.31	51.6	15.08
Radial Santa Ana - Belén	77.1	47.7	81.41	69.6	34.14
Restaurante El Sesteo	55.2	39.1	58.59	46.8	21.15
Polideportivo	72	43.4	74.00	62.2	32.64
Cementerio	64.6	38.8	69.19	57.4	33.47
El Lagar	82.7	45.6	86.56	74.8	37.43
El Arreo	82.7	45.6	86.56	74.8	37.43
La Vianda	66.3	43.5	68.65	56.9	26.50
Hacienda Belén	65.9	42.2	69.59	57.8	28.32
Firestone	66.8	51.7	71.33	59.6	16.31
Hard Rock Café	49.2	45.9	59.13	47.4	7.34
Hotel Marriot	70.8	58.5	75.84	64.1	16.12
Municipalidad	64.3	42	67.81	56.1	26.33
Lubricentro La Ribera	78.8	44.2	82.45	70.7	41.97
Urbanización Zayqui	61.6	40.9	64.49	52.7	25.39
Ojo de Agua	67	45.3	69.34	57.6	24.34
Barrio San José	70.7	52.4	76.84	65.1	23.83
Plaza La Asunción	74.5	53.6	79.71	67.9	28.01



**Figura 18.** Gráfico de ruido ambiental en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 19.** Sumatoria de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 20.** Nivel continuo equivalente de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.

Dentro de las zonas residenciales baja, media y alta (n= 10) se registró un dato mínimo de 36.0 dB (A) (Rumba) mientras el dato máximo fue de 78.8 dB (A) (Lubricentro La Ribera) (Cuadro 9, Figura 18), donde analizando el mismo cuadro en máximos se observa que únicamente el 10% de los puntos muestreados se encuentran en menos de 45 dB (A) (Decreto 39200 – S 2015). Los valores calculados para el nivel de presión sonora continuo equivalente dentro de esta zona presentan que el 30% de los sitios están cumpliendo la norma, no es así para los valores de sumatoria de ruido (Cuadro 9, Figura 18).

En relación a la zona industrial (n = 3) se obtuvo una medición mínima de 44.6 dB (A) (Almosi) así como la medida máxima de 82.7 dB (A) (El Arreo), donde según el cuadro 9 y figura 18, el 66% de los valores máximos están por debajo del límite legal (75 dB (A)) para la franja nocturna. En relación con la sumatoria de ruido, este cumple con el 66% de los puntos de muestreo con el límite, mientras que para el nivel de presión sonora continuo equivalente es el 100% (Cuadro 9, Figura 18, 19 y 20)

Sobre la zona comercial (n = 4) se obtuvo una lectura mínima de 39.1 dB (A) (Restaurante El Sesteo) así como una máxima de 72 dB (A) (Polideportivo) lo cual extrayendo la información de valores máximos del cuadro 9 se observa que el 25% de los sitios de muestreo está dentro del límite de los 55 dB (A). Por su parte, el nivel de presión sonora continuo equivalente presenta igualmente 25% de sitios que están dentro del límite, efecto que no sucede en la sumatoria de ruido (Cuadro 9, Figura 18, 19 y 20)

En zona mixta (n = 3) se registró una medición mínima de 42.2 dB (A) (Hacienda Belén) mientras que para un valor máximo de 70.7 dB (A) (Barrio San José), en las cuales sobrepasan los 50 dB (A) legales. Por su parte tanto el 100% la sumatoria de ruido como el nivel de presión sonora continuo equivalente sobrepasan el límite legal. (Cuadro 9, Figura 18, 19 y 20, decreto 39200 – S 2015)

#### 5.4. *Mediciones resumen para la sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente diurno.*

El total del área muestreada y mapeada fue de aproximadamente 1245 hectáreas, de las cuales el 56% se encuentran 66 a 72 dB (A) en el nivel de presión sonora continuo equivalente lo cuales exceden los límites permitidos por la ley (de 60 a 75 D B (A)) exceptuando la zona industrial que donde el máximo es 75 dB (A) (Cuadro 10, Figuras 21, 22, 23 y 24). Dado que el cantón de Belén es pequeño la mayoría de actividades productivas, residenciales, mixtas y comerciales están en relativa cercanía, lo que produce que contaminación sónica en la mayoría de su territorio.

En relación a los sitios muestreados en horario diurno por tres meses que se encuentran en el límite legal en sumatoria de ruido y nivel de presión sonora continuo equivalente se obtuvo para octubre 10% y 45%, noviembre 5% y 45% diciembre 10% y 35% respectivamente (Cuadro 10, 21, 22, 23, 24). A nivel general, el mes con menor contaminación acústica fue octubre, pero con forme avanza el año el valor se mantiene en aumento.

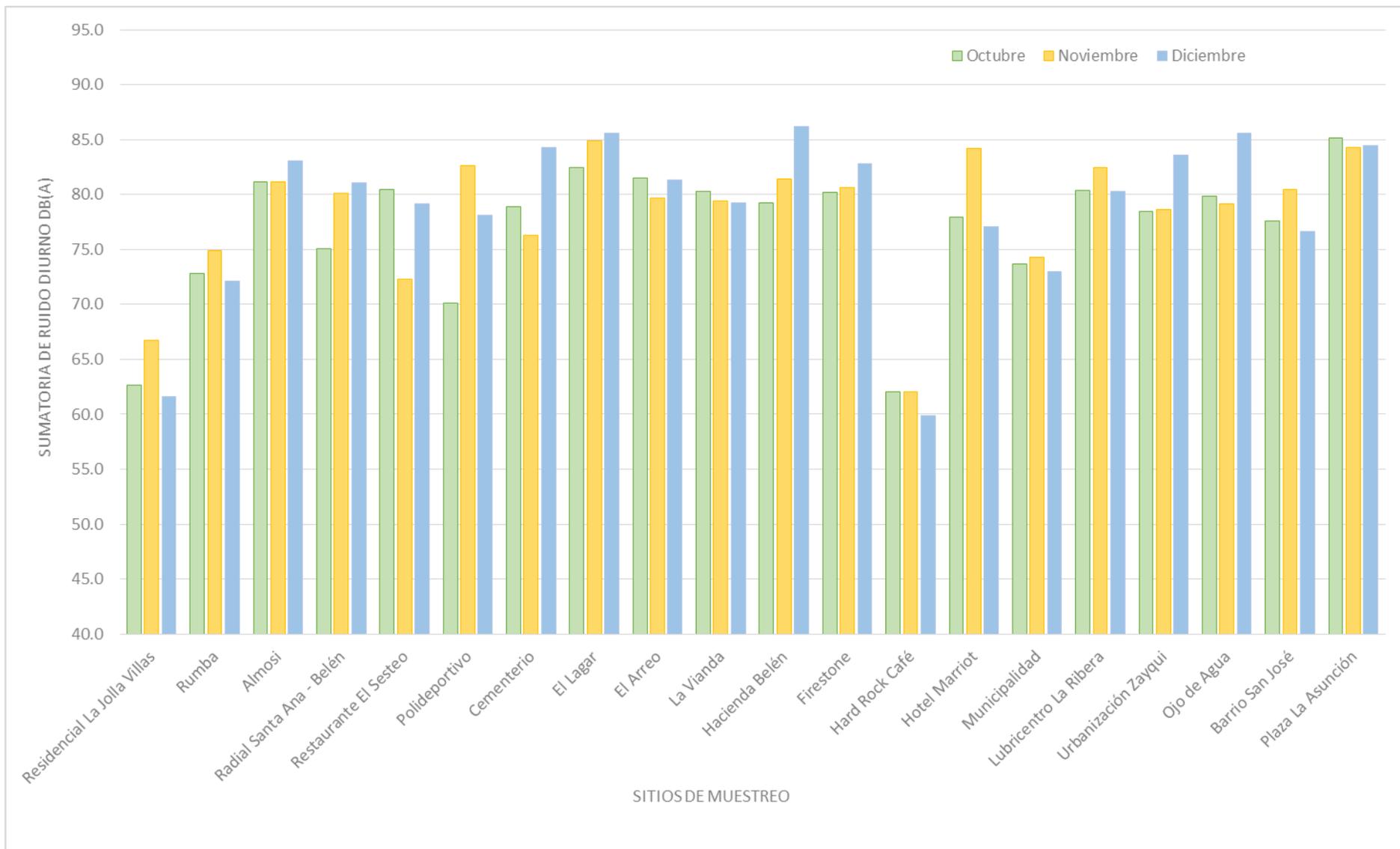
El comportamiento para estos meses es relativamente normal, en áreas urbanas, pues a finales de año existe un gran movimiento comercial por las fiestas por lo que el flujo vehicular aumenta así como la generación de congestionamiento vial además de mayor cantidad de transporte de bienes. Es así que conforme se avanza a diciembre es de esperar que existirá un aumento en la contaminación sónica especialmente en el área de comercio.

En relación a la zonificación para todo el período, se obtuvo que para las zonas residenciales baja, media y alta (n=10) en todo el período únicamente el 36% de los sitios muestreados están dentro de la norma. Por su parte, la zona industrial (n=3) cumple con el límite en un 100% (Cuadro 10, Figuras 21, 22, 23 y 24)

Sobre las zona comercial (n=4) para los tres meses, se obtuvo que el 20% de los sitios muestreados están por debajo del límite establecido por a la ley. Finalmente, en relación a la zona mixta (n=3) el porcentaje de cumplimiento es de 0.

**Cuadro 10.** Resumen de mediciones en sumaria de ruido nivel continuo equivalente (dB (A)) en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para los meses de Octubre a Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.

Ubicación	Octubre		Noviembre		Diciembre	
	Suma	Nivel	Suma	Nivel	Suma	Nivel
Residencial La Jolla Villas	62.6	50.9	66.7	54.9	61.6	49.8
Rumba	72.8	61.0	74.9	63.1	72.1	60.3
Almosi	81.1	69.3	81.2	69.4	83.1	71.3
Radial Santa Ana - Belén	75.1	63.3	80.1	68.4	81.1	69.3
Restaurante El Sesteo	80.4	68.7	72.3	60.5	79.2	67.4
Polideportivo	70.2	58.4	82.6	70.8	78.1	66.3
Cementerio	78.9	67.1	76.3	64.6	84.3	72.6
El Lagar	82.4	70.7	84.9	73.1	85.6	73.8
El Arreo	81.5	69.8	79.7	68.0	81.3	69.6
La Vianda	80.3	68.5	79.4	67.7	79.2	67.5
Hacienda Belén	79.2	67.4	81.4	69.7	86.2	74.4
Firestone	80.2	68.4	80.6	68.9	82.8	71.0
Hard Rock Café	62.1	50.3	62.1	50.3	59.9	48.1
Hotel Marriott	77.9	66.1	84.2	72.5	77.1	65.3
Municipalidad	73.7	61.9	74.3	62.5	73.0	61.3
Lubricentro La Ribera	80.3	68.6	82.4	70.7	80.2	68.5
Urbanización Zayqui	78.4	66.7	78.6	66.9	83.5	71.8
Ojo de Agua	79.9	68.1	79.1	67.4	85.6	73.8
Barrio San José	77.6	65.9	80.4	68.7	76.6	64.8
Plaza La Asunción	85.1	73.4	84.2	72.5	84.4	72.7



**Figura 21.** Resumen de mediciones en sumaria de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para los meses de Octubre a Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.



### Diagrama de Ubicación



### Simbología

-  Árboles
-  Carreteras
-  Edificaciones

### Sumatoria de ruido dB(A)

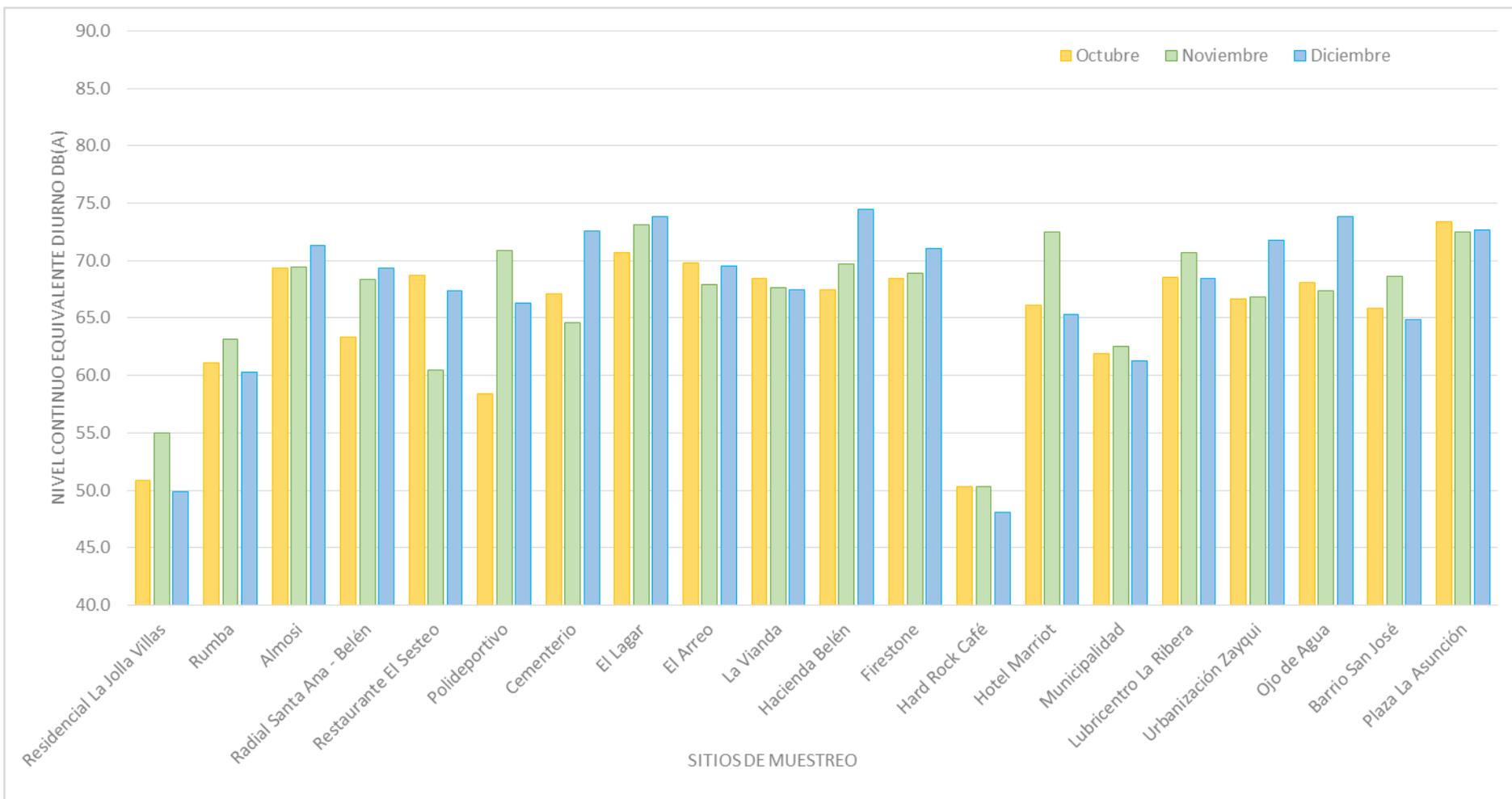
-  61.3 - 65.5
-  65.6 - 69.1
-  69.2 - 71.9
-  72 - 74.3
-  74.4 - 76.1
-  76.2 - 77.7
-  77.8 - 79.3
-  79.4 - 80.9
-  81 - 84.6

Proyección: CRTM05  
Datum: WGS84

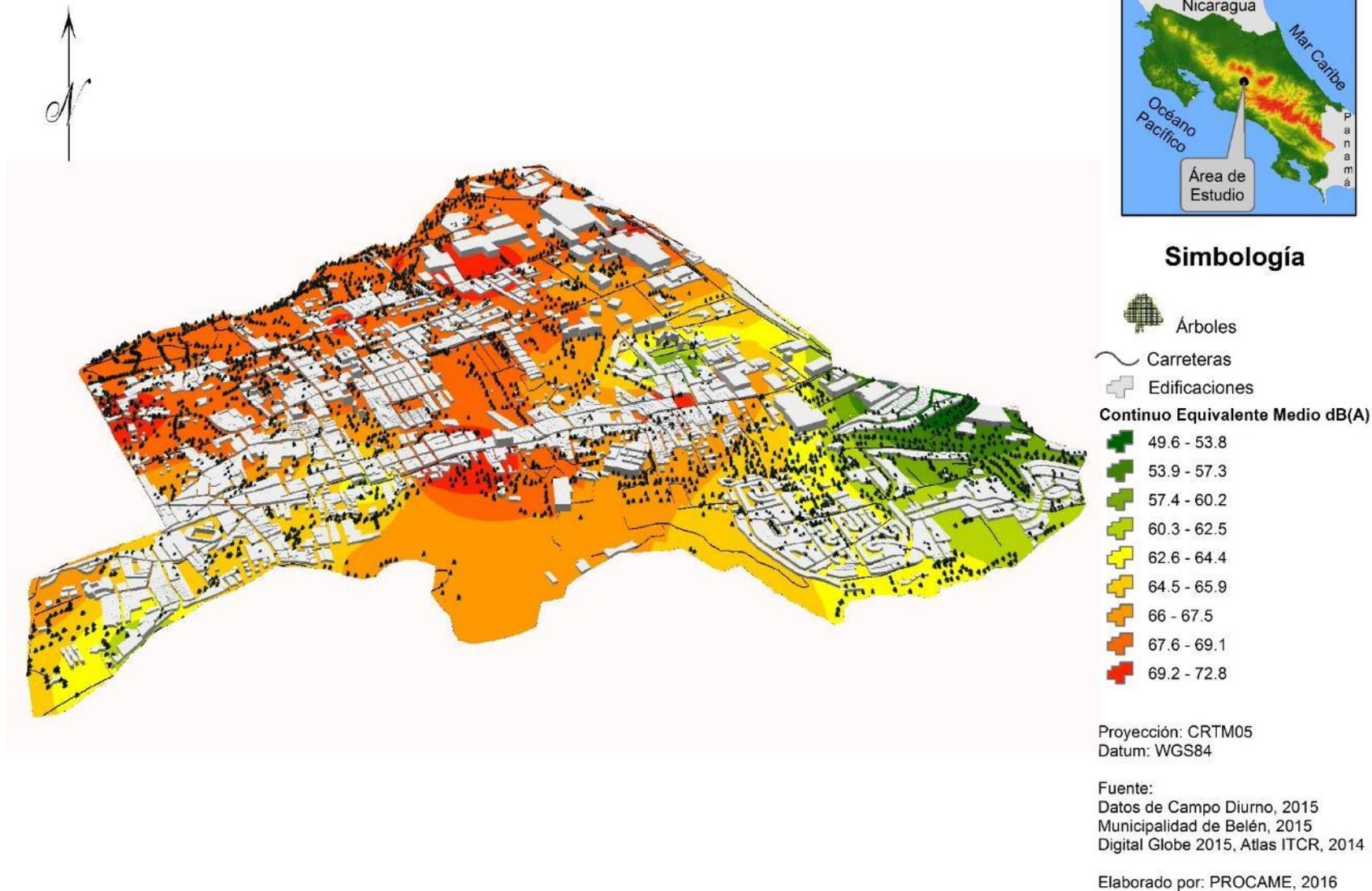
Fuente:  
Datos de Campo Diurno, 2015  
Municipalidad de Belén 2015  
Digital Globe 2015, Atlas ITCR, 2014

Elaborado por: PROCAME, 2016

**Figura 22.** Sumatoria de ruido medio en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para los meses de Octubre a Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 23.** Resumen de mediciones en nivel continuo equivalente de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para los meses de Octubre a Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 24.** Nivel continuo equivalente de ruido promedio en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para los meses de Octubre a Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015

### *5.5. Mediciones resumen para la sumatoria de ruido y nivel continuo equivalente nocturno.*

Por su parte para los muestreos nocturnos, se obtuvo que de las aproximadas 1245 hectáreas el 47.8 % del área que está comprendida entre 61 a 65 dB (A) comportamiento que es igual para la sumatoria de ruido y el nivel de presión sonora continuo equivalente (Cuadro 11, Figuras 25, 26, 27 y 28). Dado lo anterior igual que para la franja diurna, en general para los tres meses de medición las actividades del cantón producen que estén fuera del límite legal permitido, con excepción de la zona industrial.

Analizando los sitios muestrados en horario nocturno durante los tres meses, se obtuvo que el porcentaje es bajo en el cumplimiento del decreto sobre los límites de emisión sónica. Es así que en sumatoria de ruido y nivel de presión sonora continuo equivalente se obtuvo para octubre un 5% y 30%, para noviembre 0% y 15% y finalmente para diciembre un 10% y 20% respectivamente (Cuadro 11, Figuras 25, 26, 27 y 28).

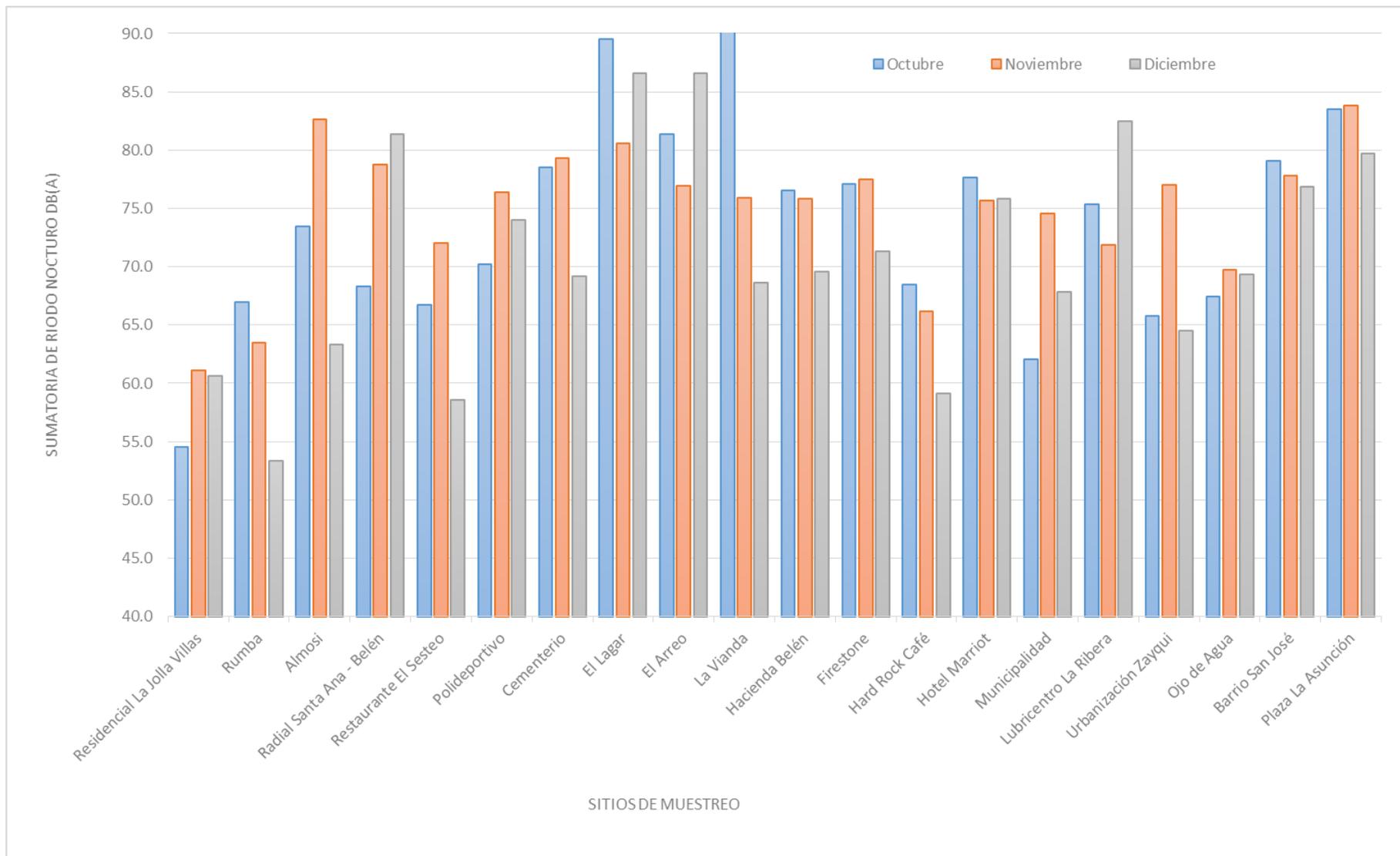
Al igual que la franja de día, el comportamiento nocturno sigue un patrón similar, donde conforme se acerca el final del año la actividad aumenta, dado se acercan las fiestas de fin de año así como otros eventos comerciales. Así mismo se menciona que para diciembre se presentó una baja en cantidad de ruido con respecto al mes de noviembre, donde se puede deber al hecho que las mediciones para dicho mes se realizaron durante el evento conocido como “viernes negro”, lo que podría implicar una anomalía sobre el comportamiento nocturno (Cuadro 11, Figuras 25, 26, 27 y 28).

Al analizar el período de tres meses en mediciones nocturnas por zonas se obtiene que para las residenciales de baja, media y alta densidad (n=10) que estén por debajo del límite establecido por el decreto es de un 6.6% del total, por su parte la zona industrial en términos generales cumple con el 100% (Cuadro 11, Figuras 25, 26, 27 y 28).

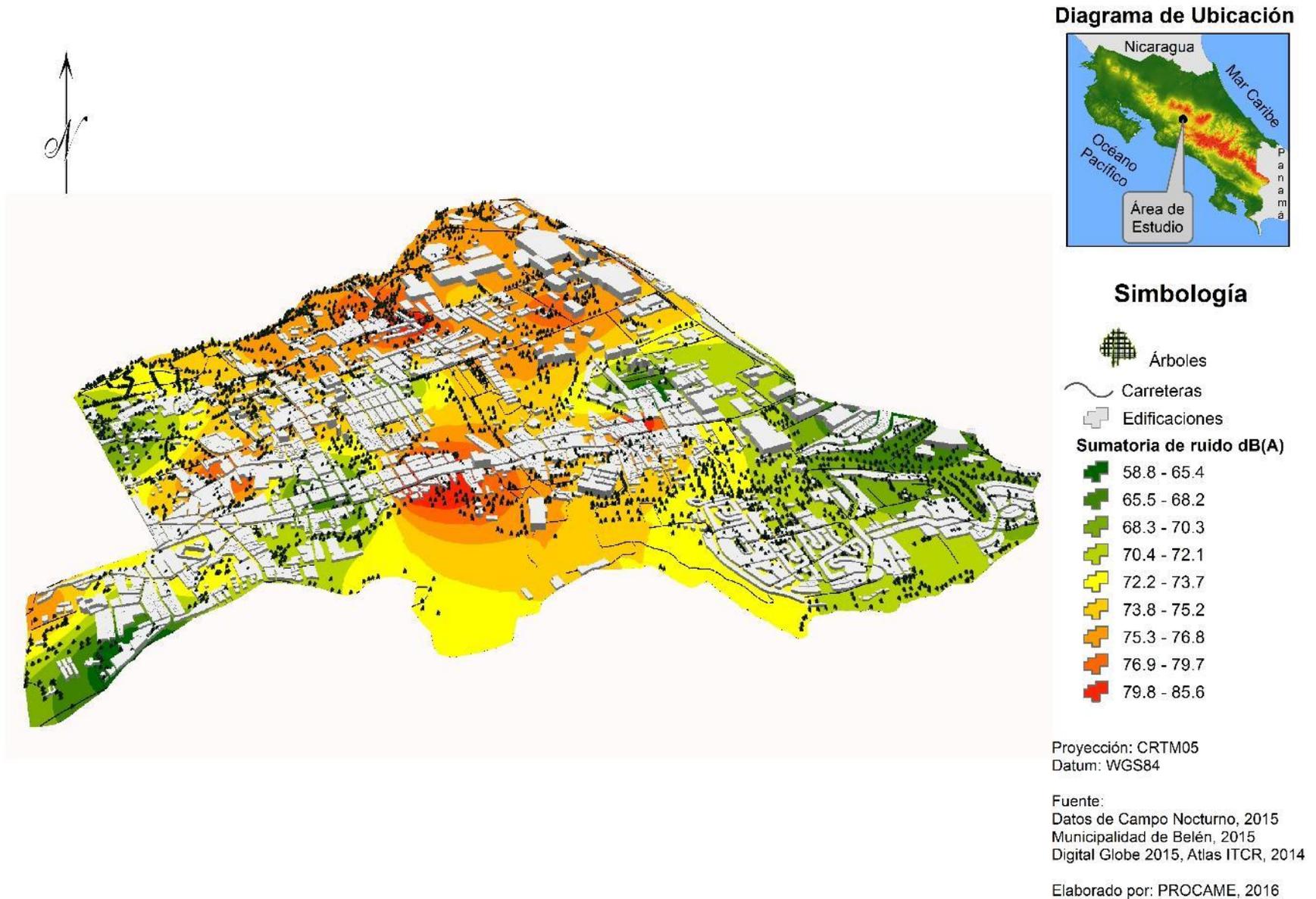
Para la zona comercial, esta al final del período sobre los puntos de muestreo reportó un 25% de cumplimiento sobre el límite legal. Es así que la zona mixta también para esta franja horaria se sobrepasa de los 50 dB (A), por lo que su porcentaje es de 0 (Cuadro 11, Figuras 25, 26, 27 y 28).

**Cuadro 11.** Resumen de mediciones en sumaria de ruido nivel continuo equivalente en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para los meses de Octubre a Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.

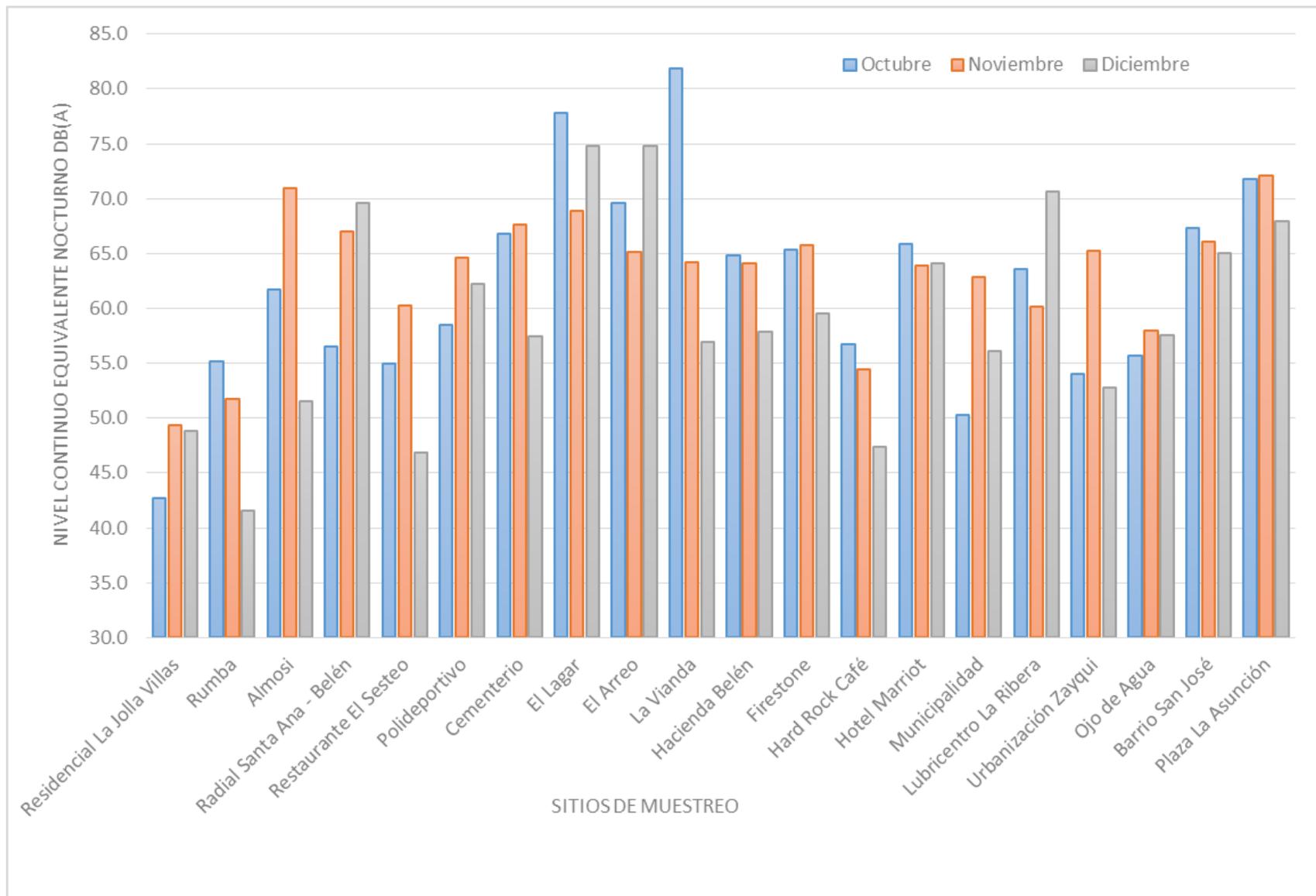
Ubicación	Octubre		Noviembre		Diciembre	
	Suma	Nivel	Suma	Nivel	Suma	Nivel
Residencial La Jolla Villas	54.5	42.8	61.1	49.4	60.6	48.9
Rumba	66.9	55.2	63.5	51.7	53.3	41.6
Almosi	73.5	61.7	82.7	70.9	63.3	51.6
Radial Santa Ana - Belén	68.3	56.6	78.8	67.0	81.4	69.6
Restaurante El Sesteo	66.7	54.9	72.0	60.3	58.6	46.8
Polideportivo	70.2	58.5	76.4	64.6	74.0	62.2
Cementerio	78.5	66.8	79.3	67.6	69.2	57.4
El Lagar	89.5	77.8	80.6	68.8	86.6	74.8
El Arreo	81.4	69.6	76.9	65.2	86.6	74.8
La Vianda	93.6	81.8	75.9	64.2	68.6	56.9
Hacienda Belén	76.6	64.8	75.8	64.1	69.6	57.8
Firestone	77.1	65.3	77.5	65.8	71.3	59.6
Hard Rock Café	68.4	56.7	66.2	54.4	59.1	47.4
Hotel Marriott	77.6	65.9	75.7	63.9	75.8	64.1
Municipalidad	62.0	50.3	74.6	62.8	67.8	56.1
Lubricentro La Ribera	75.4	63.6	71.9	60.1	82.5	70.7
Urbanización Zayqui	65.8	54.0	77.0	65.2	64.5	52.7
Ojo de Agua	67.4	55.7	69.8	58.0	69.3	57.6
Barrio San José	79.1	67.3	77.8	66.0	76.8	65.1
Plaza La Asunción	83.5	71.7	83.8	72.1	79.7	67.9



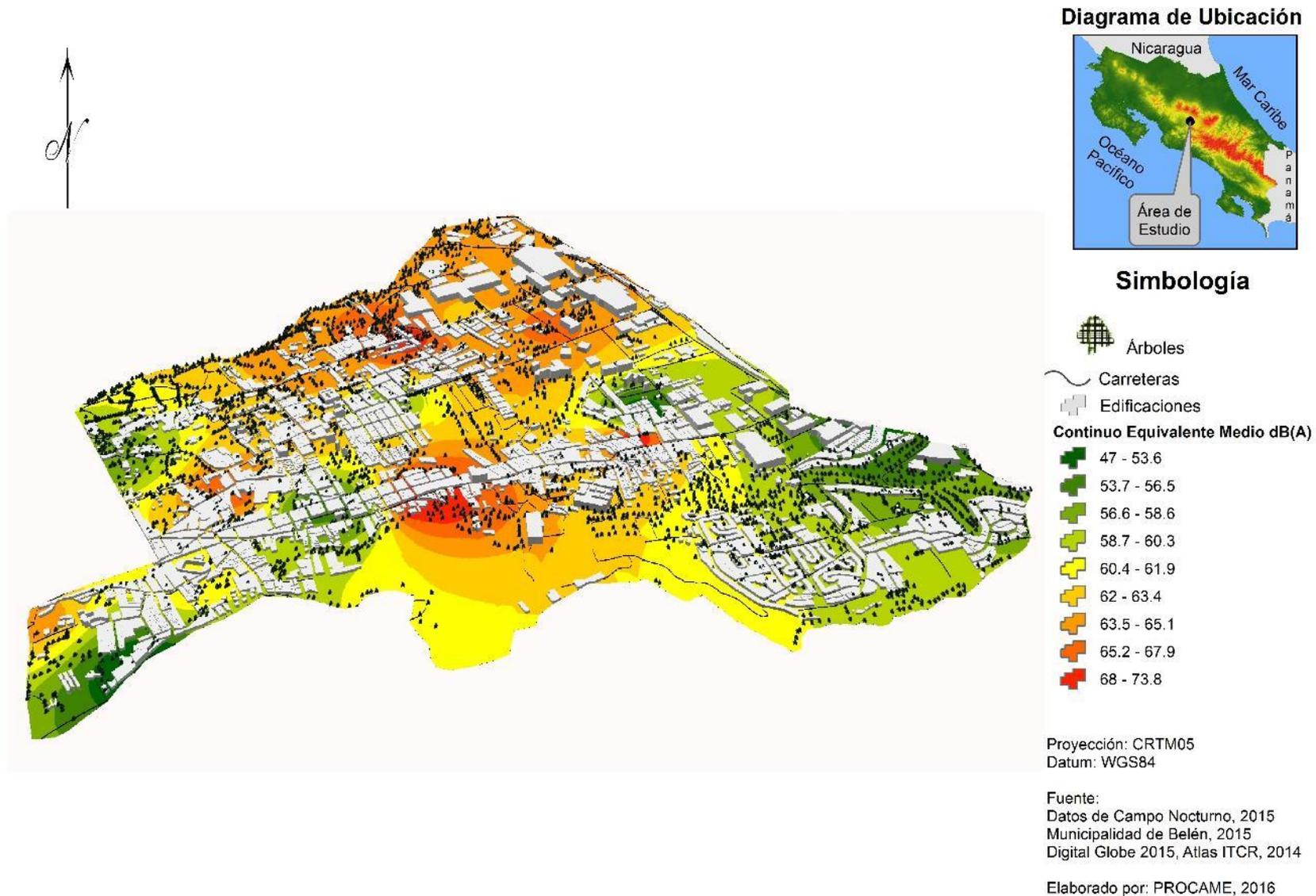
**Figura 25.** Resumen de mediciones en sumaria de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para los meses de Octubre a Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 26.** Sumatoria de ruido medio en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para los meses de Octubre a Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015



**Figura 27.** Resumen de mediciones en nivel continuo equivalente en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para los meses de Octubre a Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.



**Figura 28.** Nivel continuo equivalente en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para los meses de Octubre a Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.

Según lo anterior analizado tanto para las dos franjas horarias y es importante que dentro de la dinámica de la contaminación sónica en las áreas urbanas, se debe considerar su diseño los cuales puede o no ayudar a la expansión o confinamiento del ruido, así como, a elementos asociados como los materiales de construcción utilizados (Kurakula 2007, Kovak *et al* 2009, Oliveira *et al* Wang y Kang 2013).

Al tener áreas pobladas u otros sitios con accesos por carretera y ser pequeñas como en caso del Cantón de Belén, genera el ruido en zonas urbanas por lo general afecta la calidad de vida en áreas residenciales resultando en algunos casos en la reducción del valor económico de las propiedades, implicando que se deben de buscar materiales especiales que ayuden a aislar el sonido excesivo. Así mismo, ese fenómeno afecta no solo la salud humana, sino que también otros aspectos como la productividad, efectos psicológicos, pues las personas pueden experimentar problemas de concentración, de comunicación o fatiga por la falta de sueño o de un ambiente adecuado para su desarrollo integral. (Gage *et al*, Kurakula 2007, Correa *et al* 2008).

Se pueden considerar varios factores que contribuyen a aumentar de los niveles de ruido en las zonas urbanas como el caso de Belén. Está el aumento de la población urbana, lo que contribuye a un alto volumen de tráfico combinado con un incremento de la intensidad de actividades comerciales así como el establecimiento de oficinas gubernamentales y de ocio lo que genera la creación de nueva infraestructura la cual produce la creación de nuevos espacios para edificios y la reducción de áreas abiertas (Kurakula 2007, Correa 2008, Oliveira *et al*).

Considerando los resultados obtenidos a los largo del periodo, se puede considerar que la naturaleza de la contaminación sónica dentro las carreteras y de las ciudades se genera por factores relacionados desde el sonido que genera los motores hasta la fricción generada entre el vehículo con superficie de rodaje y el aire. Mucha de la contaminación sónica depende del volumen de tránsito, velocidad de los automotores, proporción de vehículos pesados en la vía así como los materiales con los cuales está construidas las calles (Kurakula 2007, Correa *et al* 2008, Oliveira *et al*).

Es así que se considera que cada vehículo es una fuente individual de sonido individual y genera diferentes tonos según sus características como el tipo de motor, llantas, tipo de escape, ventiladores y bocinas. Según Seuod (1994) citado por Kurakula (2007) la primera emisión de contaminación sónica por parte de los automóviles es por efecto de la combustión interna de los vehículos, a lo cual se debe de incluir elementos mecánicos adicionales como las cajas de cambios, ejes de transmisión y ejes traseros que se encuentran aproximadamente entre 68 a 78 dB (A). Así mismo, Hardland (1974) demostró que vehículos en movimiento en superficies secas y una velocidad superior a los 100 km/h califica como una fuente primaria de emisión de sonido (Kurakula 2007).

Para la representación de los datos se consideró trabajar primeramente con un modelo basados en interpolación Kriging Ordinario Lineal dado que por lo general muestran apropiadamente para para la delimitación de la zona de trabajo el comportamiento de los datos. Esto es congruente por lo expresado por Villatoro *et al* (2012) y Murillo *et al* 2012 donde enuncia que se asumen los datos más cercanos a un punto conocido tendrán un mayor valor sobre la interpolación, influencia que va disminuyendo conforme se aleja del punto de interés utilizando la semivarianza calculada como medida para determinar la similitud entre las observaciones y donde la mayor similitud, menor semivarianza.

Pero dada la naturaleza de los datos para Belén y que los modelos Kriging no fueron congruentes, se optó por trabajar con un interpolador IDW (*Inverse Distance Weighting*) el cual trabaja con algoritmo simple basado en distancias, ponderando el peso a las mediciones cercanas a un punto, y es menos complejo en su cálculo. De las misma forma que los datos obtenidos por Villatoro *et al* 2008, Yepes *et al* 2009 y Murillo *et al* 2012 los modelos basado en IDW son un poco menos precisos y eficientes para los procesos de interpolación.

Según Kravchenko (2003) citado por Villatoro *et al* 2008, recomienda el IDW para bases de datos pequeñas, en donde los parámetros del variograma no son

conocidos, y donde la distancia de muestreo es muy grande e incluso para cuando la distancia de muestreo es mayor al rango de la correlación espacial.

Para Correa 2008, Villatoro *et al* 2008, Yepes *et al* 2009 y Murillo *et al* 2012, la interpolación de datos posee la ventaja que se puede proyectar en capas de datos formato de celda o grilla (raster) superficies continuas sobre datos discretos, pero requiere necesariamente para una mejor representación una buena cantidad de puntos. Dentro del estudio de sonido de Belén se trabajó con un total de 20 puntos (n=20), los cuales fueron utilizados todos para realizar los mapas.

Los mapas obtenidos para el comportamiento de la sumatoria de ruido y el nivel continuo equivalente mensualmente y para todo el período muestra que brinda un análisis mejor fundamentado. Pero para Villatoro *et al* 2008, Yepes *et al* 2009 para obtener resultados una baja incertidumbre la intensidad de muestreo debe ser alta.

## VI. Conclusiones.

El mes que presentó una contaminación sónica menor fue el mes de octubre tanto para muestreos diurnos como nocturnos.

El 56% del área correspondiente a los muestreos diurnos al Cantón presenta niveles continuos equivalentes mayores a los establecidos por decreto.

Por su parte el 47% del área correspondiente a los muestreos nocturnos presentan valores mayores a los establecidos vía decreto.

Para casos tanto diurnos como nocturnos, al final del período el total del 100% de los puntos muestreados en la zona industrial cumplen con la normativa

Áreas específicas como detrás del Hard Rock Café y el Residencial La Jolla Villas son los que han presentado siempre los valores más bajos de contaminación tanto diurno como nocturno.

Dada la naturaleza de los datos no se pudo determinar un patrón definido de movimiento de la contaminación sónica, pues dado que está asociado a la actividad humana se genera aleatoriamente por lo que cambia de un mes a otro.

Para todo el período las zonas residencial e industrial se mantuvieron con los niveles de ruido permitidos por la ley, no así la zona comercial que presentó siempre niveles altos.

Por la naturaleza de los datos, el modelo de interpolación que mejor se ajustó a los datos para hacer los mapas fue el IDW sobre otros tipos como el Kriging.

## **VII. Recomendaciones.**

Se hace necesario aumentar la frecuencia de las mediciones, así como el número de puntos y su distribución en muestreo con el fin de obtener una mejor representación de todas las zonas dentro del casco central y alrededores

## **VIII. Bibliografía.**

Arana M. Metodologías para la elaboración de mapas de ruido y su evaluación. Aplicación a la comunidad de Navarra. UNED Tudela, Aula Universitaria de Milagro. 14pp.

Geotecnologías. Distritos de Costa Rica [capa vectorial]. Escala 1: 50000. Hojas Cartográficas escala 1: 50000. Sin Fecha. Atlas Digital de Costa Rica 2014.

Caracausi R. 2014. Application of geographic information systems (GIS) and noise mapping of noise in urban structures. The 21 International Congress on Sound and Vibration. China. 8pp.

Correa M. Castro C. Zulaga C. Londoño J. Elaboración del mapa acústico para la zona centro del municipio de Envigado. Antioquia, Colombia. 9pp.

Decreto N 39200-S. 2015. Reglamento para el Control de Contaminación por Ruido. Diario Oficial La Gaceta 197. Presidencia de la República y Ministerio de Salud. San José.

Gage. S. Ummadi P. Shortridge A. Qi J. Jella P. Using GIS to develop a network of acoustic environmental sensors. Michigan State University, 23pp.

Hong J. y Jeon J. 2014. Soundscape mapping in urban contexts using GIS techniques. Hanyang University, Korea. Inter noise 2014, Melbourne, Australia, 16—19 November. 5 pp.

IGN. Redcamino2014 [capa vectorial]. Escala 1: 50000. Hojas Cartográficas escala 1: 50000. 2004. Atlas Digital de Costa Rica 2014.

ISO. 2009. Norma ISO 1996-2 Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental. ES. 43 p

Kovak C., Copeland T., Elder N., Thomas N. y Ule H. 2009. Acoustic Impact of the Green Corridor Action Group's Urban Design Using Acoustic Mapping. Canadian Acoustics 37 (4): 3 – 11.

Kurakula V. 2007. A GIS– based approach for 3D noise modelling using 3D city models. ITC. The Netherlands, 129pp.

Lazar J. Bruce D. Giordiano S. Levin D. Little C. Slacum W. 2007. Acoustic mapping and GIS aided oyster restoration. Proceeding of Coastal Zone 07. Portland, Oregon.

Mapas creados utilizando el programa ArcGIS® software por Esri. ArcGIS® y ArcMap™ son propiedad intelectual Esri y es utilizando con licencia. Registrado© Esri. Todos los derechos reservados. Más información sobre Esri® software, visitar [www.esri.com](http://www.esri.com)

- MER. 2011. Mapa Estratégico de Ruido de Madrid. Madrid. España. 57pp.
- Murillo D. Ortega I. Carrillo J. Pardo A. Rendón J. 2012. Comparación de métodos de interpolación para la generación de mapas de ruido en entornos urbanos Ing. USB med 1 (3): 62—68.
- Oliviera M. Bauzer E. Davis C. Planning the acoustic urban environment: a GIS - Centered approach. Belo Horizonte, Brazil, 12pp.
- Rejano, Manuel. 2000. Ruido Industrial y Urbano. ES, Paraninfo Thomson Learning. 225 p.
- Szczodrak M. Kotus J. Czyzewski A. Kostek B. 2013. The application of noise mapping tool deployed in grid infrastructure for creating noise maps of urban areas. Computer Science 14 (2): 231—242.
- Villatoro M. Henríquez C. Sancho F. 2008. Comparación de los interpoladores IDW y Kriging en la variación espacial de pH, CA, Cice y P del Suelo. Agronomía Costarricense 32 (1): 95—105.
- Wang B y Kang J. 2011. Effects of urban morphology on the traffic noise distribution through noise mapping: A comparative study between UK and China. Applied Acoustics 72 556—568.

Yepes, Dora; Gómez, Miryam; Sánchez, Luis; Jaramillo, Ana. 2009. Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano caso Medellín. Dyna. No 158:29-40.

# Anexos

## Anexo 1. Mediciones de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Octubre, Belén, Costa Rica, 2015.

Punto de medición	Sonómetro	Temperatura inicial (°C)	Presión inicial (kPa)	Velocidad del viento inicial (m/s)	Tiempo de medición (min)	Mediciones de ruido										
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Residencial La Jolla Villas	Quest SoundPro SE/DL	22.6	90.3	0.02	5	40	44.1	60.5	54.2	43.9	50.3	46.9	46.7	42.1	50.2	48.9
Rumba	Quest SoundPro SE/DL	24.9	91.4	0.08	5	43	45	57.1	49.7	52.6	69	38	45	56	60.1	48.9
Almosi	Quest SoundPro SE/DL	23	90.5	0.11	5	70	56.9	76	52.5	69.5	48.9	55.7	52.5	48.8	77.1	71.7
Radial Santa Ana - Belén	Quest SoundPro SE/DL	23	91.2	0.44	5	62.1	66.6	66.5	64.6	59.7	58.3	58.5	63.6	56.8	63.1	66.7
Restaurante El Sesteo	Quest SoundPro SE/DL	24.1	91.1	0.05	5	54.2	59.8	65.3	57.3	56.1	58.2	69.6	74.3	60.7	55.7	77.1
Polideportivo	Quest SoundPro SE/DL	29.8	91.2	0.17	5	55.1	59.3	56.9	57.3	60.2	61.3	55	59.9	58.6	57.7	58.9
Cementerio	Quest SoundPro SE/DL	28.9	91.2	0.4	5	66.7	67.6	66	52.2	61.7	55.9	60.6	69.9	71.4	67.9	68.9
El Lagar	Quest SoundPro SE/DL	30	90.6	0.53	5	63.5	75.3	62.3	58.8	66.8	64.3	65.5	75.4	73.9	64.7	60.6
Larreo	Quest SoundPro SE/DL	24.3	91	0.23	5	68.9	67.6	70.1	67	60.2	69.5	66.7	64	67.7	66.5	74.3
La Vianda	Quest SoundPro SE/DL	25.3	90.5	0.35	5	51.5	56.7	53.6	72	66.3	54.3	72.2	57.7	69.1	68	71.7
Hacienda Belén	Quest SoundPro SE/DL	22.9	90.6	0.11	5	67.7	70.2	67.1	60.9	69	63.8	71.3	64.7	58.8	61.8	63.1
Firestone	Quest SoundPro SE/DL	24.9	90.3	0.08	5	59.4	66.3	66.1	71.7	61.3	58.9	68.9	67.2	68.6	58.4	66.7
Hard Rock Café	Quest SoundPro SE/DL	25.2	90.2	1.09	5	54.8	49.2	49.3	52.4	49.1	47.4	48.8	48.5	54.1	50.6	47.7
Hotel Marriot	Quest SoundPro SE/DL	25.8	90.4	0.2	5	64.4	63.1	72	63.7	57.7	68	67	66.9	58.2	50.9	52.4
Municipalidad	Quest SoundPro SE/DL	30.8	90.4	0.14	5	58.7	61.2	68.7	63.5	59.7	58.3	60.1	58.7	52.2	63.5	60.6
Lubricentro La Ribera	Quest SoundPro SE/DL	28.4	90.6	1.09	5	69.7	69	59.1	74.6	58.1	68.8	61.7	69.6	64.4	58.5	66.7
Urbanización Zayqui	Quest SoundPro SE/DL	27.4	90.7	0.41	5	69.6	67	63.7	63.2	49.3	56.1	60.5	65.9	63.5	68.2	69.6
Ojo de Agua	Quest SoundPro SE/DL	30.1	91.3	0.14	5	62.9	72	60.1	54.1	71	69	66.8	62.5	59.5	70.5	61.8
Barrio San José	Quest SoundPro SE/DL	31.5	90.4	0.26	5	58.6	59.6	62	61.4	66.2	69.5	67.5	72.7	68.6	59.6	51.8
Plaza La Asunción	Quest SoundPro SE/DL	30.1	90.5	1.61	5	60.6	70	70.2	69.2	67.9	78	81.2	67.6	57.5	61.1	63.1

Mediciones de ruido												Temperatura final (°C)	Presión final (kPa)	Velocidad del viento final (m/s)	Máximo	Mínimo	Suma	Nivel Continuo Equivalente	Incertidumbre
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15								
54.2	43.9	50.3	46.9	46.7	42.1	50.2	45.4	38	34	42.2	37.9	22.6	90.4	0.02	60.5	34	62.637278	50.876365	26.41
49.7	52.6	69	38	45	56	60.1	48	69.4	45.2	43.3	43.3	23.4	91.4	0.08	69.4	38	72.808276	61.047363	35.18
52.5	69.5	48.9	55.7	52.5	48.8	77.1	71.7	53.4	56.6	56.1	62.6	23.3	90.4	0.71	77.1	48.8	81.108383	69.347470	35.52
64.6	59.7	58.3	58.5	63.6	56.8	63.1	66.1	62	53.4	66.7	60.4	23.3	91.7	0.17	66.7	53.4	75.095168	63.334255	16.38
57.3	56.1	58.2	69.6	74.3	60.7	55.7	77.1	67.4	68.6	54.8	64.3	23.7	91.2	0.02	77.1	54.2	80.445903	68.684990	27.98
57.3	60.2	61.3	55	59.9	58.6	57.7	55	56.6	59.9	57.7	59.2	20.7	91.2	0.8	61.3	55	70.160107	58.399194	17.78
52.2	61.7	55.9	60.6	69.9	71.4	67.9	68.2	62.4	62.8	71.1	68.1	30.5	90.8	0.23	71.4	52.2	78.860759	67.099846	22.15
58.8	66.8	64.3	65.5	75.4	73.9	64.7	60.3	61	72	76.4	59.4	30.7	90.6	1.28	76.4	58.8	82.417452	70.656540	24.65
67	60.2	69.5	66.7	64	67.7	66.5	74.4	61.8	76.6	68.9	64.6	30.8	90.5	0.17	76.6	60.2	81.512993	69.752081	21.24
72	66.3	54.3	72.2	57.7	69.1	68	71	71	51.8	54.1	74.4	23.3	91.1	0.17	74.4	51.5	80.251983	68.491070	32.50
60.9	69	63.8	71.3	64.7	58.8	61.8	63.9	69.8	68.4	59.8	70.6	24.5	90.6	0.29	71.3	58.8	79.197743	67.436831	17.27
71.7	61.3	58.9	68.9	67.2	68.6	58.4	66.8	65.3	76.4	66.3	60.3	24.1	90.3	0.92	76.4	58.4	80.180229	68.419316	20.37
52.4	49.1	47.4	48.8	48.5	54.1	50.6	47.7	48.1	46.7	47.9	48.8	24.6	90.2	0.77	54.8	46.7	62.058944	50.298031	10.56
63.7	57.7	68	67	66.9	58.2	50.9	52.8	66.5	68	53.9	69.9	25.8	90.4	0.32	72	50.9	77.893390	66.132477	25.67
63.5	59.7	58.3	60.1	58.7	52.2	63.5	60.6	64.5	57	55.4	59.9	30	90.1	0.95	68.7	52.2	73.670149	61.909236	16.23
74.6	58.1	68.8	61.7	69.6	64.4	58.5	66.3	69.5	73.8	59.2	59.6	26.2	90.6	0.14	74.6	58.1	80.339550	68.578638	22.93
63.2	49.3	56.1	60.5	65.9	63.5	68.2	69.9	69.1	67.3	59.9	70.9	26.8	90.6	0.38	70.9	49.3	78.41778829	66.656876	23.32
54.1	71	69	66.8	62.5	59.5	70.5	61.6	66	60.6	73.2	70.6	28.1	91.3	0.17	73.2	54.1	79.87830765	68.117395	22.40
61.4	66.2	69.5	67.5	72.7	68.6	59.6	51.4	62.3	61.2	61.9	64.9	31.9	90.4	0.38	72.7	51.4	77.62507763	65.864165	20.99
69.2	67.9	78	81.2	67.6	57.5	61.1	63.4	69.7	74.8	63.9	76.4	30.9	90.5	0.59	81.2	57.5	85.13824042	73.377328	26.34

## Anexo 2. Mediciones de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Octubre, Belén, Costa Rica, 2015.

Número	Punto de medición	Sonómetro	Temperatura inicial (°C)	Presión inicial (kPa)	Velocidad del viento inicial (m/s)	Tiempo de medición (min)						
							1	2	3	4	5	6
1	Residencial La Jolla Villas	Quest SoundPro SE/DL	22.1	90.9	0.05	5	41.2	39.6	39.6	42.3	39.0	38.2
2	Rumba	Quest SoundPro SE/DL	24.2	91.3	0.14	5	46.0	46.2	40.9	42.2	40.6	40.9
3	Almosi	Quest SoundPro SE/DL	19.7	91	0.92	5	43.0	42.8	47.8	50.6	46.1	41.6
4	Radial Santa Ana - Belén	Quest SoundPro SE/DL	21.9	91.4	0.14	5	37.2	47.8	40.4	36.6	37.3	40.3
5	Restaurante El Sesteo	Quest SoundPro SE/DL	23.3	90.9	0.02	5	39.7	39.7	40.4	50.5	39.6	62.2
6	Polideportivo	Quest SoundPro SE/DL	21.6	91.1	0.23	5	66.6	54.1	52.2	55.4	57.1	58.1
7	Cementerio	Quest SoundPro SE/DL	25.6	90.8	0.2	5	43.5	55.7	53.1	57.5	72.4	59.0
8	El Lagar	Quest SoundPro SE/DL	20.9	90.9	0.23	5	63.5	73.3	65.6	66.5	63.9	72.7
9	Larreo	Quest SoundPro SE/DL	24.3	91	0.23	5	64.6	70.1	60.2	69.5	66.0	61.8
10	La Vianda	Quest SoundPro SE/DL	23.2	91	0.53	5	60.0	53.9	50.3	39.1	39.9	93.5
11	Hacienda Belén	Quest SoundPro SE/DL	21.9	91.1	0.05	5	58.4	49.6	47.7	55.8	71.8	51.9
12	Firestone	Quest SoundPro SE/DL	19.8	90.1	0.11	5	71.9	59.5	61.0	56.7	59.8	71.6
13	Hard Rock Café	Quest SoundPro SE/DL	22.7	90.2	0.05	5	50.8	51.9	50.0	52.5	59.7	56.1
14	Hotel Marriot	Quest SoundPro SE/DL	24.3	90.5	0.05	5	74.3	58.3	56.7	69.5	61.8	52.5
15	Municipalidad	Quest SoundPro SE/DL	24.1	91.1	0.14	5	40.2	42.2	38.0	51.1	50.4	55.9
16	Lubricentro La Ribera	Quest SoundPro SE/DL	20.7	90.6	0.14	5	40.4	50.1	49.2	48.9	75.3	45.1
17	Urbanización Zayqui	Quest SoundPro SE/DL	20.7	90.5	0.23	5	60.2	53.6	52.7	50.7	48.1	52.9
18	Ojo de Agua	Quest SoundPro SE/DL	21.8	91.2	0.11	5	41.0	41.2	41.7	42.0	57.0	44.4
19	Barrio San José	Quest SoundPro SE/DL	21.9	90.4	0.17	5	55.1	52.2	51.2	51.1	69.7	58.0
20	Plaza La Asunción	Quest SoundPro SE/DL	23.7	91	0.05	5	57.8	73.0	67.1	81.0	65.5	62.9

Mediciones de ruido										Temperatura final (°C)	Presión final (kPa)	Velocidad del viento final (m/s)	Máximo	Mínimo	Suma	Nivel Continuo Equivalente	Incertidumbre
7	8	9	10	11	12	13	14	15									
40.0	38.7	40.0	41.8	48.2	46.1	45.4	42.9	42.1	21.4	90.4	0.11	48.2	38.2	54.513285	42.7524	12.43	
40.0	40.6	41.0	66.7	43.5	41.0	40.7	41.9	45.0	21.7	91.5	0.5	66.7	40	66.936776	55.1759	26.80	
41.8	40.7	41.2	42.2	44.6	43.4	73.4	44.4	41.2	19.3	90.3	0.47	73.4	40.7	73.482073	61.7212	30.69	
65.4	45.4	64.4	54.8	36.5	36.2	43.9	50.4	38.8	21.9	91.3	0.08	65.4	36.2	68.328797	56.5679	35.64	
49.9	42.1	64.2	43.8	41.4	41.7	41.9	43.4	42.9	20.5	90.9	0.23	64.2	39.6	66.687768	54.9269	30.03	
57.0	57.7	52.9	62.3	52.2	54.3	49.7	55.8	52.8	22.8	91.1	0.05	66.6	49.7	70.245499	58.4846	17.52	
56.2	69.0	71.7	72.3	56.9	69.1	58.0	62.4	59.1	23.6	90.8	0.05	72.4	43.5	78.528831	66.7679	31.29	
78.1	73.2	88.5	73.5	67.8	67.9	68.8	63.4	67.5	20.9	90.9	0.17	88.5	63.4	89.523911	77.7630	25.85	
74.4	72.0	69.0	68.7	73.5	71.0	63.2	60.8	70.5	24.7	91	0.3	74.4	60.2	81.361085	69.6002	18.66	
65.2	48.7	54.7	73.7	43.9	55.8	60.7	56.3	68.2	20.7	91	0.02	93.5	39.1	93.571394	81.8105	46.68	
46.0	64.1	42.1	68.9	44.9	46.0	50.6	61.1	72.3	22.1	90.5	0.05	72.3	42.1	76.566511	64.8056	36.63	
64.3	57.7	66.6	62.2	60.4	60.5	64.9	60.0	62.0	18.7	90.1	0.08	71.9	56.7	77.068884	65.3080	18.40	
51.9	52.9	57.9	52.3	56.0	52.1	55.4	64.6	51.9	20.1	90.3	0.08	64.6	50	68.435937	56.6750	16.75	
51.7	67.6	61.7	53.0	56.1	58.1	54.6	69.9	57.4	23.6	90.5	0.08	74.3	51.7	77.627338	65.8664	27.25	
54.4	42.7	41.4	50.4	39.0	45.6	45.9	43.6	56.1	24.2	91.1	0.04	56.1	38	62.018979	50.2581	24.19	
40.4	41.6	40.3	40.8	40.7	41.6	41.1	40.0	40.8	20.1	90.6	0.02	75.3	40	75.352958	63.5920	33.56	
49.6	51.4	46.3	56.7	59.3	52.0	50.1	46.3	47.4	20.2	90.5	0.17	60.2	46.3	65.78486202	54.0239	17.47	
42.4	41.2	41.5	41.4	44.5	40.9	40.9	66.8	44.8	20.1	91.2	0.29	66.8	40.9	67.41381753	55.6529	28.06	
65.9	74.8	69.9	68.2	61.2	53.3	57.9	63.0	71.8	20.8	90.4	0.35	74.8	51.1	79.0559353	67.2950	30.58	
65.8	69.9	61.8	68.3	73.8	56.3	67.9	67.0	69.6	24.1	90.6	0.41	81	56.3	83.49541352	71.7345	24.41	

**Anexo 3. Mediciones de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Noviembre, Belén, Costa Rica, 2015.**

Punto de medición	Sonómetro	Temperatura inicial (°C)	Presión inicial (kPa)	Velocidad del viento inicial (m/s)	Tiempo de medición (min)	1	2	3	4	5	6
						Residencial La Jolla Villas	Quest SoundPro SE/DL	25.7	90.3	0.8	5
Rumba	Quest SoundPro SE/DL	24.5	90.6	1.76	5	49.7	54.3	60.1	62	53.7	53.9
Almosi	Quest SoundPro SE/DL	20.3	90.1	1.67	5	69.9	54.1	71.3	60.1	72.9	68.6
Radial Santa Ana - Belén	Quest SoundPro SE/DL	25.9	91.2	0.68	5	62.8	71.2	64.8	64.1	65.4	65.6
Restaurante El Sesteo	Quest SoundPro SE/DL	21.3	90.5	0.89	5	53.8	50.2	50.2	64.1	50	49.7
Polideportivo	Quest SoundPro SE/DL	25.5	91.1	4.58	5	75.6	80.2	59.6	58.1	68.5	59.7
Cementerio	Quest SoundPro SE/DL	21.3	90.2	0.29	5	64.1	66.8	58.3	65.2	68	59.3
El Lagar	Quest SoundPro SE/DL	20.9	90.7	0.62	5	64.5	62	60.6	72	67	67.8
El Arreo	Quest SoundPro SE/DL	22.2	90.3	1.09	5	64.3	62.7	60.2	66.8	59.9	53.7
La Vianda	Quest SoundPro SE/DL	21.7	90.7	0.62	5	68	63.2	63.3	68.1	60.5	48.8
Hacienda Belén	Quest SoundPro SE/DL	21.4	90.4	0.35	5	51.8	66.4	68.3	60.9	57.4	56.8
Firestone	Quest SoundPro SE/DL	22.0	90	0.83	5	63.7	67.1	68.5	74.7	72.9	66.8
Hard Rock Café	Quest SoundPro SE/DL	20.9	90.1	0.32	5	48.4	56.1	49.4	49	49	49
Hotel Marriott	Quest SoundPro SE/DL	23.6	91.1	0.59	5	60.2	57	82.1	74.3	56.5	60.8
Municipalidad	Quest SoundPro SE/DL	21.8	90.7	0.05	5	57	57.6	58.7	64.3	62	60.3
Lubricentro La Ribera	Quest SoundPro SE/DL	23.8	90.3	0.23	5	69.1	53.6	67.3	46.6	53.9	69.5
Urbanización Zayqui	Quest SoundPro SE/DL	20.2	90.8	1.25	5	71.6	54	51.9	62.1	69.4	74.1
Ojo de Agua	Quest SoundPro SE/DL	23.3	90.4	1.03	5	63.6	72.7	68.1	58.5	60.5	55.7
Barrio San José	Quest SoundPro SE/DL	27.0	90.2	2.88	5	58.7	68.7	72.6	59.4	60.7	74.4
Plaza La Asunción	Quest SoundPro SE/DL	25.1	90.8	1.22	5	71.4	54.7	74.7	69.2	78.7	72.2

Mediciones de ruido										Temperatura final (°C)	Presión final (kPa)	Velocidad del viento final (m/s)	Máximo	Mínimo	Suma	Nivel Continuo Equivalente	Incertidumbre
7	8	9	10	11	12	13	14	15									
52.1	55	53.2	55.1	50.6	58.6	52.4	51.9	54.2	25.6	90.3	1.87	58.6	50.6	66.701850	54.940937	10.92	
53.8	58.5	57.6	53.1	65.9	52	55.4	54.4	73.2	24.3	91.2	1.54	73.2	49.7	74.877330	63.116418	23.44	
62.6	75	74.6	69.2	63	59.5	64	52.4	65.4	20.4	90.1	0.92	75	52.4	81.170230	69.409317	27.05	
67.8	62.1	67.7	59.3	73.2	68	74.4	67	59.2	26.4	91.2	0.41	74.4	59.2	80.117901	68.356989	18.19	
58.7	61.1	56.2	59	64.5	65.3	59.7	64.7	54.7	21.5	90.8	1.06	65.3	49.7	72.263472	60.502559	22.99	
64.5	67.5	63.5	62.7	61.7	61.3	61.1	69.2	68.3	25.4	91.1	1.64	80.2	58.1	82.608544	70.847631	24.36	
56	54.2	57.3	65.7	63.5	63.4	48.2	50.1	71.7	21.1	90.3	0.02	71.7	48.2	76.314873	64.553960	26.15	
74.4	65.7	66.5	83.3	70.3	69	65.8	62.2	64.7	20.7	90.7	0.26	83.3	60.6	84.900002	73.139089	22.63	
64.3	58.8	75.7	55.1	58.5	66.9	75	64.2	60.9	23.1	90.3	0.68	75.7	53.7	79.713454	67.952541	24.56	
64.7	49.6	71.7	75.9	52.9	65.8	60.3	68.3	57.9	21.1	90.7	0.44	75.9	48.8	79.413876	67.652963	29.62	
61.5	80.5	65.3	59.7	54	67.9	49.4	57.3	57.2	21.9	90.2	0.26	80.5	49.4	81.431333	69.670421	29.69	
69.3	72.6	65	66.4	67.7	61.8	65.6	58.9	59.8	20.9	90	0.05	74.7	58.9	80.620138	68.859225	18.61	
48.7	50.4	48.7	48.8	50.6	49.6	50.6	49.3	48.2	20	90.1	0.45	56.1	48.2	62.062160	50.301248	9.14	
59.1	61.8	59.4	57.3	67.3	57.6	77.4	67.5	63.1	22.8	90.2	0.47	82.1	56.5	84.225784	72.464871	30.34	
57.3	58.8	63.7	62.4	66	60.7	61.7	64.7	66.7	20.9	90.7	0.02	66.7	57	74.282508	62.521596	13.36	
49	52.6	66.4	54.2	51.7	61.9	81.1	51.3	72.1	22.1	90.3	0.92	81.1	46.6	82.422821	70.661909	36.93	
53.1	46.6	49.7	59.7	54.3	61.9	60.9	64.7	71.7	21.7	90.4	0.26	74.1	46.6	78.63101886	66.87010627	32.35	
62.9	60	70	71.3	61	54	56.6	60.9	73.6	23.1	91.1	1.28	73.6	54	79.14424622	67.38333363	24.92	
59.9	66.5	65	60.7	59.9	72.9	70.8	67	68.3	27.1	90.2	1.43	74.4	58.7	80.41360497	68.65269237	21.92	
72.4	59.5	69.3	71.3	69.2	74.1	74.3	61.1	73.2	24.8	90.3	1.25	78.7	54.7	84.24953485	72.48862226	25.16	

**Anexo 4. Mediciones de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturna para el mes de Noviembre, Belén, Costa Rica, 2015.**

Punto de medición	Sonómetro	Temperatura inicial (°C)	Presión inicial (kPa)	Velocidad del viento inicial (m/s)	Tiempo de medición (min)	Mediciones de ruido (dB)						
						1	2	3	4	5	6	7
Residencial La Jolla Villas	Quest SoundPro SE/DL	18.2	90.1	0.75	5	48.3	51.8	48.7	50	52.7	46.8	53.1
Rumba	Quest SoundPro SE/DL	20.9	91.2	1.09	5	45.5	51.2	49.1	48.4	46.5	46.7	54.6
Almosi	Quest SoundPro SE/DL	20.4	90.1	0.74	5	53.1	69.8	52.9	64.8	59.6	81.5	51.3
Radial Santa Ana - Belén	Quest SoundPro SE/DL	21.0	91.4	0.08	5	68.8	64.3	62.4	68.9	57.3	65.9	72.5
Restaurante El Sesteo	Quest SoundPro SE/DL	19.4	90.6	0.35	5	52.8	57.5	54.4	50.3	62.3	52.3	64.6
Polideportivo	Quest SoundPro SE/DL	20.9	90.9	0.71	5	46.8	59.7	66.5	73.9	57.8	43.8	66.8
Cementerio	Quest SoundPro SE/DL	20.3	90.5	1.03	5	62.2	78.7	51.1	46.8	61.5	65.8	47
El Lagar	Quest SoundPro SE/DL	19	90.8	0.23	5	71	57.9	61.5	55.4	59.2	77.2	69.8
El Arreo	Quest SoundPro SE/DL	18.6	90.1	0.41	5	63.3	65.2	61.3	62	72.3	68.1	62.2
La Vianda	Quest SoundPro SE/DL	20.3	91.1	0.5	5	68.3	52.1	63.9	64.9	61.5	65.7	59.2
Hacienda Belén	Quest SoundPro SE/DL	19.9	90.7	0.62	5	49.9	68.2	59.7	64.4	61.5	50.8	73.1
Firestone	Quest SoundPro SE/DL	21.0	90	0.11	5	67.1	64.9	70.2	66.4	62.9	64.9	68.8
Hard Rock Café	Quest SoundPro SE/DL	18.1	90	1.06	5	53.8	49.8	60.8	48.6	48.6	51.1	49.3
Hotel Marriott	Quest SoundPro SE/DL	18.5	90.1	0.11	5	67.6	67.4	49.7	52.3	68.7	61.8	56.7
Municipalidad	Quest SoundPro SE/DL	19.6	90.9	0.83	5	51.9	57.6	56.7	58.5	52.4	57.9	65.6
Lubricentro La Ribera	Quest SoundPro SE/DL	19.6	90.8	1.03	5	49.4	46.1	56.3	44.8	58.7	67.8	66.6
Urbanización Zayqui	Quest SoundPro SE/DL	19	90.4	0.95	5	63.4	55.8	45.1	48.3	63.1	61.1	49.6
Ojo de Agua	Quest SoundPro SE/DL	18.4	89.4	0.23	5	42.9	48.2	52.7	64.3	55.7	44.2	48.2
Barrio San José	Quest SoundPro SE/DL	18.4	90.2	0.44	5	74.7	50.9	58.9	49.9	70	53.7	54.6
Plaza La Asunción	Quest SoundPro SE/DL	21.7	90.3	0.56	5	59	65.6	74.3	62.9	72.5	70	73.7

Mediciones de ruido									Temperatura final (°C)	Presión final (kPa)	Velocidad del viento final (m/s)	Máximo	Mínimo	Suma	Nivel Continuo Equivalente	Incertidumbre
7	8	9	10	11	12	13	14	15								
53.1	41.6	48.6	46.7	47.2	49.3	46.8	48.7	48.9	18.6	90.1	1.56	53.1	41.6	61.146863	49.385950	11.94
54.6	45.6	48.5	60.7	46	46.6	47.7	45.4	47.4	20.1	91.2	0.44	60.7	45.4	63.451089	51.690177	17.11
51.3	53.9	62.3	61.7	68.5	64	71.5	58	61.9	20.3	90.1	0.23	81.5	51.3	82.662059	70.901146	30.94
72.5	67.8	70.2	59.5	62.9	63.3	66.8	68.2	58.9	20.1	91.4	0.74	72.5	57.3	78.787129	67.026217	18.04
64.6	61.2	50.7	59.2	63.5	63.2	56.4	57.9	63.8	19.2	90.9	0.53	64.6	50.3	72.023530	60.262617	20.12
66.8	50.2	65.8	59.3	52.6	60.4	62.1	50.7	46.8	19.9	91.1	1.64	73.9	43.8	76.357978	64.597065	32.68
47	51.3	65.8	49.2	43.6	56.4	53.7	47.9	47.9	19.2	90.5	1.09	78.7	43.6	79.348467	67.587554	35.32
69.8	62.9	65	67.2	68.5	58.8	68.5	67.4	67.8	18.9	90.8	1.69	77.2	55.4	80.592841	68.831928	23.16
62.2	57.3	59.9	58.4	70	61.6	60.2	55	58.1	17.9	90.2	1.03	72.3	55	76.914550	65.153637	19.43
59.2	66.9	61.1	59.8	57	69.6	60.8	58.5	63.2	19.8	90.9	0.14	69.6	52.1	75.931697	64.170785	18.66
73.1	61.3	48.6	58.3	53.7	47.1	57.3	61.8	62.1	19.4	90.7	0.14	73.1	47.1	75.843073	64.082161	28.38
68.8	63.6	68.8	62.1	62.5	57.6	59.2	65.7	63.8	20.1	90	0.11	70.2	57.6	77.518900	65.757987	14.52
49.3	61.6	49.1	49.6	52.5	51.7	49.9	51.3	48.1	17.7	90	0.26	61.6	48.1	66.167192	54.406280	16.94
56.7	66.3	51.8	64	52.3	60.1	64.8	50.7	66.6	18.2	90.2	0.14	68.7	49.7	75.651136	63.890223	27.31
65.6	60.9	61.9	55.4	72.5	55.2	57.9	54.1	53.3	19.1	90.9	0.92	72.5	51.9	74.571904	62.810991	21.66
66.6	51.8	56.7	52.9	62.1	49.9	43.1	54.2	58.2	18.6	90.5	0.77	67.8	43.1	71.875249	60.114337	28.44
49.6	59.4	74.3	64.4	66.4	66.1	59.9	50.4	65.7	18.8	90.4	0.62	74.3	45.1	76.97846736	65.21755477	30.71
48.2	42.5	57.1	42.9	43.7	43.1	43.4	66.7	58.7	17.1	90.9	0.05	66.7	42.5	69.75971934	57.99880675	31.31
54.6	63.5	52.3	50.1	61	54.8	71.7	54.7	50.2	18.3	90.2	0.35	74.7	49.9	77.80278628	66.04187369	31.28
73.7	68	61.1	76.3	67.6	68.8	77.7	74.7	67.3	21.5	90.3	0.62	77.7	59	83.83596565	72.07505306	22.26

**Anexo 5. Mediciones de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica diurna para el mes de Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.**

Punto de medición	Sonómetro	Temperatura inicial (°C)	Presión inicial (kPa)	Velocidad del viento inicial	Tiempo de medición (min)	Mediciones de							
						1	2	3	4	5	6	7	8
Residencial La Jolla Villas	Quest SoundPro SE/DL	20.7	90.3	0.05	5	56.7	49.6	46.1	50.7	50	46.7	48.4	49.8
Rumba	Quest SoundPro SE/DL	23.9	91.2	0.11	5	62.7	52.4	53.2	57.9	60.4	55.6	45.1	68.4
Almosí	Quest SoundPro SE/DL	22.8	90.1	0.02	5	65.1	60.5	59.3	70.6	68.7	69	61.3	59.6
Radial Santa Ana - Belén	Quest SoundPro SE/DL	27.4	91.3	0.35	5	64.1	65.5	80.1	63.2	61.9	63.5	64.5	65.7
Restaurante El Sesteo	Quest SoundPro SE/DL	24.3	91	0.41	5	57.5	77.6	51.6	61.6	56.8	61	65.4	53.6
Polideportivo	Quest SoundPro SE/DL	23.1	91.3	0.02	5	53.2	73.4	66.2	59.2	70.7	59.7	70.6	53.4
Cementerio	Quest SoundPro SE/DL	21.4	90.4	0.29	5	65.4	67.3	71.3	71.2	65.5	66.3	67.7	64.4
El Lagar	Quest SoundPro SE/DL	27.8	90.5	0.86	5	63.8	68	65.2	49.3	79.6	69.2	70	76.4
El Arreo	Quest SoundPro SE/DL	23.2	90.2	0.05	5	73.7	68	73.1	67.5	39.3	71	68.7	69.8
La Vianda	Quest SoundPro SE/DL	23.6	90.9	0.05	5	70.4	67.3	50.5	66.6	68.4	70.1	56.8	72
Hacienda Belén	Quest SoundPro SE/DL	23.9	90.3	0.11	5	73	64.5	63.6	70	70	66.5	73.7	75.9
Firestone	Quest SoundPro SE/DL	21.9	90.1	0.41	5	71.1	70.4	79.3	65.2	66.7	61.8	72	66.2
Hard Rock Café	Quest SoundPro SE/DL	22.4	90.2	0.05	5	48.4	48.2	47.7	47.9	48.6	47.6	47.6	47.3
Hotel Marriot	Quest SoundPro SE/DL	23.9	90.3	0.17	5	71.2	60.9	65.5	71.2	59.7	60.2	58.5	54.3
Municipalidad	Quest SoundPro SE/DL	22.9	90.7	0.14	5	59.6	54.5	66.7	52.9	50.4	64.6	54.7	59.9
Lubricentro La Ribera	Quest SoundPro SE/DL	29.1	90.6	0.2	5	58.8	63.3	58.3	64.1	73.8	60.7	67.5	64.9
Urbanización Zayqui	Quest SoundPro SE/DL	26.9	90.6	0.68	5	58.6	60.1	61.5	57.8	59.9	62.9	82	66.8
Ojo de Agua	Quest SoundPro SE/DL	22.4	90.5	0.77	5	64.3	59.9	66.9	74.2	65.3	65.4	58.7	58
Barrio San José	Quest SoundPro SE/DL	23.6	90.4	1.25	5	67.3	51.3	55.3	68.6	61.5	57.8	51.4	70.2
Plaza La Asunción	Quest SoundPro SE/DL	22.6	90.1	0.05	5	71.5	77.7	76	73	62.5	67.6	76.5	68.2

Mediciones de ruido										Temperatura final (°C)	Presión final (kPa)	Velocidad del viento final (m/s)	Máximo	Mínimo	Suma	Nivel Continuo Equivalente	Incertidumbre
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15								
6.7	48.4	49.8	45.7	45.3	45.6	45.4	48.6	51	48.9	20.7	90.3	0.26	56.7	45.3	61.603485	49.842572	12.70
5.6	45.1	68.4	55.6	63.7	38.6	52.4	62.3	43	53.8	22.6	91.1	0.14	68.4	38.6	72.073119	60.312206	30.85
6.9	61.3	59.6	74.6	58.6	64	60.1	81.2	65.8	59	22.4	90.1	0.23	81.2	58.6	83.092677	71.331764	25.76
3.5	64.5	65.7	61.2	57.7	60.7	62.1	63.2	56.4	56.5	27.4	91.3	0.35	80.1	56.4	81.090204	69.329291	22.11
6.1	65.4	53.6	63.3	67	61.6	55.7	55.3	68.1	61.5	24.7	91	0.59	77.6	51.6	79.154266	67.393353	25.89
9.7	70.6	53.4	66.9	62	64.1	60.9	59.6	60.6	55	22.5	91	0.08	73.4	53.2	78.070564	66.309651	24.50
6.3	67.7	64.4	65.5	82.9	58.1	58.5	59.2	71.9	62.2	21.7	90.4	0.26	82.9	58.1	84.310938	72.550025	24.75
9.2	70	76.4	78.1	76.8	66.7	71.5	74.2	74.2	71.5	27.8	90.9	1.12	79.6	49.3	85.601901	73.840989	28.67
7.1	68.7	69.8	75.4	63	62.3	65.5	62.6	66.3	63.6	22.1	90.2	0.17	75.4	39.3	81.324042	69.563130	31.70
0.1	56.8	72	64.9	62.6	67.5	68.9	57.7	63.7	69.2	23.3	90.9	0.02	72	50.5	79.245045	67.484133	23.57
6.5	73.7	75.9	72.2	55.8	60.4	83.7	63.9	74.4	73.3	24.7	70.4	0.38	83.7	55.8	86.188297	74.427384	27.10
1.8	72	66.2	65.4	67.6	72	68.3	63.8	71.5	65.1	22	90.1	0.23	79.3	61.8	82.789195	71.028283	17.76
7.6	47.6	47.3	48.1	48.8	48.2	47.3	48.2	48.5	48.8	22.8	90.2	0.02	48.8	47.3	59.867487	48.106574	6.22
0.2	58.5	54.3	61.7	58.5	65.2	57.3	67.9	66.4	57.4	24.4	90.3	0.53	71.2	54.3	77.094147	65.333234	20.85
4.6	54.7	59.9	51.8	61.4	57.4	64.9	62.8	55.7	63.5	23.9	90.9	0.05	66.7	50.4	73.014536	61.253623	20.91
0.7	67.5	64.9	54.6	54.7	73.9	74.4	66.2	62.4	68.6	28.6	90.6	0.17	74.4	54.6	80.246650	68.485738	25.28
2.9	82	66.8	62.8	71.7	58.3	53.5	67.4	74	69.14	26.3	90.5	0.53	82	53.5	83.54837703	71.78746444	28.50
5.4	58.7	58	84.1	76.4	65	67.1	67.7	63.4	58.9	22.9	91.1	0.89	84.1	58	85.57425167	73.81333908	27.62
7.8	51.4	70.2	59.3	71	59.9	48.1	50.2	62.9	65.3	23.9	90.4	0.08	71	48.1	76.59326917	64.83235658	28.92
7.6	76.5	68.2	73.2	68.9	63.4	74.5	70.5	70.1	66.8	22.7	90.3	0.2	77.7	62.5	84.42240594	72.66149335	18.47

**Anexo 6. Mediciones de ruido en los sitios de muestreo por contaminación acústica nocturno para el mes de Diciembre, Belén, Costa Rica, 2015.**

Punto de medición	Sonómetro	Temperatura inicial (°C)	Presión inicial (kPa)	Velocidad del viento inicial	Tiempo de medición (min)	M						
						1	2	3	4	5	6	7
Residencial La Jolla Villas	Quest SoundPro SE/DL	21.3	90.9	0.08	5	47.9	49.8	49.2	48.3	46.7	48.5	47.9
Rumba	Quest SoundPro SE/DL	22.2	91.3	0.05	5	39.7	50.2	36.5	37	36.7	38.4	39.6
Almosi	Quest SoundPro SE/DL	21.6	90.1	1.43	5	53.2	47.8	50.7	51.2	47.3	51.8	52.2
Radial Santa Ana - Belén	Quest SoundPro SE/DL	21.2	91.2	0.11	5	58.8	71.4	67.7	63.2	64.6	77.1	53.8
Restaurante El Sesteo	Quest SoundPro SE/DL	21.1	90.8	0.32	5	39.1	51.2	40.4	40.4	39.3	51	39.3
Polideportivo	Quest SoundPro SE/DL	21.2	91	0.26	5	44.6	64.2	53	67.1	49.4	43.6	54.5
Cementerio	Quest SoundPro SE/DL	21.7	90.4	0.26	5	60.5	59	56.1	52.2	54.4	52.6	63.7
El Lagar	Quest SoundPro SE/DL	21.9	91	0.68	5	60.9	71.6	62	67.1	54.8	53.7	77.1
Larreo	Quest SoundPro SE/DL	21.9	91	0.68	5	60.9	71.6	62	67.1	54.8	53.7	77.1
La Vianda	Quest SoundPro SE/DL	21.8	90.4	0.5	5	66.3	43.5	52.3	43.9	45.5	47.8	48.9
Hacienda Belén	Quest SoundPro SE/DL	19.8	89.4	0.44	5	42.2	42.5	52.9	58.3	54.2	47	49.3
Firestone	Quest SoundPro SE/DL	20.7	89.9	0.35	5	57.2	60.6	58.6	56.1	66.8	61.1	57.2
Hard Rock Café	Quest SoundPro SE/DL	22.1	90.3	0.05	5	46.2	45.9	46.9	46.7	47.1	48.2	49.2
Hotel Marriot	Quest SoundPro SE/DL	21.3	90.4	0.17	5	70.1	59.2	59.1	61	65.1	58.5	60
Municipalidad	Quest SoundPro SE/DL	22.1	91	0.11	5	50.6	50.4	43	47.9	57.1	54.6	64.3
Lubricentro La Ribera	Quest SoundPro SE/DL	21.9	91	0.14	5	63.2	74.8	69.9	67.8	76.7	44.2	48.2
Urbanización Zayqui	Quest SoundPro SE/DL	21.4	90.1	0.32	5	40.9	41.5	42.8	56	46.5	43.4	49.8
Ojo de Agua	Quest SoundPro SE/DL	21.7	90.1	0.53	5	47.9	53.7	54.1	53.6	61.4	53.9	45.9
Barrio San José	Quest SoundPro SE/DL	22.7	90.3	0.02	5	60.9	69	55.5	70.7	61.3	68.5	57.9
Plaza La Asunción	Quest SoundPro SE/DL	21.7	90.4	0.14	5	69.7	64.6	68.6	63.9	58.2	53.6	72.5

Mediciones de ruido									Temperatura final (°C)	Presión final (kPa)	Velocidad del viento final (m/s)	Máximo	Mínimo	Suma	Nivel Continuo Equivalente	Incertidumbre
8	9	10	11	12	13	14	15									
47.1	46.3	51.6	48.7	49.8	50	49.8	47.8	21.1	90.2	0.23	51.6	46.3	60.6109215	48.850009	7.66	
44.7	39.1	40.4	36.9	37.2	36.3	36	37	22.3	91.3	0.05	50.2	36	53.3495543	41.588642	16.18	
53.4	51.6	46.5	58.2	48.9	45.6	44.6	46.4	21.6	90.1	2.04	58.2	44.6	63.3135144	51.552602	15.08	
58.8	53.2	77	60.9	57.5	47.7	48.4	69.2	20.8	91.2	0.29	77.1	47.7	81.4074289	69.646516	34.14	
39.9	39.1	55.2	41.4	40.3	39.3	40	44.2	21	90.8	0.08	55.2	39.1	58.5923664	46.831454	21.15	
47.8	72	47.7	43.4	45.7	55.4	49.4	54.7	21.1	91.2	0.05	72	43.4	74.0028147	62.241902	32.64	
64.6	43	44.1	41.7	43.7	41.8	38.8	39.6	21.6	90.4	0.44	64.6	38.8	69.1861060	57.425193	33.47	
80.3	82.7	67.4	72.3	67.4	71.5	76.4	45.6	23.1	91	0.83	82.7	45.6	86.5645076	74.803595	37.43	
80.3	82.7	67.4	72.3	67.4	71.5	76.4	45.6	23.1	91	0.83	82.7	45.6	86.5645076	74.803595	37.43	
47.9	46.8	47.2	44.6	62.6	53.5	56	45.5	21.8	90.8	0.41	66.3	43.5	68.6474365	56.886524	26.50	
65.3	65.9	52.9	45.5	47.5	46	51.7	45.3	19.5	90.1	1.12	65.9	42.2	69.5860709	57.825158	28.32	
57.7	54	55.5	52.2	60.5	54.1	61.1	51.7	20.8	89.9	1.28	66.8	51.7	71.3290482	59.568136	16.31	
46.6	46.2	48.3	46.7	48.2	48.2	48	46.4	23.4	90.3	0.05	49.2	45.9	59.1250810	47.364168	7.34	
70.8	59.7	62	59.2	61	58.6	59.6	63	21.2	90.4	0.02	70.8	58.5	75.8369200	64.076007	16.12	
50.9	47.7	49.3	62.7	44.8	42	43.1	46.7	22.4	91	0.17	64.3	42	67.8112509	56.050338	26.33	
55.8	53.3	44.6	49.9	78.8	65.5	45.2	59.1	21.4	90.6	0.11	78.8	44.2	82.4532769	70.692364	41.97	
47.1	41.5	42.8	54.7	55.2	45.4	42.6	61.6	21.6	90.4	0.56	61.6	40.9	64.4942651	52.733353	25.39	
45.5	53.5	52.5	67	48.7	46.4	45.3	57.4	22.2	91	0.38	67	45.3	69.3435855	57.582673	24.34	
62.3	58.6	69.9	52.4	55.8	59.7	66.1	54.1	21.7	90.3	0.02	70.7	52.4	76.8426598	65.081747	23.83	
70.6	57.4	54	60.8	55.7	55.6	74.5	70.2	22.2	90.4	0.08	74.5	53.6	79.7063728	67.945460	28.01	

**Anexo 7.** Cuadro de números al azar para los sitios de muestreo denunciados por contaminación acústica Belén, Costa Rica, 2015.

Horario diurno

06:00 a.m.	07:01 a.m.	08:02 a.m.	04:02 p.m.	05:03 p.m.	06:04 p.m.
06:01 a.m.	07:02 a.m.	08:03 a.m.	04:03 p.m.	05:04 p.m.	06:05 p.m.
06:02 a.m.	07:03 a.m.	08:04 a.m.	04:04 p.m.	05:05 p.m.	06:06 p.m.
06:03 a.m.	07:04 a.m.	08:05 a.m.	04:05 p.m.	05:06 p.m.	06:07 p.m.
06:04 a.m.	07:05 a.m.	08:06 a.m.	04:06 p.m.	05:07 p.m.	06:08 p.m.
06:05 a.m.	07:06 a.m.	08:07 a.m.	04:07 p.m.	05:08 p.m.	06:09 p.m.
06:06 a.m.	07:07 a.m.	08:08 a.m.	04:08 p.m.	05:09 p.m.	06:10 p.m.
06:07 a.m.	07:08 a.m.	08:09 a.m.	04:09 p.m.	05:10 p.m.	06:11 p.m.
06:08 a.m.	07:09 a.m.	08:10 a.m.	04:10 p.m.	05:11 p.m.	06:12 p.m.
06:09 a.m.	07:10 a.m.	08:11 a.m.	04:11 p.m.	05:12 p.m.	06:13 p.m.
06:10 a.m.	07:11 a.m.	08:12 a.m.	04:12 p.m.	05:13 p.m.	06:14 p.m.
06:11 a.m.	07:12 a.m.	08:13 a.m.	04:13 p.m.	05:14 p.m.	06:15 p.m.
06:12 a.m.	07:13 a.m.	08:14 a.m.	04:14 p.m.	05:15 p.m.	06:16 p.m.
06:13 a.m.	07:14 a.m.	08:15 a.m.	04:15 p.m.	05:16 p.m.	06:17 p.m.
06:14 a.m.	07:15 a.m.	08:16 a.m.	04:16 p.m.	05:17 p.m.	06:18 p.m.
06:15 a.m.	07:16 a.m.	08:17 a.m.	04:17 p.m.	05:18 p.m.	06:19 p.m.
06:16 a.m.	07:17 a.m.	08:18 a.m.	04:18 p.m.	05:19 p.m.	06:20 p.m.
06:17 a.m.	07:18 a.m.	08:19 a.m.	04:19 p.m.	05:20 p.m.	06:21 p.m.
06:18 a.m.	07:19 a.m.	08:20 a.m.	04:20 p.m.	05:21 p.m.	06:22 p.m.
06:19 a.m.	07:20 a.m.	08:21 a.m.	04:21 p.m.	05:22 p.m.	06:23 p.m.
06:20 a.m.	07:21 a.m.	08:22 a.m.	04:22 p.m.	05:23 p.m.	06:24 p.m.
06:21 a.m.	07:22 a.m.	08:23 a.m.	04:23 p.m.	05:24 p.m.	06:25 p.m.
06:22 a.m.	07:23 a.m.	08:24 a.m.	04:24 p.m.	05:25 p.m.	06:26 p.m.
06:23 a.m.	07:24 a.m.	08:25 a.m.	04:25 p.m.	05:26 p.m.	06:27 p.m.

06:24 a.m.	07:25 a.m.	08:26 a.m.	04:26 p.m.	05:27 p.m.	06:28 p.m.
06:25 a.m.	07:26 a.m.	08:27 a.m.	04:27 p.m.	05:28 p.m.	06:29 p.m.
06:26 a.m.	07:27 a.m.	08:28 a.m.	04:28 p.m.	05:29 p.m.	06:30 p.m.
06:27 a.m.	07:28 a.m.	08:29 a.m.	04:29 p.m.	05:30 p.m.	06:31 p.m.
06:28 a.m.	07:29 a.m.	08:30 a.m.	04:30 p.m.	05:31 p.m.	06:32 p.m.
06:29 a.m.	07:30 a.m.	08:31 a.m.	04:31 p.m.	05:32 p.m.	06:33 p.m.
06:30 a.m.	07:31 a.m.	08:32 a.m.	04:32 p.m.	05:33 p.m.	06:34 p.m.
06:31 a.m.	07:32 a.m.	08:33 a.m.	04:33 p.m.	05:34 p.m.	06:35 p.m.
06:32 a.m.	07:33 a.m.	08:34 a.m.	04:34 p.m.	05:35 p.m.	06:36 p.m.
06:33 a.m.	07:34 a.m.	08:35 a.m.	04:35 p.m.	05:36 p.m.	06:37 p.m.
06:34 a.m.	07:35 a.m.	08:36 a.m.	04:36 p.m.	05:37 p.m.	06:38 p.m.
06:35 a.m.	07:36 a.m.	08:37 a.m.	04:37 p.m.	05:38 p.m.	06:39 p.m.
06:36 a.m.	07:37 a.m.	08:38 a.m.	04:38 p.m.	05:39 p.m.	06:40 p.m.
06:37 a.m.	07:38 a.m.	08:39 a.m.	04:39 p.m.	05:40 p.m.	06:41 p.m.
06:38 a.m.	07:39 a.m.	08:40 a.m.	04:40 p.m.	05:41 p.m.	06:42 p.m.
06:39 a.m.	07:40 a.m.	08:41 a.m.	04:41 p.m.	05:42 p.m.	06:43 p.m.
06:40 a.m.	07:41 a.m.	08:42 a.m.	04:42 p.m.	05:43 p.m.	06:44 p.m.
06:41 a.m.	07:42 a.m.	08:43 a.m.	04:43 p.m.	05:44 p.m.	06:45 p.m.
06:42 a.m.	07:43 a.m.	08:44 a.m.	04:44 p.m.	05:45 p.m.	06:46 p.m.
06:43 a.m.	07:44 a.m.	08:45 a.m.	04:45 p.m.	05:46 p.m.	06:47 p.m.
06:44 a.m.	07:45 a.m.	08:46 a.m.	04:46 p.m.	05:47 p.m.	06:48 p.m.
06:45 a.m.	07:46 a.m.	08:47 a.m.	04:47 p.m.	05:48 p.m.	06:49 p.m.
06:46 a.m.	07:47 a.m.	08:48 a.m.	04:48 p.m.	05:49 p.m.	06:50 p.m.
06:47 a.m.	07:48 a.m.	08:49 a.m.	04:49 p.m.	05:50 p.m.	06:51 p.m.
06:48 a.m.	07:49 a.m.	08:50 a.m.	04:50 p.m.	05:51 p.m.	06:52 p.m.
06:49 a.m.	07:50 a.m.	08:51 a.m.	04:51 p.m.	05:52 p.m.	06:53 p.m.
06:50 a.m.	07:51 a.m.	08:52 a.m.	04:52 p.m.	05:53 p.m.	06:54 p.m.
06:51 a.m.	07:52 a.m.	08:53 a.m.	04:53 p.m.	05:54 p.m.	06:55 p.m.
06:52 a.m.	07:53 a.m.	08:54 a.m.	04:54 p.m.	05:55 p.m.	06:56 p.m.

06:53 a.m.	07:54 a.m.	08:55 a.m.	04:55 p.m.	05:56 p.m.	06:57 p.m.
06:54 a.m.	07:55 a.m.	08:56 a.m.	04:56 p.m.	05:57 p.m.	06:58 p.m.
06:55 a.m.	07:56 a.m.	08:57 a.m.	04:57 p.m.	05:58 p.m.	06:59 p.m.
06:56 a.m.	07:57 a.m.	08:58 a.m.	04:58 p.m.	05:59 p.m.	07:00 p.m.
06:57 a.m.	07:58 a.m.	08:59 a.m.	04:59 p.m.	06:00 p.m.	
06:58 a.m.	07:59 a.m.	09:00 a.m.	05:00 p.m.	06:01 p.m.	
06:59 a.m.	08:00 a.m.	04:00 p.m.	05:01 p.m.	06:02 p.m.	
07:00 a.m.	08:01 a.m.	04:01 p.m.	05:02 p.m.	06:03 p.m.	

### Horario nocturno

08:01 p.m.	09:01 p.m.	10:01 p.m.	11:01 p.m.	12:01 a.m.	01:01 a.m.	02:01 a.m.	03:01 a.m.	04:01 a.m.	05:01 a.m.
08:02 p.m.	09:02 p.m.	10:02 p.m.	11:02 p.m.	12:02 a.m.	01:02 a.m.	02:02 a.m.	03:02 a.m.	04:02 a.m.	05:02 a.m.
08:03 p.m.	09:03 p.m.	10:03 p.m.	11:03 p.m.	12:03 a.m.	01:03 a.m.	02:03 a.m.	03:03 a.m.	04:03 a.m.	05:03 a.m.
08:04 p.m.	09:04 p.m.	10:04 p.m.	11:04 p.m.	12:04 a.m.	01:04 a.m.	02:04 a.m.	03:04 a.m.	04:04 a.m.	05:04 a.m.
08:05 p.m.	09:05 p.m.	10:05 p.m.	11:05 p.m.	12:05 a.m.	01:05 a.m.	02:05 a.m.	03:05 a.m.	04:05 a.m.	05:05 a.m.
08:06 p.m.	09:06 p.m.	10:06 p.m.	11:06 p.m.	12:06 a.m.	01:06 a.m.	02:06 a.m.	03:06 a.m.	04:06 a.m.	05:06 a.m.
08:07 p.m.	09:07 p.m.	10:07 p.m.	11:07 p.m.	12:07 a.m.	01:07 a.m.	02:07 a.m.	03:07 a.m.	04:07 a.m.	05:07 a.m.
08:08 p.m.	09:08 p.m.	10:08 p.m.	11:08 p.m.	12:08 a.m.	01:08 a.m.	02:08 a.m.	03:08 a.m.	04:08 a.m.	05:08 a.m.
08:09 p.m.	09:09 p.m.	10:09 p.m.	11:09 p.m.	12:09 a.m.	01:09 a.m.	02:09 a.m.	03:09 a.m.	04:09 a.m.	05:09 a.m.
08:10 p.m.	09:10 p.m.	10:10 p.m.	11:10 p.m.	12:10 a.m.	01:10 a.m.	02:10 a.m.	03:10 a.m.	04:10 a.m.	05:10 a.m.
08:11 p.m.	09:11 p.m.	10:11 p.m.	11:11 p.m.	12:11 a.m.	01:11 a.m.	02:11 a.m.	03:11 a.m.	04:11 a.m.	05:11 a.m.
08:12 p.m.	09:12 p.m.	10:12 p.m.	11:12 p.m.	12:12 a.m.	01:12 a.m.	02:12 a.m.	03:12 a.m.	04:12 a.m.	05:12 a.m.
08:13 p.m.	09:13 p.m.	10:13 p.m.	11:13 p.m.	12:13 a.m.	01:13 a.m.	02:13 a.m.	03:13 a.m.	04:13 a.m.	05:13 a.m.
08:14 p.m.	09:14 p.m.	10:14 p.m.	11:14 p.m.	12:14 a.m.	01:14 a.m.	02:14 a.m.	03:14 a.m.	04:14 a.m.	05:14 a.m.
08:15 p.m.	09:15 p.m.	10:15 p.m.	11:15 p.m.	12:15 a.m.	01:15 a.m.	02:15 a.m.	03:15 a.m.	04:15 a.m.	05:15 a.m.
08:16 p.m.	09:16 p.m.	10:16 p.m.	11:16 p.m.	12:16 a.m.	01:16 a.m.	02:16 a.m.	03:16 a.m.	04:16 a.m.	05:16 a.m.
08:17 p.m.	09:17 p.m.	10:17 p.m.	11:17 p.m.	12:17 a.m.	01:17 a.m.	02:17 a.m.	03:17 a.m.	04:17 a.m.	05:17 a.m.

08:18 p.m.	09:18 p.m.	10:18 p.m.	11:18 p.m.	12:18 a.m.	01:18 a.m.	02:18 a.m.	03:18 a.m.	04:18 a.m.	05:18 a.m.
08:19 p.m.	09:19 p.m.	10:19 p.m.	11:19 p.m.	12:19 a.m.	01:19 a.m.	02:19 a.m.	03:19 a.m.	04:19 a.m.	05:19 a.m.
08:20 p.m.	09:20 p.m.	10:20 p.m.	11:20 p.m.	12:20 a.m.	01:20 a.m.	02:20 a.m.	03:20 a.m.	04:20 a.m.	05:20 a.m.
08:21 p.m.	09:21 p.m.	10:21 p.m.	11:21 p.m.	12:21 a.m.	01:21 a.m.	02:21 a.m.	03:21 a.m.	04:21 a.m.	05:21 a.m.
08:22 p.m.	09:22 p.m.	10:22 p.m.	11:22 p.m.	12:22 a.m.	01:22 a.m.	02:22 a.m.	03:22 a.m.	04:22 a.m.	05:22 a.m.
08:23 p.m.	09:23 p.m.	10:23 p.m.	11:23 p.m.	12:23 a.m.	01:23 a.m.	02:23 a.m.	03:23 a.m.	04:23 a.m.	05:23 a.m.
08:24 p.m.	09:24 p.m.	10:24 p.m.	11:24 p.m.	12:24 a.m.	01:24 a.m.	02:24 a.m.	03:24 a.m.	04:24 a.m.	05:24 a.m.
08:25 p.m.	09:25 p.m.	10:25 p.m.	11:25 p.m.	12:25 a.m.	01:25 a.m.	02:25 a.m.	03:25 a.m.	04:25 a.m.	05:25 a.m.
08:26 p.m.	09:26 p.m.	10:26 p.m.	11:26 p.m.	12:26 a.m.	01:26 a.m.	02:26 a.m.	03:26 a.m.	04:26 a.m.	05:26 a.m.
08:27 p.m.	09:27 p.m.	10:27 p.m.	11:27 p.m.	12:27 a.m.	01:27 a.m.	02:27 a.m.	03:27 a.m.	04:27 a.m.	05:27 a.m.
08:28 p.m.	09:28 p.m.	10:28 p.m.	11:28 p.m.	12:28 a.m.	01:28 a.m.	02:28 a.m.	03:28 a.m.	04:28 a.m.	05:28 a.m.
08:29 p.m.	09:29 p.m.	10:29 p.m.	11:29 p.m.	12:29 a.m.	01:29 a.m.	02:29 a.m.	03:29 a.m.	04:29 a.m.	05:29 a.m.
08:30 p.m.	09:30 p.m.	10:30 p.m.	11:30 p.m.	12:30 a.m.	01:30 a.m.	02:30 a.m.	03:30 a.m.	04:30 a.m.	05:30 a.m.
08:31 p.m.	09:31 p.m.	10:31 p.m.	11:31 p.m.	12:31 a.m.	01:31 a.m.	02:31 a.m.	03:31 a.m.	04:31 a.m.	05:31 a.m.
08:32 p.m.	09:32 p.m.	10:32 p.m.	11:32 p.m.	12:32 a.m.	01:32 a.m.	02:32 a.m.	03:32 a.m.	04:32 a.m.	05:32 a.m.
08:33 p.m.	09:33 p.m.	10:33 p.m.	11:33 p.m.	12:33 a.m.	01:33 a.m.	02:33 a.m.	03:33 a.m.	04:33 a.m.	05:33 a.m.
08:34 p.m.	09:34 p.m.	10:34 p.m.	11:34 p.m.	12:34 a.m.	01:34 a.m.	02:34 a.m.	03:34 a.m.	04:34 a.m.	05:34 a.m.
08:35 p.m.	09:35 p.m.	10:35 p.m.	11:35 p.m.	12:35 a.m.	01:35 a.m.	02:35 a.m.	03:35 a.m.	04:35 a.m.	05:35 a.m.
08:36 p.m.	09:36 p.m.	10:36 p.m.	11:36 p.m.	12:36 a.m.	01:36 a.m.	02:36 a.m.	03:36 a.m.	04:36 a.m.	05:36 a.m.
08:37 p.m.	09:37 p.m.	10:37 p.m.	11:37 p.m.	12:37 a.m.	01:37 a.m.	02:37 a.m.	03:37 a.m.	04:37 a.m.	05:37 a.m.
08:38 p.m.	09:38 p.m.	10:38 p.m.	11:38 p.m.	12:38 a.m.	01:38 a.m.	02:38 a.m.	03:38 a.m.	04:38 a.m.	05:38 a.m.
08:39 p.m.	09:39 p.m.	10:39 p.m.	11:39 p.m.	12:39 a.m.	01:39 a.m.	02:39 a.m.	03:39 a.m.	04:39 a.m.	05:39 a.m.
08:40 p.m.	09:40 p.m.	10:40 p.m.	11:40 p.m.	12:40 a.m.	01:40 a.m.	02:40 a.m.	03:40 a.m.	04:40 a.m.	05:40 a.m.
08:41 p.m.	09:41 p.m.	10:41 p.m.	11:41 p.m.	12:41 a.m.	01:41 a.m.	02:41 a.m.	03:41 a.m.	04:41 a.m.	05:41 a.m.
08:42 p.m.	09:42 p.m.	10:42 p.m.	11:42 p.m.	12:42 a.m.	01:42 a.m.	02:42 a.m.	03:42 a.m.	04:42 a.m.	05:42 a.m.
08:43 p.m.	09:43 p.m.	10:43 p.m.	11:43 p.m.	12:43 a.m.	01:43 a.m.	02:43 a.m.	03:43 a.m.	04:43 a.m.	05:43 a.m.
08:44 p.m.	09:44 p.m.	10:44 p.m.	11:44 p.m.	12:44 a.m.	01:44 a.m.	02:44 a.m.	03:44 a.m.	04:44 a.m.	05:44 a.m.
08:45 p.m.	09:45 p.m.	10:45 p.m.	11:45 p.m.	12:45 a.m.	01:45 a.m.	02:45 a.m.	03:45 a.m.	04:45 a.m.	05:45 a.m.
08:46 p.m.	09:46 p.m.	10:46 p.m.	11:46 p.m.	12:46 a.m.	01:46 a.m.	02:46 a.m.	03:46 a.m.	04:46 a.m.	05:46 a.m.

08:47 p.m.	09:47 p.m.	10:47 p.m.	11:47 p.m.	12:47 a.m.	01:47 a.m.	02:47 a.m.	03:47 a.m.	04:47 a.m.	05:47 a.m.
08:48 p.m.	09:48 p.m.	10:48 p.m.	11:48 p.m.	12:48 a.m.	01:48 a.m.	02:48 a.m.	03:48 a.m.	04:48 a.m.	05:48 a.m.
08:49 p.m.	09:49 p.m.	10:49 p.m.	11:49 p.m.	12:49 a.m.	01:49 a.m.	02:49 a.m.	03:49 a.m.	04:49 a.m.	05:49 a.m.
08:50 p.m.	09:50 p.m.	10:50 p.m.	11:50 p.m.	12:50 a.m.	01:50 a.m.	02:50 a.m.	03:50 a.m.	04:50 a.m.	05:50 a.m.
08:51 p.m.	09:51 p.m.	10:51 p.m.	11:51 p.m.	12:51 a.m.	01:51 a.m.	02:51 a.m.	03:51 a.m.	04:51 a.m.	05:51 a.m.
08:52 p.m.	09:52 p.m.	10:52 p.m.	11:52 p.m.	12:52 a.m.	01:52 a.m.	02:52 a.m.	03:52 a.m.	04:52 a.m.	05:52 a.m.
08:53 p.m.	09:53 p.m.	10:53 p.m.	11:53 p.m.	12:53 a.m.	01:53 a.m.	02:53 a.m.	03:53 a.m.	04:53 a.m.	05:53 a.m.
08:54 p.m.	09:54 p.m.	10:54 p.m.	11:54 p.m.	12:54 a.m.	01:54 a.m.	02:54 a.m.	03:54 a.m.	04:54 a.m.	05:54 a.m.
08:55 p.m.	09:55 p.m.	10:55 p.m.	11:55 p.m.	12:55 a.m.	01:55 a.m.	02:55 a.m.	03:55 a.m.	04:55 a.m.	05:55 a.m.
08:56 p.m.	09:56 p.m.	10:56 p.m.	11:56 p.m.	12:56 a.m.	01:56 a.m.	02:56 a.m.	03:56 a.m.	04:56 a.m.	05:56 a.m.
08:57 p.m.	09:57 p.m.	10:57 p.m.	11:57 p.m.	12:57 a.m.	01:57 a.m.	02:57 a.m.	03:57 a.m.	04:57 a.m.	05:57 a.m.
08:58 p.m.	09:58 p.m.	10:58 p.m.	11:58 p.m.	12:58 a.m.	01:58 a.m.	02:58 a.m.	03:58 a.m.	04:58 a.m.	05:58 a.m.
08:59 p.m.	09:59 p.m.	10:59 p.m.	11:59 p.m.	12:59 a.m.	01:59 a.m.	02:59 a.m.	03:59 a.m.	04:59 a.m.	05:59 a.m.
09:00 p.m.	10:00 p.m.	11:00 p.m.	12:00 a.m.	01:00 a.m.	02:00 a.m.	03:00 a.m.	04:00 a.m.	05:00 a.m.	