

# INTRODUCCIÓN

Entre los diferentes contaminantes que afectan el medio ambiente del ser humano, el ruido es el que menos preocupación parece causar. No obstante, debido a las molestias que causa y los efectos que tiene, tanto en la calidad de vida de los seres humanos como en el funcionamiento de la vida silvestre, el ruido como problema ambiental está despertando más y más interés entre los estudiosos del tema. En los últimos años el Área de Control de Ruido de la Junta de Calidad Ambiental (JCA) ha ampliado su ámbito de acción, en cuanto a estudios de ruido se refiere, expandiendo sus redes de monitoreo para incluir áreas que antes no se estudiaban. Igualmente se ha fomentado la participación de instituciones científicas y académicas en la realización de estudios de ruido. Ya se ha convertido en una tradición el Día para la Concienciación sobre el Ruido que la Junta de Calidad Ambiental celebra anualmente por mandato de ley, como parte de su estrategia para concienciar a la ciudadanía y aunar esfuerzos para combatir el problema de la contaminación por ruido en la Isla.

Con el Reglamento para el Control de Contaminación por Ruido (RCCR) como su principal marco de referencia, el Área de Control de Ruido continúa efectuando estudios a través de los cuales evalúa la problemática del ruido en diferentes lugares del país. A esos efectos ha ampliado su red de estaciones de medición de ruido en el área de Caguas.

Otra manera que el Área de Control de Ruidos tiene para atender la problemática del ruido es mediante la investigación de las querellas que son presentadas por los ciudadanos a esos efectos. También, a través de la evaluación de documentos ambientales y planes de cumplimiento para distintos proyectos de desarrollo, el Área de Control de Ruido procura que se tomen en cuenta medidas dirigidas a minimizar los impactos del ruido y que se cumpla con los parámetros establecidos en la reglamentación vigente.



Asimismo, sigue orientando y educando a la comunidad a través de distintas actividades en que participa, impactando niños de edad escolar, instituciones académicas de nivel universitario y la ciudadanía en general. La educación y orientación es un componente importante en la lucha contra la contaminación por ruido, toda vez que sólo una toma de conciencia de los ciudadanos de todos los sectores puede lograr que todos y cada uno de nosotros ponga de su parte para evitar que las actividades que llevamos a cabo afecten a nuestros conciudadanos. Esto aplica tanto a las actividades que generan ruido en los lugares de recreación como las que se efectúan en nuestros hogares y en las áreas de trabajo. A fin de continuar su labor de monitorear los niveles de contaminación sónica y así poder tomar las acciones necesarias para controlarla, el Área de Control de Ruidos utilizará y seguirá afinando los siguientes indicadores:

## INDICADORES:

1. Niveles de Ruido Ambiental en Zonas Receptoras Residenciales: Tipo I
2. Estimados de la Población Expuesta a Ruido Urbano: Tipo II
3. Intrusión del Ruido Urbano en el Ambiente Natural: Tipo II

## ESTIMADOS DE LA POBLACIÓN EXPUESTA A RUIDO URBANO

Tipo II

### DESCRIPCIÓN

El indicador evalúa, usando como modelo varias de las ciudades más pobladas de la Isla (sobre 90,000 residentes), el porcentaje estimado de las personas que pudieran estar expuestas a diferentes rangos de niveles de ruido urbano (40-50, 51-60, 61-70, 71-80, >81). El concepto de población expuesta da una perspectiva de salud pública a la problemática de la presencia del ruido urbano en nuestras ciudades. Estos análisis son esenciales en el desarrollo de estrategias a largo plazo en la planificación urbana y la implantación de una política pública ambiental más efectiva sobre el manejo de la problemática en la isla. La meta es lograr los porcentajes más bajos posible de población expuesta en los rangos más altos de exposición (71-80 y >81), logrando así, el por ciento más alto de la población expuesta a niveles de ruido urbano en la banda de los 51 a 60 dB(A) o inferior, como metas conservadoras y a largo plazo.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Usando Sistemas de Información Geográfica para crear mapas de ruido urbano e incluyendo los datos poblacionales del censo por parcela se puede estimar los porcentajes de población expuesta a ruido urbano para la extensión geográfica seleccionada. Estos estimados son generados desde la perspectiva de los niveles de ruido urbano que impactan las superficies de las propiedades receptoras. En relación con el espacio interior donde habita la gente, se presume que como este ruido impacta la fachada y que como la mayoría de la población en la Isla vive en sus propiedades residenciales con las ventanas o puertas abiertas, el ruido exterior estaría logrando cierto grado de intrusión al interior de la propiedad y el ciudadano, de una manera u otra, estaría expuesto en algún momento a dicho niveles.

Los mapas son generados a partir de diferentes capas georeferenciadas sobre topografía, localización de carreteras, edificios y elevaciones de estructuras en cada ciudad, todas incorporadas y manejadas por una aplicación de computadora que realiza los cálculos correspondientes. Una vez los mapas hayan sido completados y validados, los datos serán reportados por cada ciudad y se espera que año tras año se vayan incluyendo otras ciudades que tengan menos de 90,000 residentes. Los mapas contendrán datos en formato Leq dB(A) para 24 horas y por separado para el periodo diurno (7:00am a 10:00pm) y nocturno (10:01pm a 6:59am). Se reportará generación, propagación y consecuentemente posible exposición, proveniente de cada grupo emisor (tránsito vehicular en las principales vías públicas, transportación aérea, ferroviaria, facilidades industriales, entre otros).

Para el proyecto del modelo de la Ciudad de San Juan, en el que trabaja la Junta de Calidad Ambiental (JCA) como primer ejemplo, se considerará como emisor el ruido proveniente del tránsito vehicular. El estimado de exposición será sobre las fachadas más ex-

puestas de las estructuras incluidas. Fases posteriores incluirán el ruido proveniente de vías ferroviarias (si aplica en la ciudad) (segunda fase), transportación aérea (tercera fase) y facilidades industriales (cuarta fase). Debido a la complejidad de los proyectos para cada región y la baja variabilidad anual que se estima puede haber en los niveles de ruido en una ciudad, se entiende que los análisis y nuevas versiones de los mapas de ruido urbano de las ciudades o municipios que así lo hagan deben revisarse cada 8 años, a menos que por alguna razón la ciudad decida revisarlo en un término menor de tiempo.

En la actualidad la Junta de Calidad Ambiental no cuenta con datos finales para analizar las tendencias de éste indicador. La JCA adquirió en abril 2007 la tecnología que incluye la aplicación CADNA-A y una computadora de alta velocidad, lo cual permitirá iniciar la generación del primer mapa de ruido urbano y tránsito vehicular para la Ciudad de San Juan. Se espera realizar el análisis de los datos disponibles para la Ciudad de San Juan, como modelo y ejemplo de las nuevas tecnologías y tendencias de estudio para el manejo del ruido ambiental. Una vez se realice dichos análisis se estará realizando el mismo ejercicio para los otros municipios que se han estado monitoreando (Guaynabo, Caguas).

- Para los años 2008-2011 el Área Control de Ruidos de la JCA espera poder colaborar con diferentes autoridades municipales de Puerto Rico en el desarrollo de estos mapas de ruido urbano así como la generación de los datos y su correspondiente análisis. Es necesario coordinar con los diferentes municipios que ya cuentan con oficinas que poseen capacidades en el uso de GIS, para colaborar en el desarrollo de los otros mapas. Como parte del proyecto la JCA recomienda que se establezca por requisito de Ley que las autoridades de los 78 municipios de Puerto Rico establezcan Planes Municipales para el Manejo del Ruido Urbano y que aquellas ciudades que posean sobre 90,000 residentes incluyan en dicho Plan el desarrollo de un mapa de ruido urbano como parte de las herramientas de análisis y manejo del problema.

Los datos serán informados en términos de gráficas de barra donde se indica por diferentes bandas de niveles de ruido (35-45, 46-55, 56-65, 66-75, 76-85) el porcentaje estimado de personas que pudieran estar en ambientes exteriores, expuestos a dichos niveles.

Ciudad: \_\_\_\_\_ (> 90,000 de residentes)  
 Total de la Población: \_\_\_\_\_ (estimada según el censo)  
 Fuente Principal Emisora Bajo Análisis: \_\_\_\_\_ (tránsito, industrial, aérea, etc.)

	35 - 45	46 - 55	56 - 65	66 - 75	76 - 85
Leq (24 horas)	%	%	%	%	%
Leq Diurno (7:00am a 10:00pm)	%	%	%	%	%
Leq Nocturno (10:01pm a 6:59am)	%	%	%	%	%

Se espera que surja del análisis la información que permita evaluar, según los modelos, cuantas personas estarían potencialmente expuestas a los niveles de ruido ambiental en los diferentes rangos de decibelios aquí descritos.

**BENCHMARK**

El Área Control de Ruidos de la JCA recomienda las siguientes metas, estimadas de manera conservadora, respecto a los porcentos de población expuesta:

	35 - 45	46 - 55	56 - 65	66 - 75	76 - 85
Leq (24 horas)	20%	20%	50%	5%	5%
Leq Diurno (7:00am a 10:00pm)	20%	10%	40%	10%	5%
Leq Nocturno (10:01pm a 6:59am)	10%	70%	13%	5%	2%
Ejemplo: Para San Juan 434,374 residentes en Censo del 2000. Para el periodo nocturno:	10% seria 43,437	70% seria 304,062	13% seria 56,469	5% seria 21,719	2% seria 8,687

El razonamiento de estas recomendaciones es que para el periodo nocturno la mayoría de la población debería estar entre los 46 y 65 dB(A) con un mínimo de la población sobre los 66 dB(A). Estos porcentos son un estimado muy conservador de las metas o expectativas de exposición razonable para la población. Una vez completado los mapas y se realicen los análisis correspondientes, se podrán realizar los ajustes correspondientes y un mejor estimado de lo que debe ser ideal como meta razonable.

**LIMITACIONES**

No evalúa aspectos de salud pública o epidemiológica de la población expuesta a dichos niveles de ruido urbano. Depende de la disponibilidad de la tecnología necesaria y el adiestramiento de los funcionarios en cada municipio en el uso de la aplicación. Los datos y análisis son el resultado del desarrollo de un modelo, usando un sistema de información geográfica para evaluar la generación, propagación, absorción y reflexión de diferentes fuentes de ruido en espacios urbanos. La precisión del modelo depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles para las diferentes capas georeferenciadas que estén disponibles de cada ciudad (topografía, localización de carreteras, edificios, elevaciones de estructuras, datos poblacionales, etc).

**CONCLUSION Y RECOMENDACIONES**

El Área Control de Ruidos de la JCA espera tener disponibles resultados preliminares de los análisis sobre ruido urbano y población expuesta de la Ciudad de San Juan, generados a través del mapa. Aunque la primera versión del mapa de San Juan fue

completada en Abril 2007, en la actualidad, el personal técnico de la JCA está recopilando y corroborando todas las diferentes capas de información georeferenciadas necesarias para la segunda versión del mapa de San Juan. Además, la Agencia está promoviendo el uso de ésta tecnología y tipo de análisis sobre ruido urbano a través de múltiples reuniones con funcionarios de varios municipios de la Isla que han expresado interés al respecto de dicha tecnología, como es la Oficina del Comisionado de Asuntos Municipales, así como varios municipios.



## NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN ZONAS RECEPTORAS RESIDENCIALES

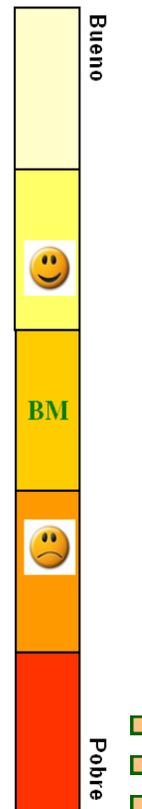
Tipo I

### DESCRIPCIÓN

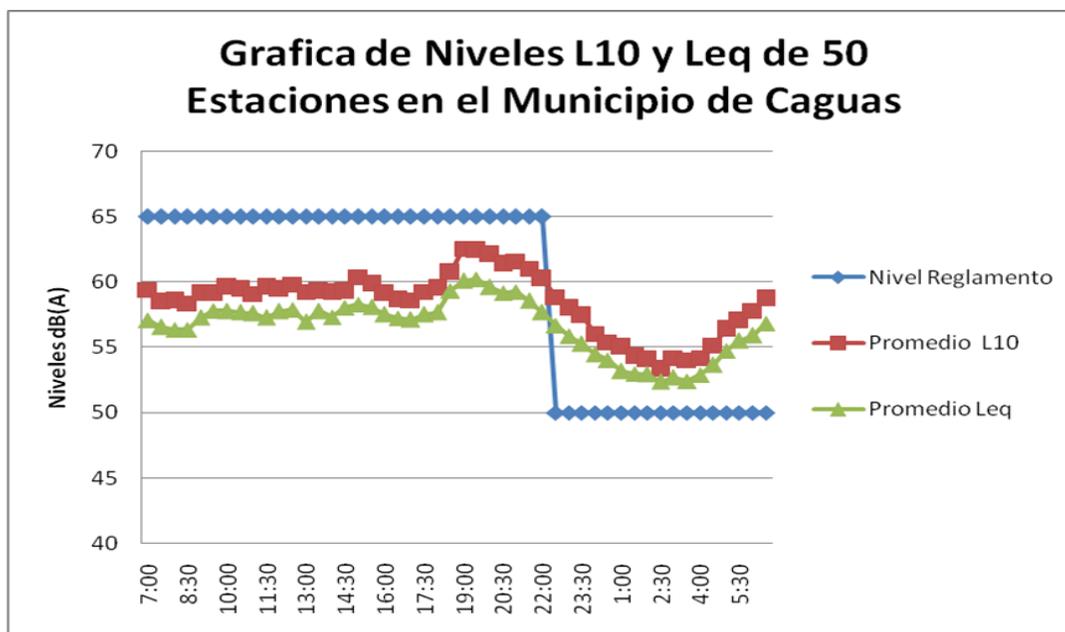
El indicador evalúa el estado del ambiente sonoro exterior de propiedades receptoras residenciales en zonas urbanas y rurales. Se seleccionan dichas propiedades como indicadoras ya que, para el entorno residencial, en especial durante el periodo nocturno, es ideal tener los niveles de ruido ambiental más bajos posibles para evitar diferentes grados de molestia a la ciudadanía. El indicador cuantifica los niveles de ruido exterior (acústica ambiental urbana o rural), los cuales se miden a través de un número de estaciones de monitoreo. El promedio de los datos de todas las estaciones estudiadas indica el comportamiento en general de los niveles de sonido o ruido en el entorno exterior de dichas propiedades. Un alto número de propiedades de uso residencial (sobre el 50% de las muestreadas) con niveles que excedan los establecidos por la Junta de Calidad Ambiental (JCA), en el periodo diurno y/o periodo nocturno, es un indicador de las tendencias que reflejan el detrimento de los ambientes sonoros residencial, lo que pudiera perjudicar el uso de dichos espacios y la calidad de vida de la ciudadanía que los habita.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Como parte de los estudios sobre acústica y ruido ambiental, el personal de la División de Cumplimiento y Estudios de Ruido del Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales de la JCA ha estado desde el año 2003 monitoreando, con equipos sonométricos (Norsonic Nor121), los niveles de sonido medidos en decibelios (dBA) en diferentes estaciones (residenciales, industriales y comerciales) en la Zona Metropolitana de San Juan y Guaynabo. Durante el 2008 se añadieron 30 estaciones de monitoria en el Municipio de Caguas. Los muestreos se realizaron en un periodo de 24 horas en cada estación evaluada, iniciando a las 7:00 am. Los informes detallados para cada estación están disponibles en las Oficinas del Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales. El Municipio de Caguas fue dividido en 6 áreas para poder realizar el trabajo de monitoria de niveles de sonido dado lo extenso del Municipio. En cada Área serán monitoreadas aproximadamente 10 estaciones por área con el propósito de poder cubrir gran parte del municipio.



Grafica 1

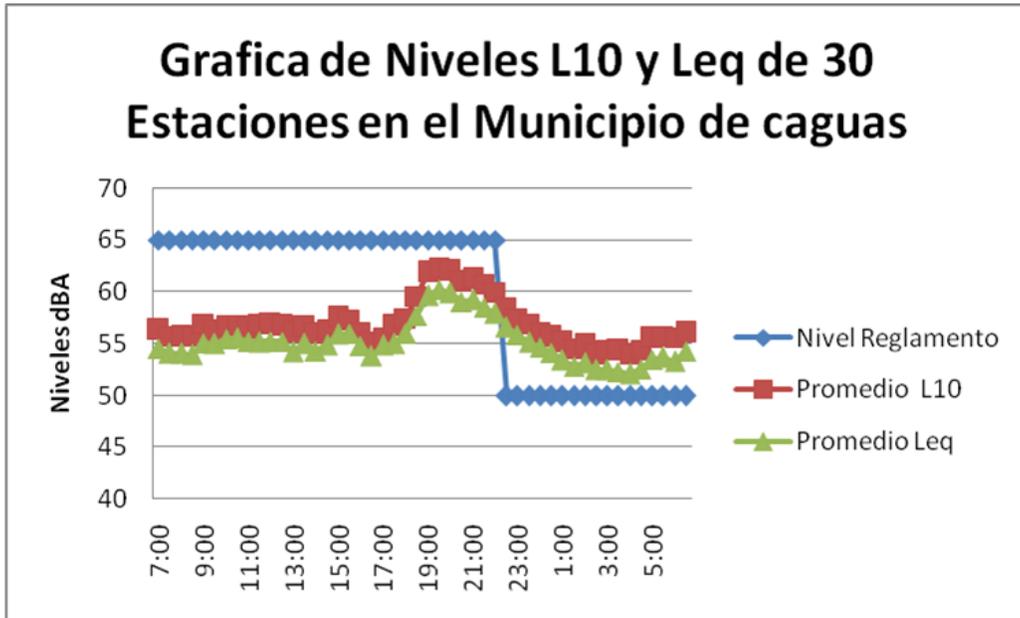


Esta gráfica refleja los niveles promedios en decibelios, que fueron documentados en los ambientes sonoros en las Áreas I, II, III y IV del Municipio de Caguas. Estos niveles fueron monitoreados a partir de las 7:00am por un periodo de 24 horas en cada una de las 50 estaciones incluidas en este informe. Las Áreas II, III Y IV fueron monitoreadas durante el 2009 para un total de 30 estaciones las cuales fueron añadidas a las ya muestreadas durante el año 2008.

El (L10) por definición es el nivel de sonido, en la escala A, dB(A), que es excedido en un diez por ciento (10%) del tiempo para un periodo bajo consideración. El nivel LEquivalente (Leq) es el nivel de sonido continuo equivalente. Es decir, el nivel constante, que puede producir la misma energía sonora (medida en escala A, dB(A)) que un sonido variante especificado en un tiempo establecido.

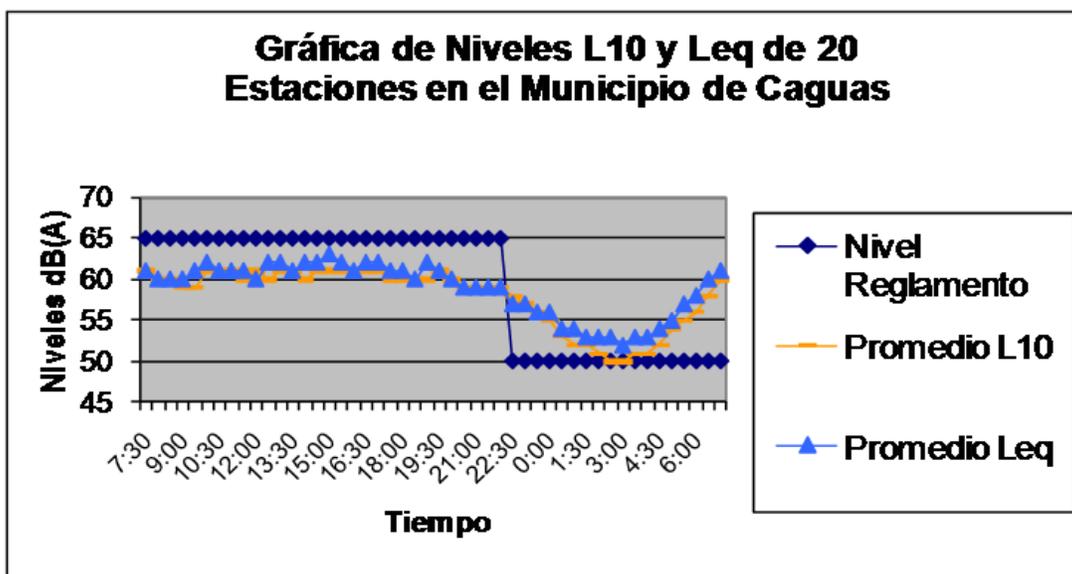
La gráfica de L10 refleja que en promedio los niveles sonoros en las Áreas estudiadas del municipio de Caguas se mantuvieron entre los parámetros establecidos por nuestra reglamentación para el periodo diurno. Los niveles sonoros fueron disminuyendo a partir de las 9:30 pm hasta alcanzar su nivel más bajo a las 2:30 am de 53.3 dB(A), para luego comenzar a aumentar hasta los 58.7 dB(A) en el periodo diurno (7:00am).

Grafica 2



Esta gráfica muestra el promedio de los niveles de sonido en las 30 estaciones monitoreadas entre las áreas II, III, y IV durante el 2009 en el municipio de Caguas. El promedio del L10 se mantuvo durante el periodo diurno bajo el nivel establecido en el reglamento. El promedio de L10 llegó a alcanzar un máximo de 62.3 db(A) a las 7:30 pm. Luego se observó una baja alrededor de las 9:30 pm hasta llegar a los 52.5 db(a) a las 3:00am, para luego comenzar a aumentar. El nivel promedio de Leq se comportó similar al L10. Ambos cumplieron durante el período diurno con la reglamentación de ruido vigente pero en el período nocturno sobrepasaron el nivel establecido con niveles entre los 52 y 56 db(a).

Grafica 3



Se puede observar que el comportamiento de la gráfica que refleja las primeras veinte estaciones muestreadas en el Área I del municipio de Caguas el nivel promedio de  $L_{10}$  y  $L_{eq}$  durante el periodo diurno se mantuvo en los 60 db(a). Si lo comparamos con el promedio de  $L_{10}$  y  $L_{eq}$  de las Áreas II, III y IV del municipio podemos observar que durante el periodo diurno hay una baja en el nivel de sonido de 5 dB(A), aunque se observa que a las 7:00pm aproximadamente hubo un aumento de 4 dB(A). Cabe señalar que las áreas monitoreadas en este informe comprenden zona urbana y zonas rurales.

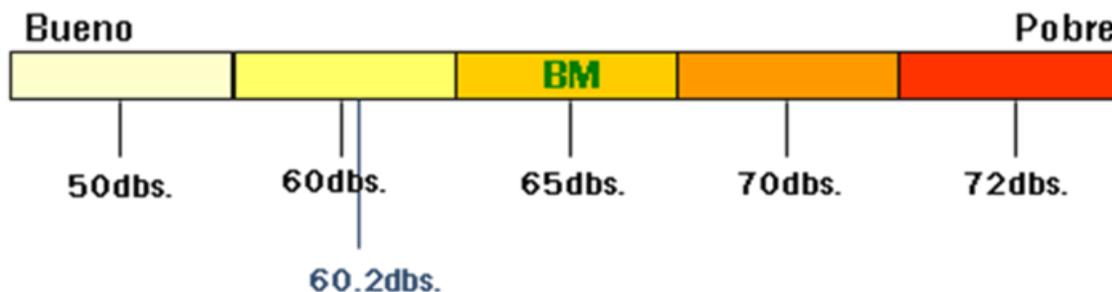
La base de datos original cuenta con los niveles sonoros para ambientes exteriores en estaciones residenciales, comerciales, industriales y otras, para efectos de este Informe. Cuando analizamos la data obtenida en los diferentes puntos de muestreo que se seleccionaron al azar le damos mayor énfasis al área residencial. Es debido a donde el ciudadano principalmente valora, requiere y tiene la expectativa de una calidad del entorno sonoro que le permita el disfrute de su propiedad, hacer sus actividades y poder descansar. La presencia de altos niveles de ruido en el exterior que pudieran propagarse al interior, especialmente durante el periodo nocturno, pudiera generar diferentes grados de perturbación o molestia para la ciudadanía en dichos ambientes residenciales. El área residencial colindante con el expreso está expuesta a altos niveles de sonido tanto en el periodo diurno como el nocturno. Los niveles promedios para el periodo diurno cumplen con lo establecido en nuestra reglamentación para una zona residencial impactada por el tránsito vehicular. Durante el periodo nocturno los niveles están sobre el establecido en nuestra reglamentación.

La gráfica refleja que en promedio la mayoría de las propiedades residenciales evaluadas recibieron en sus fachadas (exterior) niveles sonoros ( $L_{10}$ ) que cumplen con los niveles indicados en la reglamentación de la JCA, en el periodo diurno. En el periodo nocturno sobrepasa el nivel establecido en nuestro reglamento. En términos de los valores  $L_{eq}$ , los niveles estuvieron cercanos a los 60 dB(A) durante prácticamente todo el periodo diurno y, a partir de las 8:30 pm, el nivel comenzó a reducirse alcanzando los 52.4 dB(A) a las 2:30am.

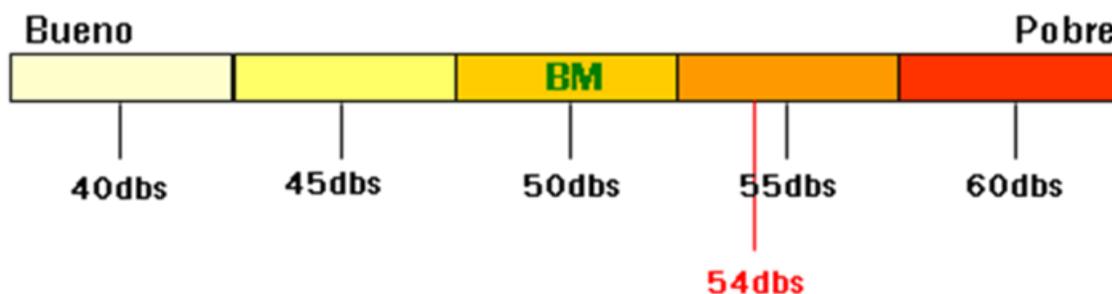
#### **BENCHMARK**

El Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido (RCCR) de la JCA establece niveles recibidos para propiedades receptoras residenciales, comerciales, industriales y de tranquilidad. En el caso de propiedades residenciales, el RCCR establece que los niveles de ruido generados desde una zona emisora comercial no deben exceder en una propiedad receptora residencial de un  $L_{10}$  de 65 dB(A) en el periodo diurno y de 50 dB(A) en el periodo nocturno. Otros límites entre propiedades están descritos en el RCCR.

Periodo Diurno (7:01am-10:00pm)  
Nivel de sonido RCCR  $L_{10} = 65\text{dB(A)}$   
Promedio  $L_{10} = 60.2\text{dB(A)}$



Periodo Nocturno(10:01pm-7:00am)  
Nivel de sonido RCCR  $L_{10} = 50\text{dB(A)}$   
Promedio  $L_{10} = 54\text{dB(A)}$



#### LIMITACIONES

Como hemos mencionado en informes anteriores, este estudio no mide los niveles de exposición de los individuos dentro de sus residencias, pues para lograr dicho propósito habría que usar tecnología de dosímetros y una metodología distinta. Dado que el proyecto es uno de naturaleza continua, se espera que a medida que se recopilen más datos a través de los años, el análisis estará más completo. Además, se necesita incorporar y considerar elementos de la variabilidad del comportamiento de los niveles de ruido entre días, por semanas, meses y años, como parte de esta metodología. El Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales de la JCA espera poder analizar estos elementos de variabilidad temporal al establecer de una a dos estaciones permanentes de monitoria sonora urbana. Además, este indicador tiene como limitación la falta de más equipos sonométricos con la capacidad de ser expuestos a las temperaturas de un país tropical.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Según los datos incluidos en este informe, en términos generales la tendencia es que los niveles sonoros en dichas propiedades se mantuvieron cercanos en el periodo diurno a los niveles establecidos en el RCCR. En el periodo nocturno, el promedio de los niveles observados en estas propiedades residenciales reflejó un patrón de descenso gradual, que aunque cercano al nivel en el RCCR, no cumple con el nivel establecido en nuestra reglamentación. A pesar de esto, el patrón descendiente en el periodo nocturno es uno que pudiera considerarse como favorable y aceptable en términos de la calidad del ambiente sonoro residencial exterior.

A pesar de las tendencias en términos estratégicos de manejo del ruido urbano, lo ideal es promover estrategias a mediano y largo plazo de la reducción de estos niveles en dichos ambientes sonoros urbanos, en especial aquellas estaciones muestreadas donde el nivel de ruido está significativamente sobre el nivel promedio observado. Para esto hay que evaluar en cada lugar, cuales son los emisores de ruido de mayor influencia en dichos niveles y cuales alternativas a corto, mediano o largo plazo habría disponibles para el manejo del asunto.



# INTRUSIÓN DEL RUIDO URBANO EN EL AMBIENTE NATURAL

Tipo II

## DESCRIPCIÓN

Este indicador tiene como meta evaluar la problemática de la intrusión del ruido urbano o ruido antropogénico en diferentes tipos de ecosistemas naturales en Puerto Rico. Evalúa la presencia y los niveles de ruido ambiental procedentes de diferentes emisores de ruido ambiental, como los medios de transportación, facilidades industriales, áreas residenciales y otras actividades humana que generan ruidos, que llegan a estos espacios naturales. La evaluación de la intrusión del ruido antropogénico en el ambiente natural es importante ya que su presencia compromete la calidad del ambiente sonoro natural, no sólo para las especies que habitan estos ecosistemas, sino también para el ser humano que visita dichos lugares para tener contacto con la naturaleza. Una alta incidencia de ecosistemas naturales con altos niveles de ruido ambiental representa una tendencia de la degradación del ambiente sonoro natural en la Isla.

## CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Para evaluar la magnitud de la intrusión del ruido ambiental o ruido urbano en dichos ecosistemas, la Junta de Calidad Ambiental (JCA), el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, y el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico en el año 2008 trabajaron con la implantación de un Plan Estratégico e Investigativo para el estudio del Ruido Ambiental y la Fauna en Puerto Rico. La implantación de este Plan Estratégico tiene como propósito principal el promover investigaciones sobre el tema. Durante el 2009, a través de esta iniciativa, se le asignó fondos a la universidad Interamericana, Recinto Metropolitano, para el desarrollo de una investigación a cargo del Profesor Ernesto Torres titulada “La Intrusión de Ruido Ambiental en Dos Reservas Naturales de la Costa Norte de Puerto Rico”. También se le otorgó fondos a la Universidad de Puerto Rico a través del profesor Mitchell Aide quien realizó una investigación titulada “The Effect of Anthropogenic Noise on the Calling Behavior of Amphibians and Birds in Urban Areas of Puerto Rico”. Ambos estudios se realizaron en asentamientos urbanos y en las diferentes reservas o bosques en Puerto Rico.

La meta del proyecto es lograr monitorear en ecosistemas naturales, donde no hay ruido ambiental presente y donde se tenga la intromisión del ruido urbano, de manera tal que se pueda generar una gráfica representativa del comportamiento sonoro de ambientes naturales sin ruido urbano y con la presencia del mismo y, a la vez, poder identificar las especies que habitan en cada ecosistema y como se ven afectadas por la intromisión del ruido urbano.

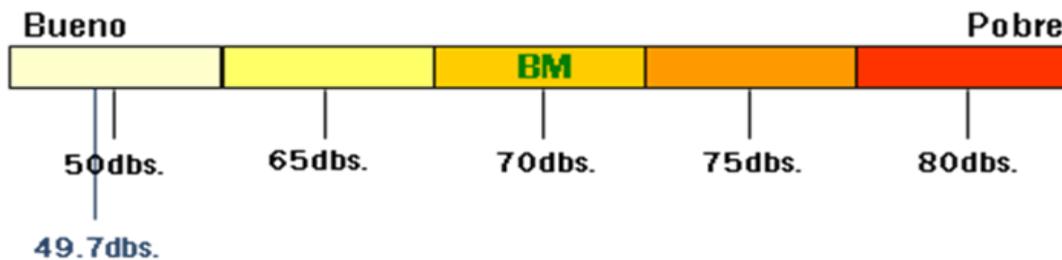


Los datos fueron obtenidos por los estudiantes de la Universidad de Puerto Rico y de la Universidad Interamericana. Los resultados de estos estudios están disponibles en el Área Control de Ruidos de la JCA.

### BENCHMARK

Para las áreas naturales impactadas por ruido urbano, dependiendo del tipo de ecosistema y su localización, un posible benchmark sería el que dichos espacios sean acústicamente lo más similar posible a los ambientes libres de contaminación por ruido urbano. Dado que no hay criterios establecidos por reglamentos y leyes locales referentes a los niveles de ruido en reservas naturales, si se establece en el RCCR unos niveles de sonido para zonas representativas de servicios comunales no habitados, como son las Reservas Naturales.

Periodo Diurno (7:01am-10:00pm)  
Nivel de sonido RCCR  $L_{10} = 70\text{dB(A)}$



Periodo Nocturno(10:01pm-7:00pm)  
Nivel de sonido RCCR  $L_{10} = 60\text{dB(A)}$



### LIMITACIONES

Este indicador no evalúa si dichos niveles de ruido tienen algún impacto o efecto directo o indirecto en la ciudadanía que visitó dichos ecosistemas, ya que en esta fase del proyecto sólo se describen los niveles de ruidos presentes y su comportamiento en periodos de 30 minutos que pudieran afectar el disfrute de los ambientes sonoros naturales y cómo estos visitantes perciben lo que es ruido a través de una encuesta realizada. Aunque los resultados de una encuesta realizada por los estudiantes de la Universidad Interamericana en las reservas de la Esperanza en Manatí y Tortuguero en Vega Baja con intromisión de ruido urbano nos ha corroborado que los visitantes sin-

tieron grados de molestias durante su visita, ya que no les permitió disfrutar totalmente de los ambientes sonoros naturales de la reserva, no podemos determinar cómo les afecta en su comportamiento a las diferentes especies de la reserva estos ruidos generados por la intromisión del hombre en su hábitat.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Según los datos obtenidos por el estudio realizado por la Universidad de PR, se concluyó que las comunidades de aves se ven afectadas por los niveles de sonido generados por el tránsito vehicular, contrario a las comunidades de anfibios que no se ven afectados por estos niveles de sonido. Por lo tanto, en áreas cercanas a las carreteras se reduce la población de aves en relación a los lugares más distantes y la composición de estas es diferente. Para la realización de este estudio se tomaron en consideración factores como el nivel de sonido de fondo. Si este afectaba a las especies del lugar, se encontró que estas se movían hacia áreas con niveles sonoros más bajos. Los estudiantes de la universidad de Puerto Rico recomendaron el aumentar las barreras naturales de vegetación a lo largo de las carreteras para evitar la propagación de niveles de sonido generados por el tránsito hacia las áreas habitadas por las especies estudiadas.

- 
- En el trabajo investigativo realizado por la Universidad Interamericana se concluyó que en la Hacienda la Esperanza en Manatí sí pudiera estar afectada la fauna que habita en el lugar por la intrusión del ruido ambiental o ruido creado por el hombre.

El análisis de este indicador es de gran importancia, ya que al evaluar el comportamiento sonoro de los ambientes naturales como primera meta, para luego evaluar el comportamiento sonoro de los ambientes naturales donde hay problemas de ruido urbano nos permitirá describir la magnitud de intrusión del ruido antropogénico en ambientes naturales en la Isla. Estos datos son importantes para comprender si se está comprometiendo la calidad del ambiente sonoro natural en un porcentaje alto en las reservas y parques naturales, lo cual, pudiera estar afectando el desarrollo de ciertas especies por la presencia de aquellos ruidos generados por el hombre. Además, la presencia del ruido ambiental urbano en los espacios naturales reduce, degrada y afecta la experiencia de contacto con un ambiente natural libre de ruido de los residentes y turistas que visitan los parques y reservas naturales de Puerto Rico.