

EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE RUIDO EN EL AREA URBANA DE CUENCA Y ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDO 2014

1 ANTECEDENTES

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca (GAD) a través de la Comisión de Gestión ambiental y la Universidad del Azuay (UDA) a través del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE), desde el año 2009 han venido investigando el comportamiento de las emisiones sonoras en la ciudad de Cuenca, es así que en el año 2010 se pudo concluir con el proyecto denominado: “Determinación del índice de calidad ambiental de la ciudad de Cuenca”, uno de los indicadores utilizados fue el de las emisiones de ruido. Posteriormente en el año 2012 se elabora el mapa de ruido del área urbana de Cuenca.

En el año 2013 la Universidad del Azuay continua con el monitoreo en la ciudad ampliando el número de puntos de muestreo de 30 puntos que se tenía inicialmente a 119 puntos.

Lo que se pretende es contar con información que nos permita establecer los cambios y la dinámica que ha tenido el ruido en la ciudad, poder evaluar si las acciones emprendidas por el GAD municipal de Cuenca encaminadas a disminuir la contaminación acústica, como es la campaña denominada “Bájale al ruido” tuvo el resultado esperado o caso contrario, plantear nuevas estrategias tendientes a disminuir los niveles de contaminación acústica.

En la actualidad nuevamente en coordinación con la Comisión de Gestión Ambiental se plantea evaluar las emisiones de ruido en el año 2014 y actualizar el mapa de ruido, para lo cual se suscribe a los 7 días de mayo de 2014 el Convenio de cooperación interinstitucional entre el GAD municipal de Cuenca y la Universidad del Azuay.

Con fecha 3 de junio de 2014 se recibe el anticipo de parte del GAD municipal, fecha desde la cual se da inicio con la ejecución del proyecto.

Es de mencionar que inicialmente se propuso evaluar la información del año 2103, sin embargo al detectar errores en los datos levantados durante este período, en el presente proyecto se realizarán las comparaciones de información de los años: 2009, 2012 y 2014.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.- *Evaluar las emisiones de ruido en el área urbana de Cuenca y elaborar el mapa de ruido 2014*, sobre la base de la información levantada durante los años 2009, 2012 y 2014.

2.2.- Objetivos específicos:

- a) Evaluación de las emisiones sonoras en la ciudad de Cuenca en tres períodos.
- b) Registro de ruido ambiente 2014 en al menos 30 sitios de monitoreo permanente.
- c) Comparación de metodologías de elaboración de mapas de ruido.
- d) Generación del mapa de ruido 2014.
- e) Publicación impresa y en digital del proyecto.

3 METODOLOGÍA

Las actividades a desarrollar se describen a continuación:

1. Se parte de establecer como puntos de muestreo los treinta puntos que fueron determinados en el proyecto del año 2012.
2. Se realizan las mediciones correspondientes y se procede a la sistematización de la información.
3. Con la información levantada, se procede a realizar un diagnóstico y análisis de la situación actual de las emisiones sonoras en la ciudad de Cuenca.
4. Se efectúan análisis y comparación del comportamiento de las emisiones sonoras en los tres períodos: 2009, 2012 y 2014.
5. De manera paralela con los datos levantados y sobre la base de la utilización de métodos estadísticos, se elabora el Modelamiento teórico del ruido en la ciudad de Cuenca.
6. Como producto final se diseña la publicación de los datos, la evaluación y el mapa de ruido correspondiente al año 2014.

4 LEVANTAMIENTO DE DATOS

4.1 Puntos de muestreo

El levantamiento de la información de las emisiones sonoras para el presente proyecto se efectúa en el marco de establecer un historial de datos que nos permita realizar comparaciones y evaluar el comportamiento del ruido en estos últimos años, razón por la cual el equipo técnico de la CGA y de la Universidad del Azuay plantearon que los sitios de monitoreo se mantengan.

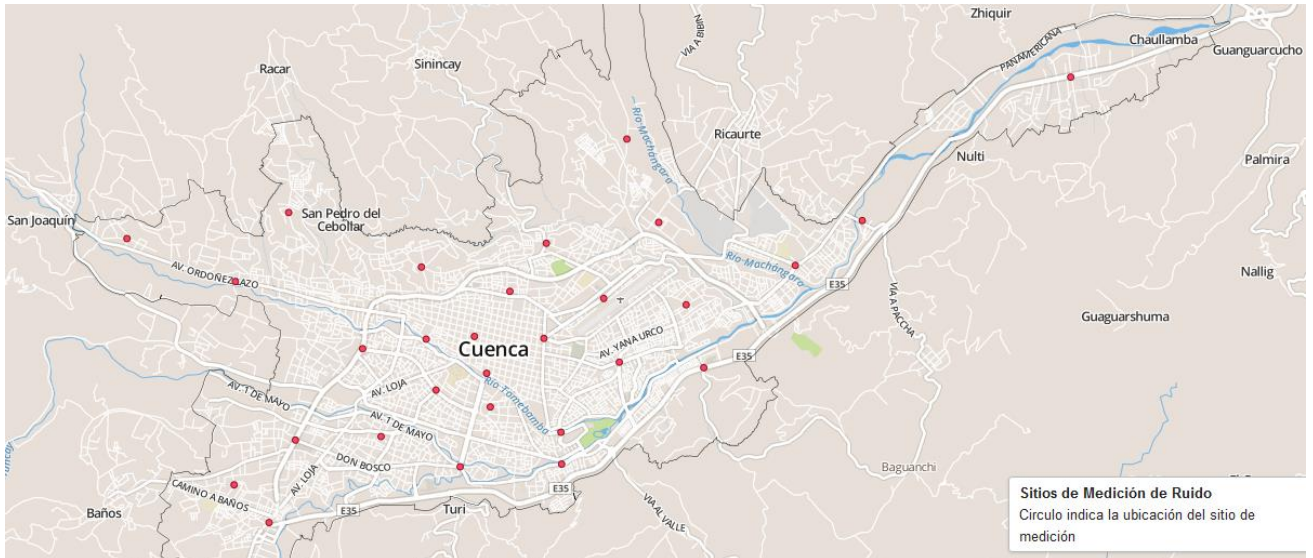
Los puntos a muestrear, inicialmente se determinaron sobre la base del análisis de factores como son: el tráfico vehicular, características físicas de las vías, seguridad de la zona para mantener los equipos e instrumental necesario para el levantamiento de datos.

Cuadro N° 1.- Sitios de monitoreo 2014

N°	Punto medido (sector)	Calle principal	Calle secundaria
R_01	Estadio	Del Estadio	José Peralta
R_02	Gapal	Av. 24 de mayo	Las Herrerías
R_03	Aeropuerto	Av. España	Elia Liut
R_04	Tres Puentes	Primero de Mayo	Fray Vicente Solano
R_05	Frutillados (Remigio Crespo)	Remigio Crespo	Ricardo Muñoz
R_06	Hospital regional	Av. 12 de Abril	Av. del Paraíso
R_07	Challuabamba	Autopista Cuenca Azogues	Triángulo de Challuabamba
R_08	Lagunas de oxigenación	Camino a Paccha	Ucubamba
R_09	Monumento a la familia	Av. González Suarez	Panamericana Norte
R_10	Graiman	Octavio Chacón	Cornelio Vintimilla
R_11	Camal	Camino Ochoa León	
R_12	Camino a Ochoa León	Camino a Ochoa León	
R_13	La Libertad	Camino del Tejar	De la Ortiga
R_14	Los Cerezos Alto	De los Cerezos	
R_15	Camino al Tejar	Av. Ordoñez Lazo	Monseñor Leonidas Proaño
R_16	Vía a Sinincay (Miraflores)	Julio Jaramillo	Vía a Sinincay
R_17	El Cebollar	Av. del Chofer	Av. Abelardo J. Andrade
R_18	Hospital del IESS	Circunvalación Norte	Monay -Paccha
R_19	Plaza Bocatti	Paseo de los Cañaris	González Suarez
R_20	Col. Sagrados Corazones	Paseo Tres de Noviembre	Simón Bolívar
R_21	Feria libre	Av. de las Américas	Remigio Crespo
R_22	Estación de servicio Trinita (Isabel La Católica)	Lope de Vega	Gaspar de Jovellanos
R-23	Indurama	Av. de las Américas	Don Bosco
R_24	Control Sur	Av. de las Américas	Circunvalación Sur
R_25	ETAPA (Gran Colombia)	Tarqui	Gran Colombia
R_26	Cristo Rey	Luis Cordero	Juan de Salinas
R_27	Chola Cuencana	Av. Huayna Cápac, Av. España	Gaspar Sangurima
R_28	Vía Baños	Juan Larrea Guerrero	Mariano Villalobos
R_29	Bajada del Centenario	Calle Larga	Benigno Malo
R_30	Totoracocha	Totoracocha	Av. el Cóndor

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Mapa N° 1
Sitios de muestreo

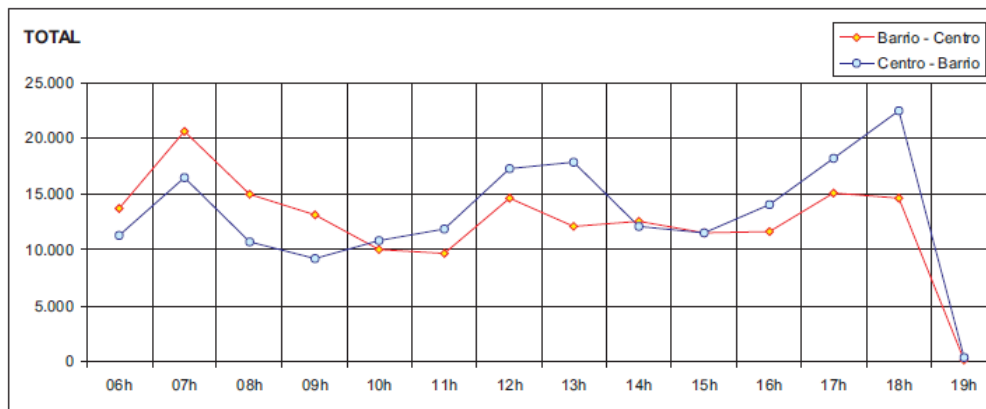


Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

4.2.- Horario de muestreo.- De igual manera que con la determinación de los sitios de muestreos, el horario establecido para realizar los muestreos son los mismos que se utilizaron para el proyecto del año 2012 (Mapa de Ruido), el cual se basó en el estudio realizado por el GAD municipal de Cuenca para el Sistema integrado de transporte y que fuera realizado en su momento por la Unidad Municipal de tránsito y transporte (UMT).

El citado estudio establece las frecuencias de entrada y salida de la población hacia y fuera de la zona céntrica, determinando los puntos picos críticos en donde se presenta el mayor flujo tanto de personas como de vehículos, como se puede observar en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 1
Frecuencia de entrada y de salida de la población desde y hacia la zona urbana de Cuenca



Fuente: Estudio de Actualización del Sistema Integrado de Transporte – UMT- GAD Municipal de Cuenca

El horario establecido para los muestreos por día son los siguientes:

N° de muestreos por punto	1	2	3	4	5	6
Horario	7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Las mediciones se realizaron durante treinta días, considerando los cinco días de la semana, de lunes a viernes, en seis semanas, tomando un día por cada punto a levantar. El período de toma de datos fue de 15 minutos en cada estación durante el horario indicado.

4.3.- Datos obtenidos.- Para cada punto de medición se registró el nivel de presión sonora promedio, el máximo y el mínimo (L_{avg} , $L_{máx}$, $L_{mín}$). *Ver Anexo N° 1.- Matriz de datos levantados - 2014.*

4.4 Equipo utilizado.- El levantamiento de la información se realizó con el sonómetro de propiedad de la Universidad del Azuay el mismo que está compuesto de:

- Sonómetro Modelo SOUNDPRO SP-DL-2-1/3, Serie BIM020008, Marca QUEST TECHNOLOGIES, el cual contiene:
 - Micrófono
 - Preamplificador
 - Calibrador acústico
 - Pantalla de viento
 - Tarjeta SanDisk 2GB
 - Manuales de operación (sonómetro y calibrador)
 - Certificación de calibración y de conformidad (sonómetro y calibrador)

4.5 Configuración del equipo.- Configuración ruido comunitario

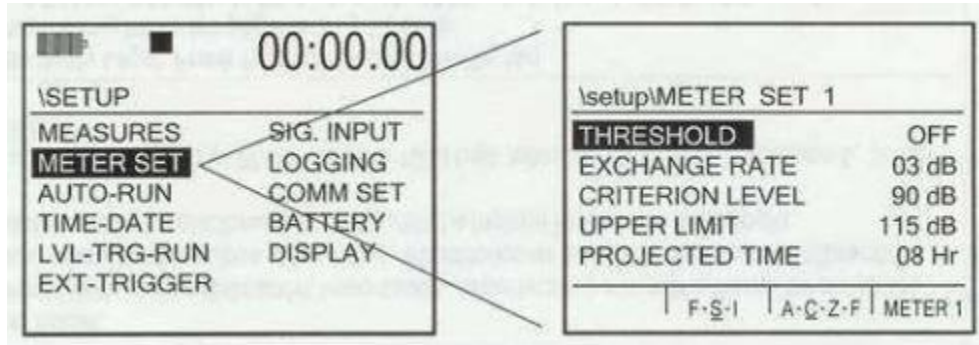
El sonómetro SoundPro DL reúne todos los requisitos para la medición de ruido y el análisis de frecuencia. Este sonómetro integrador de precisión e impulsos reúne todas las normativas (clase 1 EN/IEC 61672, ANSI S1.4-1983, ANSI S1.43-1997 EN/IEC61260, etc.).

Configuración Meter 1/Meter 2.

Meter 1, Meter 2 o también llamados tipo1, tipo2, clase1, clase2 son especificaciones de precisión en el primer caso de +-1 dB y en caso de **Meter 2** +- 2dB de precisión.

Opciones F-S-I. Opciones del tiempo de respuesta (F- Fast) rápida, (S_ Slow) lenta, e (I-Impulsive) Impulsivo respectivamente, el equipo se encuentra configurado en **Meter 1 y Meter 2** con tiempo de respuesta **Lenta (S)**.

Método de ponderación A, B, C, Z, que representan curvas de ponderación, donde **Meter 1** se encuentra configurado en A curva de ponderación A y **Meter 2** C curva de ponderación C, estas configuraciones se encuentran explicadas en acápite de configuración **C-A** utilizado para este estudio.



Medida	Descripción
L1-L4	L1 – L4 son tipos de excedencia de niveles. Esto puede ser definido como los niveles excedentes de las medidas de ruido por un periodo de tiempo determinado. Los excedentes pueden ser calculados en múltiples fracciones de tiempo o porcentajes. También puede apagarse o ingresarse un porcentaje entre 1 – 99%.
LDN	Que representa el nivel de ruido Día/Noche, esta medida es el promedio de ruido medido en 24 horas donde 10dB son aumentados a todas las medidas que ocurren entre las 10 pm a 7 am. Esta opción puede usarse en dos formas: prendido o apagado.
CNEL	Nivel de Exposición al ruido comunitario (CNEL). El acumulado de la exposición al ruido en intervalos de muestreo de 24h y artificialmente aumentadas durante ciertas horas.
L _{c-a}	Esta opción comúnmente conocida como (Medida C-A), es utilizada solo bajo ciertas condiciones. Principalmente debido a la forma de configuración del equipo (Se explica a continuación).
TAKTMX	Tiempo promedio sobre el muestreo que utiliza el nivel más alto registrado del muestreo previo (3 o 5 segundos), y asume que se encuentra en todo el intervalo del taktmx.

Configuración C –A.

Las mediciones C-A están determinadas por mediciones concurrentes del SPL (Sound Pressure Level) nivel de presión acústica de los dos sensores **Meter 1** y **Meter 2**. Esto solo se puede hacer configurando los dos sensores de forma compatible. Si estas configuraciones no son las correctas, el campo de Lc-a marcará como N/A (no disponible).

\setup\METER SET 1		\setup\METER SET 2	
THRESHOLD	OFF	THRESHOLD	60 dB
EXCHANGE RATE	03 dB	EXCHANGE RATE	03 dB
CRITERION LEVEL	90 dB	CRITERION LEVEL	90 dB
UPPER LIMIT	115 dB	UPPER LIMIT	115 dB
PROJECTED TIME	08 Hr	PROJECTED TIME	08 Hr
F·S·I A·C·Z·F METER 1		F·S·I A·C·Z·F METER 2	

A continuación se describen estas configuraciones:

Thresholds: Umbrales deben estar apagados (OFF) para ambos sensores (**Meter 1** y **Meter 2**).

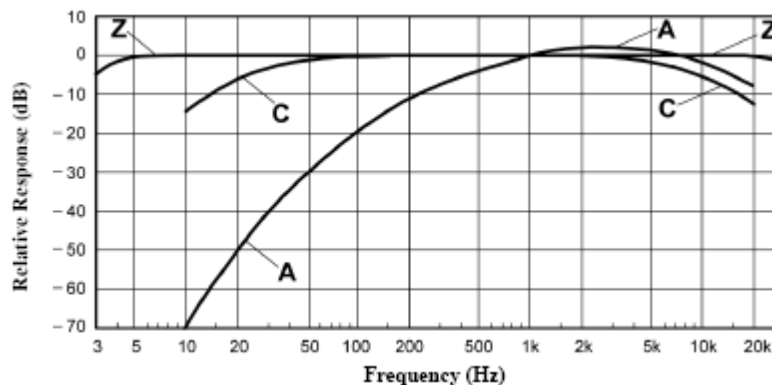
Exchange Rates: Rangos de intercambio ambos sensores con el mismo valor en decibelios.

Time response: Tiempo de respuesta, ambos sensores con el mismo valor.

Frequency weightings: Pesos de Frecuencias: El sensor Meter 1 debe estar configurado en peso de tipo A, Meter 2 con peso C.

Los pesos de frecuencias (A, B, C, Z) y los lineares son los tipos de pesos estándares disponibles, estos son filtros de frecuencias que cubren el rango de frecuencias que capta el oído humano (20Hz – 20KHz).

- **Peso A.-** Este filtro o peso de frecuencia es el más comúnmente utilizado para registrar el ruido industrial (OSHA) y el monitoreo de ruido comunitario, registrado como dBA. Los filtros de peso A procuran hacer que el dosímetro responda de forma similar a la respuesta del oído humano al ruido. Aquí se atenúa las frecuencias por debajo de varios cientos de hertz a la vez los ruidos que están sobre los seis mil hertz.
- **Peso C.-** Este filtro provee una respuesta casi plana a la frecuencia con atenuaciones en las frecuencias muy altas o muy bajas, con la intención de representar como percibe el oído humano el ruido con altos decibelios, registrado en el equipo como dBC.



5 DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Como objeto de evaluación la información de las emisiones sonoras que fuera levantada y sistematizada procedió a ser comparada con los límites establecidos en la legislación nacional vigente al momento de realizar este proyecto, es decir con el Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente –TULSMA-.

5.1 Zonificación según usos del suelo del TULSMA

Como se ha indicado los sitios de muestreo (30) son los mismos que sirvieron para la evaluación realizada en el año 2012, por lo que se procedió a verificar los estándares especificados en la legislación nacional, en el Libro VI Anexo 5 del Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), encontrándose que éstos no han variado hasta septiembre de 2014, fecha de realización del presente proyecto.

Las zonas contempladas son las mismas, es decir, zona hospitalaria y educativa, zona residencial, zona residencial mixta, zona comercial, zona comercial mixta y zona industrial y los límites permisibles en estas zonas son los siguientes:

Cuadro N° 2
Límites permisibles según el TULSMA

	Zona / Uso del suelo	NPS eq (dB(A))	
		06h00 - 20h00	20h00 – 06h00
1	Zona hospitalaria y educativa	45	35
2	Zona residencial	50	40
3	Zona residencial mixta	55	45
4	Zona comercial	60	50
5	Zona comercial mixta	65	55
6	Zona industrial	70	65

Fuente: Libro VI, Anexo 5 del TULSMA

5.2 Asignación de uso de suelo a los puntos de monitoreo

Se procedió a realizar la revisión de la Ordenanza que sanciona el uso y ocupación del suelo del cantón Cuenca, la misma no ha variado desde el año 2012, razón por la cual se asumieron los usos de suelo que fueron asignados en ese entonces para los puntos de muestreo, a saber que las consideraciones analizadas fueron: temas de salud, dinámicas económicas, equipamientos emplazados en el sitio y el uso del suelo vigente en la ordenanza citada.

A continuación en el siguiente cuadro se detallan los puntos de muestreo con su ubicación y los usos de suelo asignados en la ordenanza vigente de uso y ocupación de suelo de la ciudad de Cuenca.

Cuadro N° 3**Puntos de muestreo según la ordenanza vigente en la ciudad de Cuenca**

N°	Punto_Medido	Uso de suelo según la ordenanza vigente
R_01	Estadio	Comercio, servicios generales y vivienda
R_02	Galpal	Vivienda
R_03	Aeropuerto	Comercial y vivienda
R_04	Tres Puentes	Vivienda
R_05	Remigio Crespo	Vivienda
R_06	Hospital Regional	Vivienda
R_07	Challuabamba	Vivienda
R_08	Lagunas de Oxidación	Camino especial
R_09	Monumento a la familia	Vivienda
R_10	Parque Industrial (Graiman)	Industria de alto impacto (Tipo B)
R_11	Parque Industrial (Camal)	Vivienda
R_12	Camino a Ochoa León	Vivienda
R_13	La Libertad	Vivienda
R_14	Los Cerezos	Servicios industriales e industria de mediano impacto y también vivienda
R_15	Camino al Tejar	Vivienda
R_16	Vía a Sinincay (Miraflores)	Vivienda
R_17	El Cebollar	Vivienda
R_18	Hospital del IESS	Vivienda y Forestal
R_19	Plaza Bocatti	Vivienda
R_20	Colegio Sagrados Corazones	Vivienda
R_21	Feria Libre	Equipamiento urbano mayor, de abastecimiento, comercio y vivienda
R_22	Lope de Vega	Vivienda
R_23	Indurama	Vivienda
R_24	Control Sur	Vivienda
R_25	ETAPA (Gran Colombia)	Gestión y Administración
R_26	Cristo Rey	Vivienda
R_27	Chola Cuencana	Comercial y vivienda mas Gestión y Administración
R_28	Juan Larrea	Servicios industriales e industria de mediano impacto
R_29	Centenario	Gestión y Administración
R_30	Totoracocha	Servicios industriales e industria de mediano impacto (A) y vivienda también

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Con el objeto de tener precisión al momento de asignar los usos y ocupación del suelo de acuerdo al Texto unificado de legislación secundaria del MAE (TULSMA), se realizaron nuevas inspecciones a los sitios escogidos para analizar las dinámicas propias y sobre todo para ver si ha habido algún

cambio significativo con relación al año 2012. Al no encontrar una variación significativa con relación a los establecidos en el proyecto del Mapa de ruido (2012), se asumieron los mismos usos.

Cuadro N° 4
Zonificación de acuerdo al TULSMA

N°	Punto medido (sector)	Tipo de uso
R_01	Estadio	Comercial
R_02	Gapal	Residencial Mixta
R_03	Aeropuerto	Comercial
R_04	Tres Puentes	Residencial Mixta
R_05	Frutilados (Remigio Crespo)	Comercial Mixta
R_06	Hospital regional	Hospitalaria y Educativa
R_07	Challuabamba	Residencial
R_08	Lagunas de oxigenación	Residencial
R_09	Monumento a la familia	Residencial - Industrial
R_10	Graiman	Industrial
R_11	Camal	Industrial
R_12	Camino a Ochoa León	Residencial
R_13	La Libertad	Residencial Mixta
R_14	Los Cerezos Alto	Industrial
R_15	Camino al Tejar	Residencial Mixta
R_16	Vía a Sinincay (Miraflores)	Residencial
R_17	El Cebollar	Residencial Mixta
R_18	Hospital del IESS	Hospitalaria y Educativa
R_19	Plaza Bocatti	Residencial Mixta
R_20	Col. Sagrados Corazones	Hospitalaria y Educativa
R_21	Feria libre	Comercial Mixta
R_22	Estación de servicio Trinita (Isabel La Católica)	Hospitalaria y Educativa
R_23	Indurama	Residencial Mixta
R_24	Control Sur	Residencial Mixta
R_25	ETAPA (Gran Colombia)	Comercial
R_26	Cristo Rey	Residencial
R_27	Chola Cuencana	Comercial mixta
R_28	Vía Baños	Residencial
R_29	Bajada del Centenario	Comercial Mixta
R_30	Totoracocha	Residencial

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

De manera resumida, se han localizado cuatro puntos de monitoreo en zona hospitalaria y educativa, nueve puntos en zonas residenciales, siete puntos en zonas residenciales mixtas, tres en zonas comerciales, cuatro en zonas comerciales mixtas y tres en áreas industriales.

Se conoce que el Ministerio del ambiente está trabajando en la actualización del Texto Unificado de legislación ambiental secundaria, sin embargo, el Libro VI, Anexo N° 5, que hace referencia a los “límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones” no ha variado, es decir, los conceptos relacionados con los usos del suelo, parámetros necesarios para la evaluación de las emisiones sonoras son los mismos. A continuación se detallan las definiciones de las zonas que serán evaluadas en el presente proyecto:

Zona Hospitalaria y Educativa.- Son aquellas en que los seres humanos requieren de particulares condiciones de serenidad y tranquilidad, a cualquier hora en un día.

Zona Residencial.- Aquella cuyos usos de suelo permitidos, de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial, corresponden a residencial, en que los seres humanos requieren descanso o dormir, en que la tranquilidad y serenidad son esenciales.

Zona Comercial.- Aquella cuyos usos de suelo permitidos son de tipo comercial, es decir, áreas en que los seres humanos requieren conversar, y tal conversación es esencial en el propósito del uso de suelo.

Zona Industrial.- Aquella cuyos usos de suelo es eminentemente industrial, en que se requiere la protección del ser humano contra daños o pérdida de la audición, pero en que la necesidad de conversación es limitada.

Zonas Mixtas.- Aquellas en que coexisten varios de los usos de suelo definidos anteriormente. Zona residencial mixta comprende mayoritariamente uso residencial, pero en que se presentan actividades comerciales. Zona mixta comercial comprende un uso de suelo predominantemente comercial, pero en que se puede verificar la presencia, limitada, de fábricas o talleres. Zona mixta industrial se refiere a una zona con uso de suelo industrial predominante, pero en que es posible encontrar sea residencias o actividades comerciales.

5.3 Evaluación de las emisiones sonoras en el año 2014

Como parte de la metodología se procedió a realizar las comparaciones de los datos levantados en los 30 sitios de monitoreo con relación a los límites permisibles en el Libro VI, Anexo 5. Los períodos de tiempo asumidos fueron dos el diurno que comprende el horario desde las 06h00 hasta las 20h00 horas y el nocturno que abarca el período desde las 20h00 a las 06h00 horas.

A continuación se detalla el análisis de la información obtenida en las distintas zonas de la ciudad y que fueron levantados en el horario establecido que fue: 7h00, 10h00, 13h00, 15h00, 18h00 y 21h00 para el año 2014, por cada zona se presentan los valores obtenidos y el nivel sonoro en comparación con la normativa ambiental.

5.3.1 Zona Educativa y Hospitalaria

La zona educativa y hospitalaria está integrada de los siguientes puntos estratégicos: Hospital Regional, Hospital del IESS, colegio Sagrados Corazones y el sector de la gasolinera Trinití ubicada en la calle Lope de Vega.

Cuadro N° 5
Valores (dB) promedio correspondientes a las mediciones de ruido
en zonas educativas y hospitalarias

Código	Sector	Calle 1	Calle 2	Mediciones Lavg (dB)					
				7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
R_06	Hospital Regional	Av. 12 de Abril	Av. del Paraíso	69,8	65,3	67,9	64,9	65,2	63,7
R_18	Hospital del IESS	Circunvalación Norte	Monay -Paccha	70,5	70,6	67,2	71,5	68,9	66,8
R_20	Col. Sagrados Corazones	Paseo Tres de Noviembre	Simón Bolívar	74,7	73,8	74	74,4	79,4	68,1
R_22	Estación de servicio Trinití	Lope de Vega	Gaspar de Jovellanos	64,2	60	61,4	60,9	60	58,3

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

La zona del Hospital Regional se caracteriza por la presencia de centros de salud como el Instituto del Cáncer SOLCA, la Facultad de Medicina de la Universidad de Cuenca, el Colegio Daniel Córdova Toral, adicionalmente hay la presencia de servicios de alimentación y de productos farmacéuticos debido a la presencia de los centros médicos descritos. Adicionalmente se mantiene el parque El Paraíso y el biocorredor del río Tomebamba.

En relación al sector del Hospital del IESS, a la fecha en los sectores aledaños se han construido urbanizaciones de tipo social, se observa la presencia de áreas verdes en las orillas del río Yanuncay, con canchas recreativas, además la actividad productiva de la zona se caracteriza por la presencia de farmacias, abacerías, panaderías, papelerías, minimercados, entre otras. Un factor de mencionar es la presencia de la vía “rápida” Cuenca-Azogues puede considerarse como determinante en el sector además de la presencia del hospital en su conjunto.

El sector del Colegio Sagrados Corazones el uso y ocupación del suelo no ha variado con relación a la apreciación realizada en el año 2012, es decir, en su gran mayoría está conformado por viviendas y el biocorredor del río Tomebamba, con su parque lineal mantenido. Se destaca la presencia de la Clínica Latino y el Colegio Ecuador como los equipamientos más relevantes.

La estación de servicios Trinití está ubicado por el sector de la Isabela Católica, de igual manera su ocupación del suelo se ha mantenido e incrementado en lo que respecta al predominio de viviendas,

tiendas de barrio, panaderías, servicios de alimentación e infraestructura educativa como es el Colegio Fray Vicente Solano.

Nivel de presión sonora.- Los puntos previamente establecidos para la realización del monitero en la zona educativa y hospitalaria son cuatro. Ninguno de los sectores evaluados se ha ubicado dentro de los establecido en la norma para el período diurno y nocturno (véase gráfico correspondiente a la zona educativa y hospitalaria).

El sector del Hospital Regional presenta niveles de ruido que oscilan entre los 69,8 db y 63,7 db, el mayor valor corresponde al horario de las 7h00, que coincide con el ingreso de estudiantes a los establecimientos educativos cercanos.

El comportamiento del ruido en el sector del Hospital Regional varía de acuerdo a las horas pico de ingreso y salida de los trabajos, es decir, los valores más altos corresponden a los horarios: 7h00 y 13h00 y están sobre el límite establecido en la normativa (45 dB).

En el sector del Hospital del IESS, se observa que el mayor valor de emisión sonora se da a las 15h00 con 71,5 db.

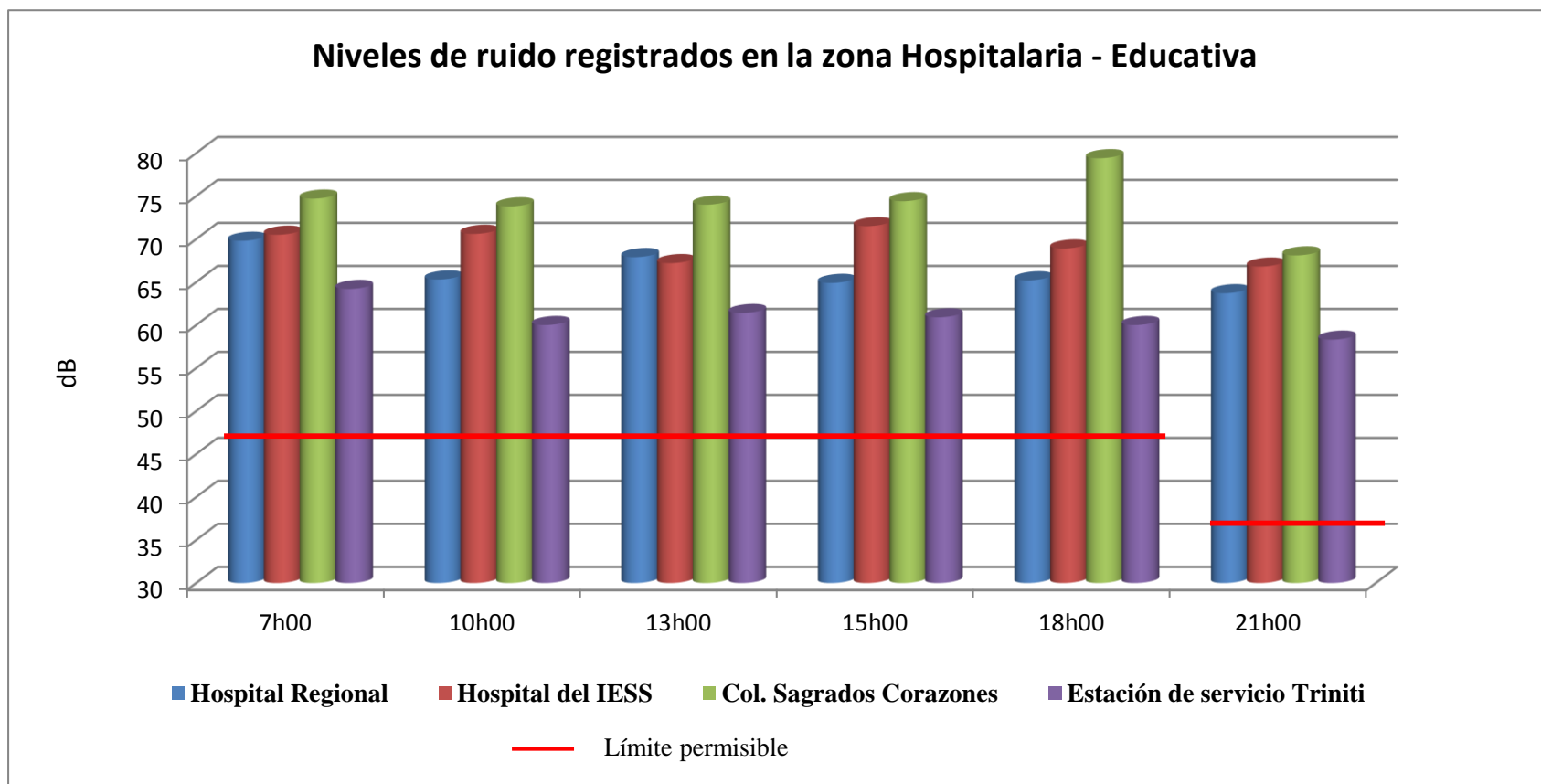
Con relación al Colegio Sagrados Corazones presenta el valor más alto de los puntos levantados en la categoría Hospitalaria – Educativa en el horario de las 18h00 (79,4db), es decir está sobre el límite de la norma en 34,4 db, presumiblemente porque es la hora de salida de los trabajos y es la vía alterna de circulación debido a que la calle Gran Colombia está cerrada por la construcción del proyecto Tranvía, por lo que el tráfico vehicular está circulando por este sector.

El sector de la estación de servicio Tríniti refleja los niveles de ruido más bajos, en promedio, 61,3 decibeles durante el día.

El Colegio Sagrados Corazones presenta la mayor emisión sonora de la noche (68,1 db) sobrepasando la norma en 33,1 db, el Hospital Regional y el Hospital del IESS están respectivamente (28,7 db) y (31,8 db), sobre lo especificado en la legislación nacional (TULSMA).

Al igual que en el período diurno, el sector de la Isabel Católica presenta los niveles de ruido más bajos durante la noche, sin embargo representa 23,3 db sobre la norma.

Gráfico N° 2
Presión sonora – Zona Hospitalaria y educativa



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

5.3.2 Zona Residencial

La zona residencial la integran los puntos localizados en los sectores: Challuabamba, Lagunas de Oxigenación de ETAPA, Monumento a la familia, camino a Ochoa León, vía a Sinincay (Miraflores), El Cebollar, Cristo Rey, vía a Baños y sector de Totoracochoa.

Cuadro N° 6
Valores (dB) promedio correspondientes a las mediciones de ruido
en zonas residenciales

Código	Sector	Calle 1	Calle 2	Mediciones Lavg (dB)					
				7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
R_07	Challuabamba	Autopista Cuenca Azogues	Triángulo de Challuabamba	72,6	72,8	71,1	71	72,6	72,4
R_08	Lagunas de Oxidación	Camino a Paccha	Ucubamba	64,3	65,1	65,1	66,5	66,6	57
R_09	Monumento a la familia	Av. González Suarez	Panamericana Norte	62,3	63,6	63,6	65,5	64,2	61,2
R_12	Camino a Ochoa León	Camino a Ochoa León		65,2	62,8	69	62,2	63,3	63,5
R_16	Vía a Sinincay (Miraflores)	Julio Jaramillo	Vía a Sinincay	70,6	68,2	68,7	67,6	68,8	65,2
R_17	El Cebollar	Av. del Chofer	Av. Abelardo J. Andrade	70,5	69,5	71	69	69,8	66,7
R_26	Cristo Rey	Luis Cordero	Juan de Salinas	70,5	71,2	69,7	68,4	72,6	67,4
R_28	Vía Baños	Juan Larrea Guerrero	Mariano Villalobos	54,5	55	57	62,2	53,3	49,2
R_30	Totoracochoa	Totoracochoa	Av. el Cóndor	66,1	65,7	65,6	64,8	70,3	60,9

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Los sectores descritos en el cuadro anterior son sectores que se han ido consolidando con la presencia de urbanizaciones como es el caso del Camino a Ochoa León, las Lagunas de Oxidación, Challuabamba, la vía a Sinincay, en tanto que sectores como Cristo Rey, la vía a Baños y Totoracochoa son zonas urbanas completamente consolidadas.

En todos estos sectores se puede ver la presencia de variedad de servicios como son: locales de internet, cabinas telefónicas, panaderías, restaurantes, tiendas de abarrotes, talleres de reparación de radio, televisión y electrodomésticos, talleres automotrices y espacios verdes. Como infraestructura relevante se mantiene el Complejo deportivo de Totoracochoa, el cual ha sido mejorado con la conclusión de la construcción del Centro de Alto Rendimiento. En el sector de la vía a Baños la infraestructura que sobresale es el Colegio Rafael Borja.

En lo referente al sector del monumento a la familia, la zona se caracteriza por la presencia de vivienda, adicionalmente está la planta de producción de hormigón y la facultad de Agronomía de la

Universidad Católica de Cuenca como equipamientos relevantes. A la orilla del río Machángara sobresale la presencia de vegetación.

El sector del Cebollar se caracteriza por la presencia de urbanizaciones, la zona está casi en su totalidad poblada, así mismo se ha rodeado de actividad comercial como son: tiendas pequeñas, lavanderías, un Puesto de auxilio inmediato.

En el sector camino a Ochoa León, se ha poblado con urbanizaciones, sin embargo se puede observar la presencia de sectores dedicados a cultivos para autoconsumo, vegetación arbórea a lo largo del río Machángara.

Nivel de presión sonora.- Para establecer el uso y ocupación del suelo se realizaron varias inspecciones, concluyendo que para la presente categoría (zona residencial) están asentados 9 puntos de muestreo, en los cuales se observa que en su totalidad las emisiones sonoras registradas están sobre los límites establecidos en el TULSMA (40db día y 50 db noche).

El mayor valor de emisiones se ha registrado en el sector de Challuabamba a las 10h00, 72,8 db que representa 22,8 db sobre la norma.

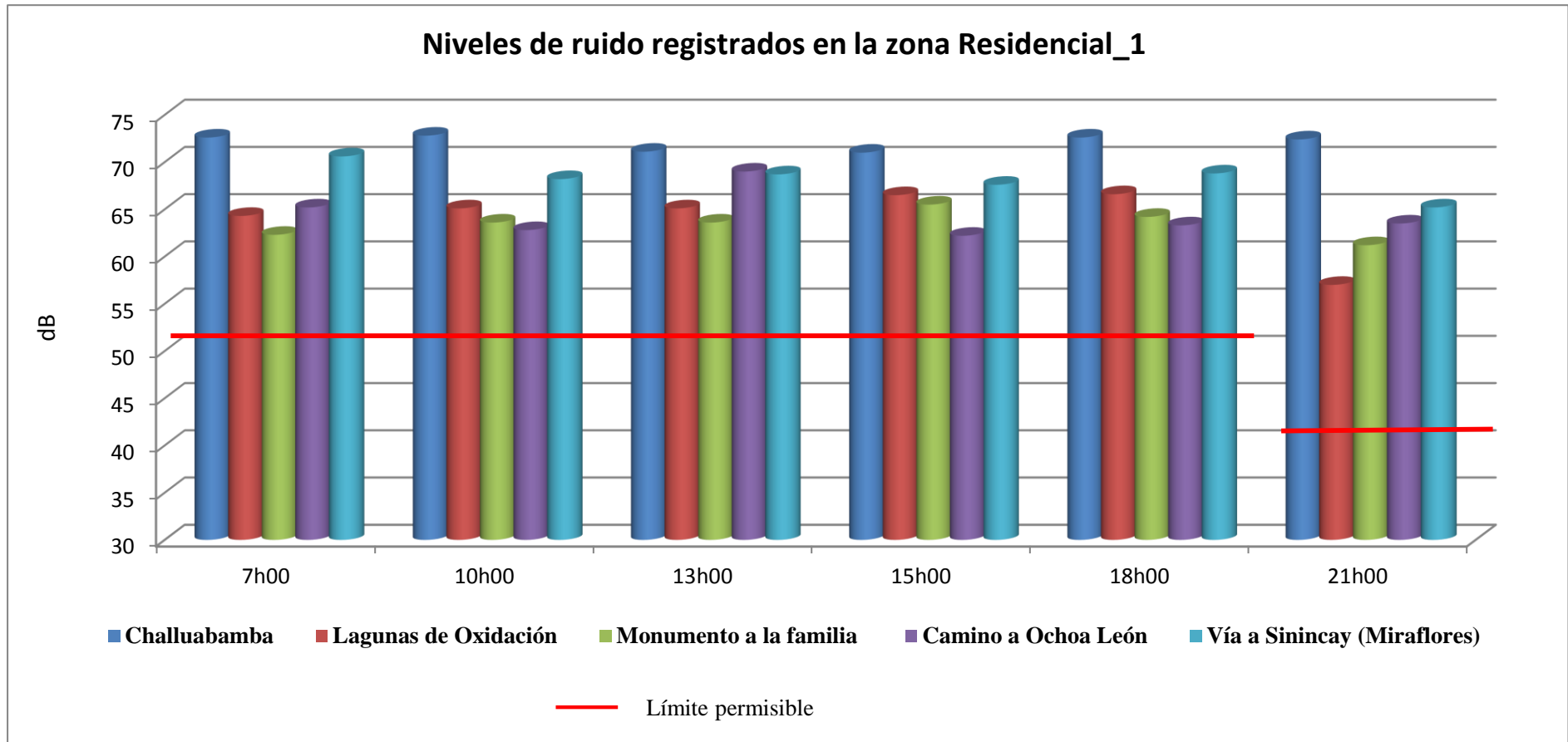
El punto que registra en promedio las mayores emisiones es el ubicado en el sector Cristo Rey, con 70 db lo cual se asocia al elevado tráfico vehicular existente en la calle Luis Cordero, arteria vial que desfoga los vehículos desde el centro histórico hacia la circunvalación, adicionalmente se observa que a las 18h00 el valor asciende a 72,6 db, el cual por el trabajo de campo realizado se indica que en ese momento pasó una ambulancia por el sector, por lo que se asume que este valor elevado se presentó por este motivo. En tanto que en el sector de la vía a Baños se presentan las menores emisiones promedio del día que son 5,2 db

Los sectores de Challuabamba y Miraflores (vía a Sinincay), pese a que se encuentran en las afueras del centro de la ciudad, sin embargo presentan emisiones altas, se atribuye al nivel de urbanización que han desarrollado en los últimos años, así por el incremento de la circulación vehicular.

En los sectores aledaños al Monumento a la Familia se observa un comportamiento de las emisiones sonoras de tipo homogéneo sin mayor variación a lo largo del día.

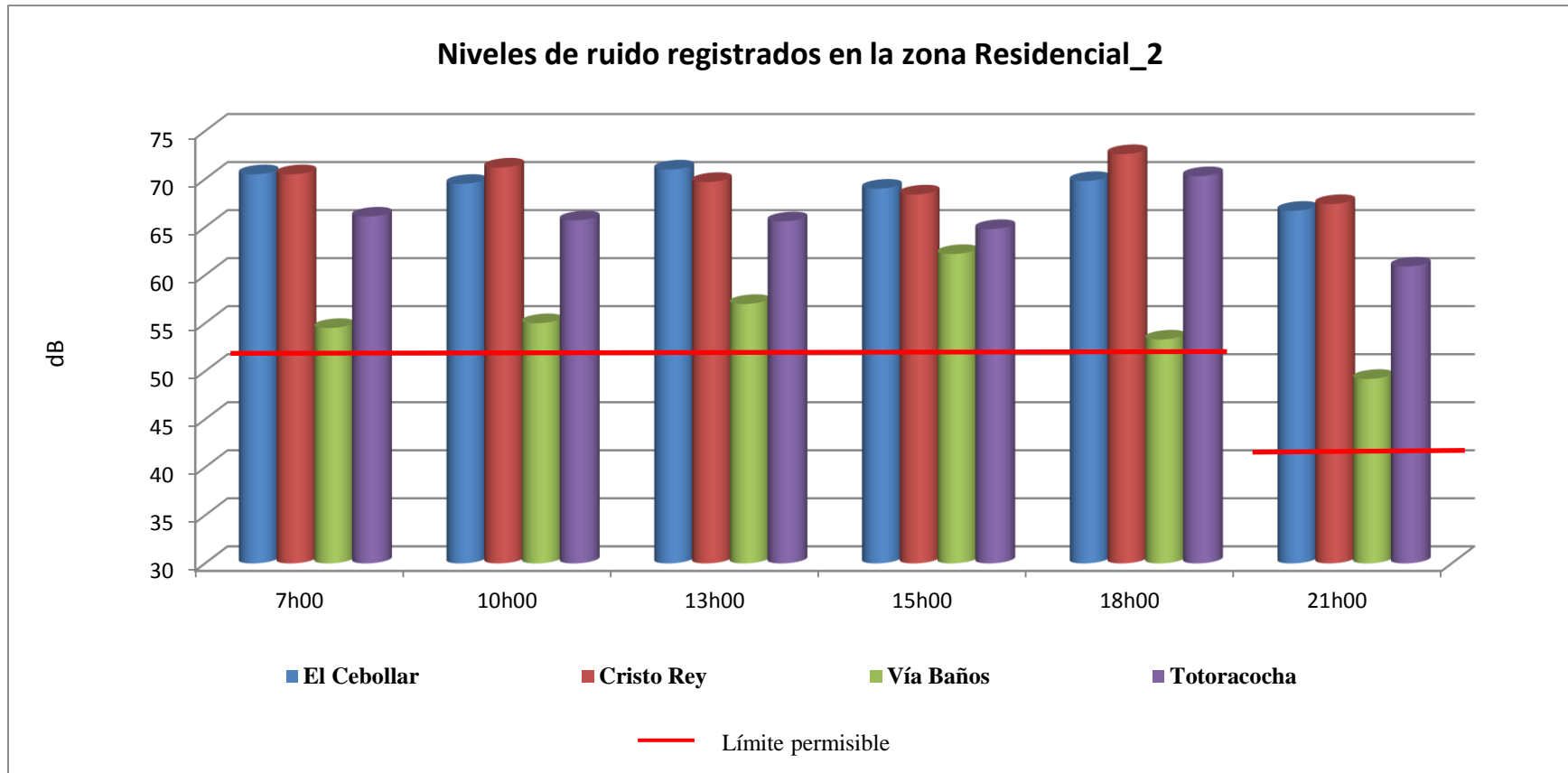
En el sector de Totoracocha el mayor valor registrado corresponde al obtenido a las 18h00 (70,3 db), Según la ficha de levantamiento de datos en ese momento confluyeron una serie de acontecimientos como son: el paso de un bus, un camión, un volquete, una moto y el uso de una bocina, es decir, son acciones relacionadas con la circulación vehicular que incrementan la contaminación acústica de la zona.

Gráfico N° 3
Presión sonora – Zona residencial



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Gráfico N° 4
Presión sonora – Zona residencial_2



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

5.3.3 Zona Residencial Mixta

La zona residencial mixta la integran los puntos localizados en los sectores: Gapal, Tres Puentes, La Libertad, camino al Tejar, Plaza Bocatti, control sur e Indurama (véase cuadro adjunto).

Cuadro N° 7
Valores (dB) promedio correspondientes a las mediciones de ruido
en zonas residenciales mixtas

Código	Sector	Calle 1	Calle 2	Mediciones Lavg (dB)					
				7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
R_02	Gapal	Av. 24 de mayo	Las Herrerías	72,7	75,6	73,6	72,9	72,9	69,1
R_04	Tres Puentes	Primero de Mayo	Fray Vicente Solano	67,9	68	66,8	67,5	67,6	64,3
R_13	La Libertad	Camino del Tejar	De la Ortiga	53,8	59,9	61,7	56,7	58,4	55,3
R_15	Camino al Tejar	Av. Ordoñez Lazo	Monseñor Leonidas Proaño	68	66,4	68	68,4	66,9	65,8
R_19	Plaza Bocatti	Paseo de los Cañaris	González Suarez	69,6	67,8	70,6	70,1	69,8	67,1
R_23	Indurama	Av. de las Américas	Don Bosco	74,6	74,8	72,1	72,1	73,5	71,5
R_24	Control Sur	Av. de las Américas	Circunvalación Sur	72,2	74	71,6	76,6	74,5	70,1

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Las actividades productivas en el sector de Gapal se han mantenido con relación al año 2012, es decir se observa la presencia de vivienda y nuevas urbanizaciones con escasos espacios vacíos o sin construcción, hay actividad comercial como son las tiendas de barrio, papelerías, panaderías, servicios de internet y telefonía, fabricación de productos de hierro, talleres de reciclaje de hierro, servicios de alimentación, servicios de salud, estación de servicios y museos. Entre los equipamientos más relevantes del sector está: La Casa de Bolívar (museo), la Estación de servicio Gapal y el centro de atención al cliente o bodegas de la Empresa ETAPA-EP.

El uso del suelo que en la actualidad predomina en la zona de los Tres Puentes es la vivienda y construcciones inmobiliarias (edificios de departamentos), también se ha mantenido la actividad comercial como son las tiendas de barrio, panadería, depósitos de gas licuado de petróleo, depósitos de madera, carpinterías y ebanisterías, locales para expendio de cárnicos y el biocorredor del río Yanuncay. Se considera al local Bocatti Delicatessen como el equipamiento más influyente en el sector.

El sector de la Libertad y el camino al Tejar evidencia una presencia mayoritaria de vivienda y algunas actividades comerciales que para el caso del punto R-15, estas actividades prevalecen

también a lo largo de la avenida Ordoñez Lazo pudiéndose encontrar: tiendas de barrio, panaderías, servicios de alimentación y sobre todo los edificios de departamentos habitacionales.

En relación a la Plaza Bocatti, el uso del suelo predominante es la vivienda, sin embargo, existe una marcada dinámica comercial sobre todo a nivel de la avenida González Suárez. En la zona se pueden encontrar: tiendas de barrio, canchas deportivas, gabinetes de belleza, servicios de alimentación (restaurantes y pizzería), agencias bancarias, papelerías, servicios de internet y cabinas telefónicas, servicios financieros y panaderías. Entre los equipamientos más relevantes están el Centro Comercial Gran Aki, en la Plaza Bocatti la presencia del Banco del Austro, pizza Hut, la Cooperativa de ahorro y crédito JEP.

El sector del Control Sur se ha mantenido el uso del suelo con relación a las inspecciones realizadas en el año 2012, es decir la zona se caracteriza por la presencia de vivienda en su mayoría y algunas actividades comerciales en la avenida de las Américas y en la avenida Ricardo Durán principalmente en los alrededores del intercambiador de tráfico. En la zona se puede encontrar: tiendas de barrio, servicios de alimentación, servicios de internet y cabinas telefónicas, mini comisariatos, panaderías y dulcerías. Como equipamiento relevante se destaca la estación de servicio Terpel.

La presencia de vivienda es la característica del sector de Indurama, la zona es urbanizada, con importante actividad comercial a lo largo de la avenida de las Américas y la avenida Don Bosco. De acuerdo a la ordenanza de uso y ocupación del suelo vigente, la zona es residencial, sin embargo la actividad comercial se ha incrementado en la zona, por lo que se ha asumido para el presente trabajo la designación para este punto de muestreo el uso “Residencial Mixta”.

En el área se pueden encontrar: tiendas de barrio, pollerías, restaurantes, picanterías, farmacias, papelerías, bazares, locales de compra y ventas de vehículos, talleres de alineación y balanceo de llantas, talleres mecánicos, zapaterías, locales para alquiler de videos, supermercados, distinción de productos veterinarios, exhibición de muebles, ferreterías, gimnasios, entre otras.

En la zona se localizan importantes equipamientos como son: Indurama, la estación de servicio P&S, la Megatienda del Sur y el local de PLACACENTRO.

Nivel de presión sonora.- La zona residencial mixta abarcó siete sitios de monitoreo con mediciones realizadas en horarios diurno y nocturno.

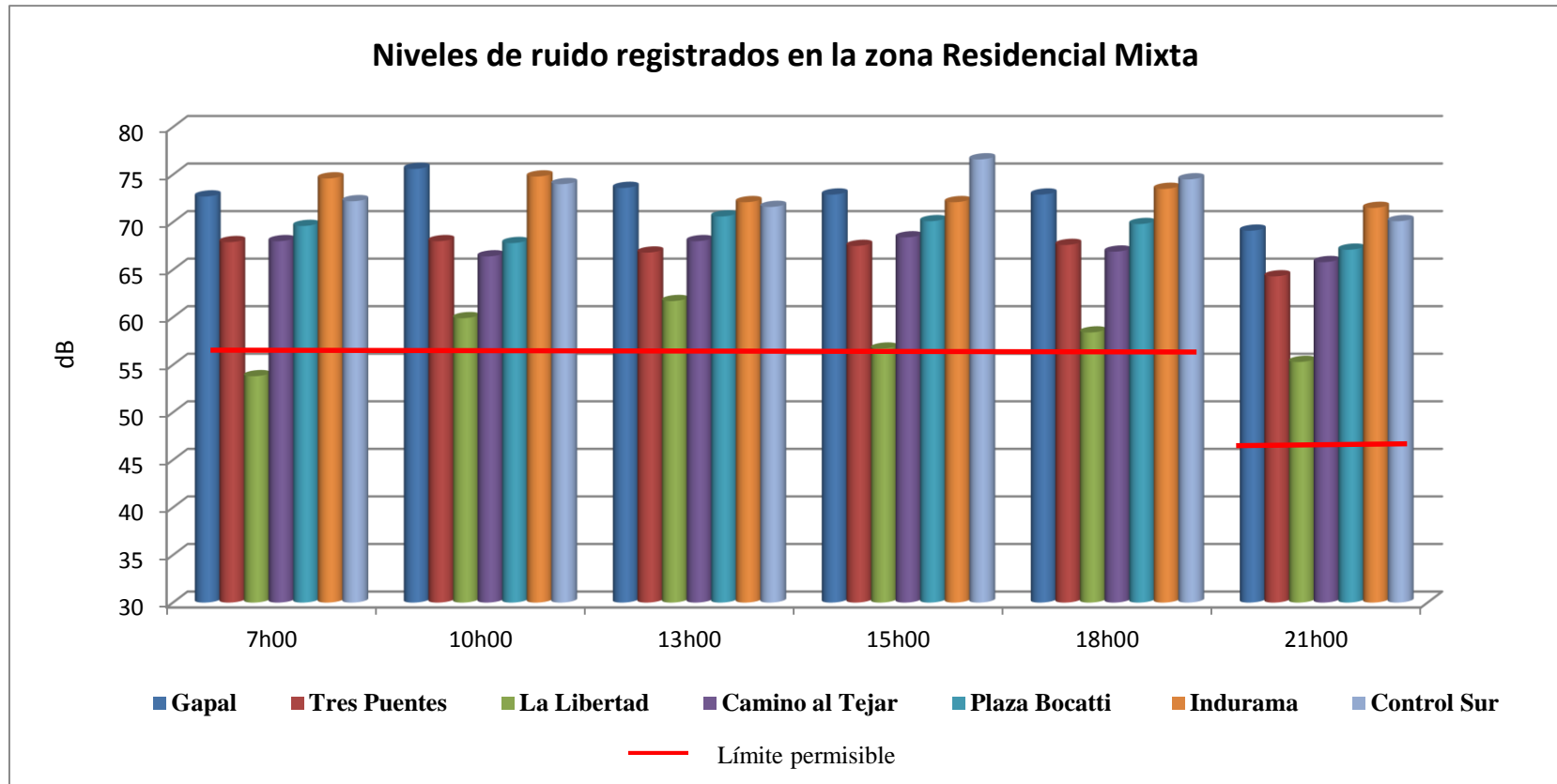
Del análisis de los datos realizados se puede observar que solamente un punto de monitoreos R13_La Libertad, tiene un valor a las 7h00 que está bajo lo establecido en la normativa ambiental con 53,8 db, en tanto que el resto de muestreos sobrepasan los límites establecidos en el TULSMA para esta zona (55db día y 45db noche).

Para el año 2014 se observa que en el sector conocido como Control Sur se presenta la máxima emisión de esta categoría con un valor de 76,6db en el día (15h00), lo que significa que está 21,6db sobre la norma.

Al revisar los promedios de emisiones de los distintos puntos se observa que el mayor promedio se presenta en el sector del control sur con 73,13 db, casi igual valor se presenta en el sector de Indurama con emisiones promedio de 73,10 db, luego está el sector de Gapal con un promedio de 72,8 db. Los tres puntos están sobre la normativa ambiental en por lo menos 15 db. Estas zonas tienen en común el tráfico vehicular elevado, ya que el control sur es la puerta de acceso a la ciudad desde el sur, el sector de Indurama al momento está soportando el tráfico vehicular a lo largo de la Av. San Juan Bosco, ya que la Av. de las Américas está cerrada por la construcción del proyecto Tranvía. El sector de Gapal es el punto a través del cual se tiene acceso a la vía rápida. Constituyendo un foco de tráfico vehicular importante.

Con relación a los horarios el de las 10h00 es el más alto 68,84 db, 13,84 db sobre la norma (55db) y el más bajo se produce a las 21h00 con un valor de 65,68 db, sin embargo se encuentra también sobre los límites del TULSMA en 20,68 db, ya que para la noche se establece un máximo de (45db).

Gráfico N° 5
Presión sonora – Zona residencial mixta



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

5.3.4 Zona Comercial

La zona comercial la integran los puntos localizados en los sectores: estadio, aeropuerto y el cenáculo a la altura del edificio de ETAPA-EP, calle Gran Colombia y Tarqui.

Cuadro N° 8
Valores (dB) promedio correspondientes a las mediciones de ruido
en zonas comerciales

Código	Sector	Calle 1	Calle 2	Mediciones Lavg (dB)					
				7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
R_01	Estadio	Del Estadio	José Peralta	70,4	69,6	68,1	69,8	68,4	66,6
R_03	Aeropuerto	Av. España	Elia Liut	70,8	69,2	73,9	69,2	70,7	68,1
R_25	ETAPA (Gran Colombia)	Tarqui	Gran Colombia	73,5	72,2	72,1	71	74,5	69,8

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

La zona del aeropuerto es una zona de comercio con la presencia de varios locales de comida, licorerías, hoteles, centros comerciales, entidades bancarias, canchas deportivas, centros educativos. Los principales equipamientos que sobresalen son el Parque de la Madre, el estadio, el Centro Comercial Milenium Plaza, el centro comercial El Vergel, el Banco del Austro.

Con relación al aeropuerto, la zona se caracteriza por la presencia de negocios relacionados con la compra y venta de automotores, estación de servicios, centros comerciales, sobresaliendo equipamientos como son el aeropuerto, el centro comercial Miraflores, la Universidad Politécnica Salesiana.

En el sector de centro histórico se estableció el punto R_25 por donde está funcionando una sucursal de la Empresa ETAPA EP. Esta zona tiene la presencia mayoritaria de comercios en su mayoría boutiques también hay locales como relojerías, librerías, artículos de belleza, bazares, cristalerías y en menor cantidad las tiendas de barrio.

Esta zona forma parte del área especial de manejo urbano denominado Centro Histórico, caracterizado por un importante movimiento comercial y gran afluencia de personas que pasan o visitan la zona. Además es la calle por donde se estima pasará el proyecto Tranvía.

Nivel de presión sonora.- Como se puede observar en el siguiente gráfico, las mediciones realizadas en estos puntos sobrepasaron los límites establecidos en la ley, tanto para el día (60db) como para la noche (50db).

Para el presente año, en el sector del Estadio se obtienen los valores más bajos de emisiones con relación a los otros puntos, con un promedio de 68,82 db y las mayores emisiones promedio se presentaron en el centro histórico en el sector de la sucursal de la Empresa ETAPA EP de la calle Gran Colombia con un valor de 72,18 db. La mayor emisión se presenta en este sector a las 18h00 con 74,5 db, seguido por el monitoreo realizado en el sector del Aeropuerto a las 13h00 con un valor de 73,9 db, cabe mencionar que en la zona está restringido el tránsito vehicular por la

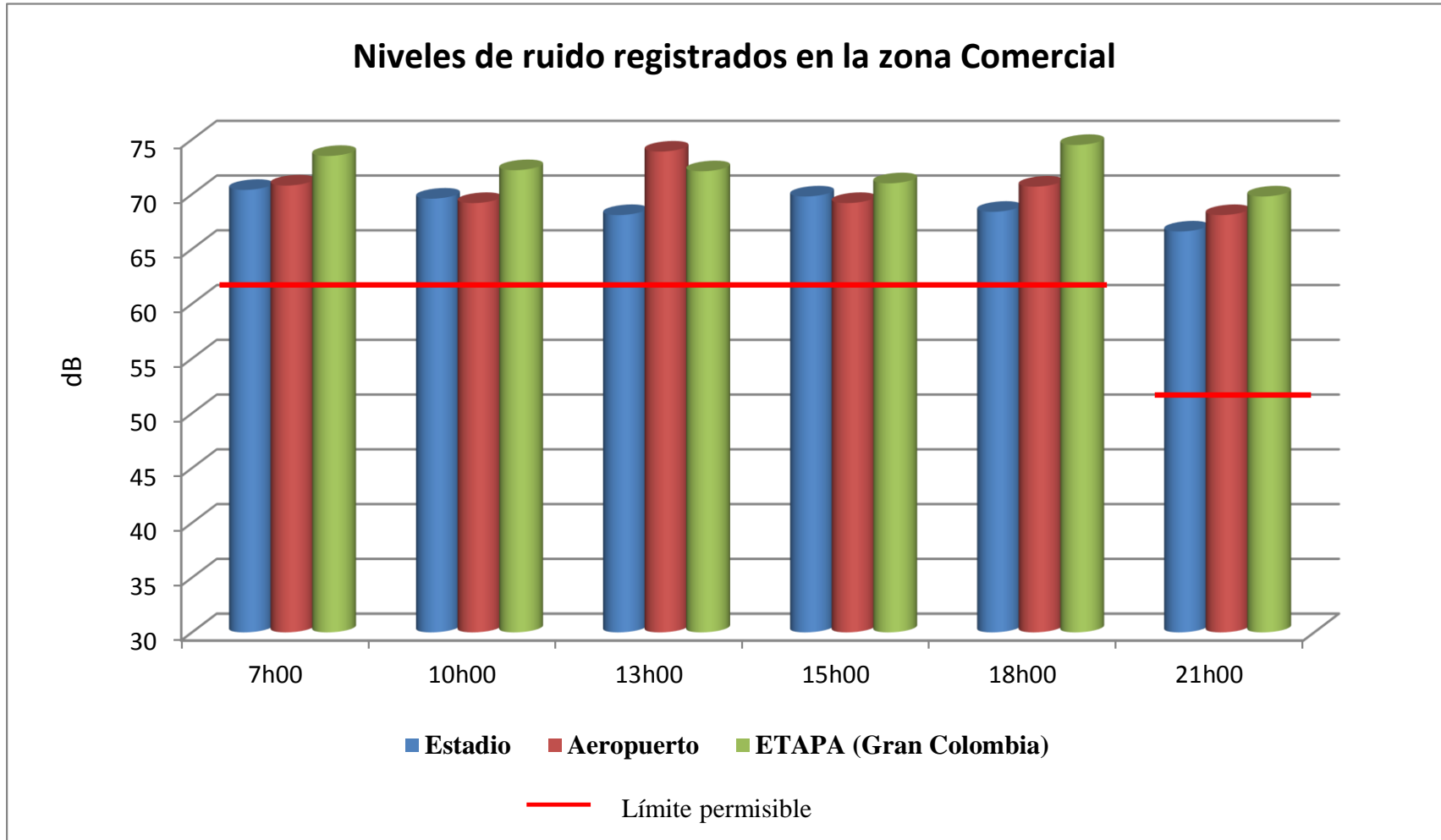
construcción del proyecto tranvía, sin embargo la emisión está sobre la norma establecida (TULSMA 60db en el día) en 13,9 db, según la ficha de levantamiento de información en el momento del monitoreo hubo el paso de algunas motos.

El punto menos ruidoso en horas de la mañana fue el sector del estadio con (68,10 db), en tanto que el valor más bajo para la noche 66,6 db también coincide con la zona del estadio.

De acuerdo a los promedios por horario se observa que a las 7h00 se producen las mayores emisiones con 71,57 db, seguido por el de las 13h00 que es de 71,37 db y por el de las 18h00 con 71,2 db. Coincidiendo con los horarios pico de ingreso y salida de la población del centro histórico, de acuerdo al proyecto del Sistema integrado de transporte realizado por la Unidad de Manejo de Tránsito – 2007.

Durante el período nocturno, todos los sitios sobrepasaron el umbral señalado por la norma (50 dB) a pesar de la disminución significativa de tráfico vehicular en las zonas. El punto de la sucursal de la Empresa ETAPA EP fue el que registró los mayores valores con 69,8 decibeles.

Gráfico N° 6
Presión sonora – Zona comercial



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

5.3.5 Zona Comercial Mixta

Partiendo de la definición previa sobre los conceptos de taller y comercio, y para fines prácticos del presente estudio, la zona comercial mixta la integran los puntos localizados en los sectores de la Av. Remigio Crespo (frutillados), feria libre, redondel de la Chola Cuencana y la bajada del Centenario.

Cuadro N° 9
Valores (dB) promedio correspondientes a las mediciones de ruido
en zonas comerciales mixtas

Código	Sector	Calle 1	Calle 2	Mediciones Lavg (dB)					
				7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
R_05	Frutillados	Remigio Crespo	Ricardo Muñoz	72,8	73,1	73,5	72,2	70,7	72,9
R_21	Feria Libre	Av. de las Américas	Remigio Crespo	62,4	63,2	61,3	62,6	63,5	66,4
R_27	Chola Cuencana	Av. Huayna Cápac, Av. España	Gaspar Sangurima	66,8	67,3	67,6	68,8	68,5	69
R_29	Bajada Centenario	Calle Larga	Benigno Malo	76,2	73,1	75,5	74,6	74,4	71,2

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

De acuerdo a visitas realizadas se ha podido corroborar que en el sector de la avenida Remigio Crespo se ha mantenido la presencia de locales comerciales como son: restaurantes, pizzerías, cafés, licorerías, farmacias, pastelerías y heladerías hasta locales comerciales para venta de motos y talleres. También se mantienen escasas zonas del sector con la presencia de viviendas sobre todo en las calles transversales a la Av. Remigio Crespo Toral. En la zona se encuentran emplazados: el edificio del Servicio de Rentas Internas y la pista de bicigrós, la panadería la Concordia, como parte de los equipamientos influyentes en la dinámica de la zona.

El sector de la Bajada del Centenario se caracteriza por la presencia de comercios relacionados con sastrerías y talleres de costura, bordado y tejido, venta de muebles y suministros de oficina, librerías, imprentas y offsets, almacenes de computación, accesorios y suministros, despensas, bares, restaurantes, discotecas, oficinas y agencias de viajes, bancos, servicios financieros, servicios de salud, establecimientos educativos, entre otros. La zona se localizan importantes equipamientos como son: colegio Benigno Malo, Hospital Militar, Facultad de Gastronomía y Turismo de la Universidad de Cuenca y el Banco del Pichincha.

Los puntos de monitoreo “Frutillados” y “Bajada del Centenario” presentan una connotación adicional a las ya descritas en párrafos anteriores. La presencia de bares y restaurantes en la zona modifican significativamente el comportamiento del sector. Es por ello que se vio oportuno incorporar estos sitios de monitoreo dentro de la zona comercial mixta que contempla un límite de sonoridad superior a la zona comercial (65 dB durante el día y 55 dB durante la noche).

El sector de la feria libre ha incrementado la actividad comercial relacionada con el comercio de víveres y textiles pudiéndose encontrar tiendas de abarrotes, despensas, minimercados, lecherías, carnicerías, panaderías, confiterías, farmacias, picanterías, restaurantes, bancos, mercados, almacenes de insumos agropecuarios, distribuidores de aves procesadas, depósitos de distribución de cilindros de gas licuado de petróleo, vulcanizadoras y estaciones de lubricación y cambio de aceites, entre otros. También la vivienda se mantiene en pequeñas cantidades, en los pisos superiores de los comercios.

La zona de la Chola Cuencana, cuenta con la presencia de viviendas ubicadas en la parte superior de los comercios existentes. La actividad que representa a la zona es el comercio de repuestos de vehículos, patios de exhibición de carros, compra y venta de los mismos, adicionalmente a lo largo de la calle Sangurima hay variedad de negocios como son: ferreterías, almacenes de mangueras, centros de belleza, almacenes de pernos, zapaterías, bazares, parqueaderos de vehículos, hostales, residencias, picanterías, restaurantes, tiendas de abarrotes, despensas, mini mercados, panaderías, papelerías y servicios financieros.

Nivel de presión sonora.- La zona comercial mixta abarcó cuatro sitios de monitoreo y las mediciones fueron realizadas en horarios diurno y nocturno.

Llama la atención el comportamiento de las emisiones sonoras en el sector de la Feria Libre cuyo promedio en el día de mediciones es de 63,23 db, el cual está bajo la norma establecida para el día (65db), así mismo el menor valor presentado es en este punto en el horario de las 13h00 con 61,3 db. Se estima que debido a la construcción del proyecto Tranvía, se ha limitado el paso de los vehículos, por lo que se están utilizando vías alternas para la circulación vehicular.

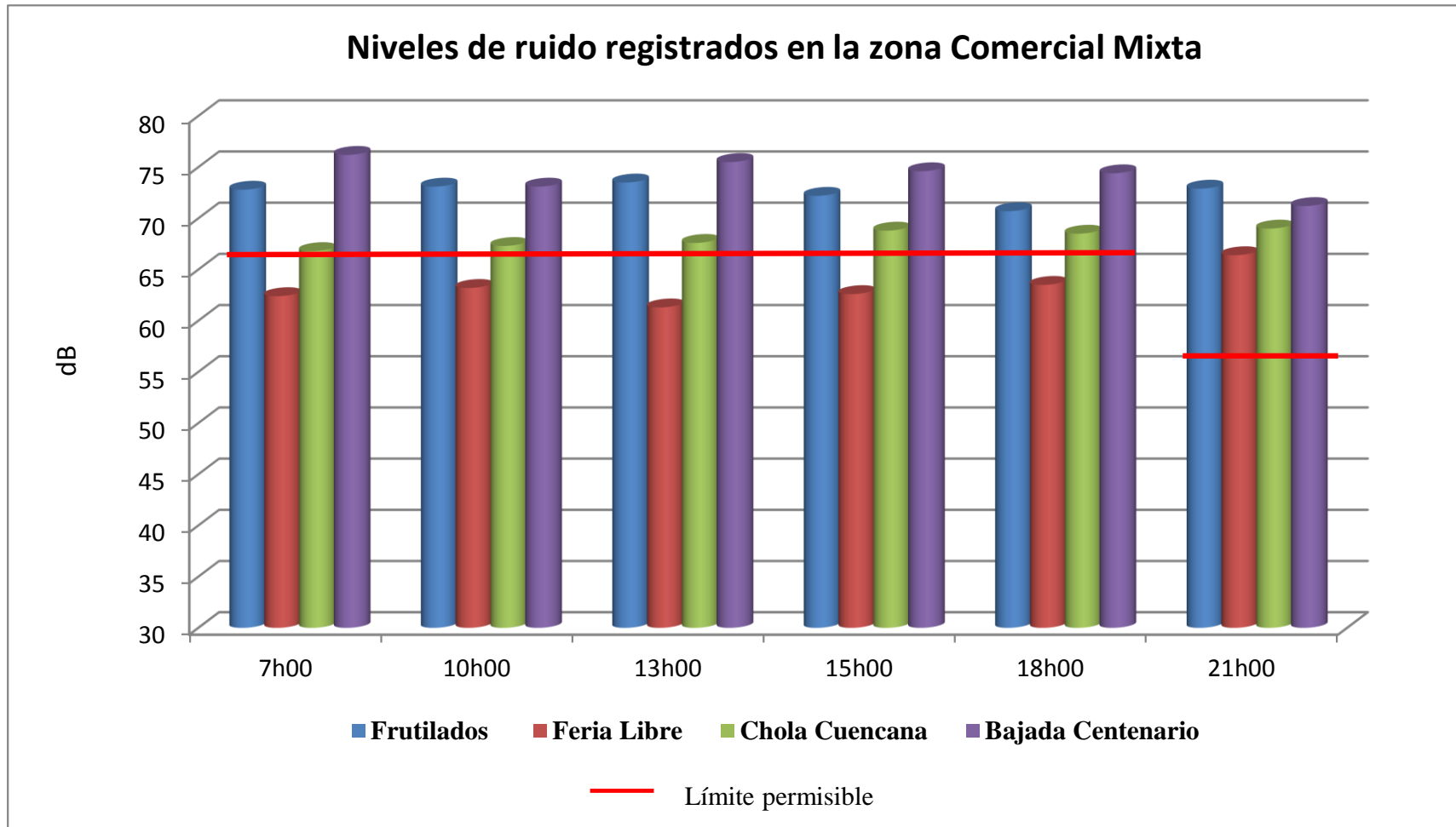
Los otros puntos R_05_Frutilados, R_27_CholaCuencana y R_29_BajadaCentenario presentan valores en todos los horarios por sobre la normativa ambiental (65db).

El mayor valor de emisiones sonoras se da a las 7h00 en la Bajada del Centenario, horario que coincide con la afluencia de los estudiantes tanto al Colegio Benigno Malo como a la Universidad de Cuenca, el valor presentado es de 76,2 db.

Desde el punto de vista del horario se ha obtenido que a las 21h00 se presentan el mayor valor, el cual asciende a 69,88 db, el cual está sobre la norma establecida para la noche en 14,8 db.

En el sector de la Chola Cuencana se presenta un comportamiento de la emisión sonora estable, es decir, su variación en el día no sobrepasa los +/- 2,2 db, seguido por Frutilados con +/- 2,8 db, luego la Bajada del Centenario con +/- 5 db y por último el sector de la Feria Libre con una variación de +/- 5,1 db a lo largo del día.

Gráfico N° 7
Presión sonora – Zona Comercial Mixta



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

5.3.6 Zona Industrial

La zona industrial la integran los puntos localizados en los sectores: parque industrial (Graiman), el camal y los Cerezos alto (véase cuadro adjunto). Si bien el sector de los Cerezos es considerado dentro del estudio como una zona industrial mixta, para fines del diagnóstico se la considera como industrial.

Cuadro N° 10
Valores (dB) promedio correspondientes a las mediciones de ruido
en zonas industriales

Código	Sector	Calle 1	Calle 2	Mediciones Lavg (dB)					
				7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
R_10	Graiman	Octavio Chacón	Cornelio Vintimilla	75,6	70,5	76	73	72,6	71,3
R_11	Camal	Camino Ochoa León	Nombre	70,3	66,7	67,4	69,8	67,4	63,3
R_14	Los Cerezos Alto	De los Cerezos	Nombre	68,6	66,7	70,5	70	67,9	62,4

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

La zona del parque industrial de acuerdo a la ordenanza de uso y ocupación del suelo está en la categoría de “industrial”, el mismo está completamente ocupado por industrias y bodegas de productos de distinto tipo. No cuentan con espacios libres.

En el sector del Camal se está produciendo un proceso de urbanización, sin embargo todavía se puede observar sitios con suelo descubierto, escasos sembríos y vegetación arbustiva (eucaliptos) a lo largo de la orilla del río Machángara. En el sector se pueden encontrar tiendas de barrio, locales de internet y cabinas telefónicas. Se evidencia también la presencia de algunas naves industriales. Como equipamientos relevantes del sector están el Centro de faenamiento Municipal y el ex - complejo deportivo del Deportivo Cuenca.

El sector de los Cerezos presenta naves industriales dispersas, la urbanización ha avanzado por esta zona, para el presente trabajo el uso de suelo de esta zona es industrial.

Nivel de presión sonora.- Como se ha descrito en párrafos anteriores, en la categoría de industrial se evaluaron tres puntos de monitoreo en los horarios previamente establecidos para el día y la noche.

Los límites estipulados para la categoría industrial son de 70 db en el día y 65 db en la noche. Se puede observar que el nivel más bajo de emisión se presenta en el sector de los Cerezos altos a las 21h00 con un valor de 62,4 db., que está bajo el valor de la normativa. Para los muestreos

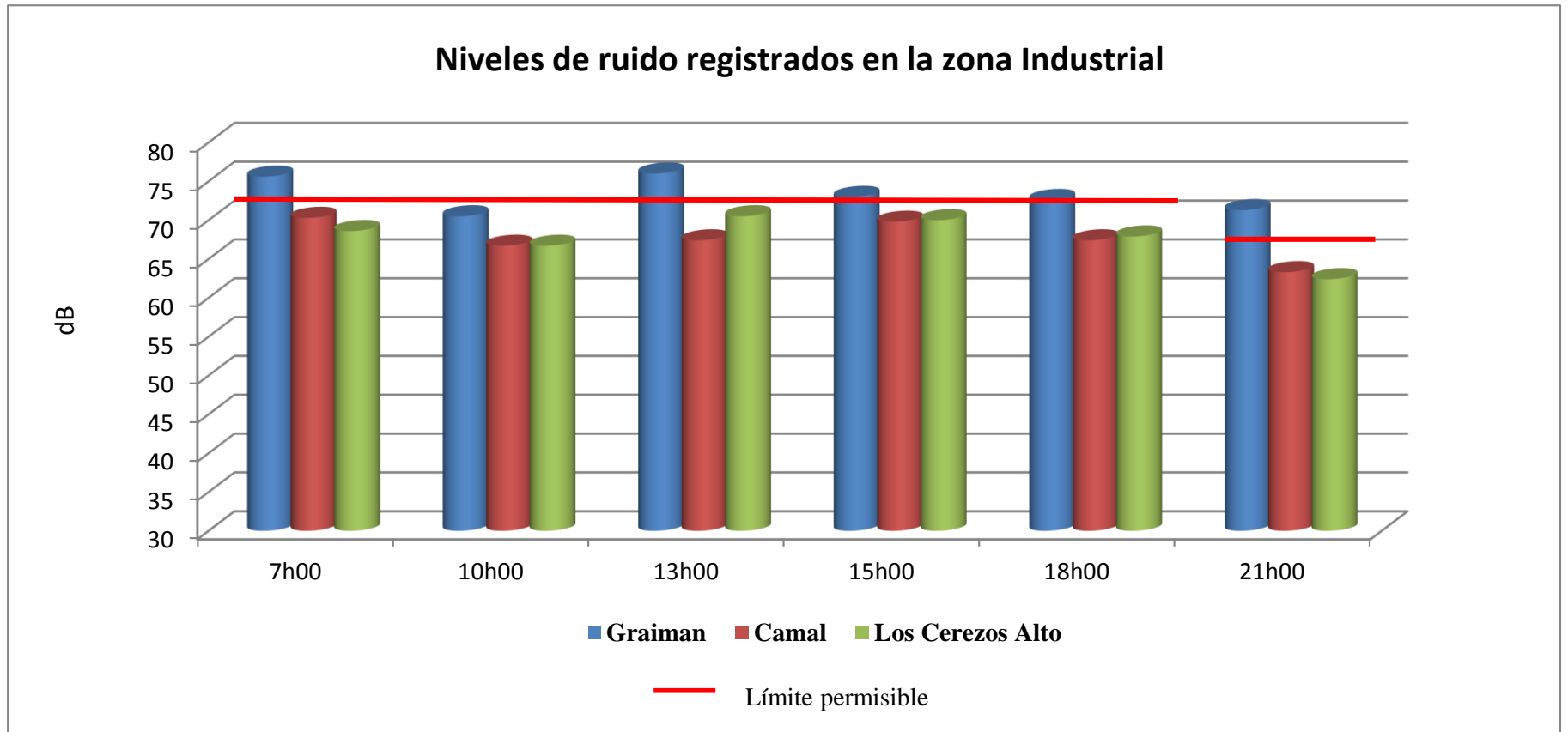
realizados en el día el valor más bajo es el que se monitorea en los sectores del Camal y Cerezos Alto a las 10h00 y que coinciden en 66,7 db.

El punto que registra valores más altos promedio en el día es el ubicado en el sector del parque industrial (Graiman) con un promedio de 73,17 db con un comportamiento sonoro a lo largo del día que se mantiene en valores sobre los 70 db.

En relación a la comparación horaria en los tres puntos el promedio más alto es el de las 7h00 con 71,5 db. Los valores más bajos se registran en el sector del Camal con un promedio de 67,48 db.

La zona en donde se emplaza Cerámicas Graiman es el lugar más ruidoso de los sitios evaluados registrando un promedio de 63,17 decibles en las seis mediciones. En este mismo punto, las 7h00 horas registran el nivel de ruido más alto con 75,6 decibles.

Gráfico N° 8
Presión sonora – Zona industrial



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

5.4 Evaluación de resultados con la zonificación basada en la ordenanza de uso y ocupación del suelo

Con el propósito de establecer las diferencias de evaluación de emisiones sonoras existentes entre la zonificación determinada por la ordenanza de uso y ocupación del suelo vigente y la que se ha asumido para el presente proyecto, la cual fue validada con inspecciones a los sitios de muestreo, evidenciando las verdaderas dinámicas y comportamientos existentes en la ciudad de Cuenca, se presenta a continuación el comportamiento de las emisiones sonoras tomando en cuenta los límites establecidos en el TULSMA, pero con la zonificación determinada en la ordenanza vigente de uso y ocupación del suelo del cantón Cuenca. Para el efecto, la zonificación sería la siguiente:

Cuadro N° 11
Zonificación de acuerdo a la ordenanza de uso y ocupación del suelo

N°	Punto_Medido	Uso de suelo según la ordenanza vigente	Calificación asumida
R_01	Estadio	Comercio, servicios generales y vivienda	Comercial
R_02	Gapal	Vivienda	Residencial
R_03	Aeropuerto	Comercial y vivienda	Comercial Mixta
R_04	Tres Puentes	Vivienda	Residencial
R_05	Remigio Crespo	Vivienda	Residencial
R_06	Hospital Regional	Vivienda	Residencial
R_07	Challuabamba	Vivienda	Residencial
R_08	Lagunas de Oxidación	Camino especial	Residencial
R_09	Monumento a la familia	Vivienda	Residencial
R_10	Parque Industrial (Graiman)	Industria de alto impacto (Tipo B)	Industrial
R_11	Parque Industrial (Camal)	Vivienda	Residencial
R_12	Camino a Ochoa León	Vivienda	Residencial
R_13	La Libertad	Vivienda	Residencial
R_14	Los Cerezos	Servicios industriales e industria de mediano impacto y también vivienda	Industrial
R_15	Camino al Tejar	Vivienda	Residencial
R_16	Vía a Sinincay (Miraflores)	Vivienda	Residencial
R_17	El Cebollar	Vivienda	Residencial
R_18	Hospital del IESS	Vivienda y Forestal	Residencial
R_19	Plaza Bocatti	Vivienda	Residencial
R_20	Colegio Sagrados Corazones	Vivienda	Hospitalaria y educativa
R_21	Feria Libre	Equipamiento urbano mayor, de abastecimiento, comercio y vivienda	Comercial Mixta
R_22	Lope de Vega	Vivienda	Residencial
R_23	Indurama	Vivienda	Residencial
R_24	Control Sur	Vivienda	Residencial
R_25	ETAPA (Gran Colombia)	Gestión y Administración	Comercial
R_26	Cristo Rey	Vivienda	Residencial
R_27	Chola Cuencana	Comercial y vivienda mas Gestión y Administración	Comercial Mixta
R_28	Juan Larrea	Servicios industriales e industria de mediano impacto	Industrial
R_29	Centenario	Gestión y Administración	Comercial
R_30	Totoracocha	Servicios industriales e industria de mediano impacto (A) y vivienda también	Industrial

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Con la información levantada se ha podido realizar una evaluación de las emisiones sonoras y los límites establecidos en el TULSMA para la zonificación que se practicó desde el punto de vista de la ordenanza de uso y ocupación del suelo, mostrándose en los siguientes cuadros los puntos y las horas en las cuales se está dentro de la normativa ambiental vigente, la clasificación se realizó por sector.

Cuadro N° 12
Puntos determinados en zona Hospitalaria - Educativa

N°	Punto medido (sector)	Clasificación asumida	Promedio de la medición de ruido en db (Lavg)					
			7:00	10:00	13:00	15:00	18:00	21:00
R_20	Colegio Sagrados Corazones	Hospitalaria Educativa	74,7	73,8	74	74,4	79,4	68,1

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

De acuerdo a la ordenanza de uso y ocupación del suelo, el sector del Colegio Sagrados Corazones es el único punto de muestreo que pertenece a este tipo de zona. El límite permisible de emisión sonora para el día es de 45 dB y para la noche es de 35 dB. Como se puede observar en el cuadro anterior, las emisiones de ruido en los seis horarios están por sobre lo establecido en la normativa ambiental del TULSMA.

Cuadro N° 13
Puntos levantados en zona residencial

N°	Punto medido (sector)	Clasificación asumida	Promedio de la medición de ruido en db (Lavg)					
			7:00	10:00	13:00	15:00	18:00	21:00
R_2	Gapal	Residencial	72,7	75,6	73,6	72,9	72,9	69,1
R_4	Tres puentes	Residencial	67,9	68	66,8	67,5	67,6	64,3
R_5	Frutilados	Residencial	72,8	73,1	73,5	72,2	70,7	72,9
R_6	Hospital Regional	Residencial	69,8	65,3	67,9	64,9	65,2	63,7
R_7	Challuabamba	Residencial	72,6	72,8	71,1	71	72,6	72,4
R_8	Lagunas de oxidación	Residencial	64,3	65,1	65,1	66,5	66,6	57
R_9	Monumento a la familia	Residencial	62,3	63,6	63,6	65,5	64,2	61,2
R_11	Camal	Residencial	70,3	66,7	67,4	69,8	67,4	63,3
R_12	Camino a Ochoa León	Residencial	65,2	62,8	69	62,2	63,3	63,5
R_13	La Libertad	Residencial	53,8	59,9	61,7	56,7	58,4	55,3
R_15	Camino al Tejar	Residencial	68	66,4	68	68,4	66,9	65,8
R_16	Vía a Sinincay (Miraflores)	Residencial	70,6	68,2	68,7	67,6	68,8	65,2
R_17	El Cebollar	Residencial	70,5	69,5	71	69	69,8	66,7
R_18	Hospital del IESS	Residencial	70,5	70,6	67,2	71,5	68,9	66,8
R_19	Plaza Bocatti	Residencial	69,6	67,8	70,6	70,1	69,8	67,1
R_22	Estación de servicio Trinit	Residencial	64,2	60	61,4	60,9	60	58,3
R_23	Indurama	Residencial	74,6	74,8	72,1	72,1	73,5	71,5
R_24	Control Sur	Residencial	72,2	74	71,6	76,6	74,5	70,1
R_26	Cristo Rey	Residencial	70,5	71,2	69,7	68,4	72,6	67,4

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

De los 30 puntos monitoreados, los 19 pertenecen a la categoría de uso “residencial”, el límite sonoro permitido en esta zona es de 50 dB para el día y 40 dB para la noche. Como se puede observar ningún punto está bajo la norma establecida en el TULSMA.

Cuadro N° 14
Puntos determinados en zona Comercial

N°	Punto medido (sector)	Clasificación asumida	Promedio de la medición de ruido en db (Lavg)					
			7:00	10:00	13:00	15:00	18:00	21:00
R_01	Estadio	Comercial	70,4	69,6	68,1	69,8	68,4	66,6
R_25	ETAPA (Gran Colombia)	Comercial	73,5	72,2	72,1	71	74,5	69,8
R_29	Bajada Centenario	Comercial	76,2	73,1	75,5	74,6	74,4	71,2

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

De acuerdo a la presente zonificación, se han determinado que de acuerdo al límite máximo permisible que para el día es de 60 dB y para la noche es de 50 dB, ninguno de los puntos muestreados cumple con la normativa del TULSMA.

Cuadro N° 15
Puntos determinados en zona Comercial Mixta

N°	Punto medido (sector)	Clasificación asumida	Promedio de la medición de ruido en db (Lavg)					
			7:00	10:00	13:00	15:00	18:00	21:00
R_03	Aeropuerto	Comercial Mixta	70,8	69,2	73,9	69,2	70,7	68,1
R_21	Feria Libre	Comercial Mixta	62,4	63,2	61,3	62,6	63,5	66,4
R_27	Chola Cuencana	Comercial Mixta	66,8	67,3	67,6	68,8	68,5	69

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Para este tipo de zona “Comercial Mixta”, los límites establecidos en el TULSMA, para el día son de 65 dB y para la noche de 55 dB. Los datos obtenidos en los monitoreos nos muestran en la estación de monitoreo R_21_FeriaLibre los valores de las emisiones durante el día están bajo la norma establecida.

Cuadro N° 16
Puntos determinados en zona Industrial

N°	Punto medido (sector)	Clasificación asumida	Promedio de la medición de ruido en db (Lavg)					
			7:00	10:00	13:00	15:00	18:00	21:00
R_10	Graiman	Industrial	75,6	70,5	76	73	72,6	71,3
R_14	Los Cerezos Alto	Industrial	68,6	66,7	70,5	70	67,9	62,4
R_28	Vía a Baños	Industrial	54,5	55	57	62,2	53,3	49,2
R_30	Totoracocha	Industrial	66,1	65,7	65,6	64,8	70,3	60,9

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Para este tipo de zona, el límite de emisiones establecido para el día es de 70 dB y para la noche es de 65 dB. Como se puede observar en el cuadro anterior, el punto de muestreo del sector R_28_VíaBaños está por debajo de la norma en todos los horarios, seguido del punto R_30_Totoracocha que solamente en el horario de las 18h00 está sobre la norma.

Resumen.- De las comparaciones realizadas se puede concluir que las emisiones sonoras en los distintos puntos, ya sea que se utilice la clasificación de acuerdo a la ordenanza de uso y ocupación del suelo vigente para la ciudad de Cuenca o se evalúen y actualicen las dinámicas del sector, en los dos casos las emisiones están sobre la norma establecida en el TULSMA, salvo casos puntual como es el R_28_VíaBaños cuyos valores están bajo la norma.

El caso del punto R_30_Totoracocha, es el único punto que, de acuerdo a la ordenanza de uso y ocupación del suelo estaría bajo los límites establecidos en el TULSMA con excepción del horario de las 18h00, sin embargo al analizar la dinámica de la zona, no es industrial sino residencial, en tal caso las emisiones no estarían cumpliendo las normativas ambientales.

Lo recomendable luego del análisis efectuado es que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca actualice la ordenanza de uso y ocupación del suelo de la ciudad, para que de esta manera se refleje en la misma las nuevas dinámicas de la ciudad, sin embargo, al momento de realizar nuevos monitoreos de ruido será necesario realizar las inspecciones necesarias a fin de ir actualizando los distintos comportamientos de crecimiento que va adquiriendo la ciudad que son completamente cambiantes.

5.5 Comparación de datos levantados en los años 2009 – 2012 y 2014

El levantamiento de información sonora de la ciudad de Cuenca es un esfuerzo que se ha venido dando desde el año 2009, se cuenta al momento con información del año antes mencionado, la cual se recopiló al momento de realizar un proyecto entre la Universidad del Azuay y el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Cuenca – GAD, denominado: “Índice de Calidad Ambiental Urbano de la ciudad de Cuenca – ICAUC, en el cual se levantaron 23 puntos de muestreo.

Posteriormente en el año 2012 se ejecuta el proyecto de “Elaboración del Mapa de ruido del área urbana de la ciudad de Cuenca”, de igual manera entre la Universidad del Azuay y el GAD municipal de Cuenca, en el citado proyecto se tomaron muestras en 30 puntos, de los cuales, los 20 coinciden con los puntos levantados en el año 2009.

Durante el año 2013 la Universidad del Azuay emprende en el levantamiento de 119 puntos de muestreos en dos horarios (diurno y nocturno), pero debido a fallas técnicas presentadas por el equipo de medición (sonómetro) se tuvieron que desechar las mediciones realizadas.

En el presente año 2014, atendiendo la necesidad de contar con un historial de datos de ruido en la ciudad, las dos entidades Universidad del Azuay y el GAD municipal de Cuenca emprenden en la ejecución del proyecto: “Evaluación de las emisiones sonoras de la ciudad de Cuenca”, con lo cual se monitorean los 30 puntos en los sitios previamente establecidos en los estudios anteriores, permitiendo en el presente documento presentar la comparación del comportamiento de las emisiones sonoras en la ciudad de Cuenca en los períodos 2009, 2012 y 2014, para los horarios y puntos coincidentes.

Cuadro N° 17
Cuadro comparativo de emisiones sonoras (2014 – 2012 – 2009)

Cod_med	Sector	Tipo de uso	2014		2012		2009	
			13h00	18h00	13h00	18h00	13h00	18h00
R_01	Estadio	Comercial	68,1	68,4	73,2	72,7	69,1	69,4
R_02	Gapal	Residencial Mixta	73,6	72,9	71,1	73	67,9	70,1
R_03	Aeropuerto	Comercial	73,9	70,7	74,1	74,5	74,2	74,6
R_04	Tres Puentes	Residencial Mixta	66,8	67,6	76,5	68	69,2	68,6
R_05	Frutillados	Comercial Mixta	73,5	70,7	72,4	76	62,6	72,1
R_06	Hospital Regional	Hospitalaria - Educativa	67,9	65,2	66,5	73,2	66,4	67,1
R_08	Lagunas de Oxidación	Residencial	65,1	66,6	76,5	76,5	45,5	48,6
R_10	Graiman	Industrial	76	72,6	73,2	72,9	73	76,8
R_11	Camal	Industrial	67,4	67,4	69,9	61,8	57,1	58,5
R_14	Los Cerezos Alto	Industrial	70,5	67,9	70,8	72,5	41	37,1
R_19	Plaza Bocatti	Residencial Mixta	70,6	69,8	74,6	76,3	73,4	73,5
R_20	Col. Sagrados Corazones	Hospitalaria - Educativa	74	79,4	75,3	77,3	64,6	65
R_21	Feria Libre	Comercial Mixta	61,3	63,5	73,1	72,9	71,9	72,1
R_22	Estación de servicio Trinita	Hospitalaria - Educativa	61,4	60	60,8	59,7	39,4	54
R_23	Indurama	Residencial Mixta	72,1	73,5	74,3	77,2	76,3	76,5
R_26	Cristo Rey	Residencial	69,7	72,6	67,4	65,3	53,8	52,2
R_27	Chola Cuencana	Comercial Mixta	67,6	68,5	74	71,4	69,5	68,3
R_28	Vía Baños	Residencial	57	53,3	57,6	55,9	49,1	50,1
R_29	Bajada Centenario	Comercial Mixta	75,5	74,4	74,4	74,3	60,9	60,1
R_30	Totoracocha	Residencial	65,6	70,3	64,1	66,8	62,9	64,2

Fuente: Información generada en el proyecto – 2014

Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Se ha realizado las comparaciones del comportamiento sonoro entre los años 2009 – 2012 y 2012 al 2014, obteniéndose lo siguiente:

En el período 2009 al 2012 se observa que las emisiones sonoras en el horario de las 13h00 se incrementan en los 18 puntos de monitoreo lo que representa el 90%. Los incrementos más

representativos son los que se presentan en el punto R_14_CerezosAlto con 29,8 db, seguido del punto R_22_Trinititi con 21,4 db y el sector R_26_CristoRey con 13,6 db.

En el horario de las 18h00 el incremento se da en el 85% de los puntos monitoreados, con valores máximos de hasta 35,4 db en el punto R_14_CerezosAlto, seguido por 27,9 db en el R_08_LagunasOxidación y 14,2 db en el R_30_BajadaCentenario.

En el período 2012 al 2014 del análisis se puede observar que hay una disminución de las emisiones en varios puntos de monitoreo, en primer lugar se ha establecido que el 75% de los puntos muestreados disminuyen las emisiones correspondientes al horario de las 18h00. La disminución de valores se da hasta en 9,9 db en el R_08_LagunasOxidación, el 8,9 db en el sector de los Tres Puentes.

En el horario de las 13h00 se da una disminución de emisiones sonoras en el 60% de los puntos muestreado, los valores que se toman varían hasta en 11,8 db en el R_21_FeriaLibre, seguido por 11,4db en el R_08_LagunasOxidación

De manera inversa se puede observar un incremento de emisiones en el 25% de los sitios muestreados en el horario de las 18h00, la mayor diferencia se da en el R_30_Totoracocha con 6,2db. En el horario de las 13h00 el 40% de los sitios de monitoreo se incrementan en valores que no son muy representativos, ya que la mayor diferencia es de 1,5 db.

A continuación se presenta de manera gráfica la comparación del comportamiento de las emisiones de ruido en los treinta puntos muestreados, clasificados según el tipo de zona y comparados con los límites máximos admisibles establecidos en el TULSMA

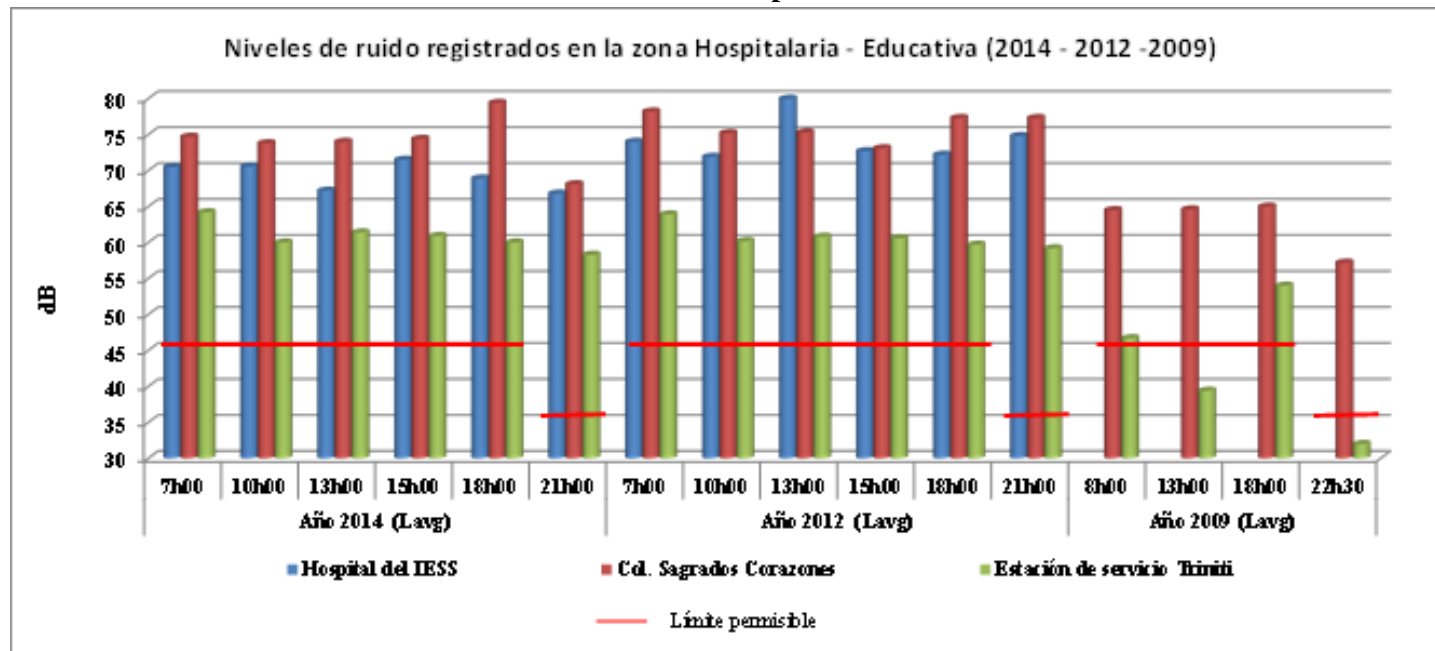
5.5.1 Comparación para la zona Hospitalaria - Educativa

Cuadro N° 18
Comparación datos – Zona Hospitalaria - Educativa

Cod_med	SECTOR	Año 2014 (Lavg)						Año 2012 (Lavg)						Año 2009 (Lavg)			
		7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	8h00	13h00	18h00	22h30
R_18	Hospital del IESS	70,5	70,6	67,2	71,5	68,9	66,8	74	71,9	94	72,7	72,2	74,8				
R_20	Col. Sagrados Corazones	74,7	73,8	74	74,4	79,4	68,1	78,2	75,2	75,3	73,1	77,3	77,3	64,50	64,60	65,00	57,20
R_22	Estación de servicio Trinití	64,2	60	61,4	60,9	60	58,3	63,9	60,2	60,8	60,6	59,7	59,2	46,70	39,40	54,00	32,00

Fuente: Información generada en el proyecto CGA – UDA, 2009-2012-2014

Gráfico N° 9
Presión sonora – Zona Hospitalaria - Educativa



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

De los datos analizados se puede observar que las emisiones del sector R_22_Trinita se han incrementado en los años 2014 y 2012 con relación a las que se han obtenido en el año 2009, el mayor incremento se da en el período del 2009 al 2012 en donde se observa que el incremento es hasta del 40% en el valor de la emisión sonora, constituyéndose en el más representativo de esta zona hospitalaria - educativa. Todos los puntos evaluados durante el año 2012 y 2014 tienen valores de emisiones sobre la normativa (TULSMA).

5.5.2 Comparación para la zona Residencial

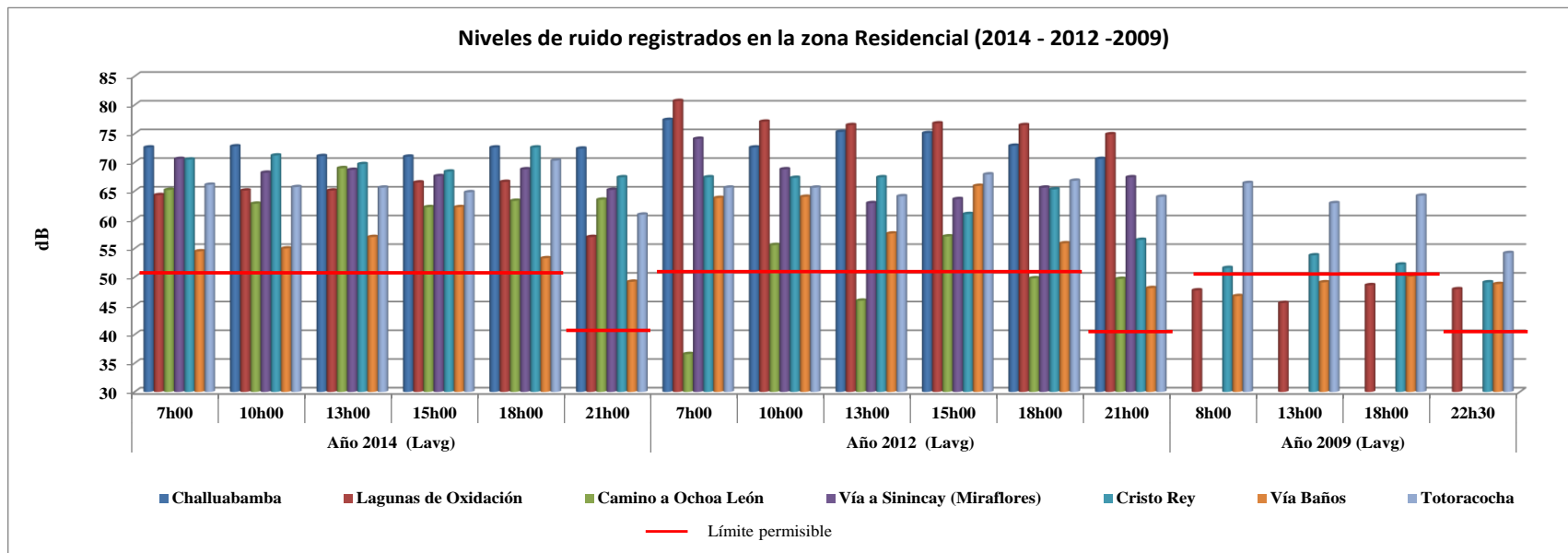
Los valores comparados son:

Cuadro N° 19
Comparación datos – Zona Residencial

Cod_med	SECTOR	Año 2014 (Lavg)						Año 2012 (Lavg)						Año 2009 (Lavg)			
		7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	8h00	13h00	18h00	22h30
R_07	Challuabamba	72,6	72,8	71,1	71	72,6	72,4	77,4	72,6	75,3	75,1	72,9	70,6				
R_08	Lagunas de Oxidación	64,3	65,1	65,1	66,5	66,6	57	80,7	77,1	76,5	76,8	76,5	74,9	47,70	45,50	48,60	47,90
R_09	Monumento a la familia	62,3	63,6	63,6	65,5	64,2	61,2	72,5	75,3	71	70,2	72,3	60,3				
R_12	Camino a Ochoa León	65,2	62,8	69	62,2	63,3	63,5	36,6	55,6	45,9	57,1	49,8	49,7				
R_16	Vía a Sinincay (Miraflores)	70,6	68,2	68,7	67,6	68,8	65,2	74,1	68,8	62,9	63,6	65,6	67,4				
R_17	El Cebollar	70,5	69,5	71	69	69,8	66,7	69,4	72,2	76,2	72,5	73,6	55,5				
R_26	Cristo Rey	70,5	71,2	69,7	68,4	72,6	67,4	67,4	67,3	67,4	61	65,3	56,5	51,60	53,80	52,20	49,10
R_28	Vía Baños	54,5	55	57	62,2	53,3	49,2	63,8	64	57,6	65,9	55,9	48,1	46,70	49,10	50,10	48,80
R_30	Totoracocho	66,1	65,7	65,6	64,8	70,3	60,9	65,6	65,6	64,1	67,9	66,8	64	66,40	62,90	64,20	54,20

Fuente: Información generada en el proyecto CGA – UDA, 2009-2012-2014

Gráfico N° 10
Presión sonora – Zona Residencial



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Como se puede observar todos los muestreos que se realizan en la noche están sobre la normativa ambiental, en tanto que para los horarios del día en las estaciones R_28_VíaBaños y R_08_LagunasOxidación se pueden ver los incrementos del 17,0% y 78,4% respectivamente.

En el año 2012 todavía se puede observar puntos como el R_12_CaminoOchoaLeón con valores inferiores a la normativa, sin embargo en el año 2014 todos los puntos en los distintos horarios incumplen la normativa establecida en el TULSMA para esta zona (50db día y 40db noche).

Al revisar las mayores variaciones por horario de muestreo se puede indicar que a las 7h00, 13h00 y 18h00 se registran los mayores incrementos de emisión de ruido y coinciden con un mismo punto que es el R_12_OchoaLeón en 28,6 db; 23,1 db; y 13,5 db.

En tanto que en los horarios de las 10h00, 15h00 y 21h00, la máxima variación se da en el punto R_08_LagunasOxidación en donde el ruido disminuye en 12db; 10,3 db y 17,9 db, respectivamente.

De manera resumida se puede indicar que de los 54 monitoreos que se han realizado en los 9 puntos de la zona residencial (2014) en los seis horarios pre establecidos, el 53,70% de los monitoreos han disminuido desde el año 2012 al 2014.

5.5.3 Comparación para la zona Residencial Mixta

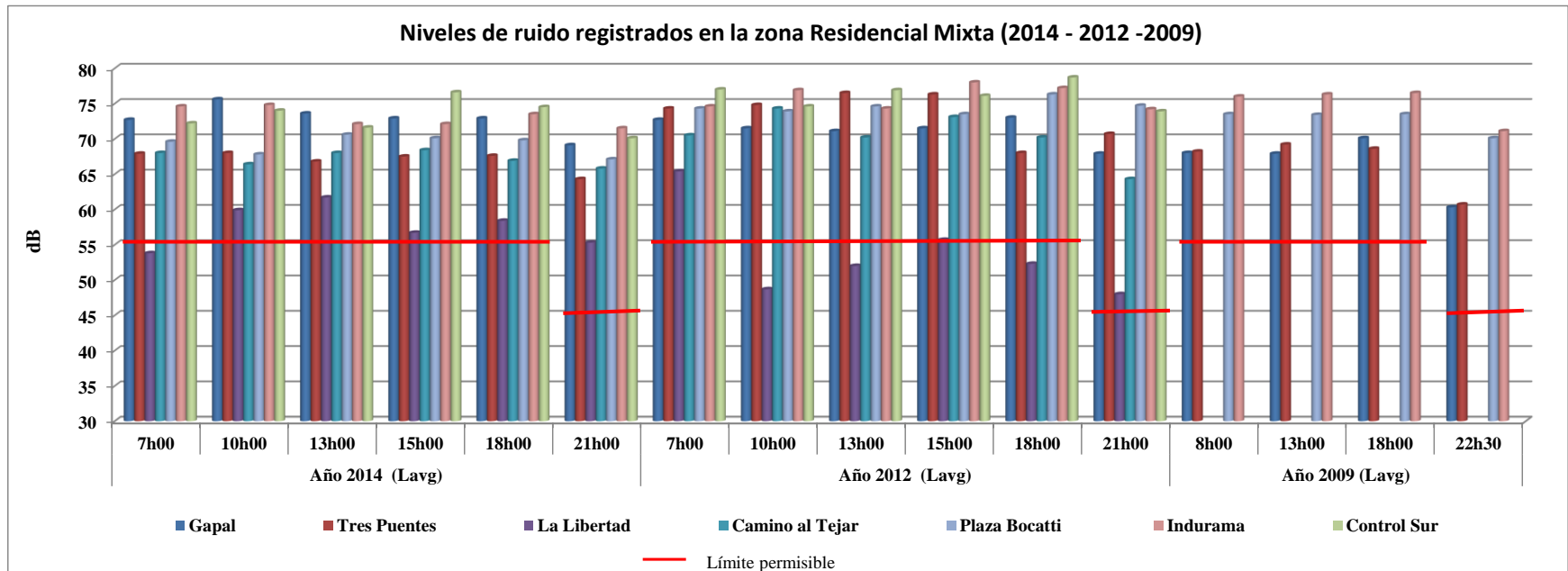
Los valores comparados son:

Cuadro N° 20
Comparación datos – Zona Residencial Mixta

Cod_med	SECTOR	Año 2014 (Lavg)						Año 2012 (Lavg)						Año 2009 (Lavg)			
		7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	8h00	13h00	18h00	22h30
R_02	Gapal	72,7	75,6	73,6	72,9	72,9	69,1	72,7	71,5	71,1	71,5	73	67,9	68,00	67,90	70,10	60,30
R_04	Tres Puentes	67,9	68	66,8	67,5	67,6	64,3	74,3	74,8	76,5	76,3	68	70,7	68,20	69,20	68,60	60,70
R_13	La Libertad	53,8	59,9	61,7	56,7	58,4	55,3	65,4	48,7	52	55,7	52,3	48				
R_15	Camino al Tejar	68	66,4	68	68,4	66,9	65,8	70,5	74,3	70,2	73,1	70,2	64,3				
R_19	Plaza Bocatti	69,6	67,8	70,6	70,1	69,8	67,1	74,3	73,9	74,6	73,5	76,3	74,7	73,50	73,40	73,50	70,10
R_23	Indurama	74,6	74,8	72,1	72,1	73,5	71,5	74,6	76,9	74,3	78	77,2	74,2	76,00	76,30	76,50	71,10
R_24	Control Sur	72,2	74	71,6	76,6	74,5	70,1	77	74,6	76,9	76,1	78,7	73,9				

Fuente: Información generada en el proyecto CGA – UDA, 2009-2012-2014

Gráfico N° 11
Presión sonora – Zona Residencial Mixta



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

De los datos y gráfico analizado se puede observar que las estaciones que coinciden en los monitoreos por los tres años de estudio, es decir, R_02; R_04; R_19 y R_23 tienen un comportamiento homogéneo, en el sentido de que la mayor variación que se da a lo largo de los años de estudio es de 9,7 db en la estación R_04_TresPuentes. Los puntos descritos incumplen la normativa del TULSMA en el 2009, 2012 y 2014.

En el período comprendido entre el año 2012 y 2014 se ha determinado que en los horarios de las 7h00 y 10h00, las mayores variaciones se presentan en el punto R_13_LaLibertad en donde se disminuye las emisiones hasta en 11,6 db a las 7h00, en tanto que a las 10h00 se incrementa en 11,2 db. A las 13h00 la mayor variación se da en el sector R_04_TresPuentes, en donde las emisiones disminuyen en 9,7 db, en tanto que el punto R_13_LaLibertad se incrementa en el mismo valor de 9,7 db. A las 15h00 en el sector R_04_TresPuentes disminuye la emisión en un valor máximo de 8,8 db. A las 18h00 el comportamiento de las emisiones en el sector R_19_Bocatti disminuyen en 6,5 db.

De manera resumida se puede indicar que de los 42 monitoreos que se han realizado en los 7 puntos de la zona residencial mixta (2014) en los seis horarios pre establecidos, el 66,7% de los monitoreos han disminuido desde el año 2012 al 2014.

5.5.4 Comparación para la zona Comercial

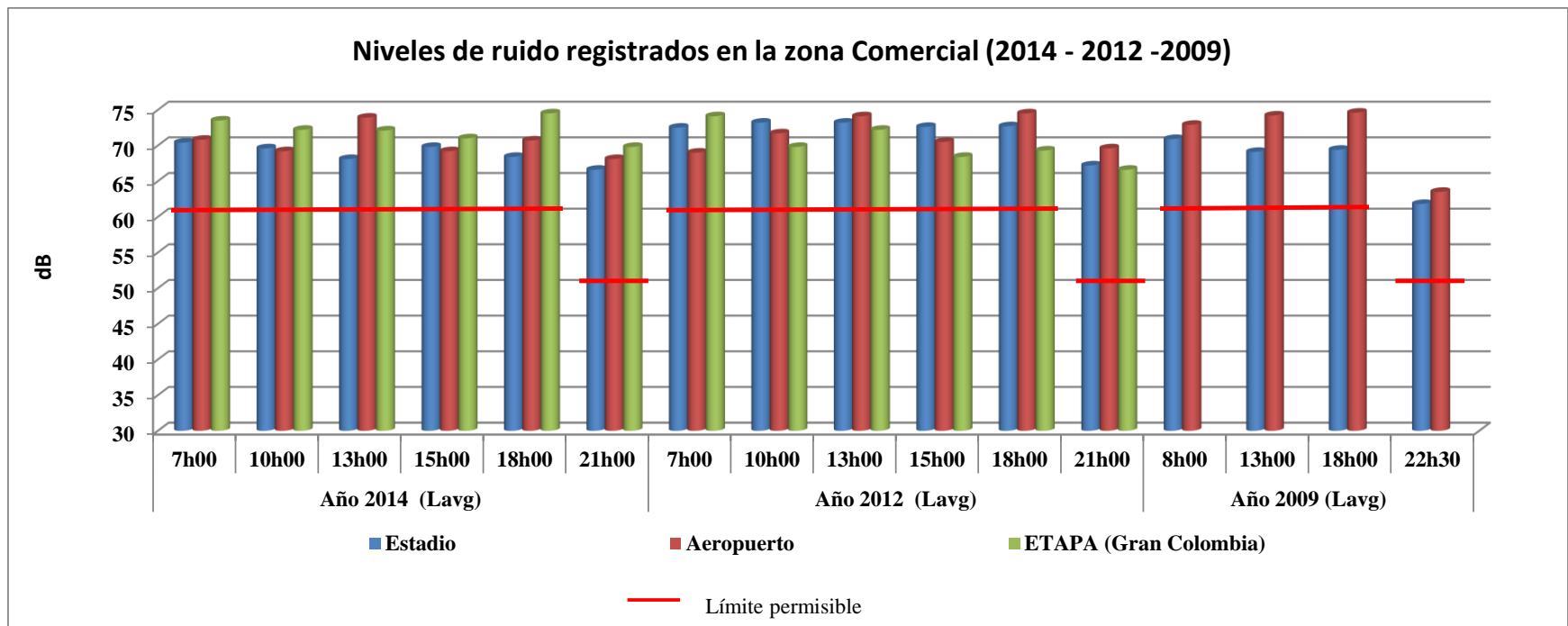
Los datos a comparar son los siguientes:

Cuadro N° 21
Comparación datos – Zona Comercial

Cod_med	SECTOR	Año 2014 (Lavg)						Año 2012 (Lavg)						Año 2009 (Lavg)			
		7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	8h00	13h00	18h00	22h30
R_01	Estadio	70,4	69,6	68,1	69,8	68,4	66,6	72,5	73,2	73,2	72,6	72,7	67,2	70,90	69,10	69,40	61,80
R_03	Aeropuerto	70,8	69,2	73,9	69,2	70,7	68,1	69	71,7	74,1	70,5	74,5	69,6	72,90	74,20	74,60	63,50
R_25	ETAPA (Gran Colombia)	73,5	72,2	72,1	71	74,5	69,8	74,1	69,8	72,2	68,4	69,3	66,6				

Fuente: Información generada en el proyecto CGA – UDA, 2009-2012-2014

Gráfico N° 12
Presión sonora – Zona Comercial



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

De la zona comercial se han monitoreado 3 puntos, de los cuales R_01 y el R_03 se cuenta con información en los tres años: 2009, 2012 y 2014. Al analizar el comportamiento de las emisiones se puede observar que en el horario de las 13h00 en la zona del estadio se presenta un incremento máximo de 4,1 db entre los años 2009 y 2012 en el punto R_01_Estadio, así mismo en el mismo punto disminuyen las emisiones en 5,1 db entre los años 2012 y 2014

En el horario de las 18h00 de igual manera que lo descrito en el párrafo anterior en este mismo punto se presentan las mayores variaciones en el año 2014, ya que las emisiones disminuyen en 4,8db.

De manera resumida se puede indicar que de los 18 monitoreos que se han realizado en los 3 puntos de la zona comercial (2014) en los seis horarios pre establecidos, el 66,7% de los monitoreos han disminuido desde el año 2012 al 2014.

5.5.5 Comparación para la zona Comercial Mixta

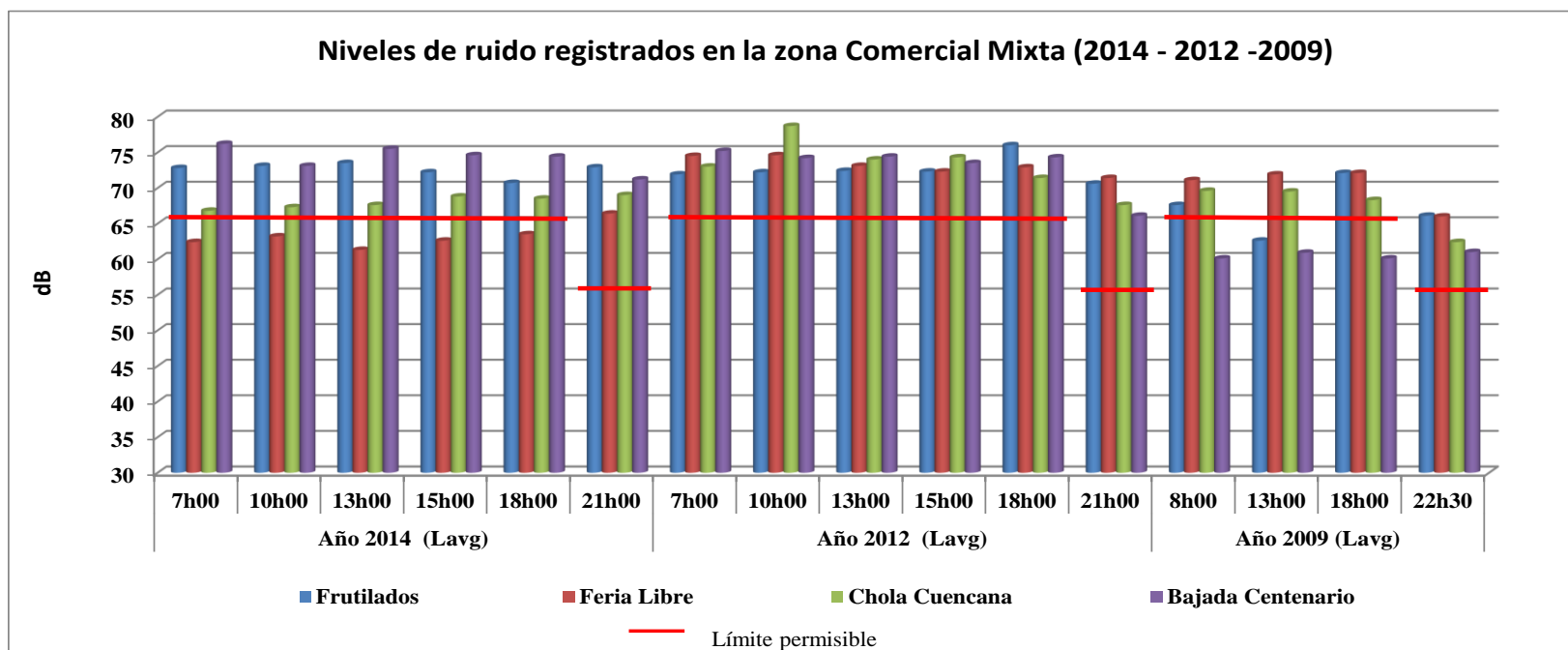
Los valores a analizar son:

Cuadro N° 22
Comparación datos – Zona Comercial Mixta

Cod_med	SECTOR	Año 2014 (Lavg)						Año 2012 (Lavg)						Año 2009 (Lavg)			
		7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	8h00	13h00	18h00	22h30
R_05	Frutillados	72,8	73,1	73,5	72,2	70,7	72,9	71,9	72,2	72,4	72,3	76	70,6	67,60	62,60	72,10	66,10
R_21	Feria Libre	62,4	63,2	61,3	62,6	63,5	66,4	74,5	74,6	73,1	72,3	72,9	71,4	71,10	71,90	72,10	66,00
R_27	Chola Cuencana	66,8	67,3	67,6	68,8	68,5	69	73	78,7	74	74,3	71,4	67,6	69,60	69,50	68,30	62,40
R_29	Bajada Centenario	76,2	73,1	75,5	74,6	74,4	71,2	75,2	74,2	74,4	73,5	74,3	66,1	60,10	60,90	60,10	61,00

Fuente: Información generada en el proyecto CGA – UDA, 2009-2012-2014

Gráfico N° 13
Presión sonora – Zona Comercial Mixta



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

Como se ha podido establecer para la zona comercial mixta se cuenta con datos de la totalidad de los puntos para los tres años de estudio, es decir, 2009, 2012 y 2014.

En el período 2009 al 2012 se comparan los puntos en dos horarios: 13h00 y 18h00, en tanto que para el período comprendido entre el 2012 y 2014 se analizan en los seis horarios.

En el horario de las 13h00 la máxima variación se da con el incremento de emisiones en 13,5 db en el punto R_29_BajadaCentenario, de igual manera en el mismo punto en el horario de las 18h00 se incrementan los valores en 14,2 db.

En el período comprendido entre los años 2012 y 2014, se tiene:

En el punto R_21_FeriaLibre se obtienen las máximas variaciones en todos los horarios, los cuales constituyen decremento en las emisiones, ya que las mismas bajan sus valores en el año 2014 en relación al 2012, en: 12,1db (7h00); 11,4 db (10h00); 11,8 db (13h00); 9,7 db (15h00); 9,4 db (18h00) y 5 db (21h00).

De manera resumida se puede indicar que de los 24 monitoreos que se han realizado en los 4 puntos de la zona comercial mixta (2014) en los seis horarios pre establecidos, el 58,3% de los monitoreos han disminuido desde el año 2012 al 2014.

5.5.6 Comparación para la zona Industrial

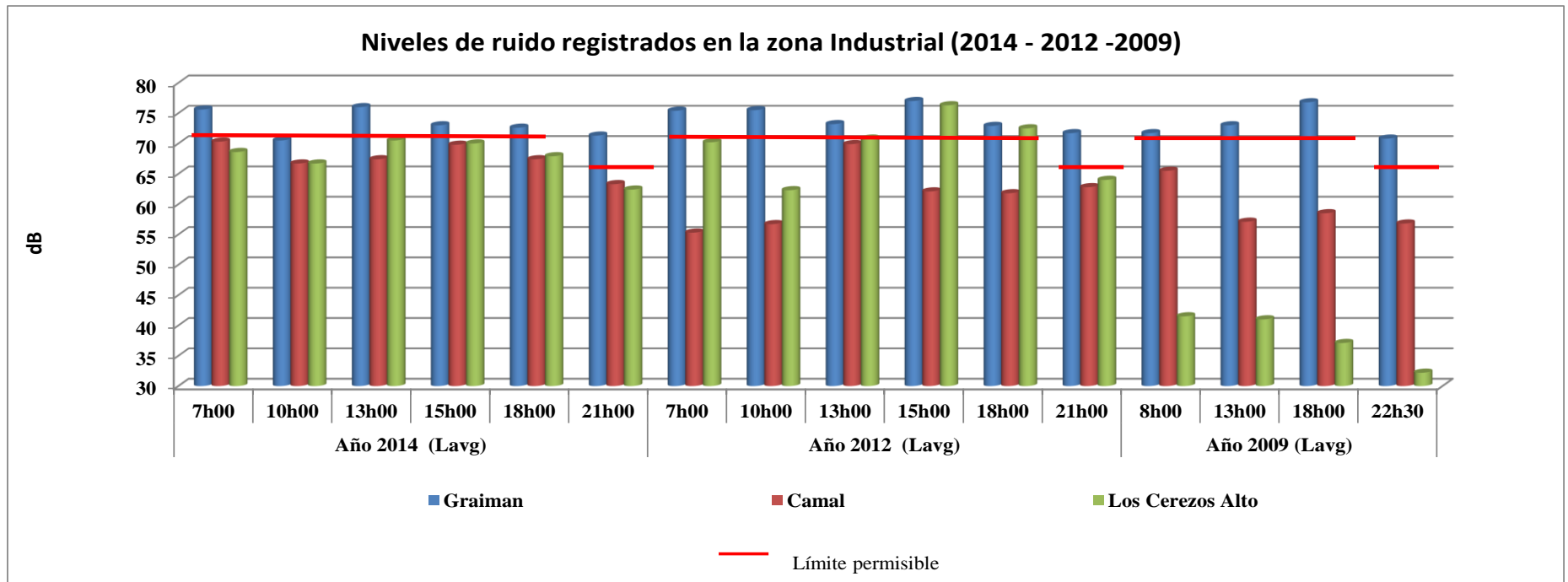
Los datos obtenidos son:

Cuadro N° 23
Comparación datos – Zona Industrial

Cod_med	SECTOR	Año 2014 (Lavg)						Año 2012 (Lavg)						Año 2009 (Lavg)			
		7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	8h00	13h00	18h00	22h30
R_10	Graiman	75,6	70,5	76	73	72,6	71,3	75,4	75,5	73,2	77	72,9	71,7	71,70	73,00	76,80	70,80
R_11	Camal	70,3	66,7	67,4	69,8	67,4	63,3	55,3	56,7	69,9	62,1	61,8	62,8	65,50	57,10	58,50	56,80
R_14	Los Cerezos Alto	68,6	66,7	70,5	70	67,9	62,4	70,2	62,3	70,8	76,3	72,5	64	41,50	41,00	37,10	32,20

Fuente: Información generada en el proyecto CGA – UDA, 2009-2012-2014

Gráfico N° 14
Presión sonora – Zona Industrial



Elaborado: Equipo técnico UDA – IERSE – 2014

En la zona industrial los tres puntos se han muestreado en los años 2009, 2012 y 2014, de igual manera que para la zona descrita anteriormente (comercial mixta), se evaluarán los datos para los dos períodos:

Para los años 2009 al 2012, las máximas variaciones en el comportamiento sonoro es el que se ha registrado en el punto R_14 para los dos horario que se comparan, obteniéndose para las 13h00 un incremento de emisión de 29,8 db y para las 18h00 un incremento de 35,4 db, son las variaciones más altas registradas en todos los puntos de monitoreo.

Para el período comprendido entre el año 2012 y 2014, en los horarios de las 7h00, 10h00, 15h00 y 18h00, las mayores variaciones se producen en el punto R_11_Camal cuyos valores se incrementan en 15db (7h00); 10db (10h00); 7,7 db (15h00) y 5,6 db (18h00). En el horario de las 13h00 se da un máximo incremento el punto R_10_Graiman en 2,8 db y a las 21h00 se presenta una disminución en 1,6db en el punto R_14_CerezosAlto.

De manera resumida se puede indicar que de los 18 monitoreos que se han realizado en los 3 puntos de la zona industrial (2014) en los seis horarios pre establecidos, el 55,5% de los monitoreos han disminuido desde el año 2012 al 2014.

Adicionalmente al análisis efectuado se procedió a realizar la comparación por cada punto monitoreado en los tres años de estudio, los cuales se representan de manera gráfica y se presentan en el *Anexo 11.- Comparación emisiones por cada punto (2009 – 2012 y 2014)*.

6 PROCESAMIENTO DE DATOS – MAPAS DE RUIDO

Modelamiento teórico del ruido en la ciudad de Cuenca

El objetivo de este apartado es poder determinar sobre la base de la interpolación de los datos obtenidos en los monitoreos de ruido, la representación del comportamiento de las emisiones de ruido en el territorio urbano de Cuenca. Para el efecto se utilizaron algunos métodos estadísticos como son:

- “Método del Inverso de la Distancia Ponderada (IDW)”, luego de lo cual se han elaborado los mapas en los seis horarios en los cuales se levantó la información.
- Kriging ordinario

6.1 Método del Inverso de la Distancia Ponderada (IDW).- El método IDW se apoya en el concepto de continuidad espacial, con valores más parecidos para posiciones cercanas que se van diferenciando conforme se incrementa la distancia.

Desde el punto de vista metodológico, cada valor que tiene una correspondencia con un punto determinado, influye sobre los demás de forma local y disminuye proporcionalmente su efecto con la distancia. Al ser un método exacto y ajustarse en su localización a los datos,

generalmente dibuja en el mapa círculos concéntricos, denominados “bulleeyes” (ojos de toro), que gradúan los cambios bruscos en los valores. (GARCÍA GONZÁLEZ & CEBRIÁN ABELLÁN).

- **Cálculo del valor de ruido de un punto utilizando como método de interpolación el inverso de la distancia ponderada (IDW) con datos del muestreo de Ruido.**

A continuación se muestra el proceso de cálculo de este método de interpolación, se trata de calcular cuál sería el promedio de ruido en decibeles de un lugar, cuyas coordenadas (X; Y) son (720296.13; 9679264.67) utilizando como vecinos los datos correspondientes a los puntos de muestreo de ruido de: Feria Libre, Remigio Crespo y Lope de Vega del Horario 7:00.

Cuadro N° 24
Coordenadas y valores de los puntos de ruido (ejem)

Puntos	Nombre	Coordenada X	Coordenada Y	Valor
1	Feria Libre	719753.56	9679958.11	74.5
2	Remigio Crespo	721046.52	9679230.59	71.9
3	Lope de Vega	720075.94	9678417.62	63.9
4	Lugar a predecir	720296.13	9679264.67	?

Paso 1: Calcular las distancias entre el punto cuyo valor se va a predecir y los puntos muestrales (Cuadro N° 24).

$d(\text{lugar1, lugar2})$ significa distancia del lugar 1 al lugar 2.

$$d(\text{Feria Libre, Punto Predicción}) = d_{10}$$

$$= \sqrt{(719753.56 - 720296.13)^2 + (9679958.11 - 9679264.67)^2} = 880.478$$

$$d(\text{Remigio Crespo, Punto Predicción}) = d_{20}$$

$$= \sqrt{(721046.52 - 720296.13)^2 + (9679230.59 - 9679264.67)^2} = 751.163$$

$$d(\text{Lope de Vega, Punto Predicción}) = d_{30}$$

$$= \sqrt{(719753.56 - 720296.13)^2 + (9679958.11 - 9679264.67)^2} = 875.201$$

Cuadro N° 25
Distancias entre lugares y el punto a predecir

Puntos	Distancias	di
(1,0)	880.478	d10
(2,0)	751.163	d20
(3,0)	875.201	d30

Paso 2: Calcular los pesos λ_i .

$$\lambda_i = \frac{d_{i0}^{-p}}{\sum_{i=1}^N d_{i0}^{-p}}$$

N= Número de sitios de muestreo.

p= Grado de ponderación.

En nuestro ejemplo N=3 y p=2, debido a que el programa utiliza estos valores por defecto, pero pueden variar.

La suma de todos los pesos debe ser 1, esto es, $\sum_{i=1}^3 \lambda_i = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^3 d_{i0}^{-2} &= \sum_{i=1}^3 \left(\frac{1}{d_{i0}^2} \right) = \frac{1}{d_{10}^2} + \frac{1}{d_{20}^2} + \frac{1}{d_{30}^2} \\ &= 0.00000128992 + 0.00000177227 + 0.00000130552 \\ &= 0.00000436771 \end{aligned}$$

$$\lambda_1 = \frac{d_{10}^{-2}}{\sum_{i=1}^3 d_{i0}^{-2}} = \left(\frac{0.00000128992}{0.00000436771} \right) = 0.295330701$$

$$\lambda_2 = \frac{d_{20}^{-2}}{\sum_{i=1}^3 d_{i0}^{-2}} = \left(\frac{0.00000177227}{0.00000436771} \right) = 0.405766803$$

$$\lambda_3 = \frac{d_{30}^{-2}}{\sum_{i=1}^3 d_{i0}^{-2}} = \left(\frac{0.00000130552}{0.00000436771} \right) = 0.298902496$$

Comprobamos que la suma de los pesos es 1:

$$0.295330701 + 0.405766803 + 0.298902496 = 1.$$

Paso 3: Calcular la predicción.

$z(s_1), z(s_2), z(s_3)$ Son los valores del promedio de ruido en decibeles en el lugar1, lugar2 y lugar3 respectivamente.

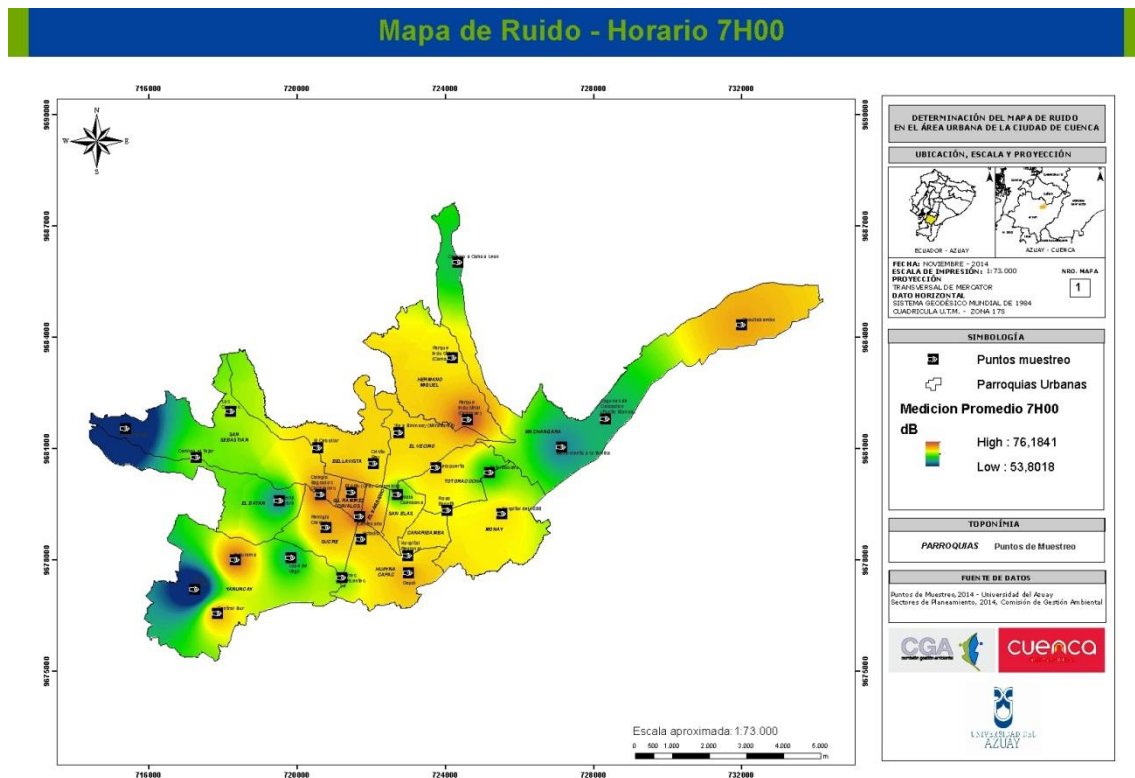
$$z(s_0) = \lambda_1 * z(s_1) + \lambda_2 * z(s_2) + \lambda_3 * z(s_3) = 0.295330701 * 74.5 + 0.405766803 * 71.9 + 0.298902496 * 63.9 = 22.00213 + 29.17463 + 19.09986 = 70.27663$$

(Jiménez, 2006)

* El valor de la predicción varía con respecto al dato real, debido a que en este se toma como referencia otros puntos de muestreo.

6.1.1 Mapas generados

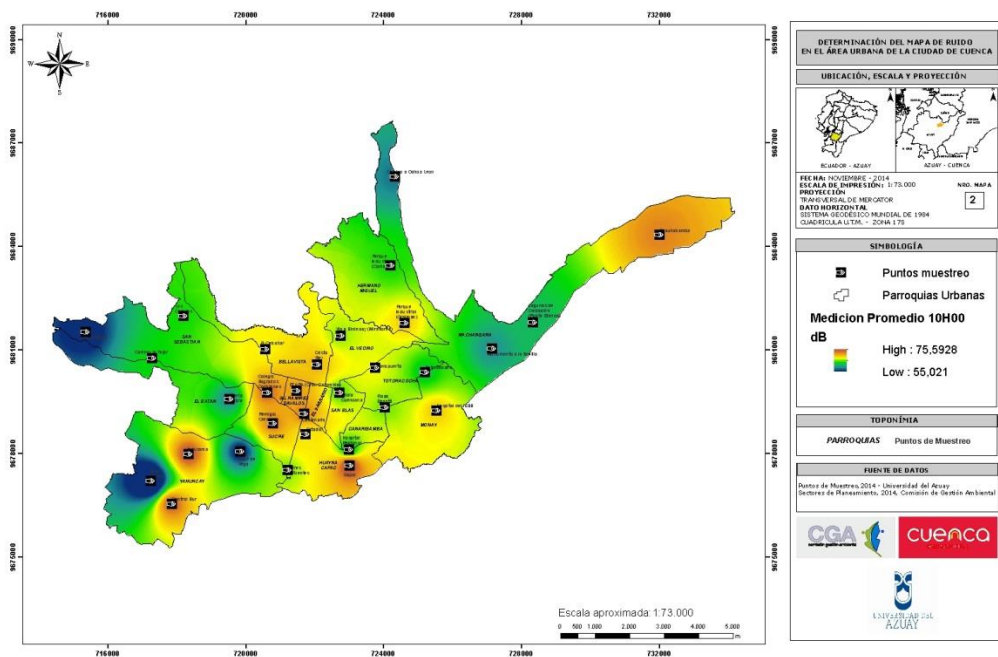
Siguiendo la metodología descrita se obtuvieron los siguientes mapas:



Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

De acuerdo a lo representado en el mapa, en el horario de las 7h00 los niveles máximos se ubican en el sector de Challuabamba, Parque industrial, el Colegio Sagrados Corazones, la sucursal de la Empresa ETAPA EP de la calle Gran Colombia y el sector de Indurama.

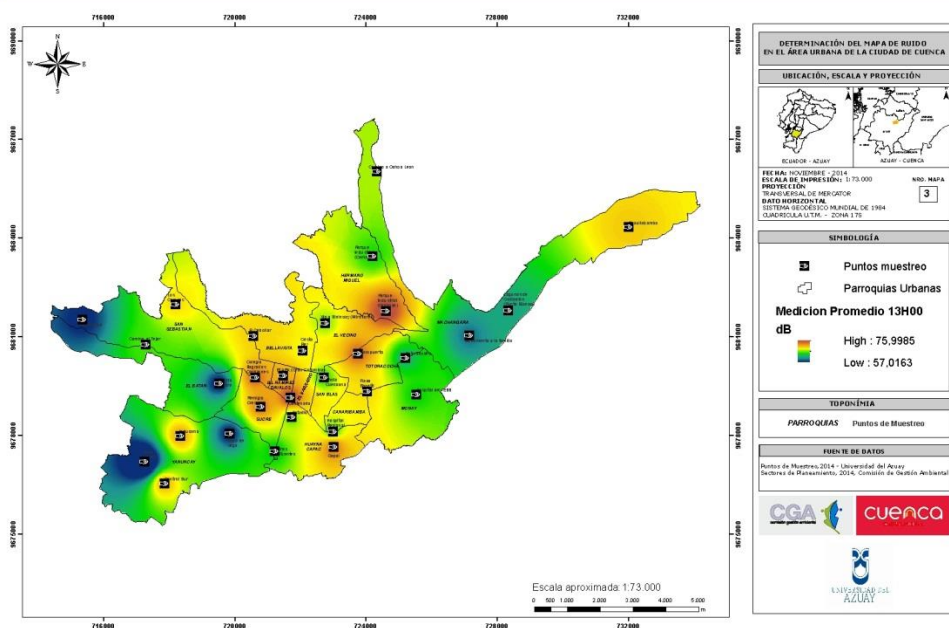
Mapa de Ruido - Horario 10H00



Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

De acuerdo a las interpolaciones realizadas, en el horario de las 10h00, se puede observar que las emisiones más altas se están presentando en el sector de Challuabamba, en las estaciones del Centro Histórico, Gapal, Indurama y Control Sur.

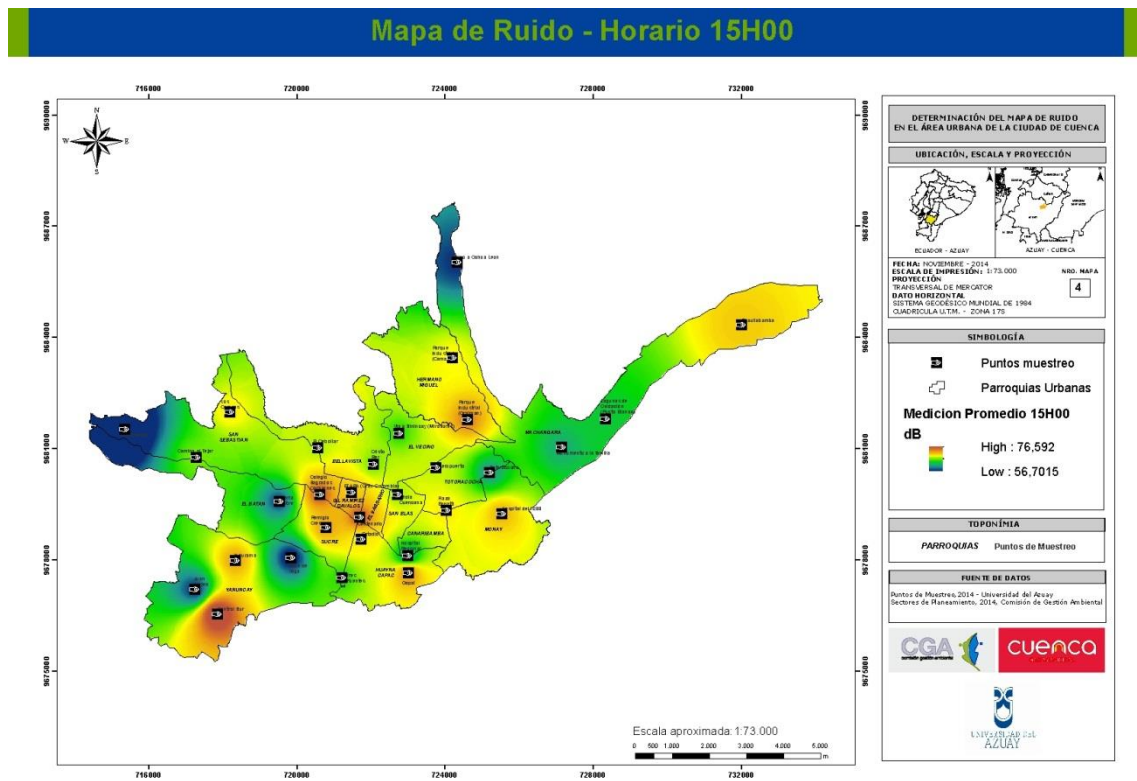
Mapa de Ruido - Horario 13H00



Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

El comportamiento sonoro de acuerdo al mapa de ruido en el horario de las 13h00 se concentra en las estaciones del parque industrial, el centro histórico, Gapal, Indurama y el control sur, similar comportamiento a los horarios evaluados (7h00 y 10h00), con valores cercanos a los 75db.

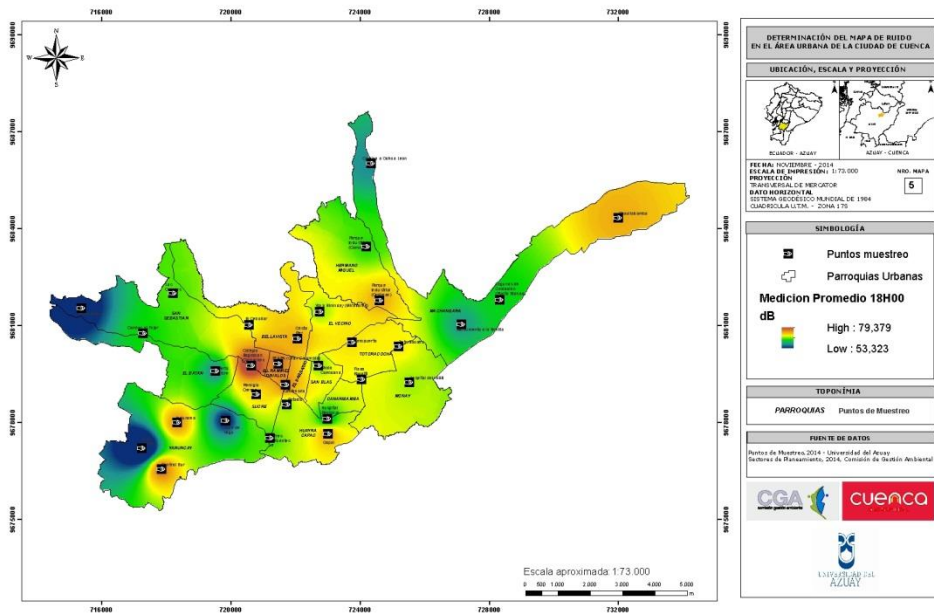
Los menores valores, están alrededor de los 57db y se presentan en algunos puntos como son: Las Lagunas de Oxidación, El Monumento a la Familia, Lope de Vega, La Libertad.



Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

Para el horario de las 15h00 se observa que las emisiones altas (76 db) se mantienen en el Centro histórico, Gapal, Control Sur. Así mismo los sitios con menor emisión son aquellos ubicados en la vía del Tejar y el Camino a Ochoa León.

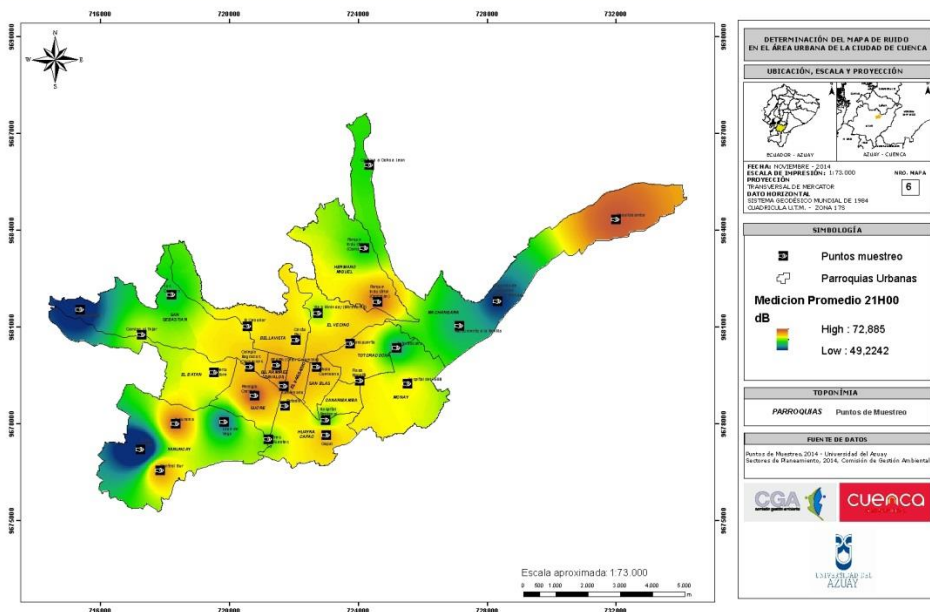
Mapa de Ruido - Horario 18H00



Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

Para este horario los sitios con las emisiones más bajas (alrededor de los 53db) están ubicados por la vía al Tejar, Calle Lope de Vega, en la vía a Ochoa León. Los puntos con emisiones más altas se han mantenido con un comportamiento sonoro homogéneo a lo largo del día y son los puntos ubicados en el Centro Histórico, Challuabamba, El parque industrial, Indurama y el Control Sur.

Mapa de Ruido - Horario 21H00



Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

Para el horario de la noche el punto en donde se observa las mayores emisiones sonoras en el sector de Challuabamba, un comportamiento con emisiones elevadas son en los puntos que se asientan en el centro histórico, así como las más bajas se mantienen en puntos como son la vía al Tejar y las Lagunas de Oxidación.

6.2 Kriging Ordinario.- Es un método basado en auto correlación espacial de las variables. El Kriging es un estimador lineal insesgado que busca generar superficies continuas a partir de puntos discretos, asume que la media aunque desconocida, es constante y que las variables son estacionarias y no tienen tendencias, permite la transformación de los datos, eliminación de tendencias y proporciona medidas de error.

Predecir el ruido de un lugar con el método del kriging ordinario

El objetivo de este ejercicio es mostrar el proceso de cálculo con esta técnica, para lo cual vamos a predecir el ruido de un lugar cuyas coordenadas geográficas son (720778.83 9679274.509) utilizando como vecinos los observatorios de Feria Libre, Colegio Sagrados Corazones y Centenario, cuyas coordenadas y valores de ruido están en el cuadro N° 26.

El modelo del kriging ordinario es: $Z(s)=\mu+\varepsilon(s)$. El modelo está basado en una media constante de los datos (μ), (variable estacionaria) que no tienen tendencia y en unos errores $\varepsilon(s)$ con dependencia espacial. La predicción de un lugar es: $\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i z(s_i)$, donde $\hat{Z}(s_0)$ es el valor pronosticado de un lugar, λ_i es un peso desconocido que tenemos que calcular para cada valor observado y $z(s_i)$ es el valor observado en un lugar. El valor estimado se diferenciará lo menos posible del valor observado, esa diferencia se llama error de estimación.

Cuadro N° 26
Coordenadas y valores de los puntos de ruido

Puntos	Observatorio	Coordenada_X	Coordenada_Y	Valor (Lavg_7am)
1	Feria Libre	719503.86	9679593.46	74.5
2	Colegio Sagrados Corazones	720624.64	9679759.43	78.2
3	Centenario	721689.42	9679158.35	75.2
0	Lugar a predecir	720778.83	9679274.509	?

Elaborado por el equipo técnico del IERSE -UDA

Paso 1: Cálculo de distancias

Calcular las distancias entre puntos usando la fórmula de la distancia euclidiana: $d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$ y la semivarianza empírica aplicando la fórmula $\hat{\gamma} = 0.5 * \text{promedio} [(\text{valor del lugar } i - \text{valor del lugar } j)^2]$. Las soluciones obtenidas están recogidas en el cuadro N° 27.

Cuadro N° 27
Valores del semivariograma empírico

Puntos	Distancias (h)	Diferencia entre valores al cuadrado	Semivarianza empírica
(1,2)	1133.00214	13.69	6.845
(1,3)	2228.45086	0.49	0.245
(2,3)	1222.72385	9	4.5

Elaborado por el equipo técnico del IERSE -UDA

Paso 2:

Ajustar el modelo esférico al semivariograma empírico y así obtenemos el valor de la meseta (still) y del alcance (range) con los cuales podemos calcular los valores del semivariograma teórico. Este proceso lo hemos realizado mediante el Analista Geoestadístico obteniendo los siguientes valores: $\theta_s = 70.5$, $\theta_r = 6000$. Con ellos y aplicando la fórmula del modelo esférico donde se van calculando distintos valores de gamma para las diferentes distancias del semivariograma empírico, obtenemos los valores de semivariograma teórico. Así $\gamma(h)$ (Feria Libre, Colegio Sagrados Corazones) = 19.74020 (γ_{12}); $\gamma(h)$ (Feria Libre, Centenario) = 37.48640 (γ_{13}) y $\gamma(h)$ (Colegio Sagrados Corazones, Centenario) = 21.26122 (γ_{23}). Así, construimos la matriz de los γ . γ_{ij} será la semivarianza teórica entre el punto i y el punto j.

Se ve claramente que γ_{12} es igual que γ_{21} , γ_{13} es igual que γ_{31} y que γ_{23} es igual que γ_{32} . También es claro que γ_{11} , γ_{22} y γ_{33} son cero ya que la distancia de un punto a sí mismo es cero.

Cuadro N° 28
Matriz Γ (Matriz Gamma)

	1	2	3	
1	0	19.74020468	37.48640452	1
2	19.74020468	0	21.26122575	1
3	37.48640452	21.26122575	0	1
	1	1	1	0

En esta matriz añadimos la última fila y la última columna para que la predicción sea insesgada; esto es equivalente a que el sumatorio de los pesos sea igual 1: $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$. Condición que luego se verificará.

Paso 3: Obtención de la inversa de la matriz Γ

Para hallar los pesos λ_i hay que calcular la matriz inversa de la matriz Γ :

$$\Gamma * \lambda = g \quad \lambda = \Gamma^{-1} * g$$

La matriz inversa de una matriz A, es otra matriz A^{-1} de manera que $A * A^{-1} = I$ donde I es la matriz identidad (la diagonal principal son todos unos y el resto de elementos son ceros). Sólo tienen inversa las matrices que tienen determinante distinto de cero. Dada una matriz $A =$

$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ el número $a*d - b*c$, a ella asociado recibe el nombre de determinante de A y se denota $|A|$.

Para hallar la inversa de la matriz Γ (y de cualquier matriz) se siguen los siguientes pasos:

- Se calcula el determinante de la matriz (si éste fuera cero no hay inversa), el valor en este caso del determinante es -1666.44838.
- Se calcula la matriz adjunta de la matriz Γ

Cuadro N° 29
Matriz Adjunta de la Matriz Γ (Matriz Gamma)

-42.52245	-39.00743	3.51503	-764.66814
-39.00743	-74.97281	-35.96538	131.76568
3.51503	-35.96538	-39.48041	-770.01457
-764.66814	131.76568	-770.01457	-31466.15903

- Se transpone la matriz adjunta.

Cuadro N° 30
Matriz transpuesta de la Matriz Adjunta

-42.52245	-39.00743	3.51503	-764.66814
-39.00743	-74.97281	-35.96538	131.76568
3.51503	-35.96538	-39.48041	-770.01457
-764.66814	131.76568	-770.01457	-31466.15903

- Inversa de la matriz Γ

Cuadro N° 31
Inversa de la matriz Γ (Γ^{-1})

-0.02552	0.02341	0.00211	0.45886
0.02341	-0.04499	0.02158	0.07907
0.00211	0.02158	-0.02369	0.46207
0.45886	0.07907	0.46207	-18.88217

Paso 4: Cálculo del vector g

Calcular el vector g. Hallamos la distancia entre los vecinos (Feria Libre, Colegio Sagrados Corazones y Centenario) y el punto que se va a interpolar (lo llamamos punto 0), cuyas coordenadas aparecen en el cuadro N° 26. Utilizaremos para ello la fórmula de la distancia euclidiana. Calculadas las distancias determinamos los valores de la semivarianza teórica (valores de γ) (cuadro 32), correspondientes a estas distancias aplicando el ajuste del modelo esférico cuyos parámetros (meseta y alcance) hemos obtenido mediante el Analista Geoestadístico.

Cuadro N° 32

Vector g

Puntos	Distancias (h)	Semivarianza (□□)
(1,0)	1314.25958	22.80306
(2,0)	508.84470	8.95069
(3,0)	917.96899	16.05980

Elaborado por el equipo técnico del IERSE -UDA

El vector g adopta lo siguiente forma: $g = \begin{pmatrix} 22.80306 \\ 8.95069 \\ 16.05980 \\ 1 \end{pmatrix}$

El 1 se añade de nuevo para verificar la condición de que $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$; al multiplicar la matriz gamma por el vector de los pesos, el vector resultante tiene como último elemento $\sum_{i=1}^n \lambda_i$ que coincide con el último elemento del vector g que es 1, verificándose así la condición requerida.

Paso 5: Obtención de los pesos

Hallar los pesos: $\lambda = \Gamma^{-1} * g$

$$\Gamma^{-1} \begin{pmatrix} -0.02552 & 0.02341 & 0.00211 & 0.45886 \\ 0.02341 & -0.04499 & 0.02158 & 0.07907 \\ 0.00211 & 0.02158 & -0.02369 & 0.46207 \\ 0.45886 & 0.07907 & 0.46207 & -18.88217 \end{pmatrix} * g \begin{pmatrix} 22.80306 \\ 8.95069 \\ 16.05980 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.12039 \\ 0.55675 \\ 0.32286 \\ -0.29027 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ m \end{pmatrix} = \lambda$$

Comprobamos que la suma de los pesos λ_i es igual a 1: $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 0.12039 + 0.55675 + 0.32286 = 1$

Paso 6: Realizar la predicción

Para ello aplicamos la fórmula $\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i z(s_i)$. Siendo $\hat{Z}(s_0)$ el valor de la predicción del punto cuyas coordenadas son X=720778.83 e Y=9679274.509; $z(s_i)$ es el valor de la precipitación media anual en el punto i.

Cuadro N° 33

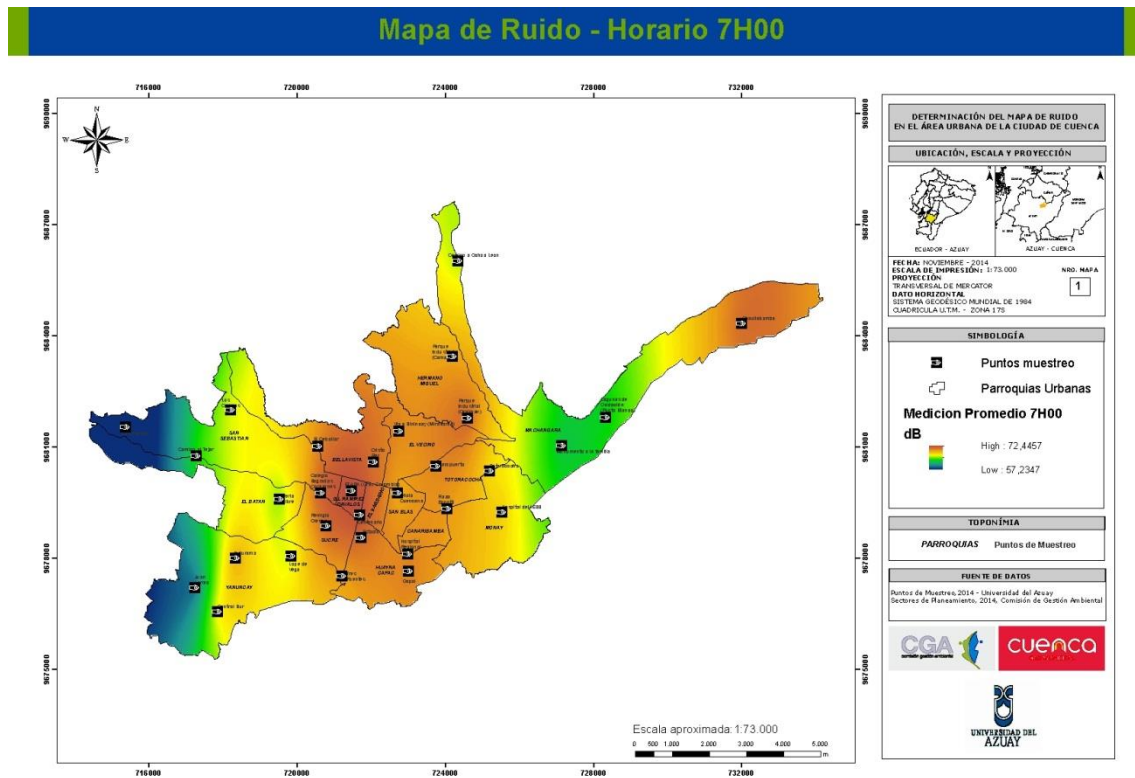
Obtención de la predicción

Pesos (□)	Valores	Producto
0.12039	74.50	8.96890
0.55675	78.20	43.53772
0.32286	75.20	24.27935
-0.29027		76.78597 Predicción

$z(s_1)$ Feria Libre = 74.5; $z(s_2)$ Colegio Sagrados Corazones = 78.20; $z(s_3)$ Centenario = 75.20
 $\hat{Z}(s_0) = 74.50*0.12039+78.20*0.55675+75.20*0.32286=76.78597$

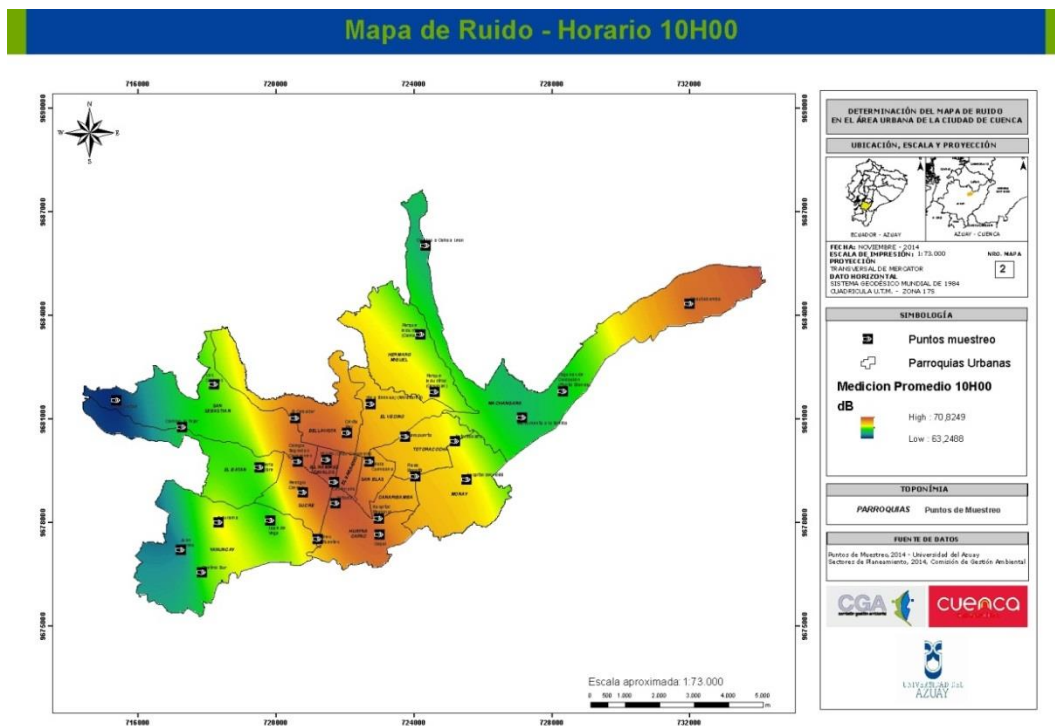
6.2.1 Mapas generados

A continuación se describen los mapas de ruido para los distintos horarios de levantamiento de datos y son:

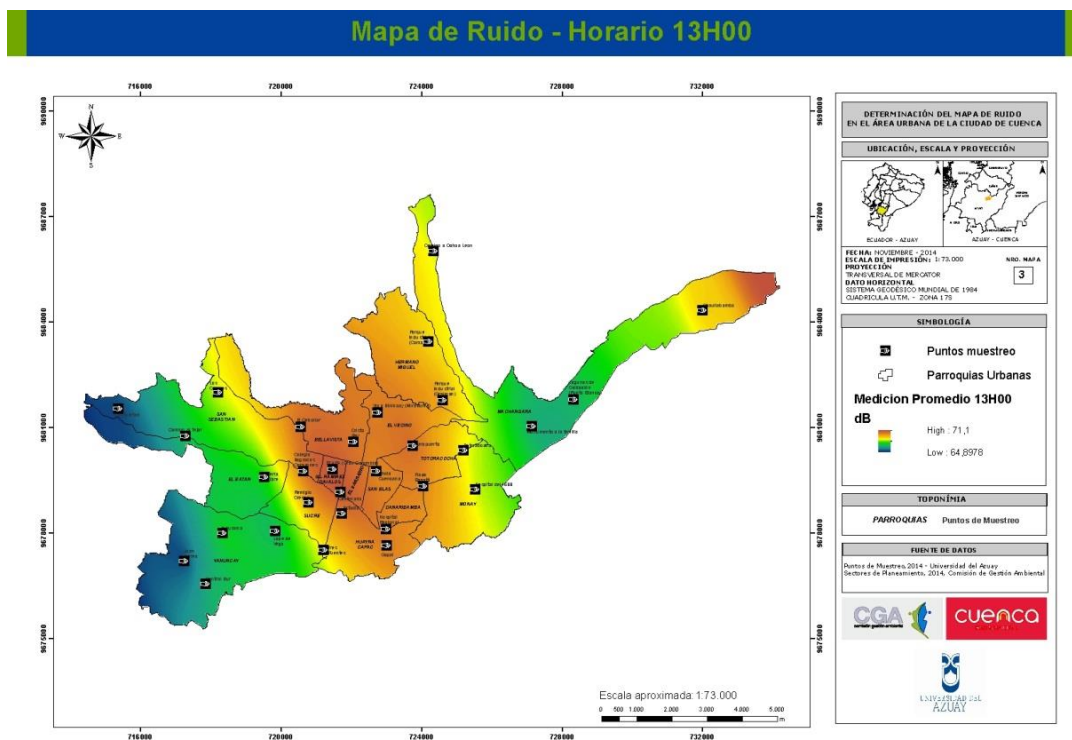


Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

De acuerdo al mapa de ruido generado, se observa que en la ciudad de Cuenca las emisiones sonoras varían desde los 57,23 db hasta los 72,44 db., para el horario de las 7h00.

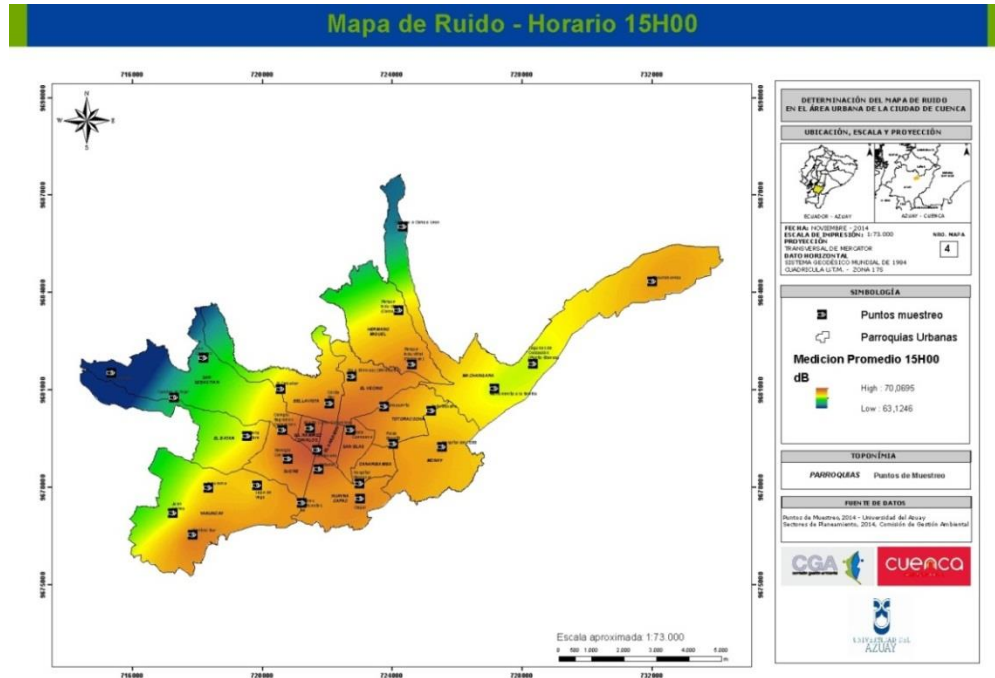


Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014
 En el horario de las 10h00 las emisiones varían entre las mínimas de 63,23 db y máximas de 70,82 db.



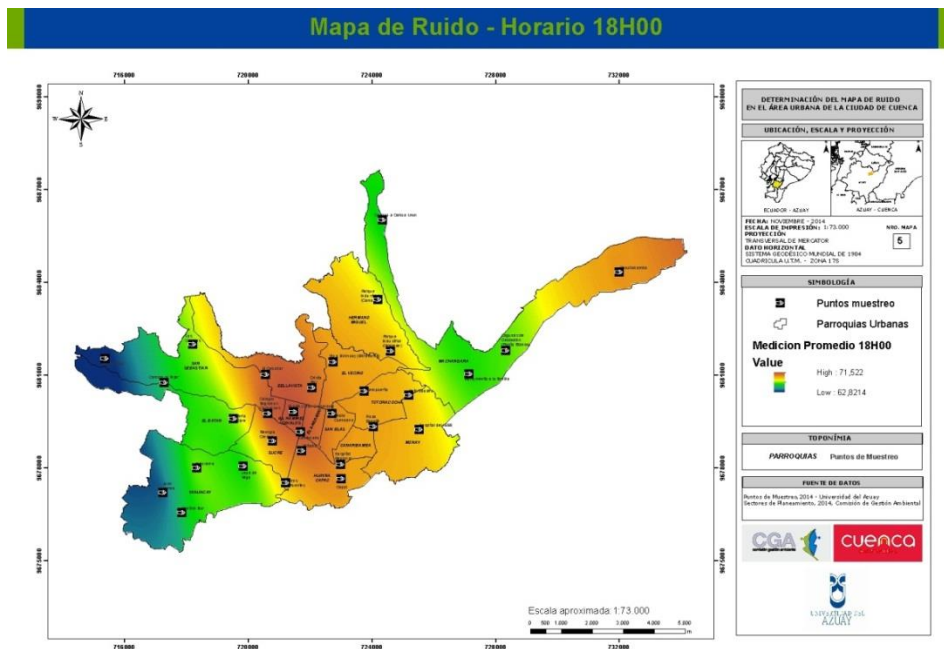
Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014
 Para el horario de las 13h00, la variación de las emisiones de ruido fue la siguiente:

En la ciudad de Cuenca, las emisiones a las 13h00 varían desde los 64,90 db y 71,1 db, y los mayores valores de ruido se concentran en el centro de la ciudad.



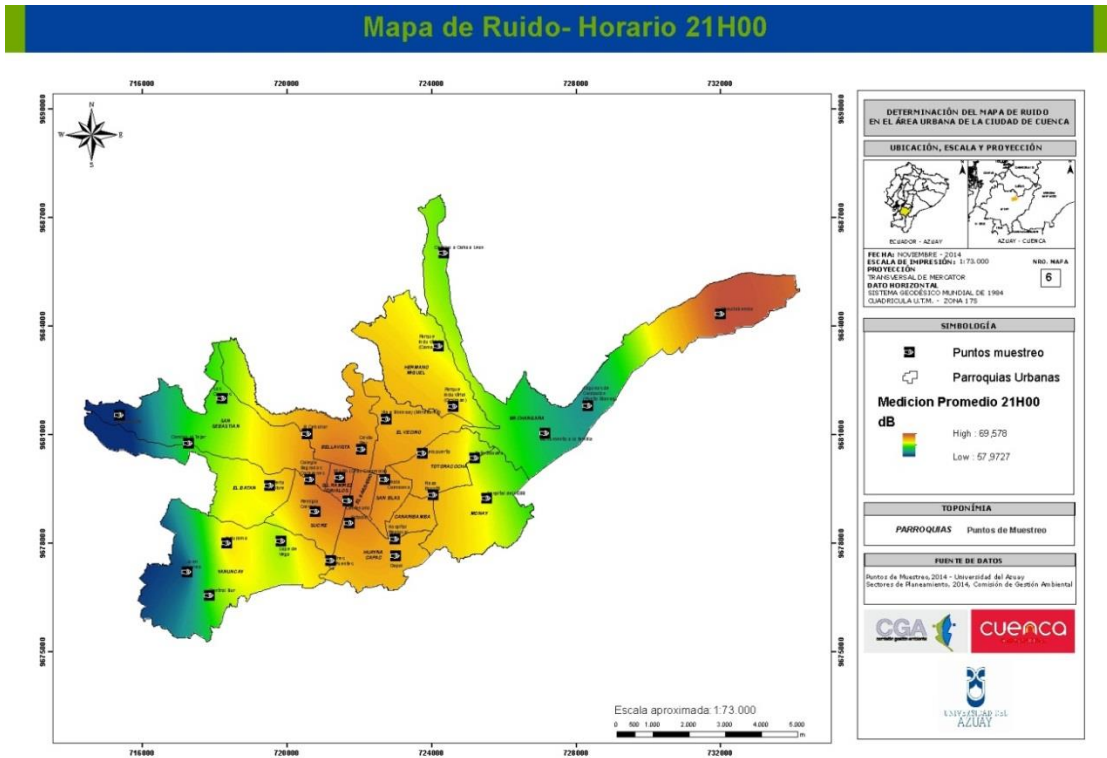
Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

El comportamiento del ruido a las 15h00 en la ciudad varía desde 63 db hasta los 70db. La distribución de las emisiones está a lo largo de la Av. de las Américas y la Circunvalación, los mayores valores se observa que coinciden con el centro histórico.



Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

Las emisiones en el horario de las 18h00 varía entre los 62 db y 71 db, a esta hora las zonas con mayores emisiones son las de Challuabamba y los puntos ubicados en el centro de la ciudad, incluye Galpal, Colegio Sagrados Corazones, calle Remigio Crespo, la bajada del puente Centenario.



Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

En el horario nocturno los límites sonoros disminuyen y oscilan entre los 57db y 69 db, los valores con emisiones más bajas están a las afueras de la ciudad como son los sectores de Baños, Sayausí, Machángara. Las emisiones altas se mantienen en el sector de la vía rápida en la zona de Challuabamba.

6.3 Método CadnaA.- Método de simulación de ruido con parámetros de densidad de tráfico

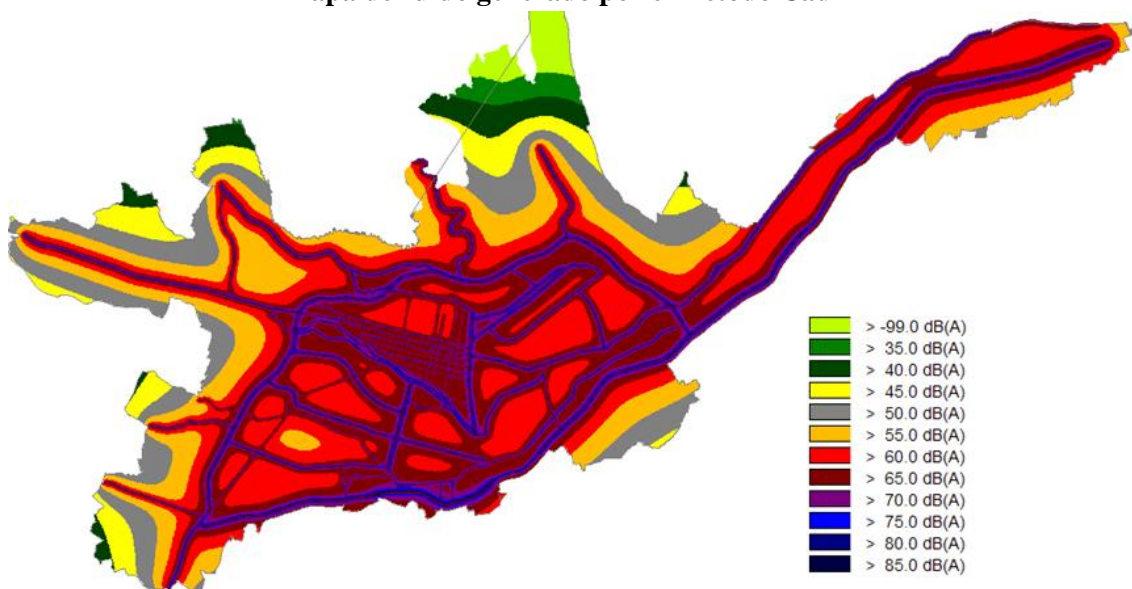
Se basa en la utilización del software de modelización, cálculo y gestión del ruido ambiental. El propósito es poder contar con un mapa de ruido sobre la base del análisis de factores como son:

- Tráfico promedio diario
- Ancho de la calzada
- Tipo de capa de rodadura

Contando con la información de la densidad de tráfico facilitada por la Unidad de manejo de tránsito del Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Cuenca del Estudio de Actualización del Sistema Integrado de Transporte – 2007 y del levantamiento de información

realizado por la Universidad del Azuay relacionada con las características de las vías, se ha podido generar el mapa de ruido con este método, el mismo que se describe a continuación:

Mapa N° 1
Mapa de ruido generado por el método CadnA



Elaborado por el equipo técnico del IERSE –UDA - 2014

Como se puede observar en el mapa las máximas emisiones de ruido se presentan en las vías de alto tráfico como son la Av. de las Américas, la autopista Cuenca – Azogues, las calles del centro histórico de Cuenca, estas emisiones son hasta de 75 db.

Las emisiones sonoras en la ciudad se concentran en las vías, en tanto que en las áreas en donde se asientan las infraestructuras la emisión de ruido disminuye a valores de hasta 60 db.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- Se puede concluir que el 83% de las mediciones realizadas en el presente año 2014 están sobre la normativa establecida para las distintas zonas de uso y ocupación del suelo.
- Se puede ver que para los horarios de las 7h00, 10h00 y 18h00, de los treinta puntos analizados, 3 valores están bajo la norma, lo que representa el 10%, en tanto que el 90% restante está sobre los límites establecidos en el TULSMA.

- Para los horarios de las 13h00, 15h00 y 21h00, se encontró que dos valores (6,67%) están bajo la normativa en tanto que el 93,33% no cumplen los límites del TULSMA.
- Si se analiza por zona de uso y ocupación del suelo se tiene que para la zona hospitalaria – educativa todos los puntos de muestreo en los seis horarios analizados están incumpliendo la normativa ambiental.
- Para la zona residencial de igual manera los nueve puntos evaluados en todos los horarios están sobre los límites establecidos en el TULSMA., en la zona residencial mixta, solamente un punto en el horario de las 7h00 (R_13_LaLibertad) está bajo el límite del TULSMA que especifica que para el día la emisión máxima es de 55db.
- Para la zona comercial, los tres puntos evaluados no cumplen los límites para esta zona de uso y ocupación del suelo que son de 60 db (día) y 50db (noche).
- Para la zona denominada comercial mixta se tomaron cuatro puntos de muestreo, de los cuales el punto R_21_FerialLibre presenta niveles bajo la norma en los horarios de las 7h00, 10h00, 13h00, 15h00 y 18h00.
- Se evaluaron en la zona industrial tres puntos que representaron 18 mediciones en los seis horarios. En esta zona los dos puntos R_11_Camal y R_14_CerezosAlto, presentan emisiones bajo la norma, estos puntos medidos representan el 50% del total.
- En el período 2009 al 2012 se observa que las emisiones sonoras en el horario de las 13h00 se incrementan en los 18 puntos de monitoreo lo que representa el 90%. Los incrementos más representativos son los que se presentan en el punto R_14_CerezosAlto con 29,8 db, seguido del punto R_22_Trinititi con 21,4 db y el sector R_26_CristoRey con 13,6 db.
- En el horario de las 18h00 el incremento se da en el 85% de los puntos monitoreados, con valores máximos de hasta 35,4 db en el punto R_14_CerezosAlto, seguido por 27,9 db en el R_08_LagunasOxidación y 14,2 db en el R_30_BajadaCentenario.
- En el período 2012 al 2014 del análisis se puede observar que hay una disminución de las emisiones en varios puntos de monitoreo, en primer lugar se ha establecido que el 75% de los puntos muestreados disminuyen las emisiones correspondientes al horario de las 18h00. La disminución de valores se da hasta en 9,9 db en el R_08_LagunasOxidación, el 8,9 db en el sector de los Tres Puentes.
- En el horario de las 13h00 se da una disminución de emisiones sonoras en el 60% de los puntos muestreado, los valores que se toman varían hasta en 11,8 db en el R_21_FeriaLibre, seguido por 11,4db en el R_08_LagunasOxidación
- Se puede observar un incremento de emisiones en el 25% de los sitios muestreados en el horario de las 18h00, la mayor diferencia se da en el R_30_Totoracocha con 6,2db. En el

horario de las 13h00 el 40% de los sitios de monitoreo se incrementan en valores que no son muy representativos, ya que la mayor diferencia es de 1,5 db.

7.2 Recomendaciones

- Si bien las emisiones sonoras en el año 2014 están sobre los límites establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA-, sin embargo los valores de las emisiones se han reducido con relación al año 2012, lo que nos indica, que las campañas de concientización son útiles y necesarias, es por esta razón que se recomienda que de manera periódica se continúe realizando desde el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca campañas de concientización dirigidas a la ciudadanía.
- Se debería emprender desde el Concejo Cantonal del GAD municipal de Cuenca en la aprobación de la “Actualización de la ordenanza de control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido”, la misma que está elaborada para las fuentes fijas.
- Así mismo coordinación con la Empresa EMOV EP, se debería realizar controles de las emisiones móviles de acuerdo a sus competencias.
- Es necesario que al actualizar la ordenanza de uso y ocupación del suelo de la ciudad de Cuenca, se tome en consideración las nuevas dinámicas de la población al momento de establecer las áreas de planeamiento y sobre todo para la asignación de los usos, ya que la misma es de continuo cambio y requiere de actualizaciones periódicas.
- Poner de manera urgente en funcionamiento del Sistema integrado de transporte, a fin de potencializar el servicio de transporte público masivo, para de esta manera disminuir el ingreso de vehículos al centro urbano. De esta manera se podrá mejorar el comportamiento de las emisiones sonoras, ya que de estudios realizados se conoce que aproximadamente el 70% de las emisiones de ruido provienen del tráfico vehicular. (Platzer, L.,2007).
- Fortalecer las barreras naturales en las vías de gran circulación como son la Autopista Cuenca – Azogues y la circunvalación, las mismas actúan como pantallas naturales antirruido.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Costa, S. B. (2011). Geoprocessing applied to the assessment of environmental noise: a case study in the city of Sorocaba, Sao Paulo, Brazil. *Environmental monitoring and assessment*, , 172, págs. 329–337.
- Costa, S. B., & Lourenço, R. W. (2011). Geoprocessing applied to the assessment of environmental noise: a case study in the city of Sorocaba, Sao Paulo, Brazil. *Environmental monitoring and assessment*, , 172, págs. 329–337.
- D'Hondt, E. S. (2011). Participatory noise mapping works! An evaluation of participatory sensing as an alternative to standard techniques for environmental monitoring. under revision. *Environmental monitoring and assessment* .
- Fundación Natura; CUENCAIRE; Comisión de Gestión Ambiental;. (2009). Inventario de emisiones atmosféricas del cantón Cuenca, año base 2007. Técnico, Ilustre Municipalidad de Cuenca, Cuenca.
- González, A. E., Gaja, E., Jorysz, A., & Torres, G. (2000). Monitoreo de ruido urbano: determinación del tiempo mínimo de muestreo en la ciudad de Montevideo, Uruguay. *Acústica*, 6.
- Ibarluzea Maurologoitia, J., Larrañaga Padilla, I., & Aspuru Soloaga, I. (2004). Percepción del ruido por la población residente en el entorno de la bahía de Pasaia. *Salud Ambiental*, 61-69.
- Krauss, F. (2003). Metodología para la evaluación del ruido por tráfico vehicular en zonas urbanas. Universidad Santiago de Chile. Santiago: Universidad Santiago de Chile.
- Ministerio del Ambiente. (2003). Libro VI Anexo 5 De la Calidad Ambiental. En Texto Unificado de Legislación Ambiental (pág. 13). Quito.
- Morán, C. J. (2009). Convivencia sustentable en zonas urbanas. En C. I. Quito, & C. J. Morán (Ed.), Quito, desarrollo para la gente (págs. 67-101). Quito: Instituto de la Ciudad.
- OCDE. (1995). Reducción del ruido en el entorno de las carreteras. OCDE, Francia. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Dirección General de Carreteras.
- Organización Mundial de la Salud. (2012). OMS. Recuperado el 29 de 06 de 2012, de <http://www.who.int/es/>
- Platzer, L., Iñiguez, R., Cevo, J., & Ayala, F. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista de Otorrinolaringología* (67), 122-128.
- Quintero, J. (2012). Tendencias actuales en el estudio y análisis dl ruido producido por el tráfico rodado en las ciudades. *Intekhnia*, 175-192.
- Sanz, Benjamín García, and Francisco Javier Garrido García. Fundación" La Caixa". (2003). La contaminación acústica en nuestras ciudades. Cataluña, España.

9 ANEXOS

En formato impreso:

Anexo N° 2.- Gráfico de cotizaciones

Anexo N° 5.- Parámetros de validación de los métodos de interpolación (kriging)

Anexo N° 7.- Ubicación en coordenadas geográficas de los sitios de muestreo

Anexo N° 8.- Ficha por cada punto de muestreo

Anexo N° 9.- Mapas generados

Anexo N° 11.- Gráficos de comparación datos (2009-2012-2014)

En formato digital:

Anexo N° 1.- Matriz de datos levantados al 2014

Anexo N° 3.- Datos del sonómetro

Anexo N° 4.- Shape con la información levantada en campo

Anexo N° 6.- Interpolaciones (IDW y Kriging)

Anexo N° 10.- Proyectos de mapas elaborados