

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ACÚSTICA DE UN EJE URBANO DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

Isabel Juárez^{1,2}, Beatriz Garzón^{1,2}

¹CONICET, Tucumán, Argentina

²Grupo de Hábitat Sustentable y Sostenible (GHabSS), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán. Av. Néstor Kirchner 1900, S.M. de Tucumán, CP 4000, Tucumán

E-mail: isabeljuarez.arg@gmail.com , bgarzon06@gmail.com

RESUMEN: En el presente trabajo se realiza el estudio de los paisajes sonoros de espacios exteriores dentro de un eje urbano importante en San Miguel de Tucumán, con características de vía industrial dentro de la provincia. El objetivo del mismo fue identificar, evaluar y comparar el comportamiento acústico de cada sector analizado, a fin de incorporar la variable de la adecuación acústica no sólo dentro del diseño arquitectónico, sino del urbanístico para definir un ambiente acústico sustentable y saludable para el bienestar de sus habitantes. Se realizaron evaluaciones cuantitativas y cualitativas mediante mediciones en 15 puntos determinados en el sector del eje urbano, con instrumental según Normas IRAM y encuestas a usuarios. Se usó el método de estudio de casos, el exploratorio y el descriptivo. Los resultados alcanzados permitieron el diagnóstico de la acústica ambiental actual de dichas áreas urbanas y su comparación para la determinación de propuestas y pautas de diseño para su adecuación acústica en una futura etapa de investigación. Como conclusión, en gran parte de la zona de estudio se obtuvieron niveles de contaminación acústica por encima de los recomendados por la Organización Mundial de la Salud, con efectos nocivos para la salud de la población, afectando de manera directa la calidad de vida de la misma.

Palabras clave: Hábitat. Paisaje sonoro. Eje urbano. Ruido ambiental.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, uno de los principales factores que afectan la calidad del ambiente de las pequeñas y grandes ciudades es el *ruido urbano*, ya que se ha convertido en un contaminante de importante trascendencia social por la producción de efectos negativos en las condiciones ambientales y en la salud auditiva, física y mental de la población. Esta problemática, es producida en gran medida por las actividades humanas: tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, entre otros. “Se pueden encontrar cada vez más estudios que lo analizan y demuestran una clara relación entre altos niveles de ruido y el aumento de enfermedades en la población” (Martínez Llorente y Peters, 2015).

La principal fuente de ruido urbano es el tránsito vehicular, por tanto se hace necesario contar con información referente al tema de modo tal de poder caracterizar a éste y analizar los niveles sonoros que genera, logrando una evaluación de la situación de ruido o grado de contaminación acústica presente en un sector (Bluhm, 2004). El término de *Contaminación Acústica* hace referencia al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona.

“La recomendación de la Organización Mundial de la Salud como objetivo final de valores límites durante el periodo diurno de 7:00 a 22:00 horas, es de 55 dB(A) y en el periodo nocturno de 40 dB(A)” (Martínez Llorente, Peters, 2015). No obstante, podemos decir que en todos los puntos analizados, se encuentran bajo continua contaminación acústica. El concepto de *Paisaje Sonoro* derivado del vocablo

en inglés *Soundscape*, fue creado por el músico y compositor Murray Schafer que describe al Paisaje Sonoro como el “Conjunto de sonidos existentes en un espacio que al mezclarse van construyendo un entorno acústico” (Schafer, 1969). Es decir, se trata del conjunto de sonidos del medio que acompañan a un determinado entorno, que tienen su propia identidad y son inseparables de diversa circunstancia, lugar, momento o determinada actividad. Por lo cual el ambiente sonoro, que es la suma de la totalidad de sonidos dentro de un área definida, es un reflejo íntimo de las condiciones sociales, políticas, tecnológicas y naturales del área.

Es por eso que el paisaje sonoro no solo es una herramienta para aprender a escuchar y a valorar el entorno acústico de las ciudades, a través de la cultura y las tradiciones del sitio, sino que también es un medio para hacer y tomar consciencia de la emisión de los diversos sonidos y de las nocivas consecuencias provocadas por la contaminación acústica. Según un estudio de Barrios García y Ruiz Llaven (2014), afirman que “Esto podría ayudar a concientizar a más ciudadanos e implementar acciones que colaboren al rescate, salvaguarda y conservación de los paisajes sonoros”.

“Múltiples equipos de investigación a nivel internacional están trabajando en el tema de los paisajes sonoros, con diferentes enfoques, en la mayoría de los casos interdisciplinarios, desde músicos hasta ingenieros o arquitectos urbanistas. En este marco toda investigación relacionada con los paisajes sonoros implica la posibilidad de realizar aportes útiles, desde visiones alternativas, a un área de la acústica ambiental en desarrollo” (Maristany, 2013). Por lo que se considera importante interrelacionar los conceptos de *Contaminación Acústica*, *Paisaje Sonoro* y *Acústica Ambiental*, estrechamente vinculados.

El área seleccionada para la evaluación, es una avenida importante en la ciudad que se conecta con el polo industrial de la provincia, por el que transitan miles de personas, ómnibus de mediana y larga distancia, vehículos y transportes de carga pesada a diario. En esta vía urbana, se encuentran un área residencial, un importante sector comercial, un sanatorio privado, estaciones de servicio y un Parque con importantes dimensiones y un gran aporte de vegetación.

Con respecto a los espacios verdes públicos, existen varios estudios (Cataño y Bonivento, 2005; Tarrero, 1999; Cook y Haverbeke, 1971) sobre el uso de árboles y arbustos para la reducción del ruido, tanto en zonas residenciales como en avenidas, que permiten reducir los niveles de ruido entre 5 y 10 dB. Deben cumplir características como: ser amplios de 20 metros a 30 metros, densos y con al menos 14 metros de altura y varios kilómetros de longitud. Algunos informes aseguran que los árboles de hoja caduca atenúan más que el césped sin árboles pero menos que los de hoja perenne, por lo que las condiciones del suelo también influyen en la reducción sonora (Posada, Arroyave y Fernandez, 2009). De acuerdo con Nowak (1998), Ochoa de la Torre (1999) y Kurbán (2002), se podría lograr que los usuarios de estos espacios verdes públicos, los encuentren más agradables ya que la vegetación genera efectos climáticos y contribuye a la sensación de bienestar en el espacio público, el control del ruido urbano, la retención de contaminantes atmosféricos, la prevención de la erosión y la oferta de hábitats para la fauna.

El presente trabajo, tiene como objetivo analizar los niveles de contaminación acústica que afectan los espacios exteriores dentro de un eje urbano de zona sur de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Asimismo, se pretende abordar el estudio del ruido existente a través del análisis de mediciones realizadas con instrumental según normativas, buscando identificar las variables que interfieren en dicho espacio urbano e interrelacionar los indicadores objetivos que pueden caracterizar el paisaje sonoro.

A partir del análisis de este sector urbano y los demás ejes urbanos contenidos en el área, permitirá en una etapa posterior la elaboración de una serie de lineamientos o pautas urbanísticas y arquitectónicas, en fin de lograr Calidad Acústica de las diferentes áreas evaluadas.

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se desarrolló en base a una combinación metodológica. Se orientó al análisis de la Calidad Acústica de los espacios públicos urbanos exteriores de una importante avenida de San Miguel de Tucumán que se tomó como caso de estudio. En la primera etapa, se elaboraron perfiles urbanos para su caracterización, evaluación y comparación. En la segunda etapa, se realizó un análisis cuantitativo mediante mediciones sonoras. En la tercera etapa, se utilizó el método cualitativo, a través de encuestas a usuarios. Los datos obtenidos se sistematizaron y sintetizaron a través de tablas y gráficos.

Eje Urbano analizado

El área en estudio, Avenida Roca desde Avenida Alem hasta Avenida Sáenz Peña, es una de las Vías Arteriales que conforman el anillo de cuatro avenidas principales que rodean el centro urbano de la ciudad San Miguel de Tucumán. En este caso, la Avenida Roca conforma el Eje Industrial de la provincia que cumple la función de conectar la capital con el suroeste tucumano. Se pudo diferenciar tres tipos de vehículos que circulan por esta vía, según su carga:

- a) vehículos livianos: como ser automóviles y motocicletas;
- b) vehículos medianos: en esta categoría podemos incluir a las camionetas que llevan una carga mayor al anterior;
- c) vehículos pesados: camiones y líneas de colectivos urbanas e interurbanas que circulan con una frecuencia importante por la misma.

Luego de clasificar el tránsito con sus distintas cargas y frecuencias, para la evaluación sonora del eje urbano se distinguen 15 puntos estratégicos que permiten conocer las condiciones y características sonoras del sector elegido.

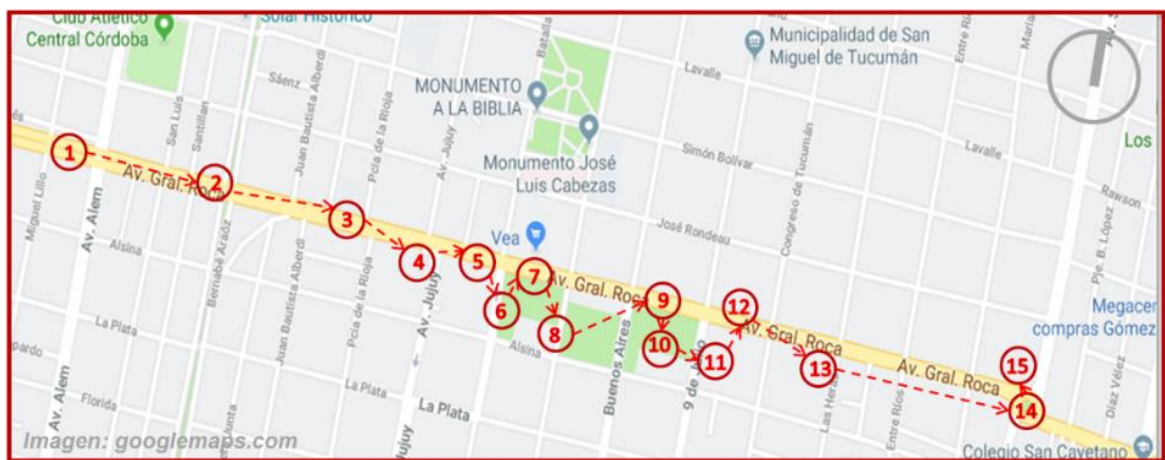


Figura 1: Eje Avenida Roca con los puntos analizados. Fuente Google Maps.

Herramientas Metodológicas utilizadas

Para la evaluación de los indicadores de ruido ambiental se utilizó el método analítico y el deductivo. En primera instancia, con un análisis cuantitativo se realizaron mediciones de niveles sonoros con instrumental según las recomendaciones de la NORMA IRAM 4113: "Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental".

IRAM 4113-1/2009: Parte 1 - Magnitudes básicas y métodos de evaluación.

IRAM 4113-2/2010: Parte 2 - Determinación de niveles de ruido ambiental.

Las mediciones en base a las especificaciones de la norma, se realizaron de acuerdo a los siguientes parámetros acústicos:

- **Instrumental:** un Sonómetro Digital Integral marca Lutron (Integrating Sound Level Meter SL-4035SD) clase 2. Frecuencia y Tiempo ponderación diseñados para cumplir con normas IEC 61672 clase 2;
 - Cumple con curvas de ponderación dB(A) y dB(C);
 - Cuenta con Cabeza de micrófono standard de 0.5", con extrema sensibilidad, omnidireccional que permite captar el sonido de varias direcciones. Protector de viento incorporado, con el propósito de evitar un aumento ficticio de los niveles medidos;
 - Se sostuvo el micrófono a 1,20 metros de altura con el equipo ubicado en la vereda y alejado de la calle 1 metro, con el micrófono dirigido hacia la vereda opuesta. Se procuró que la ubicación del instrumental, correspondiera a veredas despejadas de objetos que pudieran interferir en la medición tales como vehículos estacionados, carteles publicitarios, señales de tránsito, etc.
 - Posee Calibrador acústico multifunción B&K (Bruel & Kjaer) Tipo 4226. Calibración externa, en un nivel de 94 dB.
 - Almacena lecturas en memoria externa tipo SD: Se utilizó una tarjeta de memoria para grabar los valores en un Software de Hoja de Cálculos *Microsoft Excel*; Incluye reloj con calendario, registro en tiempo real, con una frecuencia *Fast* de 125 ms.
 - El relevamiento se realizó durante el horario diurno en el mismo día, entre 11:00 horas a 14:00 horas, con una duración de 5 a 10 minutos en cada punto elegido.
- **Nivel Sonoro Continuo Equivalente (L_{Aeq}):** Es un indicador que permite describir la contaminación acústica en una localización. Muestra el *nivel de ruido acumulado* a lo largo de un período y estandarizado con respecto a dicho intervalo.
- **Niveles Percentiles L_{10} y L_{90} :** Los percentiles indican el nivel de ruido que es superado en un determinado porcentaje del tiempo de medición. Cuanto más pequeño sea el porcentaje del tiempo, más elevado será el nivel sonoro a superar. El percentil L_{90} define al nivel sonoro que ha sido superado durante el 90% del tiempo de medición y suele utilizarse para la medición de los niveles de *ruido de fondo*. En cambio, el valor de L_{10} es el nivel que se acaba de exceder durante el 10% del tiempo y tiene en cuenta los *molestos picos de ruido*.

Para la evaluación cualitativa se utiliza una encuesta breve que se realizó a transeúntes o usuarios que recorrían la zona en consideración. Las mismas fueron realizadas simultáneamente a las mediciones acústicas, a grupos de personas seleccionadas aleatoriamente.

“La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz” (Casas Anguita, Repullo Labrador y Donado Campos, 2003). Es uno de los métodos subjetivos más utilizados para valorar determinadas condiciones o situaciones a partir de la opinión de los propios afectados.

En este trabajo se aplica la metodología de encuestas socio-acústicas en el sitio, con el fin de conocer los efectos de los ruidos en el canal circulatorio urbano, según como los perciben las personas que habitan y/o concurren a la zona diariamente. Las mismas contenían preguntas cerradas y preguntas de múltiples opciones, donde se buscó evaluar la percepción del ruido ambiental y las molestias producidas por el mismo.

Es de gran importancia para poder conocer la opinión subjetiva de las personas que están en contacto directo y constante con los sonidos de esta área de la ciudad. Las preguntas fueron agrupadas en tres secciones: sobre el lugar de residencia, conocimiento acerca de la contaminación acústica y las características de los ruidos urbanos existentes.

Los datos obtenidos se sistematizaron y sintetizaron a través de tablas y gráficos de porcentajes.

RESULTADOS OBTENIDOS

En los puntos mencionados, se realizaron evaluaciones objetivas a través de mediciones con instrumental. El registro de datos se hizo mediante planillas con formato de Hojas de cálculos que permiten generar gráficos de niveles sonoros.

En una segunda etapa, se realizaron perfiles urbanos de los puntos seleccionados, para la caracterización de cada sector de análisis. Se tomaron en cuenta anchos de calzadas, dimensiones de las veredas, altura de las fachadas frente a la ubicación, equipamiento urbano y arbolado existente.

Punto 1: Avenida Roca esquina Avenida Alem: se trata de un encuentro de dos vías importantes en la estructura urbana de la ciudad. Ambas avenidas conectan la ciudad con municipios vecinos, por lo que llevan gran parte del tránsito de vehículos particulares y de transporte público urbano e interurbano de pasajeros. Zona con actividades comerciales y financieras, con abundante circulación de vehículos, tanto pesados, medianos y livianos. Por lo que el mayor pico de ruido se produce por el tránsito vehicular. Se registra un Nivel Sonoro Continuo Equivalente L_{Aeq} con un valor de 75,9 dB(A). Los percentiles L_{10} de 77,7 dB(A) y L_{90} de 69,5 dB(A) (Figuras 2 y 3).

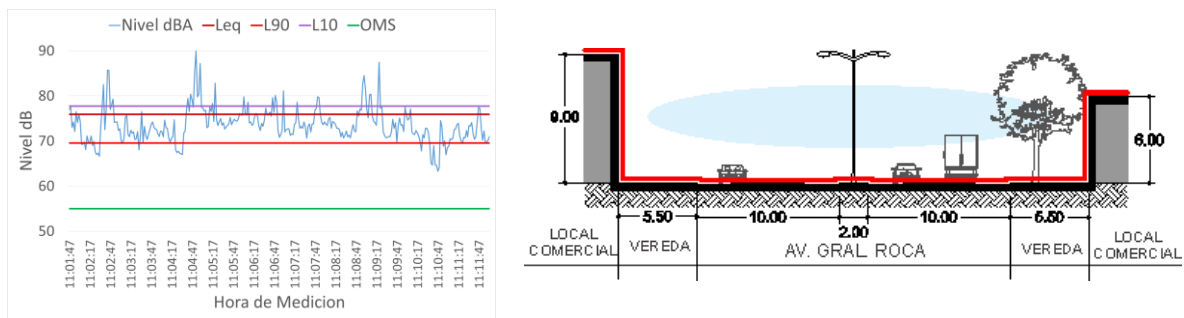


Figura 2: Valores de mediciones y perfil urbano.



Figura 3: mediciones sonoras con instrumental en cruce de avenidas.

Punto 2: Avenida Roca esquina Calle Bernabé Araoz: la Calle Bernabé Araoz es una arteria colectora de la ciudad con gran concurrencia de tránsito, característica de ser una vía rápida de acceso al centro urbano. Las actividades residenciales son las que predominan en este sector, por lo que el ruido del tránsito es nuevamente la causa de contaminación sonora en el mismo. El Nivel Sonoro Continuo Equivalente L_{Aeq} tiene un valor de 72,4 dB(A); los percentiles L_{10} de 75,5 dB(A) y el L_{90} de 65,3 dB(A) (Figuras 4 y 5).

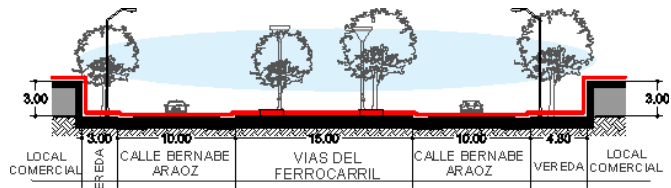
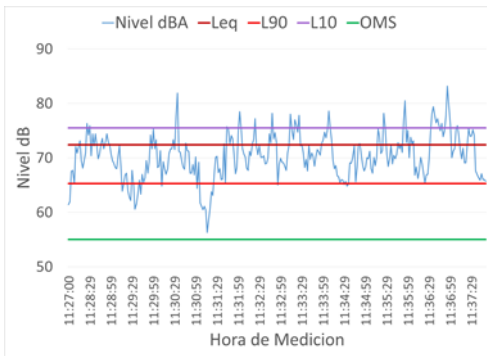


Figura 4: Valores de mediciones y perfil urbano.



Figura 5: mediciones sonoras con instrumental.

Punto 3: Avenida Roca esquina Calle La Rioja: en este sector por Calle La Rioja, se encuentra el acceso a una institución escolar de nivel inicial y primaria, donde se produce la congestión tanto de peatones como de vehículos en horarios de entrada y salida escolar. Locales comerciales en el sector con gran concurrencia. El Nivel Sonoro Continuo Equivalente L_{Aeq} tiene un valor de 76,8 dB(A); los percentiles L_{10} de 78,4 dB(A) y el L_{90} de 66,3 dB(A) (Figuras 6 y 7).

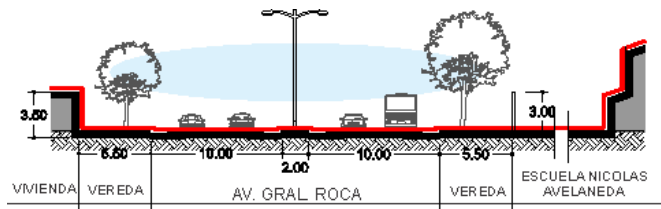
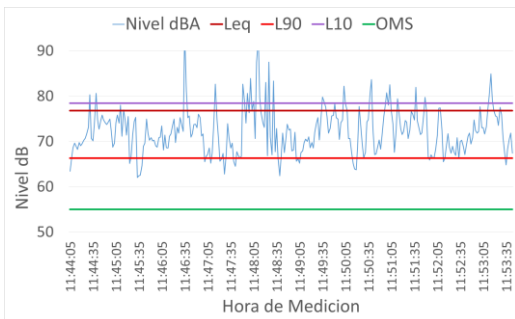


Figura 6: Valores de mediciones y perfil urbano.



Figura 7: mediciones realizadas con instrumental.

Punto 4: Avenida Roca esquina Calle Jujuy: las cuatro esquinas formadas en el cruce de ambas calles contienen una fuerte actividad comercial, se encuentra una estación de gas natural, locales de repuestos y pinturerías, por lo que hay mucha densidad de circulación peatonal y vehicular. El L_{Aeq} tiene un valor de 73,3 dB(A); el L_{10} de 75,9 dB(A) y el L_{90} de 68,1 dB(A) (Figuras 8 y 9).

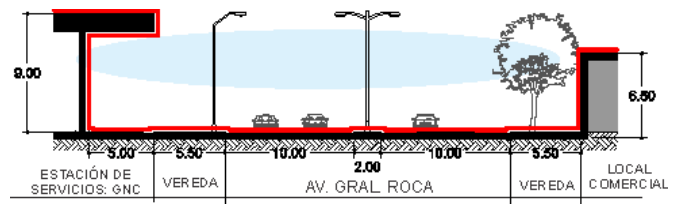
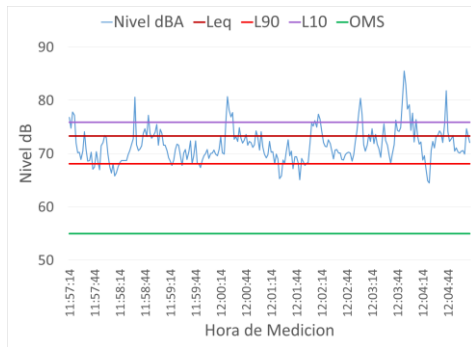


Figura 8: Valores de mediciones y perfil urbano.



Figura 9: mediciones realizadas con instrumental.

Punto 5: Avenida Roca esquina Calle Ayacucho: en este encuentro, por Avenida Roca el tránsito vehicular es de carga pesada, como ser camiones y ómnibus de larga distancia. Por Calle Ayacucho la circulación vehicular es de Sur a Norte, donde transitan tanto vehículos y motocicletas (tránsito liviano), camionetas (tránsito mediano) y líneas de ómnibus (tránsito pesado). Un problema encontrado es el deterioro en el asfalto, provocando que los vehículos generen un ruido molesto a los peatones y usuarios en la zona. El L_{Aeq} tiene un valor de 75 dB(A); el L_{10} de 76,6 dB(A) y el L_{90} de 64,4 dB(A) (Figuras 10 y 11).

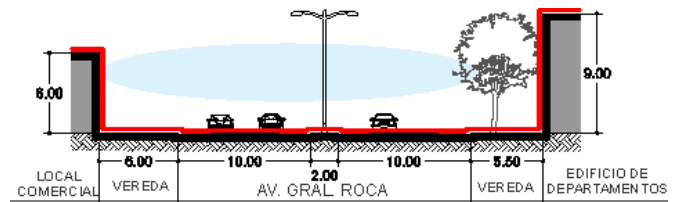


Figura 10: Valores de mediciones y perfil urbano.



Figura 11: mediciones realizadas.

Punto 6: Parque El Provincial lateral Calle Ayacucho: En este sector el nivel de ruido disminuye en comparación con el punto anterior al ser evaluado a mitad de cuadra por calle Ayacucho y alejado de la avenida. Aun así es una calle con circulación vehicular constante, generando ruido. El L_{Aeq} tiene un valor de 70 dB(A); los percentiles L_{10} de 72,8 dB(A) y L_{90} de 61,7 dB(A) (Figuras 12 y 13).

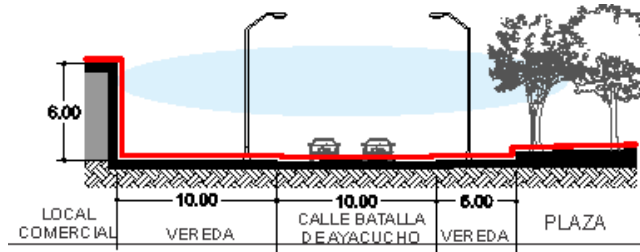
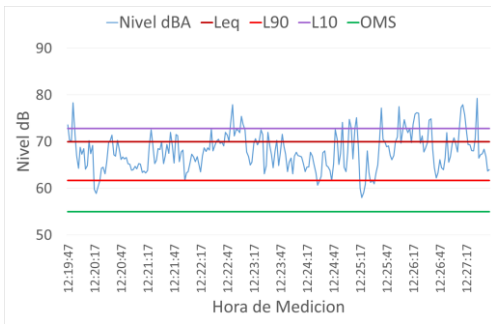


Figura 12: Valores de mediciones y perfil urbano.

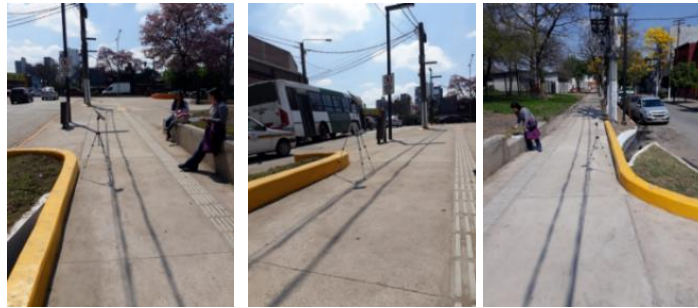


Figura 13: mediciones realizadas en el Parque.

Punto 7: Avenida Roca 750: en este punto se encuentra el parque urbano frente a un supermercado. Se toma como referencia a mitad de la cuadra. En este caso predominan los ruidos asociados a los colectivos con sus frenadas y arranques en este punto, por la existencia de parada de ómnibus. El L_{Aeq} tiene un valor de 72,9 dB(A); el L_{10} de 77,4 dB(A) y el L_{90} de 57,7 dB(A) (Figura 14).

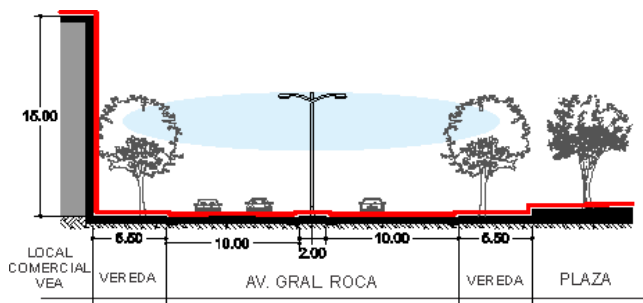
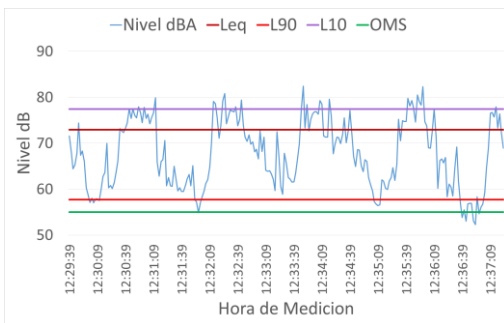


Figura 14: Valores de mediciones y perfil urbano.

Punto 8 – Parque El Provincial lateral Calle Chacabuco: el parque El Provincial tiene una extensión de 3 manzanas contiguas que lo conforman, con sus límites de Avenida Roca al Norte, Calle Alsina hacia el Sur, Calle Ayacucho hacia el Oeste y Calle 9 de Julio al Este. La calle Chacabuco por lo tanto, es una vía intermedia, donde la circulación de vehículos es menor con mayor presencia de árboles.

En este punto, los valores tomados disminuyeron con respecto al punto anterior. El Nivel Sonoro Continuo Equivalente L_{Aeq} tiene un valor de 67,5 dB(A); los percentiles L_{10} de 71,7 dB(A) y L_{90} de 57,9 dB(A) (Figura 15).

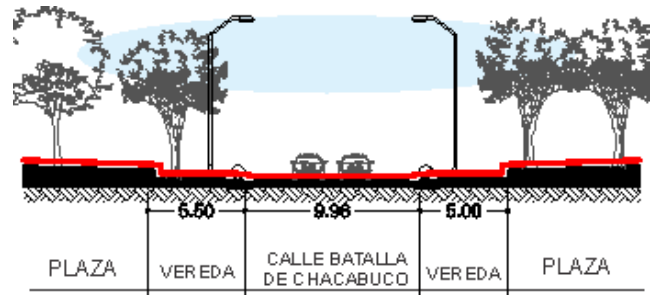
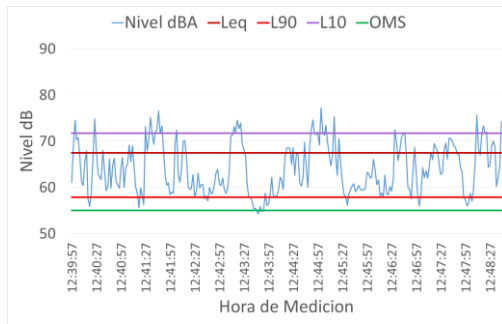


Figura 15: Valores de mediciones y perfil urbano.

Punto 9: Avenida Roca 550: en este sector se observa circulación de tránsito peatonal y vehicular pesado que generan ruido al ambiente. Hay paradas de ómnibus por lo que influye en la percepción del ruido, asociados a los colectivos con sus frenadas y arranques en este punto. El Nivel Sonoro Continuo Equivalente L_{Aeq} tiene un valor de 72,5 dB(A); los valores de los percentiles L_{10} de 76,3 dB(A) y L_{90} de 64,4 dB(A) (Figura 16).

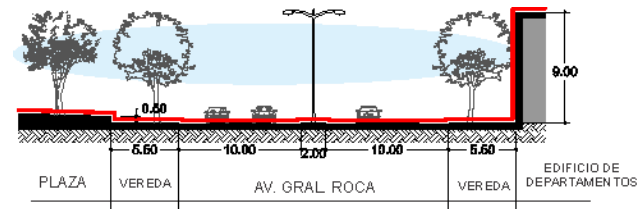
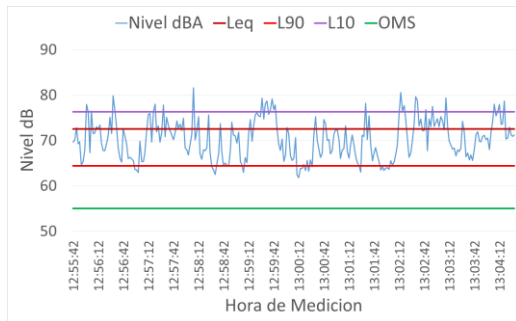


Figura 16: Valores de mediciones y perfil urbano.

Punto 10: Parque El Provincial: se evalúa el centro de la manzana Este del Parque (con ubicación de Avenida Roca al Norte, calle Alsina al Sur, Calle 9 de Julio al Este y Calle Buenos Aires al Oeste), en la cual limita con el Colegio de Ingenieros Agrónomos y Zootécnicos hacia el sur. Es el punto con menores valores de ruido urbano de los analizados, con lo cual la influencia de vegetación puede significar para el resultado obtenido. El L_{Aeq} tiene un valor de 58,9 dB(A); el L_{10} de 60,5 dB(A) y el L_{90} de 53,9 dB(A) (Figura 17 y 18).

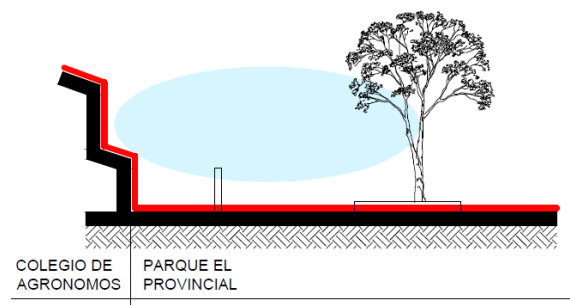
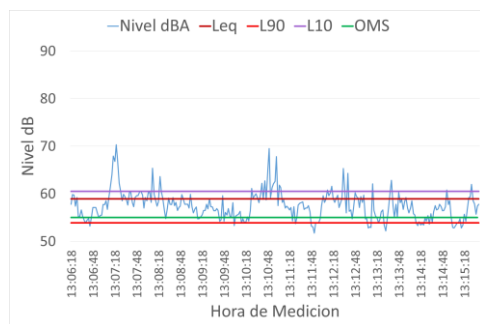


Figura 17: Valores de mediciones y perfil urbano.



Figura 18: mediciones realizadas en el Parque.

Punto 11: Parque El Provincial lateral Calle 9 de Julio: se tomó como referencia en la vereda opuesta al Parque. La circulación vehicular es reducida en este sector, ya que las actividades son de tipo residencial hacia el lado sur de Avenida Roca. El L_{Aeq} tiene un valor de 72,4 dB(A); el L_{10} de 76,1 dB(A) y el L_{90} de 54 dB(A) (Figura 19 y 20).

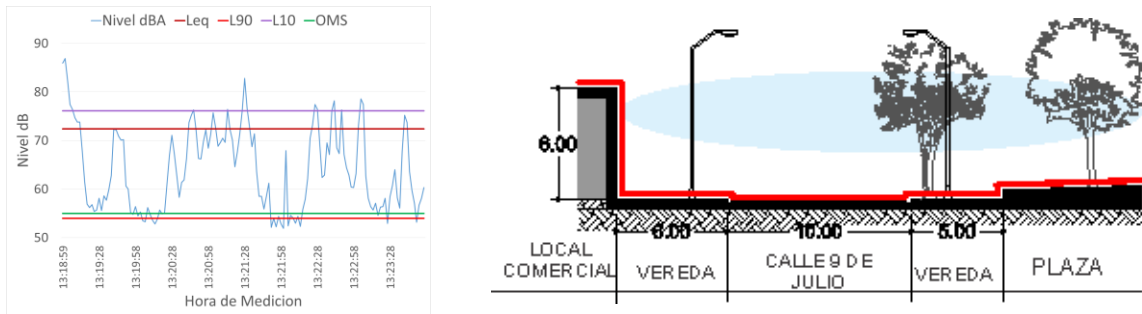


Figura 19: Valores de mediciones y perfil urbano.



Figura 20: mediciones realizadas.

Punto 12: Avenida Roca esquina Calle 9 de Julio: el sentido de la Calle 9 de Julio es de Norte a Sur, por lo que constituye una de las vías de salida del centro urbano de la ciudad hacia el sur, con predominante circulación de vehículos livianos. En este punto, hay presencia de semáforos con un sistema Braille con un pitido constante que genera un elevado nivel de ruido, causando molestias a los demás transeúntes. El Nivel Sonoro Continuo Equivalente L_{Aeq} tiene un valor de 74,1 dB(A); los percentiles L_{10} de 77,3 dB(A) y L_{90} de 66,6 dB(A) (Figura 21).

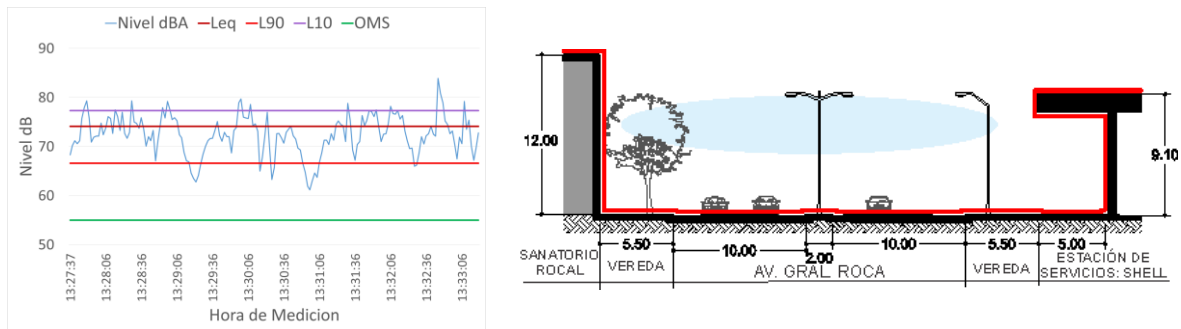


Figura 21: Valores de niveles sonoros y corte del perfil urbano.

Punto 13: Avenida Roca 322: en este sitio, se ubica un local comercial de tipo industrial con venta de materiales de construcción con una constante entrada y salida de vehículos de carga pesada, que provoca continuas interferencias en la circulación de vehículos que circulan por esa arteria. Se perciben ruidos de impacto por las cargas de materiales, vibraciones por los motores, frenadas y arranques de los motores. El Nivel Sonoro Continuo Equivalente L_{Aeq} tiene un valor de 70,6 dB(A); los percentiles L_{10} de 74,4 dB(A) y L_{90} de 58,3 dB(A) (Figura 22).

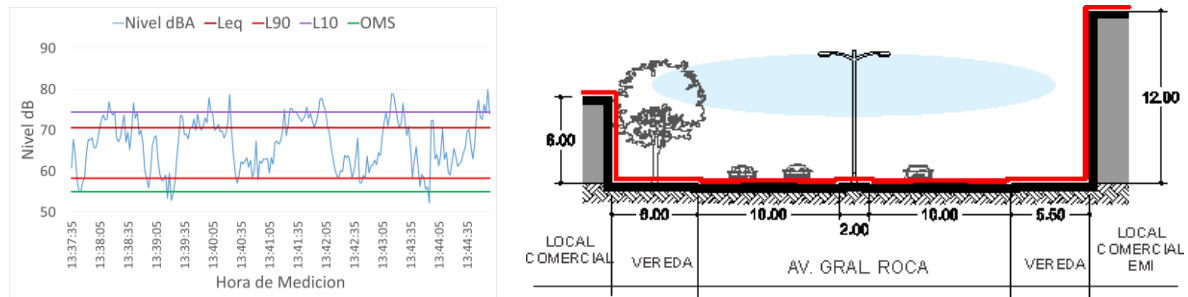


Figura 22: Valores de mediciones y perfil urbano.

Punto 14: Centro de Plazoleta Dorrego: encuentro de avenidas con mucha presencia de tránsito vehicular y los ruidos molestos presentes en el paisaje sonoro de esta zona. La falta de equipamiento en la plazoleta, no colabora en la disminución de los ruidos. El L_{Aeq} tiene un valor de 67 dB(A); los percentiles L_{10} de 69,5 dB(A) y L_{90} de 62,1 dB(A) (Figura 23 y 24).

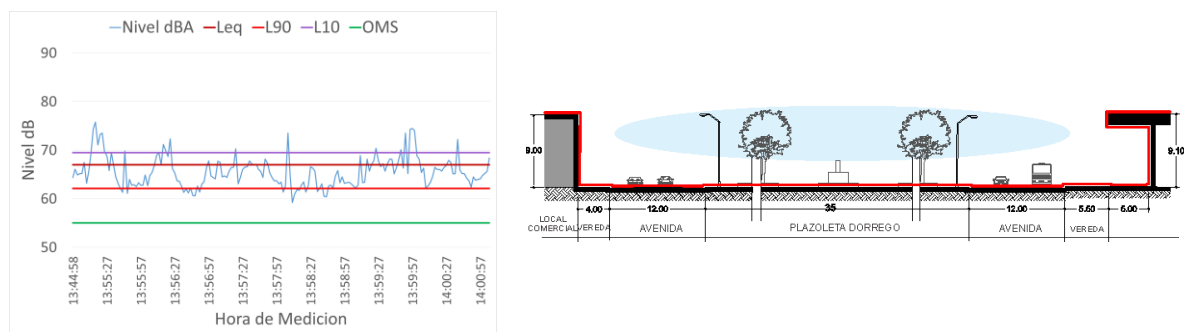


Figura 23: Valores de mediciones y perfil urbano.



Figura 24: mediciones realizadas.

Punto 15: Avenida Roca esquina Avenida Sáenz Peña: es uno de los puntos más conflictivos del eje, con presencia de 2 estaciones de servicios. Por un lado, una de gas natural en la esquina noroeste y por el otro, una estación mixta de gas natural y combustible en la esquina noreste, con entradas y salidas constantes durante todo el día generando gran congestión de vehículos tanto livianos, medianos y pesados. Además, hacia la esquina suroeste hay una institución provincial por lo que ocasiona una gran concurrencia de personas en el edificio, influyendo también en la circulación vehicular. El L_{Aeq} tiene un valor de 74,4 dB(A); el L_{10} de 75,6 dB(A) y el L_{90} de 67,4 dB(A) (Figura 25 y 26).

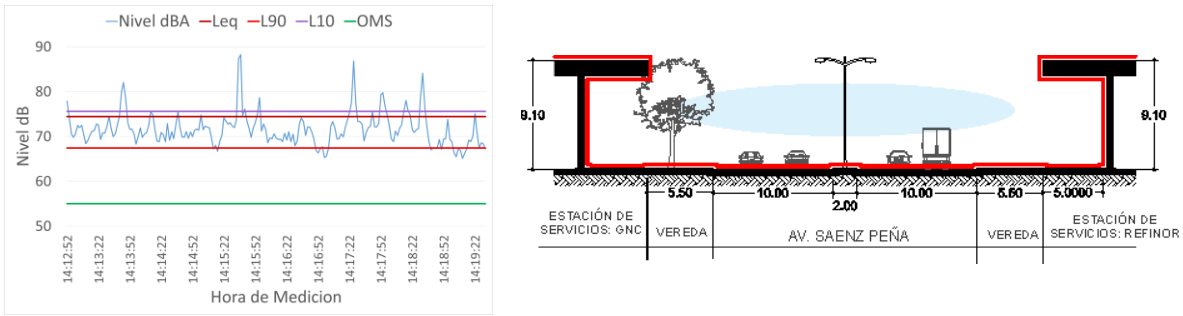


Figura 25: Valores de mediciones y perfil urbano.



Figura 26: mediciones en cruce de avenidas.

En general, los ruidos urbanos con mayor índice de contaminación sonora, son los asociados al tránsito vehicular. Se distinguen cuatro tipos de ruido bien diferenciados:

- a) el frenado de los colectivos en la parada de ómnibus y semáforos;
- b) el ruido de propulsión, ocasionado por el motor, la transmisión y el sistema de escape asociado;
- c) el ruido de rodadura entre las cubiertas y la calzada, generan fricción e impacto; y
- d) el ruido aerodinámico, producido por la velocidad del viento en proporción a la velocidad del vehículo.

Otro punto importante en los resultados, fueron los obtenidos en las cercanías del Parque El Provincial con una reducción de 14 dB(A) aproximadamente.

Resultados de las encuestas

Se realizaron encuestas a sus usuarios. Las cuales contenían preguntas estructuradas y agrupadas en tres secciones: sobre el lugar de residencia, conocimiento acerca de la contaminación acústica y las características de los ruidos urbanos existentes. De los encuestados, se pudo observar que el 45% vive en la zona de análisis y concurre al eje con una frecuencia diaria (Figura 27).



Figura 27: respuestas de usuarios sobre el lugar.

Entre las respuestas se pudo observar que la mayoría de los encuestados tienen conciencia de la contaminación sonora, donde el 52 % considera al ruido como contaminante ambiental.

El 55% de los encuestados desconoce sobre alguna Legislación o Normativa sobre el Ruido Ambiental. Y la mayoría con el 90% considera que se debería hacer un esfuerzo para reducir el ruido urbano.

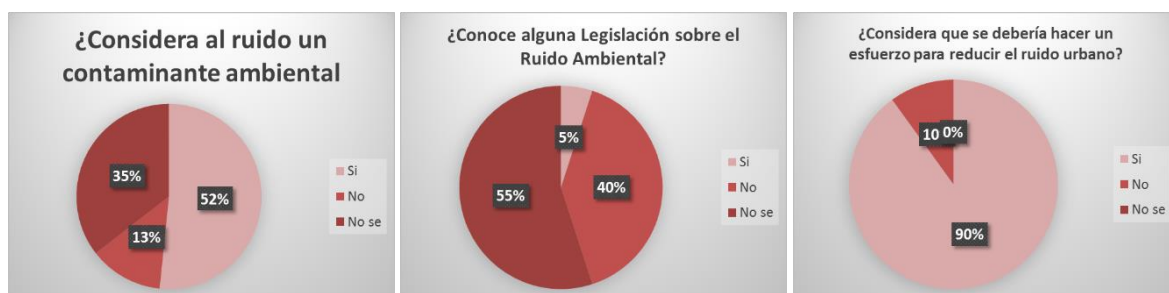


Figura 28: respuestas sobre los conocimientos de la contaminación acústica.

En cuanto a los ruidos considerados molestos, consideran al Tráfico vehicular y la Música callejera con el mayor porcentaje del 30% cada uno. En segundo lugar las alarmas y sirenas con un 15%, elementos que son característicos en la zona del Parque El Provincial con los pitidos de los semáforos. Respecto a las actividades que se ven afectadas debido al ruido exterior, las principales son las de estudio y lectura, descanso y recreación.

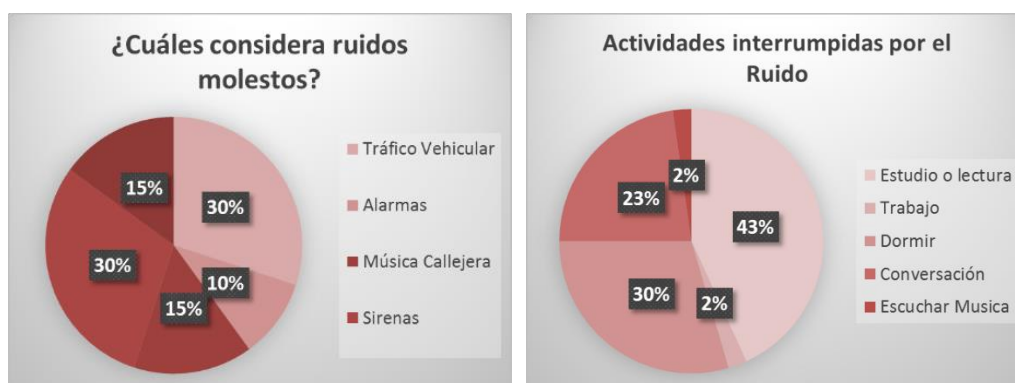


Figura 29: respuestas de usuarios sobre las características de los ruidos.

Análisis de los resultados

De las evaluaciones acústicas realizadas en cada punto de interés, se pudo determinar que la cercanía con las arterias principales provoca la continua aparición de ruidos urbanos. Esta problemática, es principalmente atribuida al tráfico rodado, generando molestias en las personas que recorren o viven en cercanías al eje en estudio.

Los sonidos son generados, en su mayoría, por el tránsito y el movimiento de personas, ya que diariamente se trasladan por el eje analizado, por su accesibilidad al centro de la ciudad de San Miguel de Tucumán y por su conectividad con el polo industrial del suroeste de la provincia de Tucumán.

Se detectó que en los cruces de avenidas se presentan un mayor nivel de contaminación sonora. Se midieron sonidos de entre 75 a 90 dB(A), superando el Nivel Sonoro admisible por la Organización Mundial de la Salud de 55dB.

Se pudo observar la diferencia de 17 dB(A) con respecto del Punto 1 de Avenida Roca esquina Avenida Alem, con el Punto 10 en el centro del Parque El Provincial. El mismo fue inaugurado recientemente en el año 2019, por lo cual su forestación aun no alcanzó las dimensiones esperadas ya que se encuentra en crecimiento.

CONCLUSIONES

Es notable que los valores de los niveles sonoros son superiores a los que recomienda la Organización Mundial de la Salud de 55 dB (A). Por ello, es necesario que se desarrollen una serie de propuestas integrales entre Provincia, Municipalidad y a Nivel Individuo, tendientes a disminuir los niveles de contaminación sonora en el eje y mejorar la calidad de vida del hábitat.

Según la OMS (WHO, 2004), las personas expuestas a estos niveles de ruido sufren molestias y elevados niveles de estrés, alteraciones de sueño, reducción de la capacidad cognitiva y un riesgo elevado de enfermedades cardíacas y respiratorias.

Las áreas cercanas al Parque Urbano son en las que se han registrado menores valores de nivel sonoro, por lo que se constituyen como zonas de descanso ideales para los usuarios. Por lo que la presencia de la vegetación a lo largo de los ejes urbanos puede generar grandes beneficios ambientales y sociales, entre ellos la mitigación del ruido, que depende de las características, estructura y densidad de la vegetación.

Según las respuestas de las encuestas realizadas, la mayoría de las personas tiene consciencia sobre la contaminación sonora generada, en la mayoría de las veces, por las propias actividades humanas en este sector de la ciudad.

Por lo tanto, a través de este trabajo, se definieron las características acústicas favorables y desfavorables de este eje urbano que, en una instancia posterior, permitirán la generación de propuestas y recomendaciones para su adecuación acústica.

REFERENCIAS:

- Barrios García, G.; Ruiz Llaven, C. (2004). El paisaje sonoro y sus elementos. Chiapas, México.
- Behar, Alberto (1994). El ruido y su control. Trillas, México.
- Bluhm, G.; Nordling, E.; Berglind, N. (2004). Road traffic noise and annoyance-an increasing environmental health problem. *Noise Health*.
- Bruel y Kjaer (2000). Ruido Mediambiental. Brüel & Kjaer, División of Spectris. España.
- Casas Anguita, J.; Repullo Labrador, J. R. y Donado Campos, J. (2002). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. Madrid, España.
- Cataño, G. R. y Bonivento, M. J. (2005). Eficiencia de una cobertura arbórea como barrera atenuadora del ruido vehicular. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Cook, D. I. y Haverbeke, D. F. V. (1971). Trees and shrubs for noise abatement. University of Nebraska College of Agricultural Experimental Station Bulletin, RB246.
- Instituto Argentino De Normalización Y Certificación. (2013). IRAM 4113. PARTE 1 Y PARTE 2. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1 - magnitudes básicas y métodos de evaluación. Parte 2. Determinación de niveles de ruido ambiental. Argentina.
- Garzón, B.; Paterlini, L.; Soldati, E.; Cerasuolo, N. (2016). Puntos de ruido en San Miguel de Tucumán, investigación, evaluación y recomendaciones; ENCACS 2016 organizado por el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad La Plata - Buenos Aires Argentina.
- Kurbán, A.; Papparelli, A.; Cúnsulo, M.; Montilla, E. y Herrera C. (2002). Aporte de la forestación al control del clima urbano en zona árida. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, v6, N1.
- MARISTANY GONZÁLEZ, A. R. (2013). Caracterización del paisaje sonoro y su interacción con el paisaje urbano. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. España.
- Martinez Llorente, J. y Peters, J. (2015). Contaminación acústica y ruido. *Ecologistas en Acción*, Madrid.

- Miyara, F. (2003). Mediciones de ruido en exteriores. Biblioteca Virtual del Laboratorio De Acústica Y Electroacústica. Escuela De Ingeniería Electrónica, Facultad De Ciencias Exactas, Ingeniería Y Agrimensura, Universidad Nacional De Rosario. <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/exterior.pdf>
- Nowak, D. J.; McHale, P. J.; Ibarra, M.; Crane, D.; Stevens, J. C. y Luley, C. J. (1998). Modeling the effects of urban vegetation on air pollution. Air pollution modeling and its application XII. Proceedings of the Twenty-Second NATO/CCMS International Technical Meeting (Clermont-Ferrand, France). Plenum Press. New York.
- Ochoa de la Torre, J. M. (1999). La vegetación como instrumento para el control microclimático. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0425107-095813
- Posada, M.; Arroyave, M.; Fernández C. (2009). Influencia de la vegetación en los niveles de ruido urbano. EIA, Colombia.
- Schafer, R. (1977). The Tuning of the World. Destiny, Nueva York.
- Tarrero, A. I.; González, J. y González, P. (1999). Contribución al estudio de la propagación del sonido en medios con vegetación. XXX Jornadas Nacionales de Acústica, TecniAcústica 99, y Encuentro Ibérico de Acústica, Avila. <http://www.sea-acustica.es/publicaciones/4328en003.pdf>
- WHO (2004). Development of Environment and Health Indicators for European Union Countries: Results of a Pilot Study. Bonn, Germany.

ABSTRACT

In the present work, the study of the soundscapes of exterior spaces within an important urban axis in San Miguel de Tucumán, with characteristics of an industrial road within the province, is carried out. The objective of this study was to identify, evaluate and compare the acoustic behaviour of each sector analysed, in order to incorporate the variable of acoustic adaptation not only within the architectural design, but also within the urban design to define a sustainable and healthy acoustic environment for the welfare of its inhabitants. Quantitative and qualitative evaluations were carried out by means of measurements in 15 determined points in the sector of the urban axis, with instruments according to IRAM standards and user surveys. The case study, exploratory and descriptive methods were used. The results achieved allowed the diagnosis of the current environmental acoustics of these urban areas and their comparison for the determination of proposals and design guidelines for their acoustic adaptation in a future research stage. As a conclusion, in a great part of the study area, there were obtain levels of acoustic contamination above the ones recommended by the World Health Organization, with harmful effects for the population's health, affecting in a direct way its quality of life.

KEYWORDS: Habitat. Soundscape. Urban axis. Environmental noise.