Zapopan, Jalisco. Lunes 02 de septiembre de 2013 Nota técnica 017/2013

# El Ruido del Transporte Público en el área metropolitana de Guadalajara

- El 59 % de la superficie urbana del AMG está siendo afectada por ruido del Transporte público
- Av. Alcalde la vialidad con mayor ruido generado por el transporte
- El actual sistema de transporte se considera "ruidoso"

## RESUMEN

La percepción del ruido puede ser algo subjetivo y la forma de vivir y sentir las molestias relacionadas puede tener un condicionante personal, pero las repercusiones físicas sobre la salud y la vida de las personas no lo son. La mayor contribución al ruido ambiental (80%[1]) es por causa del tráfico rodado, la cobertura total de las vialidades del AMG es de 9,494 km de calles por donde circulan en la actualidad cerca de 2 millones de vehículos automotores donde 10,412 son unidades de transporte público.

La mayor cantidad son los automóviles particulares y a pesar de la gran diferencia con el número de las unidades de transporte público, estas últimas emiten mayores niveles de ruido al ambiente; es por ello que el Instituto de información territorial de Jalisco (iTerritorial) presenta la continuación de su estudio sobre la contaminación del ruido que produce el transporte urbano, ampliando la cobertura del mismo a la totalidad del servicio que se presta en el AMG y se incluye una parte del municipio de Zapotlanejo por cuestiones de metodología.

El objetivo principal de este análisis es identificar los niveles de emisión de ruido de las unidades del transporte público que prestan su servicio en el AMG, así como las vialidades donde se presenta la mayor afectación al ciudadano con base al tiempo de exposición al ruido del transporte público, así como establecer la cobertura de afectación a partir del eje del trazo de las rutas de transporte con base en la normatividad internacional, y por ultimo generar algunas estadísticas comparativas entre población afectada y área urbana por municipio.

Las rutas de transporte público del AMG tienen un piso compartido con una longitud de 2,016 km. de calles por donde circulan emitiendo ruido al medio ambiente, lo que representa el 21.23 % del total de la red vial. Para este análisis se consideraron los niveles altos (80 a 90 dB) para detectar el grado de afectación tanto de superficie como de población, con lo que se obtuvo 386.5km² de superficie afectada lo que representa el 59% del total del área urbana y un estimado de 3'039,788 personas que en algún momento o periodo del día se ven perturbadas por el ruido del transporte público.

Un aspecto importante a resaltar en los resultados del presente análisis es que las principales vialidades afectadas forman un corredor de movilidad que une las cabeceras de 3 municipios: Zapopan, Guadalajara y San Pedro Tlaquepaque, y se extiende hasta llegar muy cerca de la cabecera municipal de Tonalá, este trazo coincide con la propuesta para la creación de la Línea 3 del Tren Ligero de Guadalajara.

El ruido generado por el transporte público es un motivo por el que se puede justificar un cambio en el modo de transporte, ya que el actual sistema lo podemos calificar como "ruidoso".

[1] www.ecologistasenacción.org

## NOTA AMPLIADA

En una primera entrega (http://iitej.blogspot.mx/2013/04/el-ruido-en-guadalajara-como-fuente-de.html) se generó un mapa del comportamiento del ruido producido por las unidades de transporte público, el iTerritorial elaboró un análisis preliminar de la zona centro de Guadalajara, para esto se consideró algunos tramos de vialidades donde circula la red del transporte público, con información recibida del OCOIT (noviembre 2012), a manera de resumen resultó lo siguiente:

| Tramos de Vialidad con mayor afectación por ruido | Frecuencia de paso camiones (en segundos) |
|---|---|
| 1. Av. Fray Antonio Alcalde | 10 |
| 2. Av. Revolución | 13 |
| 3. Av. La Paz | 22 |
| 4. Calz. Independencia | 24 |
| 5. Calle Juan Manuel | 24 |
| 6. Av. Niños Héroes | 25 |
| 7. Calle Juan Manuel | 33 |
| 8. Calle Esteban Alatorre | 33 |
| 9. Av. Juárez | 59 |

**Tabla 1. Vialidades en la zona centro de Guadalajara con mayor afectación por ruido del transporte público**[2]

Debido a que en una misma vialidad se presentan muchos movimientos en cuanto a la circulación de rutas (las cuales aumentan o disminuyen de un tramo de vialidad a otro), es la razón por la que la Calle de Juan Manuel aparece en dos puestos de la clasificación de los tramos de vialidades con mayor afectación el 5to. y 7mo., el primero con 24 segundos y el segundo con 33 segundos dentro de la zona de estudio del análisis de ruido por las unidades de transporte (ver tabla 1).

En el primer análisis 9 tramos de vialidad presentaron una frecuencia de paso mayor, como consecuencia mayor tráfico de camiones y mayor ruido; para el nuevo análisis únicamente se conservan dos de estos tramos en los primeros lugares con mayor afectación por ruido: la Av. Fray Antonio Alcalde y la Av. Revolución.

Para el nuevo análisis ahora se consideran todas las rutas de transporte público, que circulan por las calles del Área Metropolitana de Guadalajara.

En el segundo análisis uno de los objetivos principales es identificar los niveles de emisión de ruido de las unidades del transporte público que prestan su servicio en el área metropolitana de Guadalajara (AMG), así como las vialidades donde se presenta la mayor afectación al ciudadano en base al tiempo de exposición al ruido emitido por las unidades del transporte público, así como establecer la cobertura de afectación a partir del eje del trazo de las rutas de transporte con base en la normatividad internacional, y por ultimo generar algunas estadísticas comparativas entre población afectada y el área urbana por municipio.

[2] Publicado por el Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco en Abril del año en curso.

Como primer punto se toma como base un archivo shp proporcionado por el (Organismo Coordinador de la Operación Integral del Servicio del Transporte Público) OCOIT[3] en noviembre de 2012 el cual contiene las rutas del transporte público que circulan por el AMG.

Para determinar el nivel de ruido se establecen 2 factores:

1. El nivel de ruido emitido por la unidad de transporte que es una fuente móvil.
2. El tiempo de exposición del ser humano al ruido, con relación a la frecuencia de paso de las unidades de transporte público.

Para el nivel de ruido emitido por las unidades de transporte público se realizaron visitas de campo a los puntos más críticos de la ciudad y a los diversos modos de transporte que están considerados:

a) Camión urbano (camiones, minibuses, minibuses, características especiales, etc.)
b) Macrobús.
c) Tren Ligero.

Para establecer la cobertura de afectación, se realizaron las siguientes acciones:

1. A partir del archivo proporcionado por el OCOIT se generó un archivo shp de piso compartido, esto es, el trazo de todas las rutas que pasan por una vialidad dibujadas en un solo vector, para poder así obtener la superficie de vialidades por las que circulan las rutas de transporte público.

2. Con el archivo de piso compartido, se elaboró un archivo de tramos de vialidades en este archivo las que eran poli-líneas se fragmentaron a segmentos, los cuales se delimitan en su trazo al momento de presentarse un cambio en la trayectoria del trazo o que se intersectan con otra línea, para posteriormente asignarle el valor del promedio de las frecuencias de paso de las rutas que transitan por cada tramo o segmento de vialidad. Con esto se podrá detectar los tramos de vialidades donde se presenta más tráfico de camiones. La información resultante quedó registrada y es con la cual se desarrollaran la mayoría de los análisis.

3. Se determinó el área de afectación tomando como base la información de la degradación del sonido considerando como la fuente generadora del ruido un camión de 2m de ancho, iniciando la distancia propuesta de cobertura de afectación a 18 m de distancia a partir del eje de la calle, esto para cubrir los anchos de los arroyos vehiculares con distancias muy amplias como el periférico y otras avenidas que cuentan con secciones de 30 m o superior a 40 m.

[3] Como parte de la propuesta de reforma a la Ley de los Servicios de Vialidad, Tránsito y Transporte, en sus artículos 95 fracción III y 116 fracciones V, VI y VII., se establece que desaparecerán el Organismo Coordinador de la Operación Integral y del Servicio de Transporte Público (OCOIT) y el Centro Estatal de Investigación de la Vialidad y del Transporte (CEIT). En su lugar, será creado el Instituto de Movilidad y Transporte. (Sandoval, Mayo, 2013).

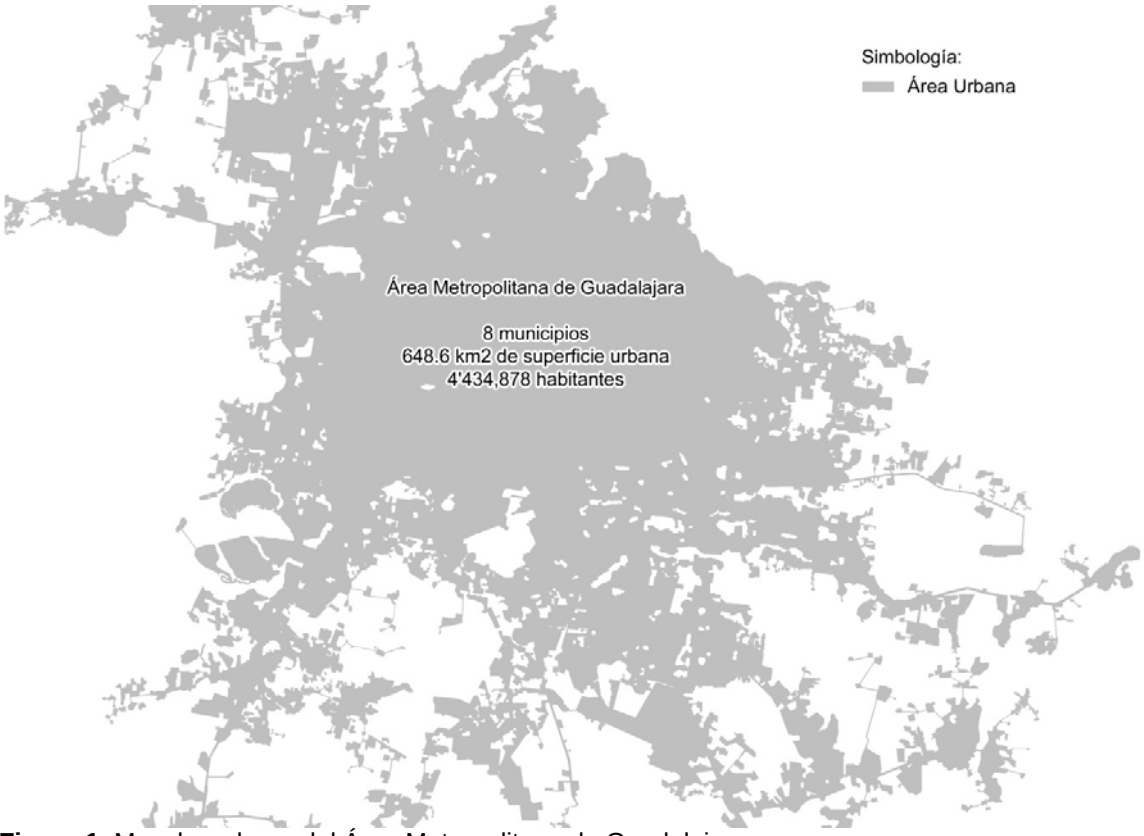



**Figura 1.** Mancha urbana del Área Metropolitana de Guadalajara.

La cobertura del estudio se amplía a la totalidad del servicio que prestan las unidades de transporte público en el AMG (ver figura 1).

La mancha urbana del AMG en 2009[4] contaba con una superficie de 648.600 kms², incluyendo a los 8 municipios del AMG, los cuales son: Guadalajara, San Pedro Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Juanacatlán y Zapopan; en el análisis también se incluye una pequeña superficie perteneciente al municipio de Zapotlanejo.

[4] La mancha urbana de Guadalajara: Área Urbanizada del total del Área Metropolitana de Guadalajara - iTerritorial.

**Figura 2. Cobertura de servicio de las rutas de transporte público en el AMG**.

Cada ruta del transporte público del AMG proporcionada por el OCOIT está representada por dos vectores, uno para la ida y el otro para el regreso, en el caso de una ruta que circula en ambos sentidos de la calle estos trazos están indicados en el eje del centro del arroyo vehicular, geográficamente en el mismo lugar pero representando ambos sentidos de la vialidad. Internamente las rutas cuentan con la información del intervalo de tiempo de circulación entre una unidad y otra de la misma ruta.

En este estudio únicamente se está considerando, el ruido generado por las unidades de transporte público, pero cabe mencionar que en las grandes urbes otro de los factores que contribuye en gran medida son los vehículos particulares, que como dato relevante en el año 2000 se contaba con 754,255 automóviles particulares, los cuales se incrementaron para finales de 2010 a 1’209,218 automóviles, representando un aumento del 132 %.

Por otro lado los autobuses urbanos en el año 2000 contaban con un parque vehicular de 4,547 unidades, el cual se incrementó a finales de 2010 a 7, 710 autobuses, lo cual representa un aumento del 69.19%.

“El ruido es uno de los problemas sociales con respecto al cual existe una mayor insensibilización y tolerancia social. Otra paradoja es que la mayoría de las quejas de los ciudadanos vayan dirigidas al ruido producido por bares y discotecas, responsable de

menos del 4% del ruido[5], cuando la principal fuente de contaminación acústica la constituye el tráfico rodado, que es responsable del 80%[6]".
La mayor contribución al ruido es por causa del tráfico rodado, la cobertura total de las vialidades del ÁMG es de 9,494 km de calles por donde circulan cerca de 2 millones de vehículos automotores de los cuales 10,412 son unidades de transporte público.

En la figura 3 y la tabla 2[7] se puede ver el comparativo de superficies estimadas para 7 elementos que intervienen en el ruido urbano: Camiones de pasajeros, motos, el ser humano, camiones y camionetas de carga, automóviles, las calles y el área urbana. El cálculo de superficie estimada para los primeros cinco elementos, se elaboraron con base a la superficie mínima promedio que ocupan en el territorio; los dos últimos elementos es importante considerarlos porque en el área urbana vivimos y desarrollamos nuestras actividades cotidianas y las calles es por donde se distribuye y circula el tráfico rodado y que dependerá del estado de las vialidades los niveles de ruido que emitan los automotores, ya que el mal estado de la superficie de rodamiento contribuye a mayores niveles de ruido al ambiente.

Para el cálculo la información cartográfica es fuente del iTerritorial y la información estadística del censo 2010 del INEG. Los totales de Camiones de pasajeros, motos, automóviles, camiones y camionetas de carga, es el resultado de la suma de vehículos oficiales, públicos y particulares.

[5] Informe del Defensor del Pueblo de 2002.
[6] Organización de Consumidores y Usuarios (OCU), mayo 2004: *Exceso de ruido en las ciudades*.
[7] Elaborada por el iTerritorial, con información cartográfica propia e información estadística del INEGI del año 2010.

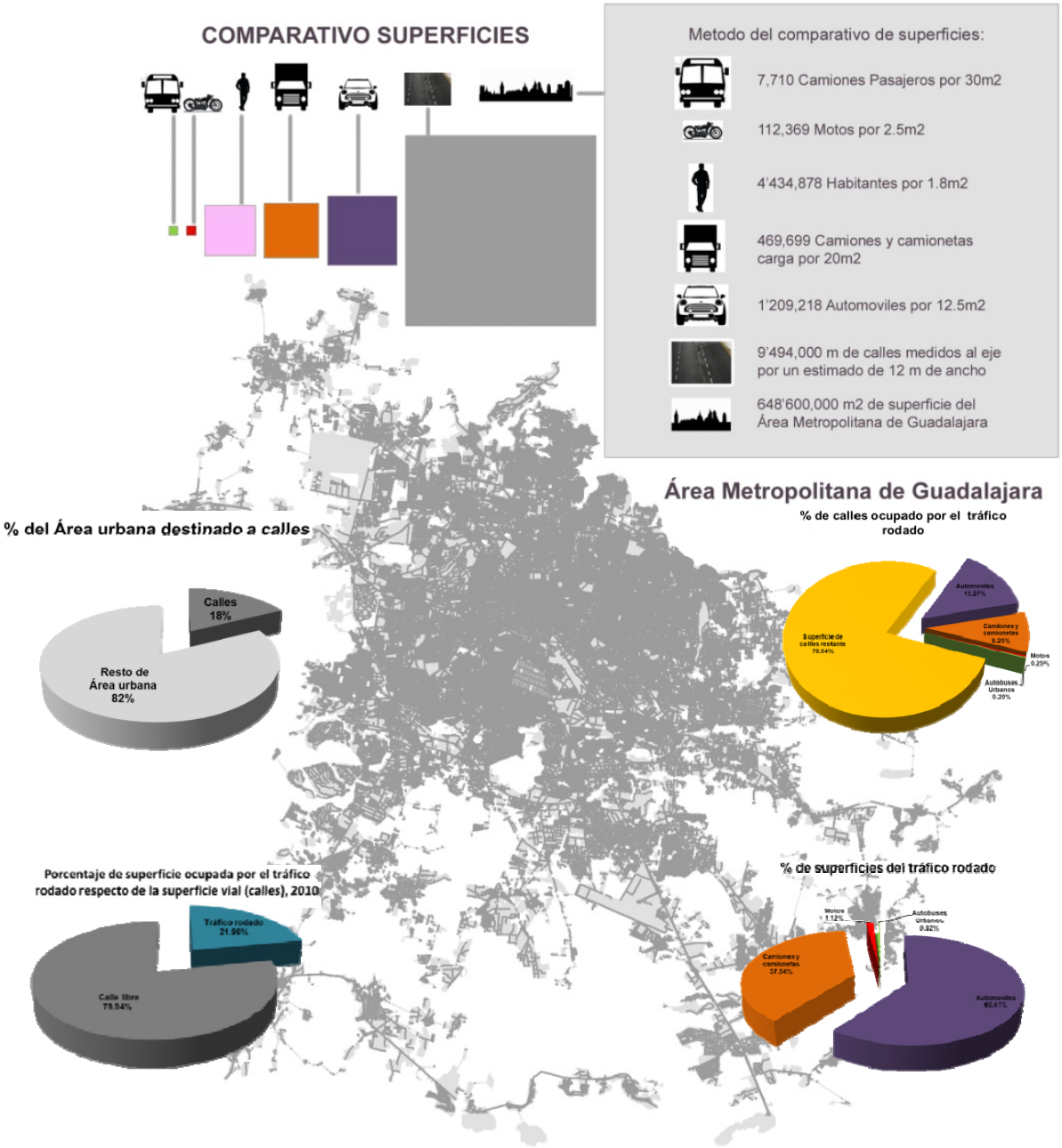



**Figura 3. Comparativo de superficies estimadas de 7 elementos que intervienen en el ruido urbano.**

| METODO COMPARATIVO DE SUPERFICIES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Elementos** | **Cantidad** | **Superficie unitaria (m²)** | **Superficie total (m²)** | **Porcentaje sobre la superficie total del AMG** |
| **Metros de cobertura vial (Calles)** | **9,494,000** | **12** | **113,928,000** | **17.57%** |
| **Automóviles** | **1,209,218** | **12.5** | **15,115,225** | **3.37%** |
| **Camiones y camionetas carga** | **469,699** | **20** | **9,393,980** | **1.45%** |
| **Personas** | **4,434,878** | **1.8** | **7'982,780.4** | **1.23%** |
| **Motos** | **112,369** | **2.5** | **280,923** | **0.04%** |
| **Camiones pasajeros** | **7,710** | **30** | **231,300** | **0.05%** |

| | |
|---|---|
| **Área urbana total AMG** | **648,600,000** |

**Tabla 2. Comparativo del estimado de superficies entre: camiones, personas, automóviles, vehículos de carga, motos, calles y el área metropolitana de Guadalajara.**

La superficie total de rodamiento (calles) representa el 17.57 % con respecto al total del Área Urbana.

La suma de la superficie de Automóviles y las unidades de transporte público representan el 13.47% de la superficie vial, 13.27% corresponde a los Automóviles y únicamente el 0.20% al transporte público.

*"La población se ha ido adaptando en las últimas décadas a una mayor percepción de ruido, y todo ello a la vez que se minusvaloraban sus efectos sobre la salud y el estado anímico de las personas.*

*Pero con los últimos estudios médicos al respecto se ha demostrado cómo el ruido es una agresión física con efectos nocivos para la salud y una intromisión en el ámbito privado de la persona.*

*Pero aunque la percepción del ruido pueda ser algo subjetivo, y la forma de vivir y sentir las molestias relacionadas tenga un condicionante personal, las repercusiones físicas sobre la salud y la vida de las personas no lo son.*

*Diversos científicos y expertos que tratan la materia, y numerosos organismos oficiales han declarado de forma unánime que el ruido tiene efectos muy perjudiciales para la salud"*[8].

[8] Véase el informe: *Los problemas del coche en la ciudad*, perteneciente a este mismo proyecto "Olvida el coche. Respira limpio".

A pesar de que es mucha la diferencia en el número de unidades de transporte público respecto a los vehículos particulares, éstas emiten mayores niveles de ruido al ambiente, por lo que en la figura 4 se manifiesta un comparativo entre la cobertura de las vialidades y la de las rutas de transporte público, las cuales tienen una longitud de 2,016 km. de calles, lo que representa el 21.23 % del total de la red vial[9] por donde circulan prestando el servicio y a la vez emitiendo ruido al ambiente.

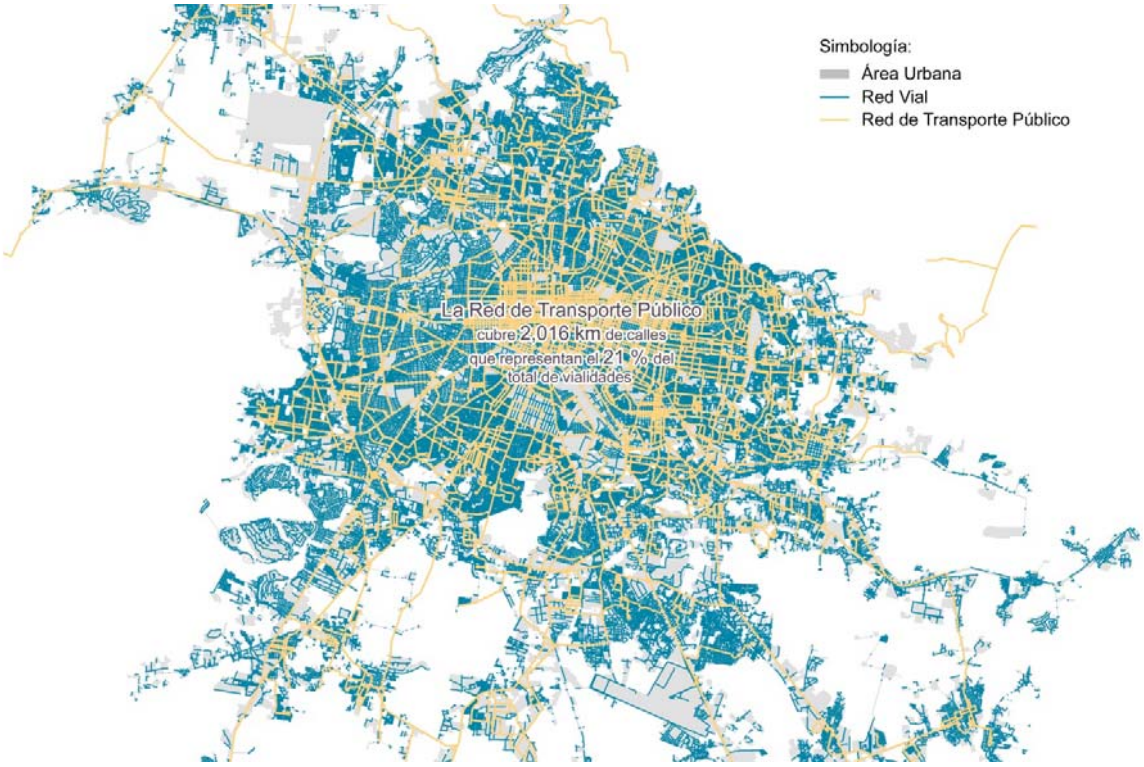



**Figura 4. Mapa comparativo de la cobertura de la Red de Transporte Público con respecto a la Red Vial del AMG.**

En la figura 5 y tabla 4 se pueden apreciar los 8 municipios que conforman el AMG y una pequeña superficie del municipio de Zapotlanejo que prácticamente se está integrando a la mancha urbana de Guadalajara.

[9] Red Vial del AMG: Ejes de los centros de calles de la totalidad del Área Metropolitana de Guadalajara - iTerritorial.

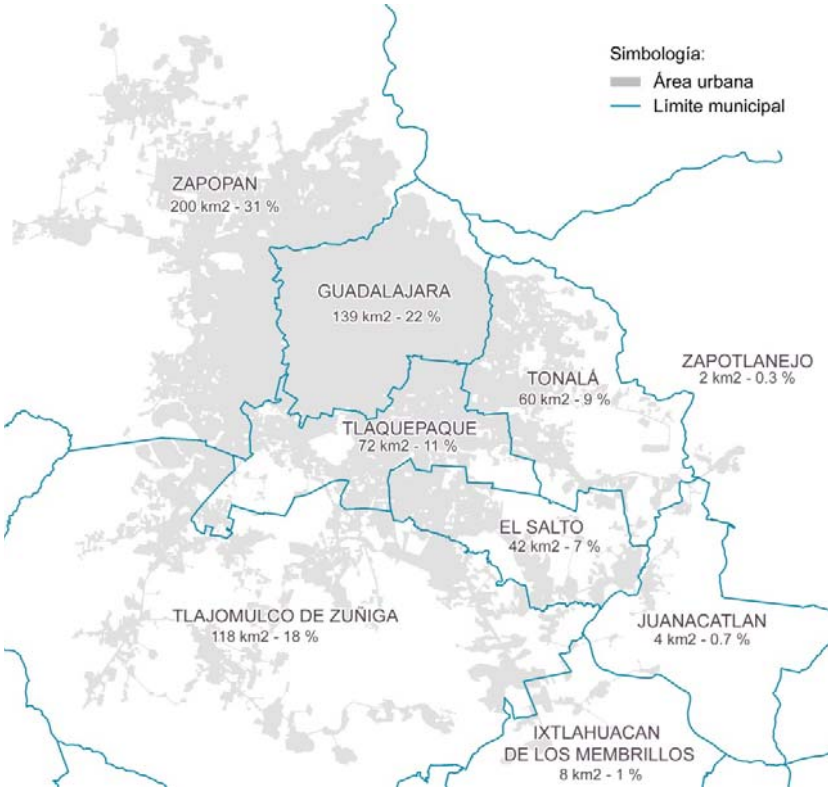



**Figura 5. Mapa de distribución de las Áreas Urbanas por municipio.**

| Áreas urbanas por municipio en la AMG | | |
|---|---|---|
| **Municipio** | **Área (km²)** | **%** |
| Zapopan | 200 | 31.01% |
| Guadalajara | 139 | 21.55% |
| Tlajomulco de Zúñiga | 118 | 18.29% |
| Tlaquepaque | 72 | 11.16% |
| Tonalá | 60 | 9.30% |
| El Salto | 42 | 6.51% |
| Ixtlahuacán de los membrillos | 8 | 1.24% |
| Juanacatlán | 4 | 0.62% |
| Zapotlanejo | 2 | 0.31% |

**Tabla 3. Áreas urbanas por municipio en el ÁMG**.

En la figura 6 y tabla 4 se puede observar cómo se delimitan por municipio las vialidades por donde transitan las unidades de transporte público, siendo Guadalajara la que acapara la mayor concentración de vialidades con 781,637 metros de calles, lo cual representa el 38 % del total de la red de transporte, (2,016 km.) de vialidades que cuentan con el servicio.

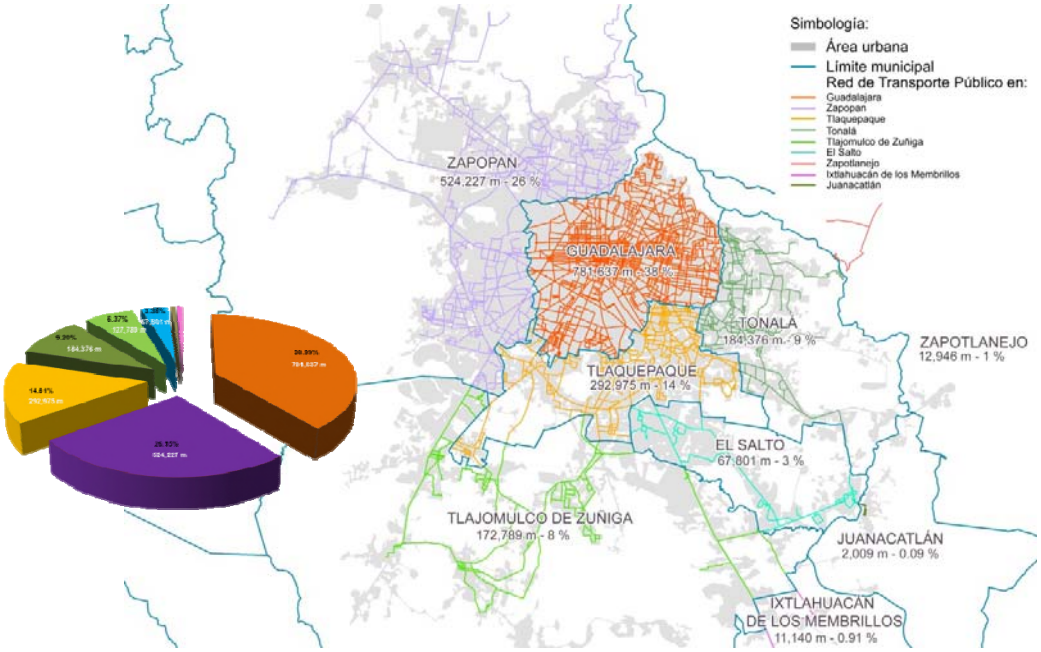



**Figura 6. Mapa comparativo de la cobertura por donde circulan las rutas de la Red de Transporte Público delimitadas por municipio.**

| Piso compartido de las rutas del transporte público por municipio en la ZMG | | |
|---|---|---|
| **Municipio** | **Longitud (m)** | **%** |
| Guadalajara | 781,637 | 38.99% |
| Zapopan | 524,227 | 26.15% |
| Tlaquepaque | 292,975 | 14.61% |
| Tonalá | 184,376 | 9.20% |
| Tlajomulco de Zúñiga | 127,789 | 6.37% |
| El Salto | 67,801 | 3.38% |
| Zapotlanejo | 12,946 | 0.65% |
| Ixtlahuacán de los membrillos | 11,140 | 0.56% |
| Juanacatlán | 2,009 | 0.10% |

**Tabla 4. Piso compartido del total de las rutas del transporte público por municipio en el AMG.**

Diversas publicaciones han calculado un nivel de emisión de ruido causado por el transporte público de 80 dB y muestras tomadas en campo arrojan rangos de onda muy variable, detectándose niveles que van desde 50 dB hasta niveles por encima de los 90 dB (ver tabla 5).

| Muestras tomadas en campo abordo de las unidades de transporte | |
|---|---|
| Unidad de Transporte Urbano | **Decibeles** |
| Camión | 60 a 88 |
| Tren Ligero | 50 a 90 |

**Tabla 5.** Muestras tomadas en campo a bordo de unidades de transporte.

Para este ejercicio se tomarán los niveles altos (80 a 90 dB) para detectar el grado de afectación tanto en la superficie afectada como en la población.

*"El exceso de ruido tiene graves repercusiones fisiológicas (alteración del ritmo cardiaco, respiratorio), físicas (disminución de la capacidad auditiva) y sociales (falta de intimidad, falta de concentración en el trabajo, etcétera); así lo demuestran los distintos estudios e informes realizados por los expertos. Son muchos los sectores de población que empiezan a reconocer públicamente que la contaminación acústica es tan peligrosa para la salud como la contaminación atmosférica.*

*El ruido altera la calidad de vida de los ciudadanos, dificulta la comunicación tanto en los lugares públicos como en el propio hogar impide el descanso e incluso afecta la intimidad. En cuanto a la salud, el ruido no sólo afecta al sistema auditivo, provocando a veces la sordera irreparable, sino que también produce trastornos físicos, ya hemos hecho mención de la alteración de los ritmos cardiaco y respiratorio, y psíquicos (estrés, inquietud, mal humor, irritabilidad, etcétera)"*[10]

Tomando en cuenta que la fuente emisora del ruido del transporte público es una fuente móvil y que el área de afectación dependerá del nivel de decibeles emitido y que este a su vez se degradará 6 decibeles cada vez que duplicamos la distancia desde donde se toma la muestra hasta la fuente emisora, como consecuencia se pueden llegar a obtener distintas áreas de afectación a los lados de cada vialidad por donde circulan las unidades del transporte público.

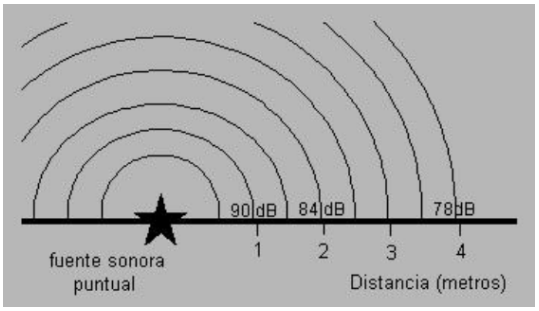



**Figura 7:** ***Atenuación con la distancia para una fuente de ruido esférica. Cada vez que se dobla la distancia, se atenúa el ruido en 6 dB.*****(Ochoa J., 1990*****).***

Haciendo un ejercicio con una emisión alta de ruido por una unidad de transporte y degradándola 6 decibeles (ver figura 7) cada que duplicamos la distancia de la toma de la muestra a la fuente generadora (dos metros promedio), hasta llegar a un nivel de decibeles permitidos por la normatividad internacional (la OMS establece 55 dB(A) para exterior diurno y 45 dB(A) para exterior nocturno), en la figura 8 se puede ver el resultado del área de afectación estimada para las vialidades por donde circulan las rutas del transporte público, obteniéndose una superficie de 386.6 kms² de área afectada, esto representa un 59% del total del área urbana.

[10] Análisis de los niveles de ruido ambiental por tráfico vehicular en puntos críticos de la zona metropolitana de Guadalajara y actualización del mapa de ruido. Biol. Miguel Bañuelos Castañeda.

**Figura 8. Mapa con un estimado de la superficie que resulta afectada por el ruido del transporte público.**

Después de obtener la superficie de afectación y clasificarla según la cobertura municipal, podemos ver en la figura 9 y la tabla 6 que los municipios de Zapopan y Guadalajara están casi con la misma superficie afectada 114 y 113 kms² respectivamente, lo que en suma representa el 59% del total del área de afectación.

Un detalle importante en este mapa es que municipios como Guadalajara (29%) y Tonalá (10%) cuentan con superficies similares a Zapopan (30%) y Tlajomulco de Zúñiga (11%) con la diferencia que las 2 primeras tienen mayor concentración a diferencia de Zapopan y Tlajomulco en donde se encuentran más dispersas sus áreas de afectación.

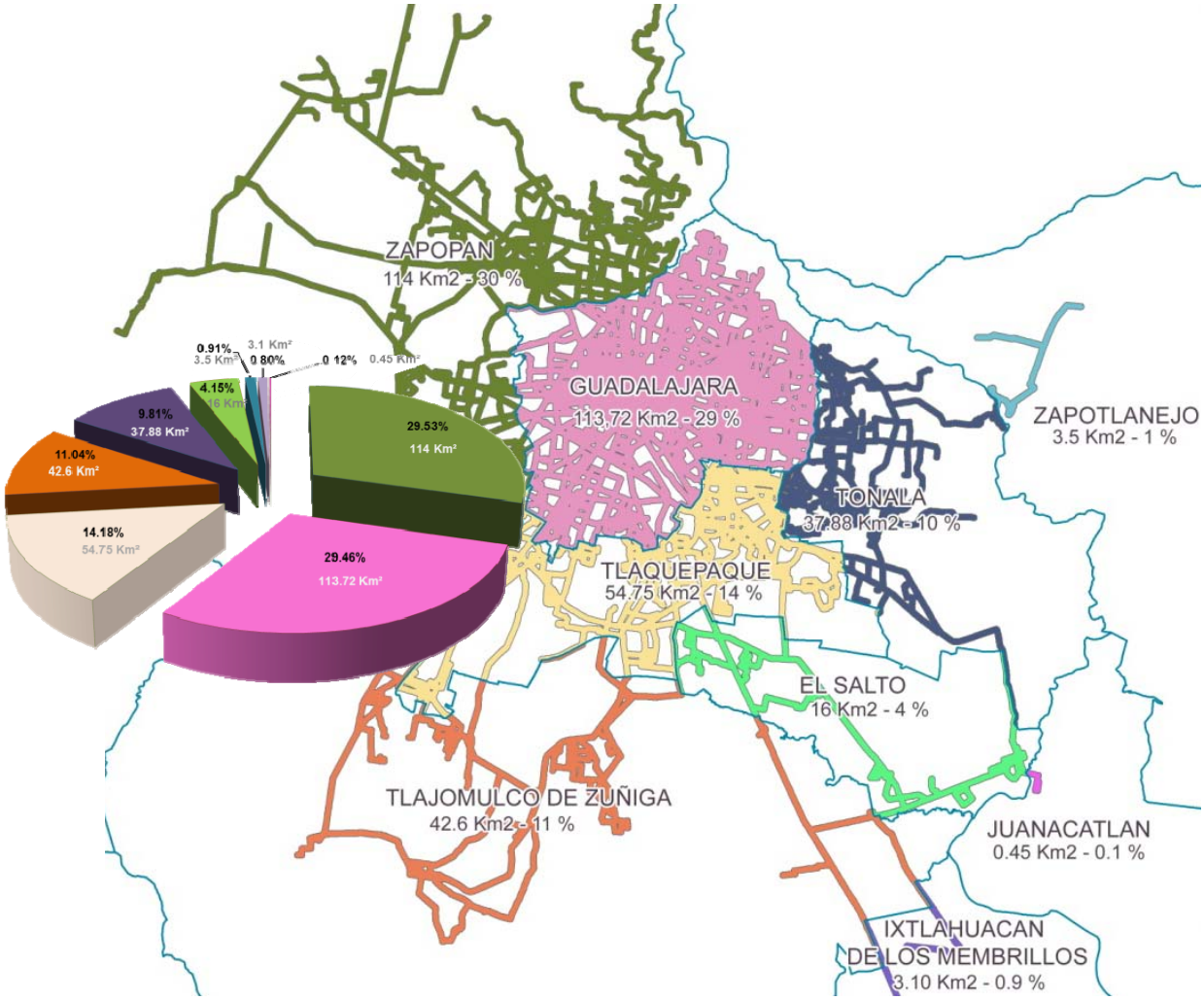



**Figura 9. Mapa de coberturas de áreas de afectación por ruido del transporte público divididas por municipio.**

| Coberturas de áreas de afectación por ruido del transporte público por municipio en la ZMG | | |
|---|---|---|
| **Municipio** | **Área de afectación (km²)** | **%** |
| Zapopan | 114 | 29.53% |
| Guadalajara | 113.72 | 29.46% |
| Tlaquepaque | 54.75 | 14.18% |
| Tlajomulco de Zúñiga | 42.6 | 11.04% |
| Tonalá | 37.88 | 9.81% |
| El Salto | 16 | 4.15% |
| Zapotlanejo | 3.5 | 0.91% |
| Ixtlahuacán de los membrillos | 3.1 | 0.80% |
| Juanacatlán | 0.45 | 0.12% |

**Tabla 6. Coberturas de áreas de afectación por ruido del transporte público por municipio en el área metropolitana de Guadalajara.**

Haciendo un análisis comparativo entre las superficies de las áreas de afectación del ruido con respecto de las áreas urbanas por cada municipio, resulta la figura 10. Donde se puede ver que el municipio con más superficie afectada es Guadalajara con el 81 % de su área urbana, seguido por el municipio de Tlaquepaque con el 76 % y Tonalá con el 63% y hasta el cuarto lugar el municipio de Zapopan con un 57 % esto debido a que cuenta con grandes superficies de área urbana que no cuentan con servicio de transporte, este mismo caso lo presenta el municipio de Tlajomulco de Zúñiga con solo un 36% de superficie afectada. Dando como resultado que Zapopan y Tlajomulco sean los municipios con las superficies más grandes sin cobertura de servicio de transporte público.

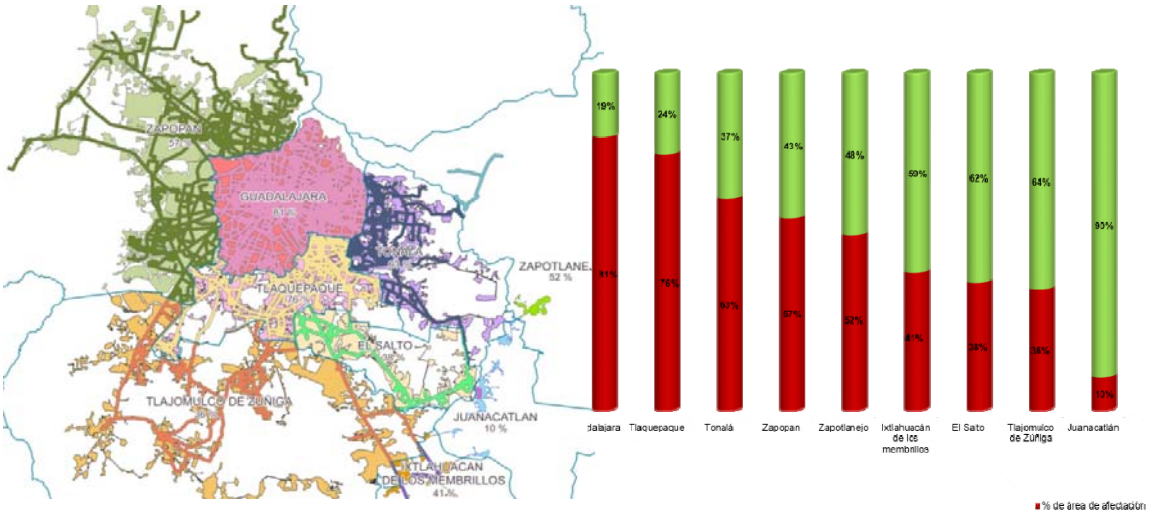



**Figura 10. Comparativo entre superficies de afectación por ruido contra el área urbana municipal.**

En relación a la población que habita dentro de las zonas de afectación, la figura 11 nos muestra el número de habitantes que viven en el área afectada dividida por rangos que van desde los 0 a 50 (color amarillo) hasta los 500 a 1900 (color azul fuerte) habitantes, principalmente podemos observar como predomina el color amarillo en la zona centro y también en muchas de las avenidas principales de la ciudad que son las de mayor afectación, sin embargo este color está describiendo las zonas con menor cantidad de habitantes, entonces, si la mayor cantidad de rutas de transporte pasa por el centro de la ciudad y a su vez es la zona con menor cantidad de población, podemos inferir que el principal motivo de los usuarios para trasladarse a este punto es por alguna actividad económica, de estudio, trabajo o para transbordar a otra ruta, esta deducción aplicaría para la mayoría de las zonas en color amarillo.

Por otro lado tenemos el color rojo (150 a 250), verde (250 a 500) y azul (500 a 1900) que son las zonas donde reside la mayor cantidad de población, ubicándose principalmente las mayores concentraciones de habitantes al oriente, norte, nor-poniente y sur de la ciudad, que si bien están situadas dentro del área de afectación, no es en las partes más críticas.

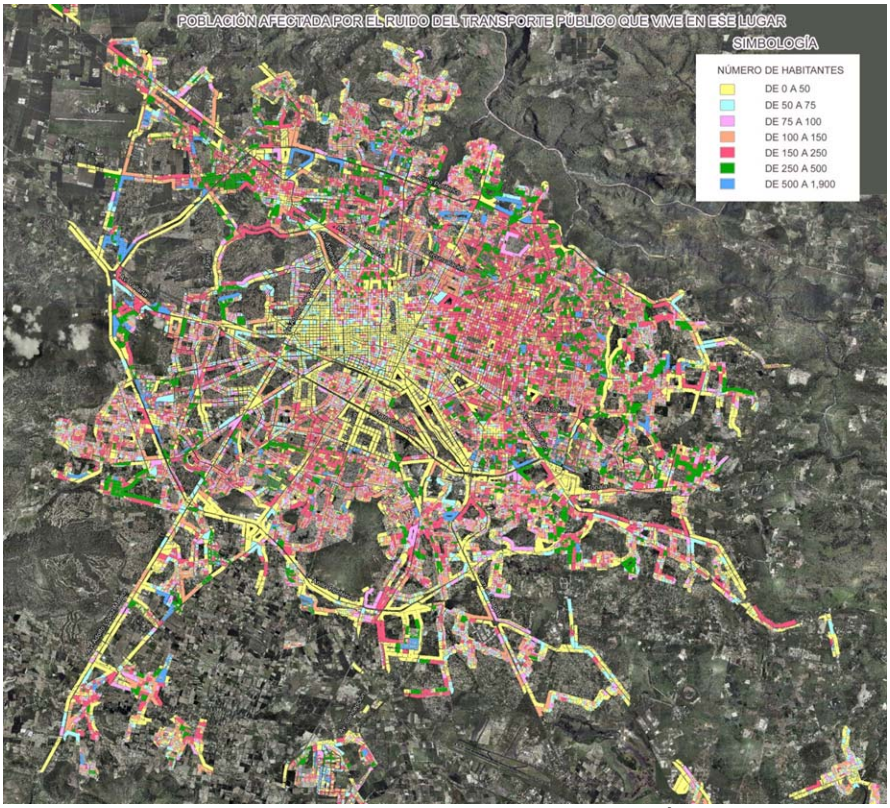



**Figura 11.** Mapa de habitantes que viven en la cobertura de afectación.

Como resultado de las zonas afectadas por el ruido en el AMG tenemos un estimado de 3'039,788 habitantes que en algún momento o periodo del día se ve perturbado por el ruido del transporte público.

La población afectada por el ruido del transporte según su residencia municipal, se distribuye como sigue: Guadalajara es la más afectada con 1'276,112 habitantes, lo que representa el 42 % del total de población afectada; en segundo lugar se encuentra el municipio de Zapopan con cifras casi por mitad respecto a Guadalajara con 777,101 habitantes que representan el 26 % del total de afectados por ruido en el AMG, el resto de los municipios se distribuyen de forma descendente como se muestra a continuación en la tabla 7 y figura 11:

| Población afectada por el ruido de transporte público por municipio en la AMG | | |
|---|---|---|
| **Municipio** | **Población afectada** | **%** |
| Guadalajara | 1,276,112 | 41.98% |
| Zapopan | 777,101 | 25.56% |
| Tlaquepaque | 428,535 | 14.10% |
| Tonalá | 313,601 | 10.32% |
| Tlajomulco de Zúñiga | 174,379 | 5.74% |
| El Salto | 66,335 | 2.18% |
| Juanacatlán | 2,857 | 0.09% |
| Ixtlahuacán de los membrillos | 868 | 0.03% |

**Tabla 7.** Población afectada por el ruido del transporte público, por municipio en el AMG.

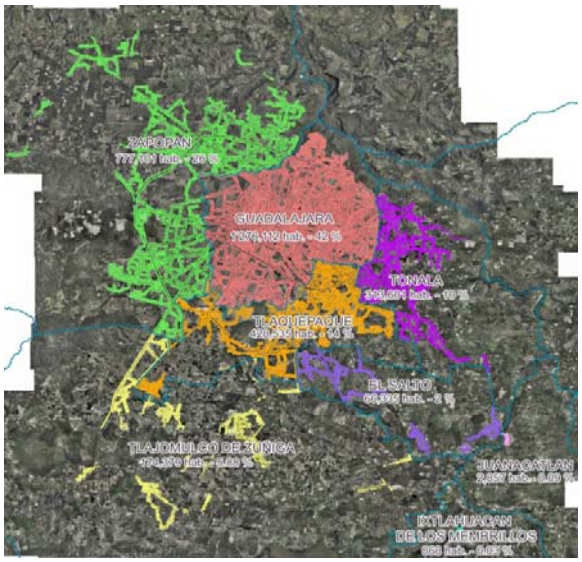



**Figura 11. Mapa de habitantes afectados por el ruido, clasificados por municipio.**

Para realizar una mejor aproximación de la medición se optó por cambiar la variable de población total afectada, por la de densidad de población afectada por el ruido del transporte público, esto es, habitantes afectados por hectárea, con lo que resulta que Guadalajara se mantiene en el primer lugar con un total de 112 habitantes, en segundo lugar aparece el municipio de Tonalá con 83 habitantes seguido por San Pedro Tlaquepaque con 78 lo que lo ubica en tercer sitio; Zapopan por su parte se coloca en cuarto lugar con 68 afectados, el resto de los municipios se muestran en la figura 12. Los cambios drásticos al cambiar las variables están representados por Tonalá quien sube al segundo lugar intercambiándole su anterior cuarto sitio al municipio de Zapopan; el Salto por su parte iguala a Tlajomulco de Zúñiga en la 6ª posición. De esto podemos inferir que a pesar de que algunos municipios son más pequeños en superficie, estos cuentan con una mayor concentración de población en las zonas por donde las rutas de transporte público circulan y afectan con el ruido que producen.

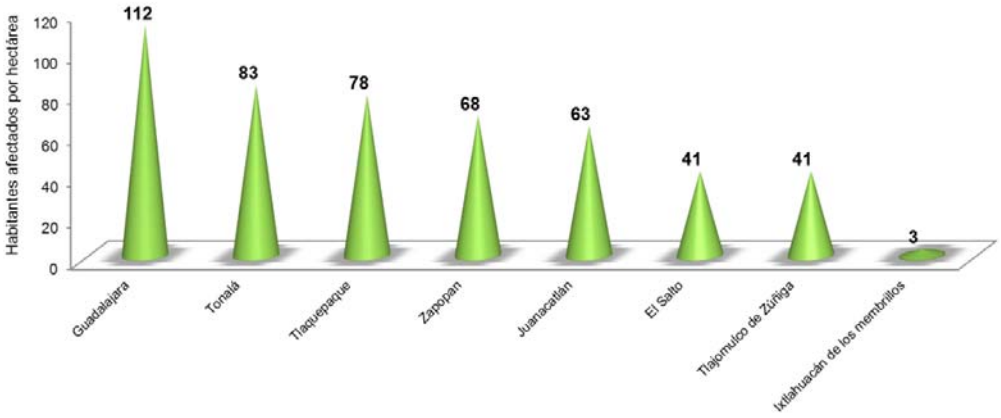



**Figura 12. Densidad de población afectada por ruido del transporte público, por municipio en la ZMG.**

***Niveles de emisión de ruido de las unidades de transporte público***

Se tomaron algunas muestras en campo de varios de los puntos más críticos de la ciudad, con lo que se obtuvo resultados desde dos perspectivas, una por mayor emisión de ruido y la otra por mayor tiempo de exposición al ruido (mayor frecuencia de paso) de lo que resulto (ver tabla 8):

| POR MAYOR EMISIÓN DE RUIDO | |
|---|---|
| Decibeles | Calle |
| 79 a 98 | Anillo Periférico frente a Plaza Sur |
| 60 a 103 | Av. Alcalde y Normalistas |
| 63 a 99 | 8 de Julio frente a Plaza de las Torres |
| 68 a 97 | Av. López Mateos frente a Plaza del sol |
| 63 a 91 | Av. Ávila Camacho frente a Plaza Patria |

| POR MAYOR TIEMPO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO (MAYOR FRECUENCIA DE PASO) | |
|---|---|
| Camiones por hr | Calle |
| 400 | Av. Alcalde y Normalistas |
| 276 | Anillo Periférico frente a Plaza Sur |
| 240 | Av. Ávila Camacho frente a Plaza Patria |
| 223 | 8 de Julio frente a Plaza las Torres |
| 152 | Av. López Mateos frente a Plaza del sol |

**Tabla 8. Niveles de emisión de ruido y frecuencias de paso.**

Un punto importante a considerar en la mediciones en campo de los niveles de ruido de las unidades de transporte público es que los decibeles arrojados es incluyendo el ruido del entorno urbano, p.e. la medición en Anillo Periférico sur es la que en promedio presenta los mayores rangos de decibeles o ruido ambiental, pero no es precisamente por el transporte urbano, sino por el transporte de carga, principalmente tráilers con cargas muy pesadas.

Para la medición en Av. Alcalde el factor que eleva a 103 decibeles es un pico que lo generan el paso constante de ambulancias (3 ambulancias en 1 hr. de medición).

La frecuencia de paso en las unidades de transporte público es un factor muy importante para determinar el tiempo de exposición al que puede estar sujeto el ciudadano, ya que al presentarse un menor tiempo entre la circulación de las unidades habrá una mayor frecuencia de paso de las mismas, como consecuencia será mayor la cantidad de tráfico y contaminación por ruido en las calles, para mostrar esto en un mapa con la cobertura completa del Área Metropolitana de Guadalajara, se necesitó:

- Sacar los promedios de las frecuencias de paso por cada tramo de vialidad considerando la totalidad de las rutas que pasan en cada tramo y en ambos sentidos de la vialidad.

- Dado que se obtiene una muy extensa cantidad de frecuencias de paso para una gran cantidad de tramos de vialidades con rutas de transporte, se elabora una clasificación para agruparlas por rangos de frecuencia para ir filtrando donde se presenta el mayor problema en la ciudad.

- Los rangos de las frecuencias de paso se determinan de la siguiente manera (en minutos):

a) menores a 1
b) de 1 a 3
c) de 3 a 5
d) de 5 a 10
e) de 10 a 15
f) de 15 a 30
g) de 30 a 60

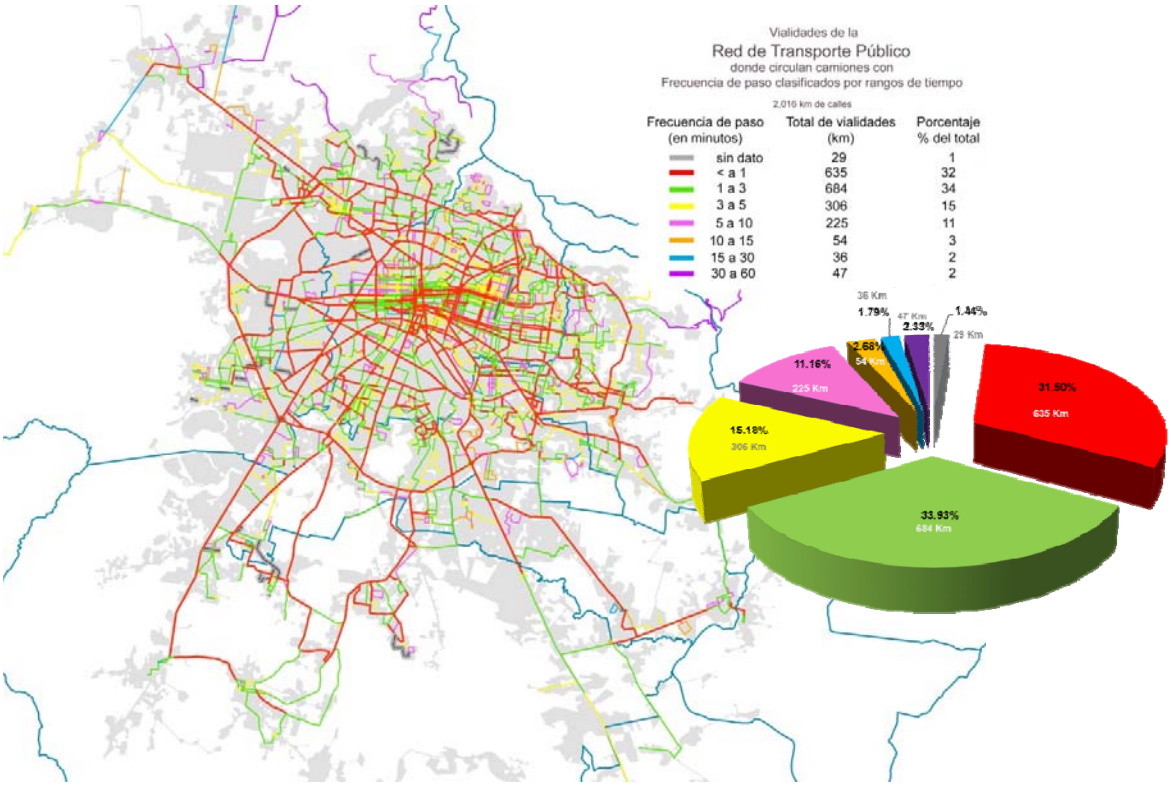



**Figura 13. Mapa de frecuencias de paso de rutas de transporte, clasificadas por rangos de tiempo.**

En la figura 13 se hace una clasificación de las frecuencias de paso, considerando que para este análisis se toman en cuenta las frecuencias de paso en ambos sentidos de las calles para aquellas que aplica la doble circulación. Resultando que los rangos de frecuencia con mayor presencia en la ciudad son: de menor a un minuto con el 32% y de 1 a 3 minutos con el 34% lo que en suma representa el 66 % del total de la red de transporte público.

Después de elaborar un primer filtro de clasificación por rangos de frecuencia de paso en minutos, se elabora un segundo filtro ahora con clasificaciones en segundos, en la figura 14 se puede ver el resultado, donde se hacen 3 rangos de clasificación en segundos:

a) de 5 a 20
b) de 21 a 40
c) de 41 a 60

También se puede apreciar que la mayor frecuencia de paso de rutas o unidades de transporte se presenta en las avenidas con más ancho arroyo vehicular pero también se da el caso en vialidades consideradas para tránsito local, las cuales se detallaran más adelante.

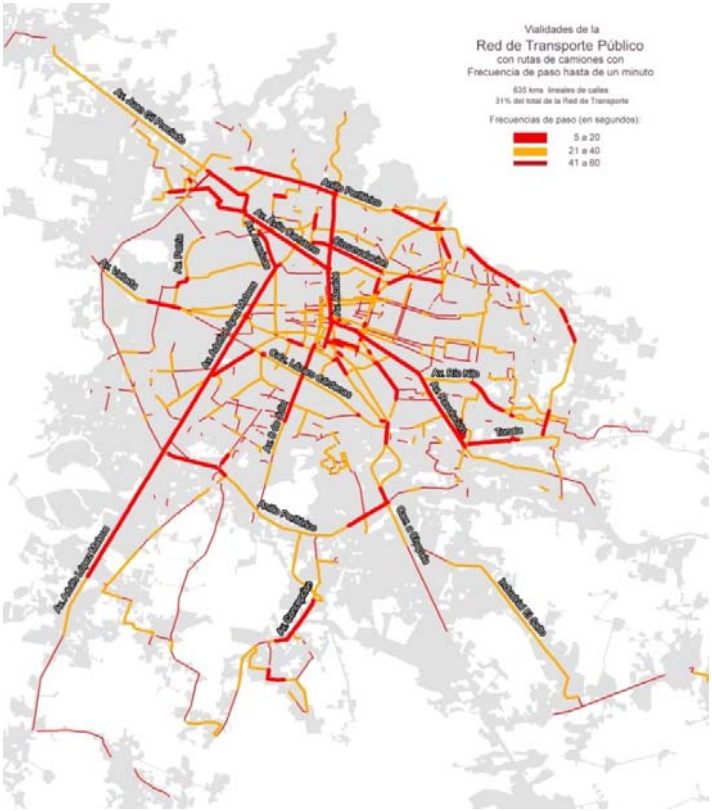



**Figura 14. Mapa vialidades con frecuencias de paso de camiones hasta 1 minuto, clasificadas por rangos en segundos.**

Un tercer filtro sería dejar únicamente la clasificación de 5 a 20 segundos, donde prácticamente se concentra la mayor problemática en cuanto a la frecuencia de paso de camiones, resultando que la mayoría está circulando por avenidas de tipo regional o intermunicipal y algunos casos extremos por calles locales como 5 de Febrero o la calle de Los Ángeles en el municipio de Guadalajara ubicadas a los costados de la antigua central camionera.

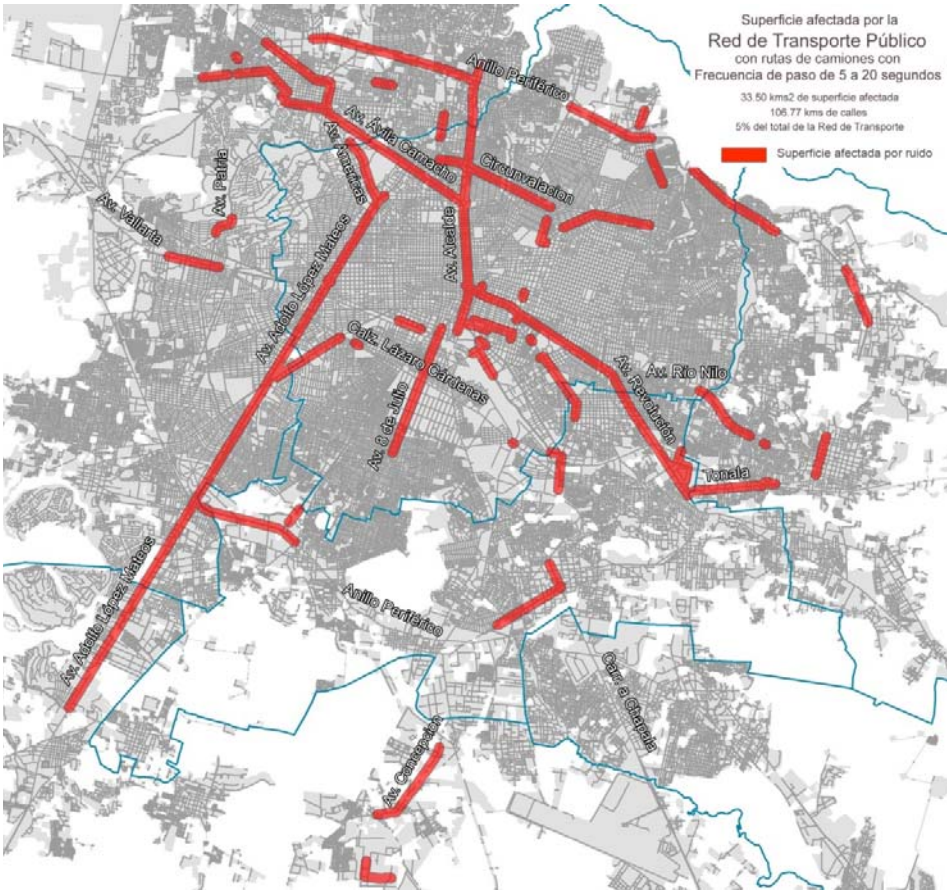



**Figura 15. Mapa de longitud y superficies afectadas por las unidades de transporte público con una frecuencia de paso de 5 a 20 segundos (todas las rutas y en ambos sentidos de la calle).**

La mayor afectación por exposición al ruido representa el 5 % del total de las vialidades por donde circulan las unidades de transporte, y su área de afectación es de 33. 5 km2 a lo largo de 106 km de calles del área metropolitana de Guadalajara (ver figura 15).

Ahora bien si se hace la clasificación por municipio resulta la figura 16 donde se puede apreciar que de los 9 municipios analizados donde se presta el servicio de transporte ya solo quedan 5 con el mayor impacto de ruido, siendo el de Guadalajara el que cuenta con la mayor superficie afectada un 44.39 % del total en el AMG.

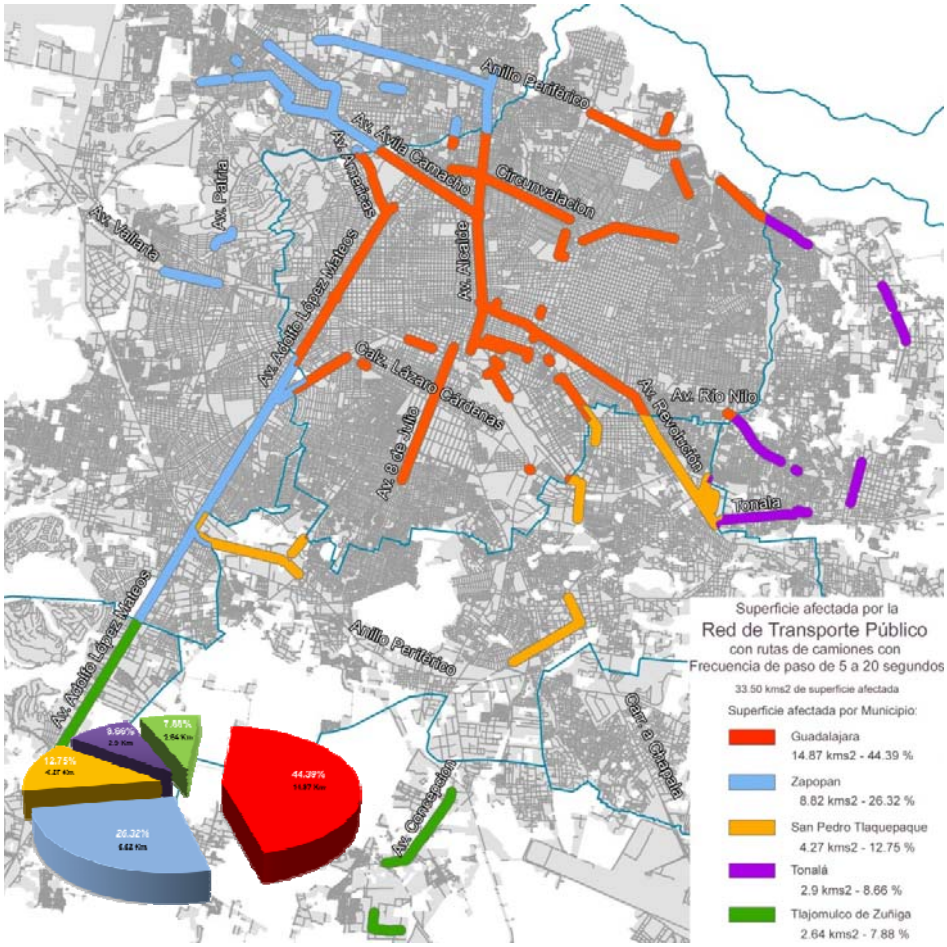



**Figura 16. Mapa de superficies afectadas por las unidades de transporte público con una frecuencia de paso de 5 a 20 segundos, clasificadas por municipios.**

Para esa área crítica dentro de los 5 municipios resulta una población afectada de 285,213 habitantes (ver figura 17), donde en la mayoría de las zonas predomina un número muy bajo de 0 a 50 habitantes por manzana, lo cual confirma que en la mayoría de las ocasiones el usuario del transporte viaja por motivos de trabajo ya que en esos corredores predomina el uso mixto: comercial y de servicio. El uso habitacional es muy poco.

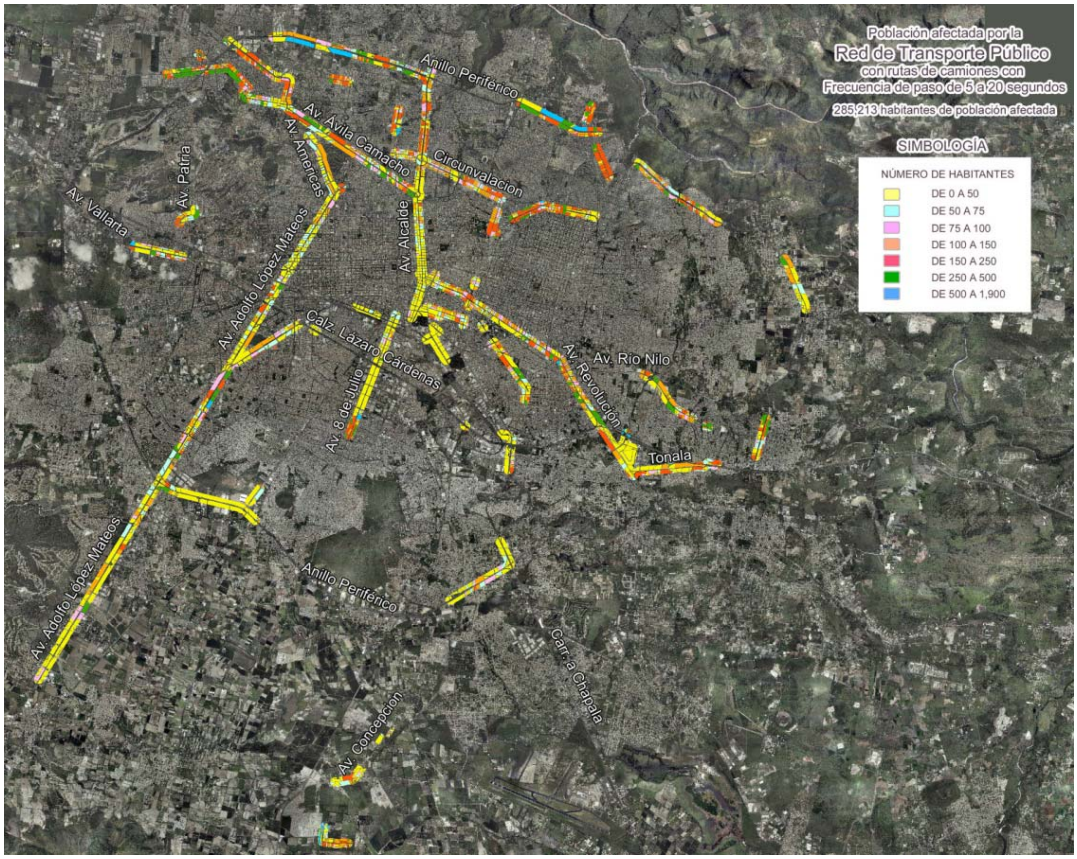



**Figura 17. Mapa de habitantes dentro de la cobertura de afectación por las unidades de transporte público con una frecuencia de paso de 5 a 20 segundos.**

Con la finalidad de conocer cómo se distribuye esa población de acuerdo a la delimitación municipal se elabora la figura 18 donde se representa la cantidad de habitantes por municipio, el porcentaje con respecto al total y los habitantes por hectárea para conocer su densidad.

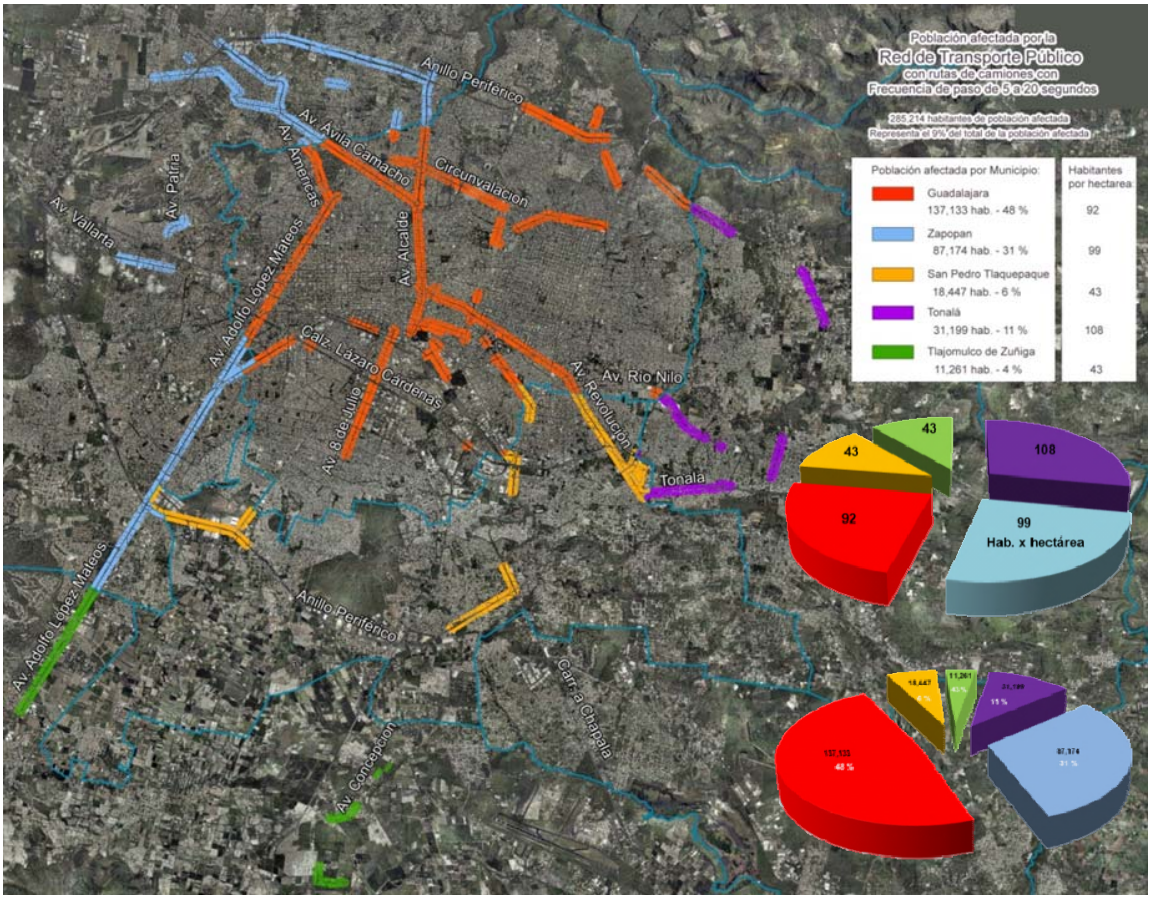



**Figura 18. Mapa de habitantes dentro de la cobertura de afectación por las unidades de transporte público con una frecuencia de paso de 5 a 20 segundos, clasificadas por municipios.**

Resultando datos reveladores, si bien el municipio de Guadalajara por extensión de territorio presenta la mayor cantidad de población afectada, en cuanto a densidad de población es superado por el municipio de Tonalá, las listas completas de mayor a menor las vemos en la tabla 9:

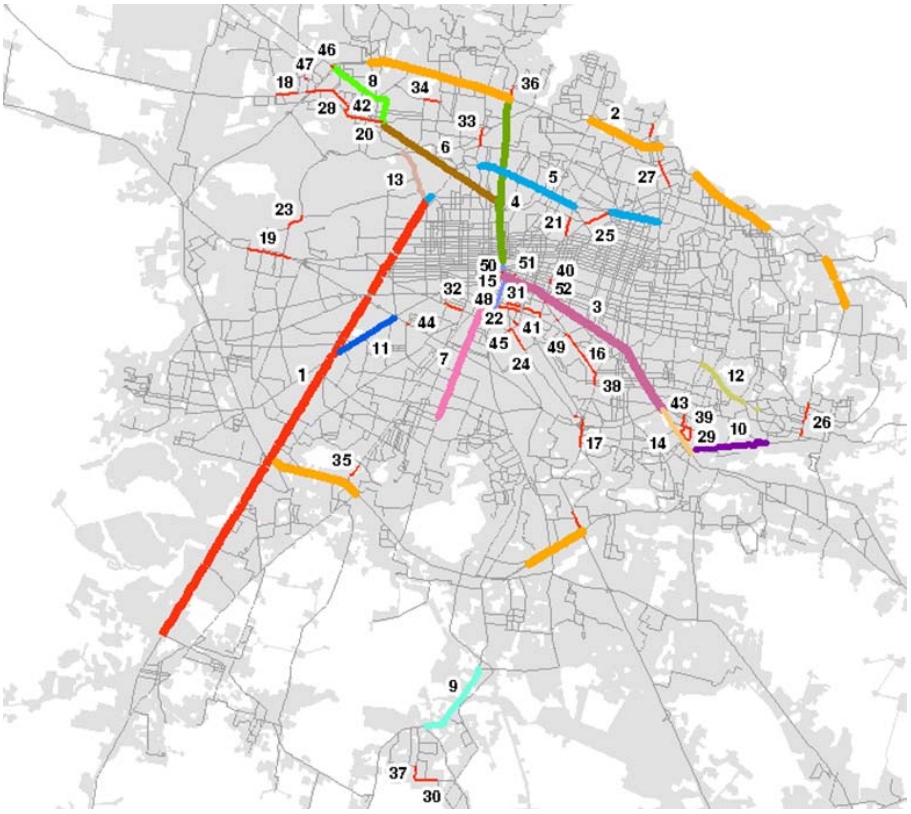
| Mayor cantidad de Personas afectadas | |
|---|---|
| Municipios | **Población afectada** |
| 1.Guadalajara | **137,133** |
| 2.Zapopán | **87,174** |
| 3.San Pedro Tlaquepaque | **18,447** |
| 4.Tonalá | **31,199** |
| 5.Tlajomulco de Zúñiga | **11,261** |
| Total | **285,214** |

| Mayor cantidad de habitantes por hectárea | |
|---|---|
| Municipios | **Habitantes por hectárea** |
| 1. Tonalá | **108** |
| 2. Zapopan | **99** |
| 3. Guadalajara | **92** |
| 4. San Pedro Tlaquepaque | **43** |
| 5. Tlajomulco de Zúñiga | **43** |

**Tabla 9.** Cuadro comparativo entre mayor cantidad de personas y mayor densidad de población afectada por el ruido generado por el transporte público con frecuencias de paso de 5 a 20 seg, por municipio en el AMG.

La descripción más detallada de longitud y nombre de las vialidades con la mayor afectación por ruido y tiempo de exposición al mismo, lo podemos ver en la figura 19 donde se enlistan 52 vialidades, principalmente Avenidas, Calzadas, accesos carreteros, y encontramos datos reveladores en este listado ya que aparecen con un alto índice de tráfico calles locales como: Los Ángeles, Joaquín Amaro, 5 de Febrero, Constitución (Zapopan), Carlos Salgado (Central Camionera) y Prisciliano Sánchez. La única que hasta cierto punto se justifica es Carlos Salgado por ser el acceso a la nueva central camionera de ahí en más todas son calles locales con un ancho de arroyo no proporcional a la cantidad de camiones que circulan por ellas.

Las vialidades con mayor longitud son Av. López Mateos y Anillo Periférico con la diferencia que Av. López Mateos es una línea recta continua y anillo periférico esta segmentado con su mayor parte en la zona norte y el resto al sur y prácticamente en zonas donde existen mayores zonas habitacionales, no así Av. López Mateos que prácticamente es comercial y de servicios, por lo que se podría decir que las rutas de transporte que circulan por Av. López Mateos llevan pasajeros que van a zonas de trabajo y por el Anillo Periférico es porque los usuarios viven en colonias cerca a esta vialidad.

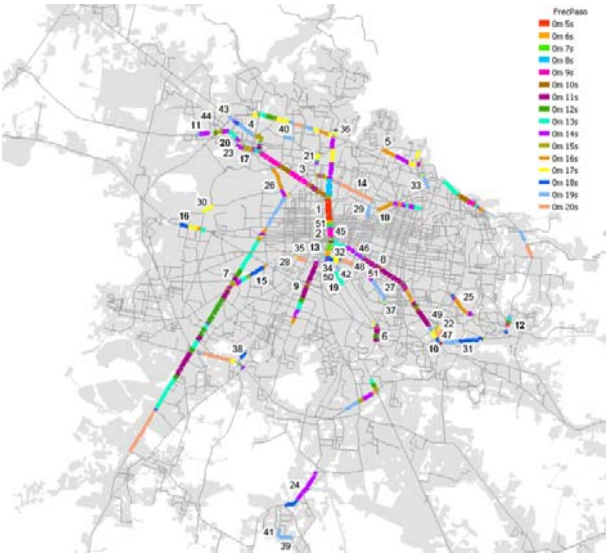


| | Nombre de la vialidad | Distancia en metros | | Nombre de la vialidad | Distancia en metros |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Av. Adolfo López Mateos | 17,792 | 27 | Joaquín Amaro | 968 |
| 2 | Anillo Periférico - Manuel Gómez Morín | 17,219 | 28 | Av. Tesistan (Zapopan) | 872 |
| 3 | Av. Revolución | 7,506 | 29 | Central Camionera (calle inter) | 851 |
| 4 | Av. Fray Antonio Alcalde | 5,925 | 30 | Sin Nombre (Tlajomulco) | 808 |
| 5 | Circunvalación | 5,611 | 31 | Calle 5 de Febrero | 729 |
| 6 | Av. Manuel Ávila Camacho | 4,963 | 32 | Circunvalación Agustin Yañez | 708 |
| 7 | Av. 8 de Julio | 4,031 | 33 | Calz. Del Federalismo | 683 |
| 8 | Av. Laureles | 3,090 | 34 | Av. Venustiano Carranza | 516 |
| 9 | Av. Concepción | 2,919 | 35 | Cristobal Colón | 502 |
| 10 | Tonala | 2,501 | 36 | Carr. a Saltillo | 490 |
| 11 | Av. Mariano Otero | 2,269 | 37 | Boulevard Colón (Tlajomulco) | 458 |
| 12 | Av. Río Nilo | 2,156 | 38 | Av. Niños Heroes (Tlajomulco) | 412 |
| 13 | Av. De las Americas | 1,985 | 39 | De las Torres (central camionera) | 353 |
| 14 | Carr. a Los Altos | 1,851 | 40 | Calz. Del Ejercito | 307 |
| 15 | Av. 16 de Septiembre | 1,838 | 41 | Av. González Gallo | 222 |
| 16 | Boulevard General Marcelino García Barragan | 1,808 | 42 | Calle Constitución (Zapopan) | 220 |
| 17 | Carr. a Chapala | 1,798 | 43 | Calle Carlos Salgado (central camionera) | 198 |
| 18 | Av. Santa Margarita | 1,665 | 44 | Calz. Lázaro Cárdenas | 181 |
| 19 | Av. Vallarta | 1,553 | 45 | Heroes Ferrocarrileros | 174 |
| 20 | Av. Hidalgo (Zapopan) | 1,504 | 46 | Carr. a Tesistán | 166 |
| 21 | Av. Belisario Domínguez | 1,131 | 47 | Av. Tuzania | 114 |
| 22 | Calle Los Angeles | 1,124 | 48 | Constituyentes | 106 |
| 23 | Av. Patria | 1,124 | 49 | Calz. Olímpica | 96 |
| 24 | Dr. Roberto Michell | 1,090 | 50 | Calle Prisciliano Sánchez | 77 |
| 25 | Calz. Juan Pablo II | 1,024 | 51 | Calz. Independencia | 31 |
| 26 | Av. Tonaltecas | 1,011 | 52 | Av. Constancia | 21 |

**Figura 19. Mapa de vialidades con mayor longitud que están siendo afectadas por las unidades de transporte público con una frecuencia de paso de 5 a 20 segundos.**

En la figura 20 las mismas vialidades con mayor afectación ahora están segmentadas por cada tramo que las componen expresando el valor de la mayor frecuencia de paso por cada vialidad. Lo que nos permite distinguir cuales vialidades y en que tramo, existe una mayor afectación por tiempo de exposición al ciudadano.

Por ejemplo la Av. Alcalde es la que presenta en una sección de su vialidad la mayor frecuencia de paso en la ciudad con un tiempo de 5 segundos, en segundo lugar está la Av. 16 de Septiembre con un tramo de su vialidad con una frecuencia de paso de 6 segundos, en tercero la Av. Ávila Camacho con una frecuencia de 8 segundos, y así sucesivamente hasta llegar al número cincuenta y dos que es la Calle Prisciliano Sánchez con un tiempo de 20 segundos.




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Av. Fray Antonio Alcalde | 00m 05s | 27 | Blvrd. Gra. Marcelino Garcia Barragán | 00m 14s |
| 2 | Av. 16 de Septiembre | 00m 06s | 28 | Calz. Lázaro Cárdenas | 00m 14s |
| 3 | Av. Manuel Ávila Camacho | 00m 08s | 29 | Av. Belisario Domínguez | 00m 16s |
| 4 | Av. Laureles | 00m 08s | 30 | Av. Patria | 00m 16s |
| 5 | Anillo Periférico - Manuel Gómez Morín | 00m 09s | 31 | Tonalá | 00m 17s |
| 6 | Carr. a Chapala | 00m 09s | 32 | Calle Los Ángeles | 00m 17s |
| 7 | Av. Adolfo López Mateos | 00m 10s | 33 | Calle Joaquín Amaro | 00m 17s |
| 8 | Av. Revolución | 00m 10s | 34 | Calle 5 de Febrero | 00m 17s |
| 9 | Av. 8 de Julio | 00m 10s | 35 | Circunvalación Agustín Yáñez | 00m 17s |
| 10 | Carr. a Los Altos | 00m 10s | 36 | Carr. a Saltillo | 00m 17s |
| 11 | Av. Santa Margarita | 00m 10s | 37 | Av. Niños Héroes (Tlaquepaque) | 00m 17s |
| 12 | Av. Tonaltecas | 00m 10s | 38 | Cristóbal Colón | 00m 18s |
| 13 | Constituyentes | 00m 11s | 39 | Sin Nombre (Tlajomulco) | 00m 19s |
| 14 | Circunvalación | 00m 13s | 40 | Av. Venustiano Carranza | 00m 19s |
| 15 | Av. Mariano Otero | 00m 13s | 41 | Blvrd. Colón (Tlajomulco) | 00m 19s |
| 16 | Av. Vallarta | 00m 13s | 42 | Calz. González Gallo | 00m 19s |
| 17 | Av. Hidalgo (Zapopan) | 00m 13s | 43 | Carr. a Tesistan - Juan Gil Presciado | 00m 19s |
| 18 | Calz. Juan Pablo II | 00m 13s | 44 | Av. Tuzania | 00m 19s |
| 19 | Dr. Roberto Michell | 00m 13s | 45 | Claz. Independencia | 00m 19s |
| 20 | Av. Tesistan (Zapopan) | 00m 13s | 46 | Av. Constancia | 00m 19s |
| 21 | Calz. Del Federalismo | 00m 13s | 47 | Central Camionera (Calle interna) | 00m 20s |
| 22 | Av. De las Torres | 00m 13s | 48 | Calz. Del Ejercito | 00m 20s |
| 23 | Calle Constitución (Zapopan) | 00m 13s | 49 | Calle Carlos Salgado (central cam.) | 00m 20s |
| 24 | Av. Concepción | 00m 14s | 50 | Héroes Ferrocarrileros | 00m 20s |
| 25 | Av. Rio Nilo | 00m 14s | 51 | Calz. Olímpica | 00m 20s |
| 26 | Av. De las Américas | 00m 14s | 52 | Calle Prisciliano Sánchez | 00m 20s |

**Figura 20. Mapa de tramos de vialidades con mayor tráfico de camiones con frecuencia de paso de 5 a 20 segundos, ordenadas por la mayor frecuencia de paso de unidades del transporte público.**

En la figura 21 se elabora un ejercicio para obtener la cantidad de pasajeros que se mueven por cada tramo de vialidad, esto es multiplicar la cantidad de unidades que circulan por cada vector multiplicándolo por 70 personas que sería el estimado de un camión lleno en una hora pico (horario de máxima demanda por los usuarios a este servicio).

Resultando que Av. Alcalde en un tramo de su vialidad es la que mueve mayor pasaje con 49,991 pasajeros en ambos sentidos en una hora pico.

También se puede detectar como va variando la cantidad de pasajeros por cada tramo a lo largo de las vialidades analizadas.

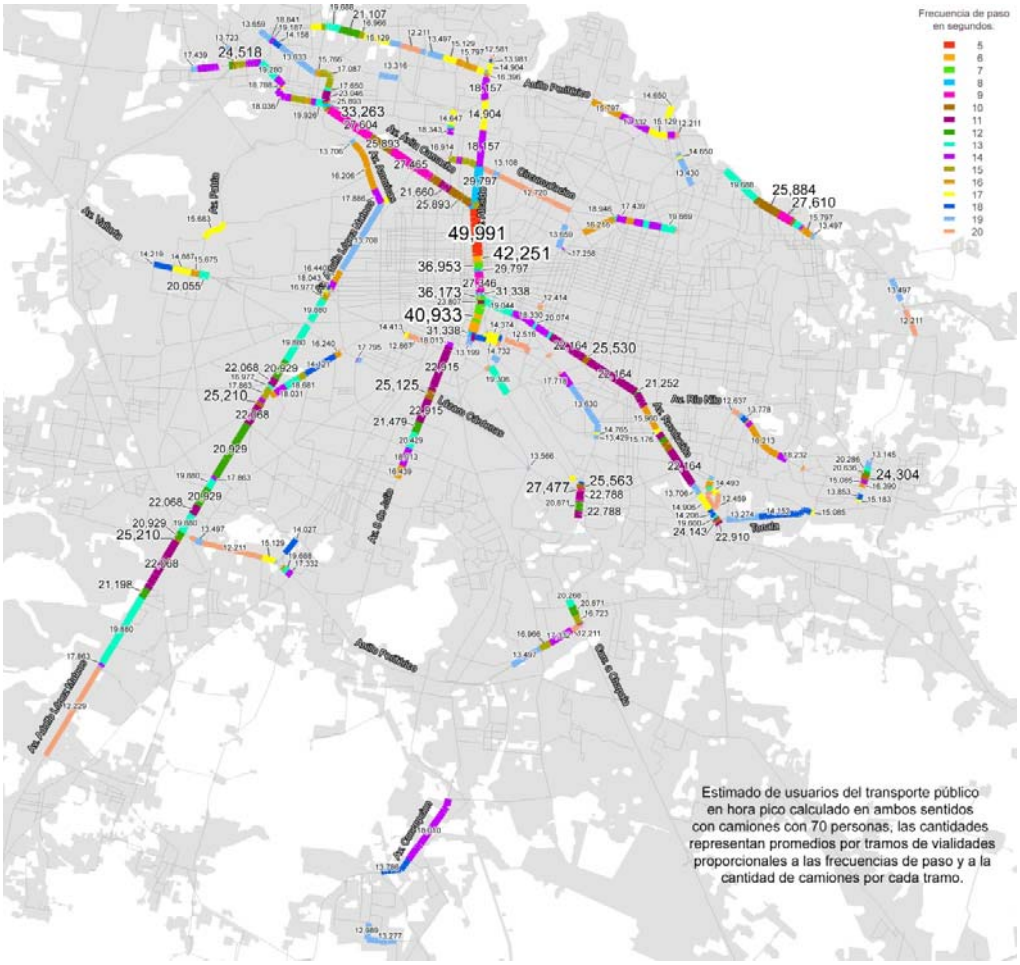



**Figura 21**. Mapa de tramos de vialidades con estimado de usuarios afectados por el ruido del transporte con frecuencia de paso de 5 a 20 segundos.

| Promedio de pasajeros en el tramo con mayor afectación de cada vialidad por el ruido generado por las unidades del transporte público con frecuencia de paso de 5 a 20 segundos, en una hora pico | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Vialidad | (km) | Promedio pasajeros | | Vialidad | (km) | Promedio pasajeros |
| 1 | 16 de Septiembre | 1.84 | 31,939 | 27 | Patria | 1.12 | 15,004 |
| 2 | Fray Antonio Alcalde | 5.93 | 28,388 | 28 | General Marcelino García Barragán | 1.81 | 14,437 |
| 3 | Manuel Ávila Camacho | 4.96 | 26,574 | 29 | 5 de Febrero | 0.73 | 14,176 |
| 4 | Constituyentes | 0.11 | 23,423 | 30 | Lázaro Cárdenas | 0.18 | 14,137 |
| 5 | 8 de Julio | 4.03 | 21,287 | 31 | Belisario Domínguez | 1.13 | 14,068 |
| 6 | Los Altos | 1.85 | 21,121 | 32 | Saltillo | 0.49 | 14,051 |
| 7 | Chapala | 1.80 | 21,105 | 33 | Cristóbal Colon | 0.50 | 14,027 |
| 8 | Revolución | 7.51 | 20,543 | 34 | Tonalá | 2.50 | 13,866 |
| 9 | Tesistan Av. | 0.87 | 18,771 | 35 | Tuzania | 0.11 | 13,724 |
| 10 | Dr. Roberto Michel | 1.09 | 18,297 | 36 | Niños Héroes (TLQ) | 0.41 | 13,680 |
| 11 | Adolfo López Mateos | 17.79 | 18,064 | 37 | Tesistan | 0.17 | 13,660 |
| 12 | Santa Margarita | 1.67 | 17,858 | 38 | González Gallo | 0.22 | 13,630 |
| 13 | Hidalgo (Zapopán) | 1.50 | 17,767 | 39 | Joaquín Amaro | 0.97 | 13,530 |
| 14 | Tonaltecas | 1.01 | 17,434 | 40 | Venustiano Carranza | 0.52 | 13,316 |
| 15 | Concepción | 2.92 | 16,716 | 41 | Sin Nombre (Tlajomulco) | 0.81 | 13,277 |
| 16 | Laureles | 3.09 | 16,577 | 42 | Los Ángeles | 1.12 | 13,246 |
| 17 | De las Américas | 1.99 | 16,441 | 43 | Agustín Yáñez | 0.71 | 13,109 |
| 18 | Juan Pablo II | 1.02 | 16,432 | 44 | Independencia | 0.03 | 13,006 |
| 19 | Del Federalismo | 0.68 | 16,250 | 45 | Colon (Tlajomulco) | 0.46 | 12,990 |
| 20 | De las Torres | 0.35 | 16,186 | 46 | Constancia | 0.02 | 12,988 |
| 21 | Manuel Gómez Morín | 17.22 | 16,163 | 47 | Olímpica | 0.10 | 12,905 |
| 22 | Mariano Otero | 2.27 | 16,055 | 48 | Prisciliano Sánchez | 0.08 | 12,579 |
| 23 | Constitución | 0.22 | 16,027 | 49 | Carlos Salgado | 0.20 | 12,459 |
| 24 | Rio Nilo | 2.16 | 15,743 | 50 | Central Camionera | 0.85 | 12,459 |
| 25 | Vallarta | 1.55 | 15,647 | 51 | Del Ejercito | 0.31 | 12,422 |
| 26 | Circunvalación | 5.61 | 15,169 | 52 | Héroes Ferrocarrileros | 0.17 | 12,268 |

**Tabla 10**. **Promedio de pasajeros en el tramo con mayor afectación de cada vialidad por el ruido generado por las unidades del transporte público con frecuencia de paso de 5 a 20 segundos, en una hora pico en ambos sentidos (donde aplique).**

Los promedios de cantidad de pasajeros en la suma de todos los tramos de mayor afectación por vialidad los podemos analizar en la tabla 10 resultan promedios por hora en ambos sentidos de los tramos analizados. Los estimados de pasajeros se convierten en usuarios que están sufriendo algún grado de afectación por el ruido del transporte, esto por las muestras tomadas en campo ver tabla 5 dónde se confirma que las emisiones de ruido no solo son al exterior, sino también al interior de las unidades donde viaja el usuario y se expone al ruido.

En la figura 22 se pueden ver las vialidades que están siendo mayormente afectadas por las emisiones de ruido y al tiempo de exposición en el rango de 5 a 20 segundos, las líneas delgadas son niveles cercanos a los 20 segundos y las líneas más gruesas a los 5 segundos que representa el nivel más alto de frecuencia de paso de unidades de transporte público.

Un aspecto importante a resaltar en este mapa es que se forma un corredor de movilidad de transporte urbano que une las cabeceras de 3 municipios: Zapopan, Guadalajara y San Pedro Tlaquepaque, y se extiende hasta llegar muy cerca de la cabecera municipal de Tonalá, este trazo coincide con la propuesta para la creación de la Línea 3 del Tren Ligero para el área metropolitana de Guadalajara.

**Figura 22.** Mapa de mayor afectación por ruido, graficado a mayor ancho de línea, mayor es el tráfico de unidades del transporte público, dentro del rango de frecuencia de paso de 5 a 20 segundos.

El ruido generado por el transporte público es un motivo por el que se puede justificar un cambio en el modo de transporte, ya que el actual sistema lo podemos calificar como “ruidoso”. Esto se puede ver en una gran mayoría de las calles de la ciudad, donde debido a la gran demanda de transporte por parte del ciudadano, se presenta la necesidad de poner en circulación una mayor cantidad de unidades de transporte público, esto conlleva a que se generen mayores niveles de ruido, porque a mayor cantidad de camiones en las calles mayor será el ruido en la ciudad.

**Figura 23. Fotografía de la vialidad que presenta mayor afectación por ruido, por tráfico de unidades del transporte público, en el área metropolitana de Guadalajara.**

La Avenida Fray Antonio Alcalde es una vialidad con circulación norte-sur y viceversa, la cual presenta dentro del Área Metropolitana de Guadalajara la mayor cantidad de unidades de transporte público que circulan por esta importante vía, como consecuencia también presenta la mayor cantidad de tiempo de exposición del ciudadano al nivel de ruido que estas unidades generan a su paso (ver figura 23).

En esta imagen se puede apreciar una vista de la Av. Alcalde desde su cruce con Av. Normalistas hacia el centro de la ciudad, donde debido a la gran cantidad de unidades que circulan, lo hacen a muy corta distancia unas de otras, esto asemejándose a como circula un tren con varias unidades jaladas por una máquina, la diferencia con las unidades del transporte público seria que cada una de estas tiene su propia unidad de mando, al contrario que un tren que solo el maquinista lleva el control del convoy. En otras palabras tenemos “trenecitos” conformados por varios camiones que por la poca distancia con la que circulan viajan casi unidos por las principales avenidas de Guadalajara.

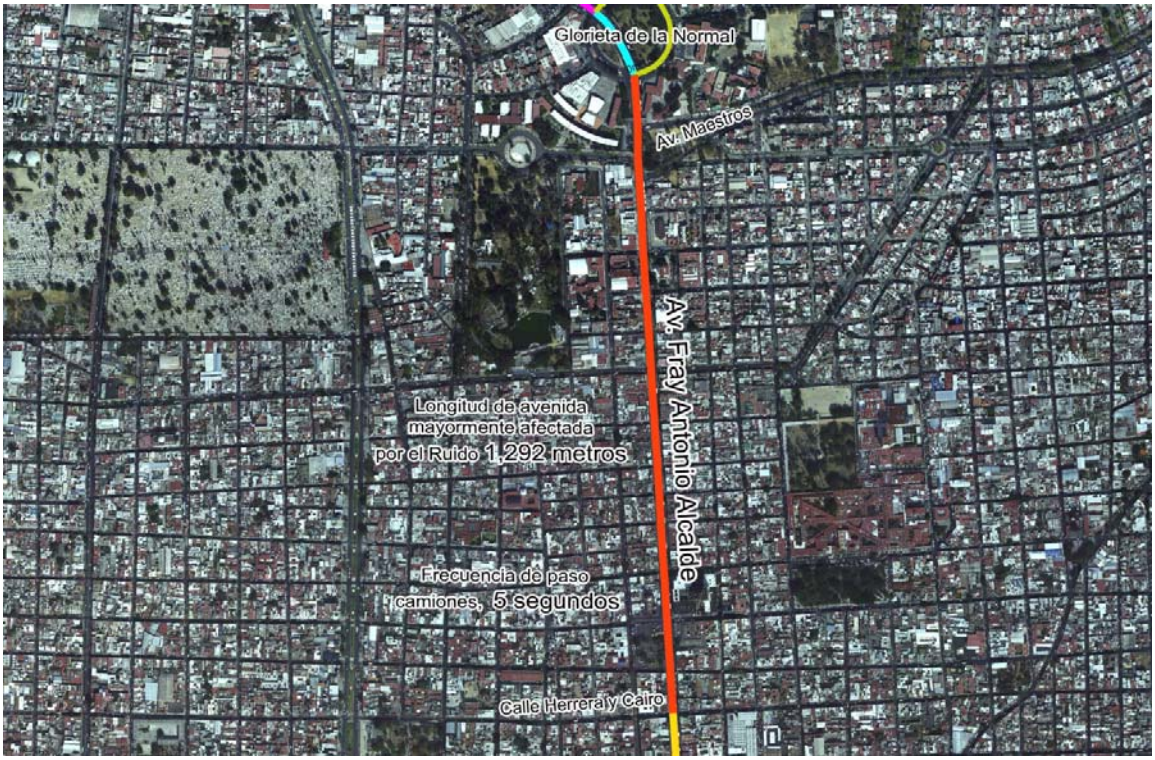



**Figura 24. Ortofoto con el trazo del tramo de la vialidad que presenta mayor afectación por ruido, por tráfico de unidades del transporte público, en el área metropolitana de Guadalajara**.

En la figura 24 se representa en línea en color rojo el tramo de la Av. Fray Antonio Alcalde con el mayor grado de afectación y tiempo de exposición al ruido del transporte público, este tramo va desde su cruce con la glorieta de la normal hasta la calle Herrera y Cairo, paradójicamente la zona con más ruido está en lugares donde el nivel de ruido debería ser menor y nos referimos a las zonas educativas, donde existen desde nivel básico hasta licenciaturas.

**CONCLUSIÓN** Todos los modos de transporte pertenecientes a la red de transporte del AMG en mayor o menor medida emiten niveles muy altos de ruido al ambiente, pero el malestar aumenta cuando estos niveles se vuelven constantes en las vialidades por donde circulan, volviéndose un riesgo para la salud tanto para los usuarios del transporte, como para las personas viven o desarrollan alguna actividad en las mismas.

Después de generar un estimado de la cobertura de afectación por el ruido de la red del transporte público se obtiene que:

El 59 % de la superficie del área urbana cuenta con un grado de afectación, el grado mayor es a partir de la fuente generadora y se va degradando hasta llegar a una distancia donde los niveles de ruido ya no afectan al ser humano.

En el 21 % de las calles hay presencia de rutas de la red de transporte público, con emisiones de ruido al ambiente, incrementándose donde existe mayor presencia de las unidades de transporte público y es donde la frecuencia de paso es mayor.

El 68 % de la población del AMG vive dentro de la cobertura de afectación, y el riesgo a su salud se incrementa cuando el ciudadano expuesto se encuentra más cerca a la fuente emisora del ruido.

Las unidades de transporte público son consideradas como fuentes móviles pero en ciertas vialidades por su alta frecuencia de paso se vuelve prácticamente una fuente fija esto a se debe a que su presencia se vuelve constante.

Zapopan con 114 y Guadalajara con 113 km2 representan a los municipios con mayor superficie de afectación.

Guadalajara con 81% y Tlaquepaque con 76% son los municipios que cuentan con el mayor porcentaje de superficie urbana de su municipio afectada.

Las zonas más cercanas a las vialidades donde existe mayor afectación por el ruido del transporte cuentan con un índice bajo de población.

Guadalajara con 1’276,112 y Zapopan con 777,101 habitantes son los municipios con mayor cantidad de personas que viven dentro del área de afectación.

Zapopan y Tlajomulco de Zuñiga son los municipios con mayor superficie sin servicio de transporte público, esto se traduce a que cuentan con las áreas más grandes libres de ruido producidos por las unidades de transporte.

Menor a 1 minuto con el 32% y de 1 a 3 minutos con el 34% son los rangos de frecuencia de paso en ambos sentidos de la vialidad, que agrupan la mayor cantidad de rutas de camiones en el AMG.

La superficie de mayor afectación representa el 5 % del total de la red de transporte, cabe recalcar que únicamente se está considerando el rango de frecuencia de paso de 5 a 20 segundos, con una longitud de 106 km de vialidades, en los municipios de: Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque, Tonalá y Tlajomulco de Zúñiga.

La Av. Fray Antonio Alcalde cuenta con un tramo de 1.2 km que va desde la glorieta de la normal a la calle Herrera y Cairo que representa el tramo con mayor tráfico de camiones como consecuencia la más ruidosa por las unidades de transporte público.

Un aspecto importante a resaltar en los resultados del presente análisis es que las principales vialidades afectadas forman un corredor de movilidad que une las cabeceras de 3 municipios: Zapopan, Guadalajara y San Pedro Tlaquepaque, y se extiende hasta llegar muy cerca de la cabecera municipal de Tonalá, este trazo coincide con la propuesta para la creación de la Línea 3 del Tren Ligero de Guadalajara.

El ruido generado por el transporte público es un motivo por el que se puede justificar un cambio en el modo de transporte para mejorar el servicio y reducir los daños a la salud, con los resultados obtenidos hasta el momento en el presente análisis podemos considerar que el actual sistema de transporte público del AMG califica como “ruidoso”.