

MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL RUIDO PRODUCIDO POR EL TRÁFICO EN SEIS PUNTOS UBICADOS EN LA CIUDAD DE PEREIRA

MARIO AUGUSTO DUQUE RAMIREZ
ELIECER LADINO VILLADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESPECIALIZACION EN VIAS Y TRANSPORTE
MANIZALES
2007

**MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL RUIDO PRODUCIDO POR EL TRÁFICO EN
SEIS PUNTOS UBICADOS EN LA CIUDAD DE PEREIRA**

**MARIO AUGUSTO DUQUE RAMIREZ
ELIECER LADINO VILLADA**

TRABAJO DE GRADO

**DIRECTOR:
FREDDY LEONARDO FRANCO
INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESPECIALIZACION EN VIAS Y TRANSPORTE
MANIZALES
2007**

En honor a mi padre José Ulises (Q.E.P.D) por su amor y por todo lo aprendido, a mi madre Blanca Gladys y mis hermanas Victoria y Ana María por su amor y apoyo incondicional, y a mi novia Lorena Borja por su amor y paciencia en los días de estudio.

A mis padres Rosa Enith Villada y Luis Enrique Ladino, a toda mi familia y a mi esposa Juanita Marcela Estrella Ortiz.

Eliécer Ladino Villada



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES**

BIBLIOTECA ALFONSO CARVAJAL ESCOBAR
Resumen trabajo de Grado

CARRERA		ESPECIALIZACION EN VIAS Y TRANSPORTE	
1er Apellido DUQUE	2° Apellido RAMIREZ	Nombre MARIO AUGUSTO	
1er Apellido LADINO	2° Apellido VILLADA	Nombre ELIECER	
TITULO DEL TRABAJO: MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL RUIDO PRODUCIDO POR EL TRÁFICO EN SEIS PUNTOS UBICADOS EN LA CIUDAD DE PEREIRA			
NOMBRE DEL DIRECTOR DEL TRABAJO: FREDDY LEONARDO FRANCO			
RESUMEN DEL CONTENIDO (ESPAÑOL)			
<p>En el presente trabajo se muestran los resultados de la modelación matemática del ruido producido por el tráfico en seis (6) puntos ubicados en la ciudad de Pereira, los cuales se eligieron utilizando criterios como: rutas con flujo vehicular libre y constante, sectores tipo A y B según la resolución 627 de 07 de abril de 2006 y vías donde circule el transporte público.</p> <p>Para obtener los datos de análisis se realizaron cuatro tipos de estudios bs cuales se ejecutaron de manera paralela. Dos estudios de volúmenes de tránsito; el primero para determinar el flujo vehicular horario (30 horas) y el segundo para determinar el flujo vehicular en dos puntos durante 14 horas, ambos estudios se realizaron en horario diurno. Y dos estudios de medición del ruido; el primero para determinar el ruido horario (30 horas) y el segundo para determinar el ruido producido en los mismos dos puntos durante 14 horas, ambos estudios se hicieron con sonómetro.</p> <p>La metodología utilizada se basó en el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito de Paul C. Box y Joseph C. Oppenlander y en el método CRTN (Calculation of Road Traffic Noise) de la Gran Bretaña del año 1975.</p>			
ABSTRACT			
<p>In the present work are the results of the mathematical modeling of the noise produced by the traffic in six (6) points located in the city of Pereira which were chosen utilizing criteria as: routes with traffic flow free and constant, sectors type according to the resolution 627 of April 7, 2006 and ways where to circulate the public transportation.</p> <p>To obtain the data of analysis were carried out four types of studies which were executed in a parallel way. Two traffic volumes studies; the first one to determine the hourly traffic flow (30 hours) and the second for determine the traffic flow in two points for 14 hours (hourly diurnal). And two studies of measurement of the noise; the first one to determine the hourly noise (30 hours) and the second for determine the noise produced in the same two points for 14 hours, both studies were done with sound level meter.</p> <p>The methodology utilized was based on the Manual of Traffic Engineering Studies of Paul C. Box and Joseph C. Oppenlander and in the method CRTN (Calculation of Road Traffic Noise) of 1975.</p>			
PALABRAS CLAVES: MODELACIÓN MATEMÁTICA , RUIDO, TRÁFICO, PEREIRA			

RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados de la modelación matemática del ruido producido por el tráfico en seis (6) puntos ubicados en la ciudad de Pereira, los cuales se eligieron utilizando criterios como: rutas con flujo vehicular libre y constante, sectores tipo A y B según la resolución 627 de 07 de abril de 2006 y vías donde circule el transporte público.

Para obtener los datos de análisis se realizaron cuatro tipos de estudios los cuales se ejecutaron de manera paralela. Dos estudios de volúmenes de tránsito; el primero para determinar el flujo vehicular horario (30 horas) y el segundo para determinar el flujo vehicular en dos puntos durante 14 horas, ambos estudios se realizaron en horario diurno. Y dos estudios de medición del ruido; el primero para determinar el ruido horario (30 horas) y el segundo para determinar el ruido producido en los mismos dos puntos durante 14 horas, ambos estudios se hicieron con sonómetro.

La metodología utilizada se basó en el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito de Paul C. Box y Joseph C. Oppenlander y en el método CRTN (Calculation of Road Traffic Noise) de la Gran Bretaña del año 1975.

De los resultados obtenidos en los seis (6) puntos objeto de estudio, se aprecia que los niveles de presión sonora de ruido superan los estándares máximos permisibles consignados en la resolución 627 de 07 de abril de 2006, tanto en las mediciones con sonómetro como en la aplicación del modelo matemático.

Los niveles máximos de presión sonora se debieron en un alto porcentaje al tráfico de buses y motocicletas, y un aporte no tan

significativo fue dado por los vehículos livianos y los pesados, el aporte de estos últimos se debe a su bajo tránsito en las vías urbanas.

Se observa además un alto grado de certeza en la aplicación del modelo, puesto que las diferencias porcentuales en la mayoría de los casos no superan el 5% con respecto al L_{10} dado por el percentil 90 de los muestreos con sonómetro.

ABSTRACT

In the present work are the results of the mathematical modeling of the noise produced by the traffic in six (6) points located in the city of Pereira which were chosen utilizing criteria as: routes with traffic flow free and constant, sectors type according to the resolution 627 of April 7, 2006 and ways where to circulate the public transportation.

To obtain the data of analysis were carried out four types of studies which were executed in a parallel way. Two traffic volumes studies; the first one to determine the hourly traffic flow (30 hours) and the second for determine the traffic flow in two points for 14 hours (hourly diurnal). And two studies of measurement of the noise; the first one to determine the hourly noise (30 hours) and the second for determine the noise produced in the same two points for 14 hours, both studies were done with sound level meter.

The methodology utilized was based on the Manual of Traffic Engineering Studies of Paul C. Box and Joseph C. Oppenlander and in the method CRTN (Calculation of Road Traffic Noise) of 1975.

Of the results obtained in the 6 study object points, is appreciated that the levels of sonorous pressure of noise surpass the permissible maximum standards consigned in the resolution 627 of April 7, 2006, so much in the measurements with sound level meter as in the application of the mathematical model.

The maximum levels of sonorous pressure were owed in a high percentage to the traffic of buses and motorcycles, and contribute not so significant was given by the light vehicles and the heavy, the contribute of these last itself due to its low traffic in the urban ways.

It is observed besides a high one of degree of certainty in the application of the model, since the percentage differences in most cases do not surpass the 5% with respect al L_{10} given by the percentile 90 of the samplings with sound level meter.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
RESUMEN	
ABSTRACT	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. ANTECEDENTES	5
4. DEFINICION DEL PROBLEMA	6
5. OBJETIVOS	8
5.1 OBJETIVO GENERAL	8
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
7. MARCO LEGAL	11
8. MARCO CONCEPTUAL	13
8.1 EL RUIDO	13
8.2 DIAGNÓSTICOS SOBRE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO	16

8.3 EL MODELO MATEMATICO CRTN PARA LA PREDICCIÓN DE NIVELES DE RUIDO	16
9. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	17
9.1 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	17
9.2 EQUIPOS UTILIZADOS	17
9.3 SELECCIÓN DE PUNTOS	18
9.4 HORARIOS	18
9.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS	19
9.6 TÉCNICA DE MEDICIÓN DE RUIDO CON SONOMETRO	20
9.7 TÉCNICA DE CONTEO DE VEHICULOS	20
9.8 PREDICCIÓN DEL RUIDO A PARTIR DEL METODO CRTN	20
10. CALCULOS Y RESULTADOS	23
10.1 ESTACION HOSPITAL	25
10.2 ESTACION ROSALES	38
10.3 ESTACION BOYACA	51
10.4 ESTACION SAN JOSE	64

10.5 ESTACION GAMMA	82
10.6 ESTACION MARAYA	100
10.7 OTROS RESULTADOS	113
11. LIMITACIONES	122
12. RECOMENDACIONES	125
13 CONCLUSIONES	129
14. BIBLIOGRAFIA	133

LISTA DE ANEXOS

Anexo Formatos.

Anexo Fotografico

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe una gran preocupación por alcanzar un estado en el que sea posible el desarrollo integral del ser humano y de todas sus actividades, siendo esto posible sólo si durante el proceso se observan cuidadosamente las necesidades y se brindan las medidas de mitigación a los problemas del medio ambiente.

El ruido es un subproducto no deseado del modo de vida moderno, es una sensación auditiva molesta y una de las perturbaciones ambientales que de manera muy importante afectan al ser humano (directamente a la calidad de vida), aunque éste en muchas ocasiones no es consciente de sus efectos, pues no suelen manifestarse de forma inmediata, lo hacen a largo plazo y no se percibe con claridad la relación causa – efecto.¹

Una problemática ambiental mundial de gran importancia dentro de los últimos tiempos, es el ruido producido por el tráfico vehicular. El ruido en las ciudades ha sido señalado como uno de los factores que más molestia causa a la población urbana en decremento de su capacidad laboral.

El aumento del parque automotor de las ciudades debido a las necesidades de la población, está generando de manera proporcional mayores niveles de ruido, que afectan negativamente la calidad de vida de los ciudadanos y por ende la productividad de la ciudad, además de ser causa de enfermedades nerviosas. El municipio de Pereira no es ajeno a esta problemática, ya que se observa en los últimos años un aumento del parque automotor en especial un crecimiento desmesurado en el uso de las motocicletas, la circulación de todos estos vehículos en las vías urbanas está generando excesivos niveles de ruido por lo que

¹ Estudio del Ruido Generado por la Operación del Transporte Carretero. Caso IV Veracruz, 2002.

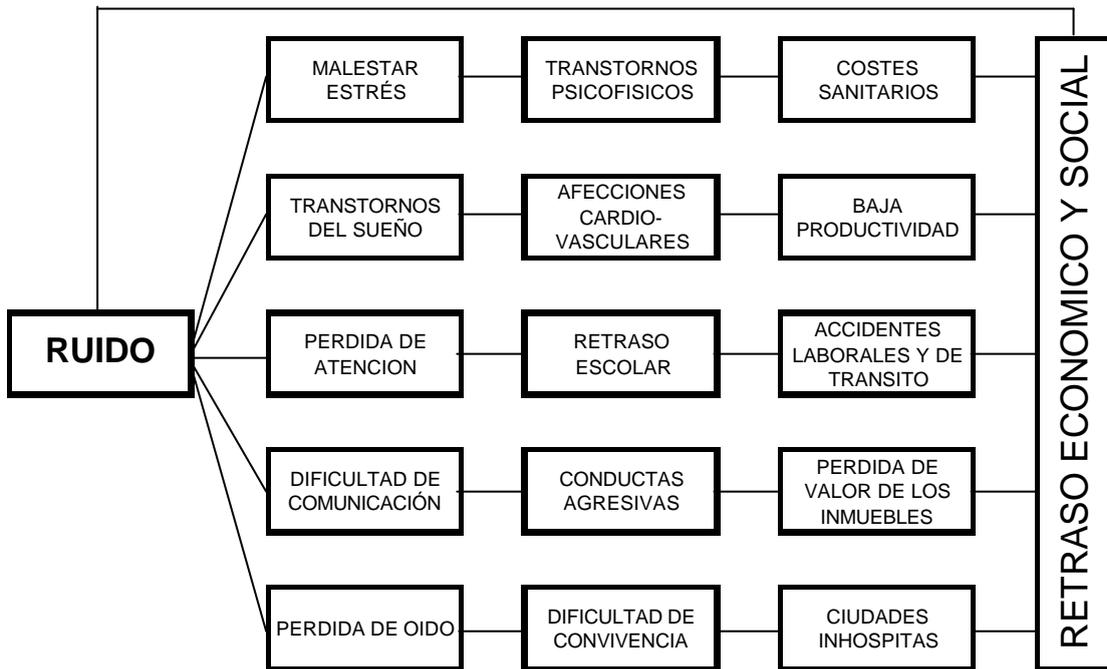
representan un problema necesario de estudiar y de plantear las medidas que lo minimicen.

La evaluación y el control del impacto de la infraestructura vial urbana en el medio ambiente es algo relativamente reciente para los planificadores, constructores y operadores de la misma; sin embargo, la tendencia mundial apunta a la incorporación de los estudios de ruido, con el objeto de identificar y valorar los impactos potenciales que genera el mismo debido al tránsito que circula o circulará por dichas vías.

De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo busca validar la aplicación de la metodología CRTN de la Gran Bretaña, como metodología alternativa que permite predecir los niveles de ruido producidos por el tráfico en una vía existente o futura, además los resultados obtenidos brindan nuevos elementos de juicio para que las autoridades como la Alcaldía de Pereira, el Instituto Municipal de Transito y Transporte, el Instituto de Audiología, el Instituto Municipal de Salud de Pereira y la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), tomen nuevas acciones en la prevención y el control del ruido, así como en la aplicación de la normativa ambiental.

2. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a diferentes estudios sobre el impacto del ruido en zonas pobladas, se ha encontrado que éste afecta la salud mental y física de las personas dentro de los cuales encontramos:



Gráfica 1. Consecuencias del Ruido en las Personas

Con la expedición de la resolución 627 de 7 de abril de 2006, por parte del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se hace necesario efectuar estudios y evaluaciones rápidas de los niveles de ruido ambiental, los cuales al finalizar permitirán la adopción de estudios más detallados (como lo indica la resolución) para estimar la magnitud real e implementar medidas preventivas y/o correctivas las cuales deberán estar acordes a los usos del suelo y los POT de cada ciudad o región.

Es allí donde radica la importancia de la implementación de nuevas formas rápidas de evaluación como lo son los diferentes modelos matemáticos basados en el flujo vehicular, un ejemplo de éstos es la metodología CRTN, la cual minimiza los costos y puede brindar un buen nivel de confianza comparado con las mediciones directas en campo.

El trabajo busca validar la metodología CRTN para el caso de vías urbanas.

3. ANTECEDENTES

- El Instituto Municipal de Transito y Transportes de Pereira ha realizado los siguientes estudios:
 - a. Determinación del incremento del flujo vehicular y contaminación por ruido vehicular en la zona urbana del municipio de Pereira, octubre de 2001.
 - b. Análisis del crecimiento vehicular y contaminación por ruido en la zona urbana del municipio de Pereira, enero de 2002.
- En el 2002 el Instituto de Audiología Integral y el Instituto Municipal de Transito y Transportes realizaron un taller en el área de salud auditiva, el objetivo de éste fue brindar información general sobre los efectos del ruido en la salud auditiva y comunicativa, así como sus efectos extraauditivos, este contó con la participación de 31 personas, que en su totalidad eran conductores y habían recibido comparendos por el mal uso de la bocina.
- Universidad Católica de Manizales: Tesis de grado "Diagnostico Situacional Del Ruido Ambiental En La Zona Centro De La Ciudad De Pereira, año 2004."
- Informes anuales de la Contraloría Municipal de Pereira, basados en la información suministrada por la empresa PUBLIK S.A.
- Decretos y resoluciones emitidos por los entes gubernamentales. La más reciente Resolución de 627 de 2006.

4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el ámbito mundial, cada vez son más los países industrializados y en vías de desarrollo que no sólo han identificado la amenaza que el ruido representa en el bienestar humano, sino en todo el medio ambiente. Las reglamentaciones y normas existentes en el ámbito internacional definen principalmente, la forma de determinar las propiedades acústicas de los materiales así como la metodología para medir los niveles sonoros producidos por los vehículos. Sin embargo, respecto a la emisión y control del ruido producido por el transporte carretero, no se cuenta con algo específico; existen numerosos puntos de vista tanto del lado de los métodos de evaluación, como de las reglamentaciones implicadas.

Estudios realizados en países europeos muestran que la energía sonora total emitida a la atmósfera tiene su fuente de origen en:

- Vehículos de transporte terrestre 80%.
- Ferrocarriles 4%.
- Industria 10%.
- Varios (aeropuertos, construcción, entre otros.) 6%.

Los sonidos son analizados para determinar los niveles en que se introducen en determinadas áreas y situaciones y conocer el grado de molestia sobre la población. Existen situaciones en que las molestias son evidentes, ya que la exposición al ruido puede provocar daños físicos evaluables; sin embargo, en gran parte de los casos, el riesgo para la salud no es tan fácil de cuantificar, interviniendo factores psicológicos y sociales que suelen ser analizados desde un punto de vista estadístico.²

² Estudio del Ruido Generado por la Operación del Transporte Carretero. Caso IV Veracruz, 2002.

En nuestro país y en nuestra ciudad, hasta el momento, no se han adelantado investigaciones que cumplan con los estándares internacionales o que apliquen metodologías internacionalmente aprobadas y que nos permitan determinar los niveles de ruido generados por el tráfico automotor; hoy en día se exige a las Corporaciones Autónomas Regionales realizar estudios rápidos sobre el ruido, por lo que se hace necesario utilizar metodologías rápidas, internacionalmente aceptadas, confiables y económicas que permitan estimar con cierto grado de exactitud el ruido en sitios puntuales sobre uno de los costados de la vía.

En Pereira, varias entidades tanto públicas como privadas han adelantado tímidos estudios con instrumentos de medida –sonómetros– de los cuales se desconoce su grado de confiabilidad, además no le han dedicado el tiempo, personal y continuidad necesaria, para que los resultados obtenidos permitan sustentar políticas ambientales de planificación vial.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar el modelo matemático "Calculation of Road Traffic Noise" (CRTN) de la Gran Bretaña, el cual permite predecir los niveles de ruido a partir de los volúmenes de tránsito y las características de la vía, y comparar dichos resultados con mediciones directas hechas en campo.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar treinta (30) estudios de volúmenes de tránsito (cinco en cada sitio) en horas pico y horas valle, en horario diurno – incluyendo las características de la vía- para poder aplicar el modelo CRTN a las 30 horas aforadas y obtener el L_{10} horario.
- Realizar mediciones directas de ruido (cada 10 segundos), por medio de sonómetro durante las horas pico y horas valle de forma paralela a los estudios de volúmenes de tránsito.
- Realizar dos (2) estudios de medición de ruido con sonómetro (cada 30 segundos), en horario diurno desde las 7:00 am hasta las 9:00 pm, según resolución 627 de 2006, para determinar el percentil 90 (L_{10}) de las 14 horas.
- En los mismos dos (2) puntos realizar estudios de volúmenes de tránsito durante las 14 horas para la aplicación del modelo CRTN y determinar el L_{10} de las 14 horas y compararlo con el percentil 90 (L_{10}) de las 14 horas, hallado con el estudio de ruido.

- Tabular los datos obtenidos en cada uno de los estudios y/o mediciones y hacer un análisis estadístico de los datos agrupados.
- Comparar las mediciones directas de ruido con los resultados de la aplicación del método "Calculation of Road Traffic Noise".
- Recomendar a los entes de control políticas y medidas a tomar que ayuden a minimizar el impacto ambiental que produce el ruido.
- Concluir sobre los resultados obtenidos en la aplicación del modelo.

6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe un método rápido, económico y confiable que permita pronosticar con un buen grado de confianza los niveles de ruido producidos por el tránsito vehicular en las vías urbanas sobre uno de los costados de la vía?

¿Cuenta Pereira con estudios que permitan cuantificar los niveles de ruido ambiental que se generan por la operación del tránsito vehicular en su zona urbana?

¿La magnitud de los niveles de ruido producidos por el tráfico vehicular son de tal magnitud que representan un problema necesario de investigar y minimizar?

¿Están los niveles de ruido emitidos por el tráfico, en la zona urbana de Pereira dentro de los límites fijados en la resolución 627 de 2006?

¿Se hace necesario que los gobernantes y los entes de control adopten medidas y establezcan políticas de prevención y mitigación del ruido debido al tráfico vehicular?

7. MARCO LEGAL

- **Constitución Política de Colombia. 1991:** En su Capítulo 3. De los derechos colectivos y del ambiente, específicamente en el artículo 79 dice que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano y que la ley debe garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.
- **Ley 9 del 24 de enero de 1979. Congreso de la República:** Por la cual se dictan las medidas sanitarias. Esta ley contiene las normas generales que sirvieron de base para posteriores normas ambientales, también tiene las reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona con la salud humana.

Específicamente habla sobre el ruido en el título “De la protección del medio ambiente” en su artículo 48, que dice: En cumplimiento de las normas sobre emisiones atmosféricas el Ministerio de Salud podrá impedir el tránsito de fuentes móviles cuyas características de funcionamiento produzcan ruidos, en forma directa o por remoción de alguna parte mecánica.³

- **Ley 99 del 22 de diciembre de 1993. Congreso de la República:** Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector Público en cargo de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y se dictan otras disposiciones.

Esta ley tiene los fundamentos de la política ambiental Colombiana, entre los cuales está, que las políticas de población

³ Artículo 48 de la ley 9 del 24 de enero de 1979

tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.⁴

- **Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983. Ministerio de salud:** Por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos, también contiene los niveles sonoros máximos permisibles.
- **Decreto 948 del 5 de junio de 1995. Ministerio del Medio Ambiente:** Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
- **Acuerdo municipal No. 18 de 2000 del Concejo municipal de Pereira:** Por el cual se adopta el plan de ordenamiento territorial del municipio de Pereira, se aprueba el documento técnico soporte, los planos generales y se dictan otras disposiciones.
- **Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda Desarrollo Territorial:** Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. En esta resolución se dan los lineamientos para la realización de estudios de ruido ambiental, la elaboración de los mapas de ruido en ciudades de más de 100.000 habitantes, y los límites permisibles de ruido de acuerdo al uso del suelo.

⁴ Artículo 1 de la ley 99 del 22 de diciembre de 1993

8. MARCO CONCEPTUAL

Para el desarrollo del presente trabajo se relacionan elementos conceptuales sobre: El ruido, diagnósticos sobre la contaminación por ruido y el modelo matemático CRTN de la Gran Bretaña para la determinación del ruido producido por el tráfico vehicular.

8.1 EL RUIDO.

Sonido: fenómeno físico consistente en el discurrir de ondas mecánicas longitudinales, que se transmiten por el aire, provocando cambios en la presión del aire y que generan una sensación auditiva en la persona.⁵

Ruido: conjunto de sonidos que adquieren para el ser humano un carácter efectivo desagradable, el cual produce efectos fisiológicos y psicológicos no deseados a la persona o grupo de personas; por lo tanto el ruido se compone de una parte subjetiva que es la molestia y una parte objetiva que se puede cuantificar y es el sonido.⁵

Ruido acústico: Es todo sonido no deseado por el receptor. En este concepto están incluidas las características físicas del ruido y las psicofisiológicas del receptor, un subproducto indeseable de las actividades normales diarias de la sociedad.⁶

Ruido del tránsito: El ruido del tránsito está determinado por una serie de factores como:

a) El ruido de los vehículos individuales.

⁵ www.ehu.es/acustica/bachillerato/genes/genes.html

⁶ Resolución Número 627 del 07 de abril de 2006

- b) El flujo vehicular.
- c) La composición del tránsito.
- d) La pendiente de la vía.
- e) El tipo de perfil.

El ruido de los vehículos individuales depende del tipo y tamaño, de la velocidad y de la relación de transmisión (marcha o cambio). Las fuentes principales del ruido vehicular son el motor y la transmisión, el escape, la rodadura y las turbulencias aerodinámicas. Los ruidos del motor y el escape dependen fundamentalmente de la velocidad angular del rotor (revoluciones por minuto), la cual depende del estado de carga. El ruido de rodadura depende de la velocidad del vehículo y del tipo de pavimento, y se origina en la compresión y liberación de pequeñas burbujas de aire atrapadas entre la cubierta y el pavimento y es mayor para pavimentos muy lisos que para pavimentos porosos. En éstos el mecanismo de atenuación es doble: se reduce el aire aprisionado y la porosidad actúa absorbiendo parte del ruido. El ruido aerodinámico aumenta mucho con la velocidad y con las superficies angulosas, presencia de canales de goteo, etc. Para velocidades de 80 km./h o más es el ruido predominante.

El flujo del tránsito (o intensidad del tránsito), es decir, la cantidad de vehículos por hora, tiene una incidencia directa en el ruido. Para flujos no saturados (es decir, donde los vehículos pueden circular en forma más o menos independiente entre sí) se cumple que por cada aumento al doble del flujo hay un incremento de 3 dB en el nivel de ruido. Cuando se alcanza la saturación, las dificultades de maniobrabilidad hacen que la velocidad media disminuya, lo cual produce un incremento menor del nivel de ruido.

Otro aspecto importante del flujo es el tipo de régimen. Tenemos el flujo continuo, característico de una ruta, el flujo pulsante continuo, típico de

una calle urbana, y el flujo interrumpido o pulsante desacelerado o acelerado, característico de calles semaforizadas, puestos de peaje, etc.

La composición del tránsito puede expresarse como proporción o porcentaje de cada categoría de vehículos con respecto al total. Los diferentes vehículos pueden clasificarse en dos o más categorías, por ejemplo, motocicletas, automóviles, colectivos y camiones. En muchos casos es suficiente una clasificación en dos grandes categorías: pesados y livianos. Los vehículos pesados son aquéllos en los que al menos un eje tiene cuatro ruedas. La composición del tránsito puede diferir de la composición del parque automotor y puede ser específica de cada arteria específica. Por ejemplo, por una calle por la que no pasen líneas de colectivos el porcentaje de vehículos pesados es mucho menor. Dentro de los vehículos pesados cabe distinguir los de transporte de personas (ómnibus, buses o colectivos) y de cargas. Se verifica que los destinados al transporte de personas son bastante menos ruidosos que los automóviles particulares a igual cantidad de personas transportadas.

La pendiente de la vía de circulación, especialmente si es mayor de unos pocos grados tiene una incidencia muy grande en el ruido resultante, debido a que obliga a bajar la relación de transmisión para una determinada velocidad, lo cual aumenta la velocidad angular del motor y el ruido del escape. Esto es especialmente cierto para los vehículos pesados.

El perfil de la vía puede ser de tres tipos: abierto, en L y en U. El perfil abierto se tiene cuando no hay superficies reflectantes cercanas. El perfil en L, cuando sólo hay un plano de fachadas (por ejemplo en una calle con edificación en uno de sus lados y una plaza en el otro). El perfil en U corresponde a dos planos de fachadas y es el típico de las calles urbanas. El perfil en L puede aumentar en hasta 3 dB el nivel cercano a la fachada. El perfil en U puede aumentar algo más inclusive, produciendo además un efecto reverberante. Cuando las superficies son irregulares,

con presencia de balcones, porches, etc. (reflexión difusa), el ruido se puede ver algo reducido con respecto al caso en que el plano de fachadas es uniforme (reflexión especular).⁷

8.2 DIAGNÓSTICOS SOBRE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO

En Colombia no se tiene difusión de diagnósticos sobre la contaminación generada por ruido, uno de los conocidos es el último estudio realizado por el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), el cual decidió hacer un "estudio piloto, sobre el estado actual de la contaminación por ruido, en la localidad de Puente Aranda en Bogotá D.C."⁸, que tuvo como fin generar una metodología sobre los pasos a seguir en un estudio sobre ruido aplicable al resto del país.

8.3 EL MODELO MATEMATICO CRTN (CALCULATION OF ROAD TRAFFIC NOISE) PARA LA PREDICCIÓN DE NIVELES DE RUIDO.

Desarrollado en el año de 1975, fue preparado por el departamento del medio ambiente de la Gran Bretaña. El método está basado en trabajos realizados por el establecimiento de investigaciones sobre edificaciones, el laboratorio nacional de física y el laboratorio de investigaciones sobre transporte y vías, con la asistencia de la firma consultora R. Travers Morgan and Partners. Esta metodología suministra una guía apropiada para el cálculo de ruido en vías actuales o futuras a partir de los volúmenes de tránsito y de las características físicas de la vía.⁹

⁷ Ruido Urbano: Tránsito, industria y Esparcimiento. Federico Miyara

⁸ Evaluación de la contaminación por ruido en la localidad de Puente Aranda en Bogotá, D.C. septiembre del 2000

⁹ Cálculo del Ruido Producido por el Tráfico (versión traducida). Germán Arboleda Vélez, 1994.

9. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

El CRTN establece su propia metodología para la determinación de los niveles de ruido, tanto para la medición directa con equipo de tipo sonométrico, como para la determinación matemática del mismo.

Para la determinación de los volúmenes de tránsito aplicamos la metodología descrita en el capítulo 3 del Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito de Box y Oppenlander.

9.1 Recolección y análisis de información secundaria.

Se consultaron las diferentes entidades de orden municipal tales como: Instituto Municipal de Tránsito y Transportes, Instituto de Audiología, PUBLIK, CARDER, Policía Ambiental, el Área Metropolitana, la facultad de Medio Ambiente de la Universidad Tecnológica de Pereira y La Universidad Libre de Pereira para recopilar la información existente. Pero los resultados de la búsqueda fueron insuficientes ya que no se tienen estudios técnicos similares al respecto.

9.2 Equipos utilizados.

- Sonómetro EXTECH 407750 tipo II
- Trípode
- Termómetro
- Cronómetros
- Flexómetro.
- Banco.
- Tablas con pisa papel.
- Otros.

9.3 Selección de puntos:

Estos fueron escogidos de acuerdo con los siguientes criterios:

- Rutas con flujo vehicular libre y constante.
- Sectores tipo A y B (residencial, escolar y hospitalario) según la resolución 627 de 7 de abril de 2006.
- Vías donde circule el transporte público.

En la tabla No. 1, se encuentran los seis (6) puntos escogidos para la realización de la investigación, con su respectiva dirección.

Tabla No.1.
LOCALIZACIÓN PUNTOS DE MUESTREO.

PUNTO	SECTOR	DIRECCIÓN
1	A	Carrera 4 entre Calles 24 y 25 (Hospital San Jorge)
2	A	Calle 25 entre Carreras 9 y 10 (Clínica Los Rosales)
3	B	Carrera 5 entre Calles 21 y 22 (Escuela Boyacá)
4	B	Carrera 3 entre Calles 27 y 28 (Colegio San José)
5	B	Avenida principal Gamma III Etapa.
6	B	Carrera 11 con Calle 48 Sector Maraya

Sector A. Tranquilidad y silencio (Hospitales, bibliotecas).

Sector B. Tranquilidad y ruido moderado (Zonas Residenciales, Colegios, Universidades, Parques).

9.4 Horarios

Los horarios se escogieron teniendo en cuenta horas pico (alto flujo vehicular) y horas valle (bajo flujo vehicular) iniciando desde las 7:00 a.m. hasta las 9:00 p.m, tomando periodos de una hora e intervalos de medida de 10 segundos, dividiendo el día en tres franjas la primera de 7:00 am a 9:00 am, la segunda de 11:00 am a 3:00 pm y la tercera de 5:00 pm a 9:00 pm. La ruta de medición se planificó de tal forma que se hicieran cinco mediciones por punto distribuidos en cada una de las tres franjas, teniendo en cuenta los ajustes por imprevistos debidos al clima.

Tabla No.2.

RUTA DE MEDICIÓN PLANEADA

HORA \ DIA	1	2	3	4	5	6	7
7:00 am – 8:00 am	L1	L5	L2	L3	L6	Medición durante 14 horas	Medición durante 14 horas
8:00 am – 9:00 am	L3	L6	L4	L1	L5		
12:00 m – 1:00 pm	L2	L1	L5	L4	L3		
1:00 pm – 2:00 pm	L4	L3	L6	L2	L1		
5:00 pm – 6:00 pm	L5	L2	L1	L6	L4		
6:00 pm – 7:00 pm	L6	L4	L3	L5	L2		

9.5 Condiciones climáticas

- Presión Barométrica Promedio: 857.2 mb¹⁰ (fuente estación aeropuerto)
- Temperatura promedio: 24° C
- Tiempo: seco

Durante la realización de la toma de datos, se midieron las condiciones climáticas antes mencionadas, las cuales fueron similares, durante los días que duró la toma de datos.

¹⁰ mb: Milibarios

9.6 Técnica de Medición de Ruido con Sonómetro.

9.6.1 Procedimiento.

Después de la selección de puntos, se procedió a instalar el sonómetro en el trípode a una altura de 1.2 m sobre el nivel de la vía según recomendación de la metodología CRTN y posesionarlo a 1 metro de la fachada existente (ver anexo fotográfico). Se procedió a calibrar el sonómetro (operación que se realizó durante los días de duración del estudio), esta calibración se hizo antes de la captura de datos, garantizando así la fidelidad de los mismos.

El equipo se programó en respuesta lenta (slow), ponderación A, cubriendo el micrófono, con la espuma cortavientos (elemento para proteger el micrófono del sonómetro).

Posterior a esta actividad se hicieron los registros en el formato 1 (Ver anexo formatos), tomando mediciones cada 10 segundos durante 1 hora. El operador siempre se ubicó en la parte anterior del micrófono evitando interferencia o apantallamiento con su cuerpo.

9.7 Técnicas de Conteo de Vehículos.

9.7.1 Procedimiento

La persona encargada del conteo de vehículos fue capacitada y el formato se ajustó para las vías urbanas. Para el estudio de volúmenes de tránsito la persona se ubicó en un sitio distante del sonómetro para evitar así el apantallamiento del mismo. Los conteos vehiculares se hicieron tomando intervalos de 15 minutos. Los registros se realizaron el formato 2 (Ver anexo formatos).

9.8 Predicción del Ruido a partir del Método CRTN.

Para la aplicación del modelo matemático se requiere conocer las siguientes variables:

- a. Volumen de tránsito vehicular (Q , Rata de flujo).
- b. Velocidad promedio del tráfico (V).
- c. Composición del tráfico (% livianos, % pesados= p)
- d. Pendiente de la vía (G).
- e. Tipo de superficie de la vía.
- f. Efectos de reflexión (existencia de fachadas).

Conocidas las variables se procede a reemplazar éstas en el modelo CRTN, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

1. Nivel básico del ruido:

Ruido horario:

$$L_{10} = 41.2 + 10 \log Q \text{ dB (A)}$$
$$V = 75 \text{ km/h, } p = 0, G = 0$$

Ruido de 18 horas:

$$L_{10} = 28.1 + 10 \log Q \text{ dB (A)}$$
$$V = 75 \text{ km/h, } p = 0, G = 0$$

2. Corrección por velocidad promedio del tránsito (V) y porcentaje de vehículos pesados (p):

$$\text{Corrección} = 33 \log \left(V + 40 + \frac{500}{V} \right) + 10 \log \left(1 + \frac{5p}{V} \right) - 68.8 \text{ dB (A)}$$

3. Corrección por pendiente de la vía:

$$\text{Corrección} = 0.2G \text{ dB (A)}$$

Velocidades estimadas

4. Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados:

$$\text{Corrección} = 4 - 0.03p \text{ dB (A)}$$

5. Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

$$\text{Corrección} = -10 \log \left(\frac{d^*}{13.5} \right) \text{ dB (A)}$$

$$\text{donde } d^* = \sqrt{(d + 3.5)^2 + (h - 0.5)^2}$$

6. Corrección por efecto de reflexión.

$$\text{Corrección} = 2.5 \text{ dB (A) Misma fachada si la hay.}$$
$$\text{Corrección} = 1.0 \text{ dB (A) Fachada opuesta si la hay.}$$

7. Nivel del Ruido horario y de la 18 horas expresado como L_{10} :

$L_{10} = \text{Nivel básico del ruido} + \text{Corrección por velocidad promedio y porcentaje de vehículos pesados} + \text{Corrección por pendiente de la vía} + \text{Corrección para superficies con hendiduras} + \text{Corrección por propagación sobre suelo duro} + \text{Corrección por efecto de reflexión.}$

10. CALCULOS Y RESULTADOS.

Una vez obtenida la información de campo se procedió a su respectiva tabulación y sistematización, para el análisis estadístico utilizamos un intervalo de 10 dB(A), iniciando en 45 dB(A) y finalizando en los 105 dB(A). Para cada estación se presenta los siguientes resultados.

- Volúmenes de tránsito por día de medición y su respectiva hora.
- Análisis estadístico y cálculo del percentil 90 (L_{10}) de los datos obtenidos con el sonómetro, en las mediciones horarias y de las 14 horas si se realizó en la estación respectiva; además se presentan otros cálculos como la media aritmética, la desviación media, la desviación estándar y la gráfica de la ojiva porcentual.
- Resultados de la aplicación de la metodología CRTN para el cálculo del L_{10} .

- Al final se encuentra en el numeral 10.7 otros resultados como:
 - Cuadro resumen de todas las estaciones con la información más relevante (Estación, hora, tránsito, ruido medido, ruido calculado, porcentaje de aproximación entre el ruido medido y el calculado, máximo nivel de ruido según la resolución 627 y media del ruido horario). Ver tabla No. 67.

 - Cuadro con los valores de ruido medido en prueba dinámica (flujo libre) y que permitió establecer el promedio de ruido emitido por cada tipo de vehículo. Ver tabla No. 68.

 - Gráficas del nivel instantáneo de ruido contra el tiempo. Una por cada estación. Ver gráficos No. 34 al 39. En las cuales se resalta el nivel de ruido permisible según la resolución 627.

- Por último en el anexo fotográfico se puede observar la ubicación de las diferentes estaciones y la forma en que se tomó la información.

10.1 ESTACION HOSPITAL

TABLA No. 3
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION HOSPITAL 30-XI-2006 HORA: 6:45 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
6:45 p.m.	7:00 p.m.	154	92	30	3	0	0	0
7:00 p.m.	7:15 p.m.	164	89	44	3	0	0	0
7:15 p.m.	7:30 p.m.	121	73	23	1	0	0	0
7:30 p.m.	7:45 p.m.	101	51	24	0	0	0	0

TOTALES:	540	305	121	7	0	0	0
-----------------	-----	-----	-----	---	---	---	---

Livianos: 845 86,84%
Pesados: 128 13,16%
Total: 973 100,00%

TABLA No. 4
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION HOSPITAL 04-XII-2006 HORA: 8:30 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
8:30 a.m.	8:45 a.m.	132	62	27	2	2	0	0
8:45 a.m.	9:00 a.m.	144	68	34	3	1	0	0
9:00 a.m.	9:15 a.m.	148	52	24	1	1	0	0
9:15 a.m.	9:30 a.m.	149	64	24	7	0	0	0

TOTALES:	573	246	109	13	4	0	0
-----------------	-----	-----	-----	----	---	---	---

Livianos: 819 86,67%
Pesados: 126 13,33%
Total: 945 100,00%

TABLA No. 5
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION HOSPITAL 08-XII-2006 HORA: 11:00 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
11:00 a.m.	11:15 a.m.	104	48	19	0	1	0	0
11:15 a.m.	11:30 a.m.	121	46	25	1	1	0	0
11:30 a.m.	11:45 a.m.	112	44	23	2	1	0	0
11:45 a.m.	12:00 m.	96	58	21	2	0	0	0

TOTALES:	433	196	88	5	3	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

Livianos: 629 86,76%
Pesados: 96 13,24%
Total: 725 100,00%

TABLA No. 6
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION HOSPITAL 11-XII-2006 HORA: 1:15 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
1:15 p.m.	1:30 p.m.	110	62	27	2	1	0	0
1:30 p.m.	1:45 p.m.	108	64	33	1	0	0	0
1:45 p.m.	2:00 p.m.	130	95	29	1	0	0	0
2:00 p.m.	2:15 p.m.	152	96	30	0	0	0	0

TOTALES:	500	317	119	4	1	0	0
-----------------	-----	-----	-----	---	---	---	---

Livianos: 817 86,82%
Pesados 124 13,18%
Total: 941 100,00%

TABLA No. 7
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION HOSPITAL 12-XII-2006 HORA: 7:00 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
7:00 a.m.	7:15 a.m.	107	23	33	2	0	0	0
7:15 a.m.	7:30 a.m.	126	37	28	4	0	0	0
7:30 a.m.	7:45 a.m.	141	52	33	2	0	0	0
7:45 a.m.	8:00 a.m.	144	47	28	4	3	0	0

TOTALES:	518	159	122	12	3	0	0
-----------------	-----	-----	-----	----	---	---	---

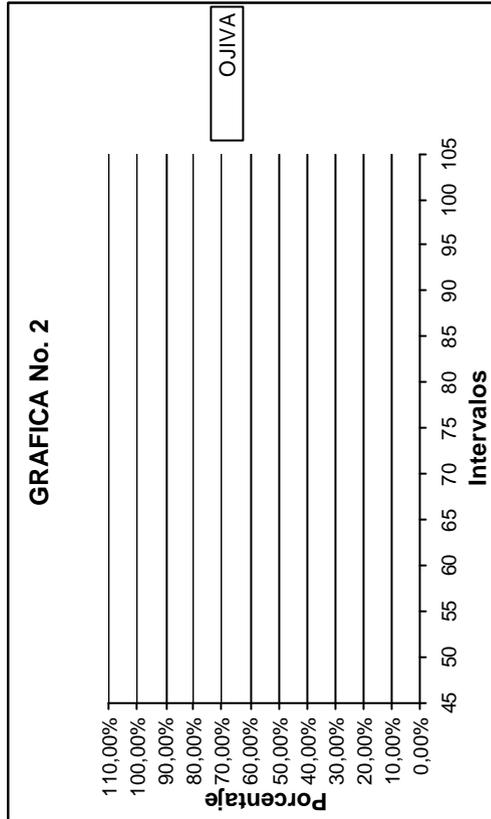
Livianos: 677 83,17%
Pesados 137 16,83%
Total: 814 100,00%

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION HOSPITAL 30-XI-2006 HORA: 6:45 p.m.PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.8
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	55	0	0,0000	0,00%		23,906	571,49	0,00
55	65	15	0,0416	4,16%		13,906	193,37	2900,58
65	75	204	0,5651	56,51%	73,91	3,906	15,26	796,79
75	85	129	0,3573	35,73%		6,094	37,14	786,15
85	95	12	0,0332	3,32%		16,094	259,02	193,13
95	105	1	0,0028	0,28%		26,094	680,91	26,09
		361	1,0000	100,00%				2010,75
								14592,80



Dev. Media 5,57
Dev. Estanda 6,36
Percentil 90 83,21 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION HOSPITAL 30-XI-2006 6:45 P.M

Q (veh/h)= 973
p (%)= 13,16
V (km/h)= 35
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 71,08

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,17

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,61

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 0,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

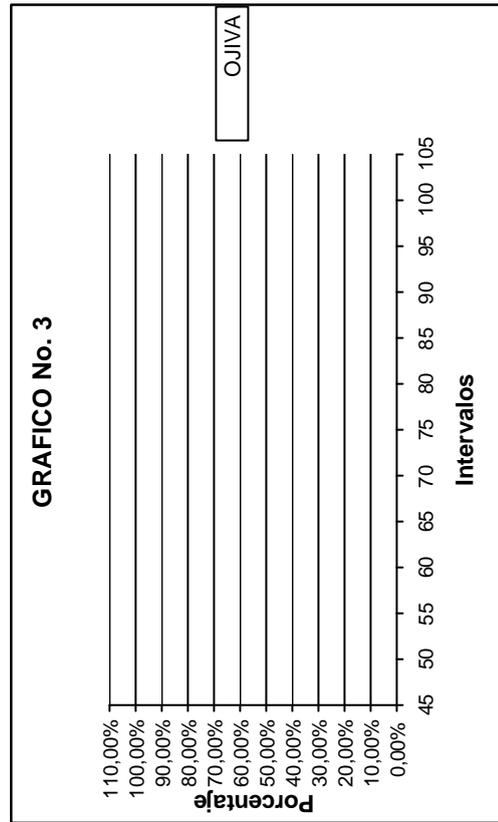
L₁₀ (horario): **82,07 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **83,21 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION HOSPITAL 04-XII-2006 HORA: 8:30 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

**TABLA No.9
 ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR**

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%	73,10	23,102	0,00	0,00	
55	60	42	0,1163	11,63%	11,63%		13,102	171,68	550,30	7210,36
65	70	169	0,4681	46,81%	58,45%		3,102	9,63	524,32	1626,70
75	80	146	0,4044	40,44%	98,89%		6,898	47,58	1007,04	6946,04
85	90	4	0,0111	1,11%	100,00%		16,898	285,53	67,59	1142,10
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		26,898	723,48	0,00	0,00
		361	1,0000						2149,25	16925,21



Desv. Media 5,95
Desv. Estanda 6,85
Percentil 90 82,80 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION HOSPITAL 04-XII-2006 8:30 A.M

Q (veh/h)= 945
p (%)= 13,33
V (km/h)= 35
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 70,95

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,21

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,60

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 0,00 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

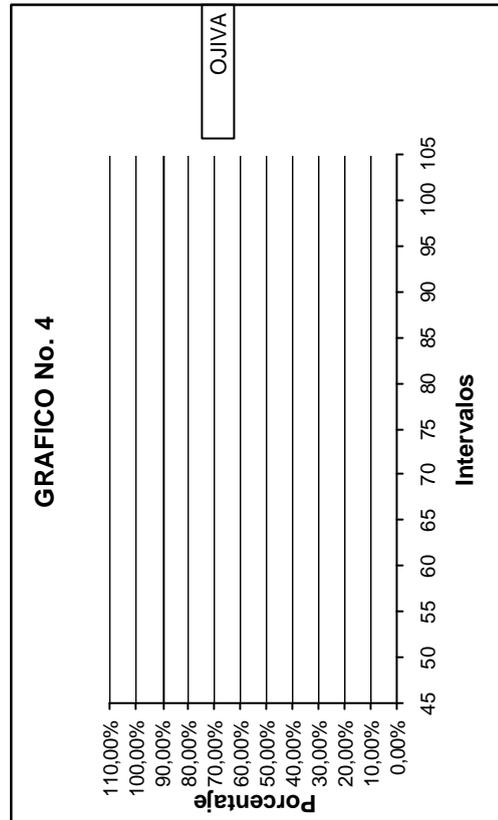
L₁₀ (horario): **80,48 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **82,80 dB(A) Medido p90**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO ESTACION HOSPITAL 08-XII-2006 HORA: 11:00 a.m. PARA EL CÁLCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.10
ANÁLISIS ESTADÍSTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	50	6	0,0166	1,66%	1,66%	67,04	17,036	102,22	1741,35	
55	60	133	0,3684	36,84%	38,50%		7,036	49,51	935,79	6584,23
65	70	188	0,5208	52,08%	90,58%		2,964	8,79	557,23	1651,62
75	80	30	0,0831	8,31%	98,89%		12,964	168,07	388,92	5041,95
85	90	4	0,0111	1,11%	100,00%		22,964	527,34	91,86	2109,38
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		32,964	1086,62	0,00	0,00
		361	1,0000					2076,01	17128,53	



Desv. Media 5,75
Desv. Estanda 6,89
Percentil 90 74,89 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION HOSPITAL 08-XII-2006 11:00 A.M

Q (veh/h)= 725
p (%)= 13,24
V (km/h)= 35
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 69,80

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,19

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,60

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 0,00 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

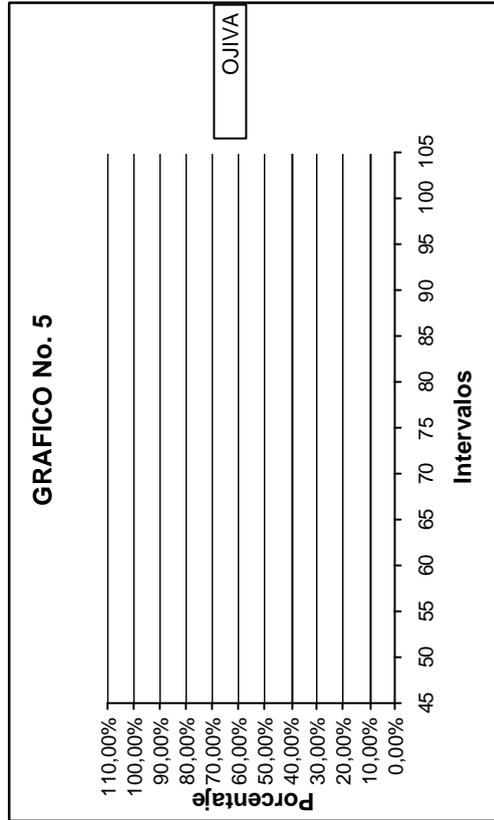
L₁₀ (horario): **79,31 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **74,89 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION HOSPITAL 11-XII-2006 HORA: 1:15 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.11
 ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	4	0,0111	1,11%	1,11%	69,03	19,030	76,12	1448,64
55	60	96	0,2659	26,59%	27,70%		9,030	866,93	7828,74
65	70	196	0,5429	54,29%	81,99%		0,970	190,03	184,24
75	80	62	0,1717	17,17%	99,17%		10,970	680,11	7460,50
85	90	2	0,0055	0,55%	99,72%		20,970	41,94	879,44
95	100	1	0,0028	0,28%	100,00%		30,970	30,97	959,11
		361	1,0000				1886,09		18760,66



Desv. Media 5,22
 Desv. Estanda 7,21
 Percentil 90 79,66 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION HOSPITAL 11-XII-2006 1:15 P.M

Q (veh/h)= 941
p (%)= 13,18
V (km/h)= 35
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 70,94

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,17

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,60

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 0,00 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

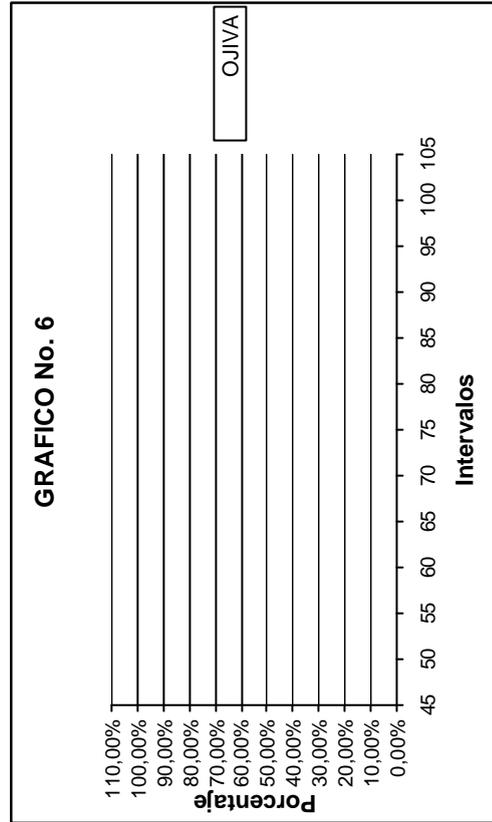
L₁₀ (horario): **80,43 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **79,66 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION HOSPITAL 12-XII-2006 HORA: 7:00 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.11
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	55	3	0,0083	0,83%	0,83%	69,45	19,446	58,34	1134,44	
55	65	91	0,2521	25,21%	26,04%		9,446	89,23	8119,62	
65	75	198	0,5485	54,85%	80,89%		0,554	0,31	60,77	
75	85	62	0,1717	17,17%	98,06%		10,554	111,39	6906,01	
85	95	6	0,0166	1,66%	99,72%		20,554	422,47	2534,81	
95	105	1	0,0028	0,28%	100,00%		30,554	933,55	933,55	
		361	1,0000						1835,84	19689,20



Desv. Media 5,09
Desv. Estanda 7,39
Percentil 90 80,31 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION 12-XII-2006 HOSPITAL 7:00 A.M

Q (veh/h)= 814
p (%)= 16,83
V (km/h)= 35
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 70,31

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,90

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,50

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 0,00 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

L₁₀ (horario): **80,42 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **80,31 dB(A) Medido p90**

10.2 ESTACION ROSALES

TABLA No. 13
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION ROSALES 01-XII-2006 HORA: 2:30 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
2:30 p.m.	2:45 p.m.	206	51	2	3	0	0	0
2:45 p.m.	3:00 p.m.	217	70	4	3	0	0	0
3:00 p.m.	3:15 p.m.	203	67	4	2	1	0	0
3:15 p.m.	3:30 p.m.	218	69	5	4	0	0	0

TOTALES:	844	257	15	12	1	0	0
-----------------	-----	-----	----	----	---	---	---

Livianos: 1101 97,52%
Pesados 28 2,48%
Total: 1129 100,00%

TABLA No. 14
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION ROSALES 01-XII-2006 HORA: 6:30 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
6:30 p.m.	6:45 p.m.	198	64	5	0	1	0	0
6:45 p.m.	7:00 p.m.	201	57	3	1	0	0	0
7:00 p.m.	7:15 p.m.	165	62	3	3	0	0	0
7:15 p.m.	7:30 p.m.	136	51	2	2	0	0	0

TOTALES:	700	234	13	6	1	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

Livianos: 934 97,90%
Pesados 20 2,10%
Total: 954 100,00%

TABLA No. 15
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION ROSALES 08-XII-2006 HORA: 8:30 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
8:30 a.m.	8:45 a.m.	82	18	4	0	0	0	0
8:45 a.m.	9:00 a.m.	87	17	3	1	1	0	0
9:00 a.m.	9:15 a.m.	89	22	2	1	0	0	0
9:15 a.m.	9:30a.m.	85	18	2	3	0	0	0

TOTALES:	343	75	11	5	1	0	0
-----------------	-----	----	----	---	---	---	---

Livianos: 418 96,09%
Pesados 17 3,91%
Total: 435 100,00%

TABLA No. 16
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION ROSALES 11-XII-2006 HORA: 10:00 a.m.

HORA	LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
10:00 a.m. 10:15 a.m.	186	59	3	4	0	0	0
10:15 a.m. 10:30 a.m.	163	57	4	4	0	0	0
10:30 a.m. 10:45 a.m.	187	60	4	3	0	0	0
10:45 a.m. 11:00 a.m.	188	58	4	1	1	0	0

TOTALES:	724	234	15	12	1	0	0
-----------------	-----	-----	----	----	---	---	---

Livianos: 958 97,16%
Pesados 28 2,84%
Total: 986 100,00%

TABLA No. 17
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION ROSALES 13-XII-2006 HORA: 11:30 a.m.

HORA	LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
11:30 a.m. 11:45 a.m.	186	46	1	5	0	0	0
11:45 a.m. 12:00 m.	197	45	4	0	0	0	0
12:00 m. 12:15 p.m.	162	72	3	0	0	0	0
12:15 p.m. 12:30 p.m.	210	62	2	0	2	0	0

TOTALES:	755	225	10	5	2	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

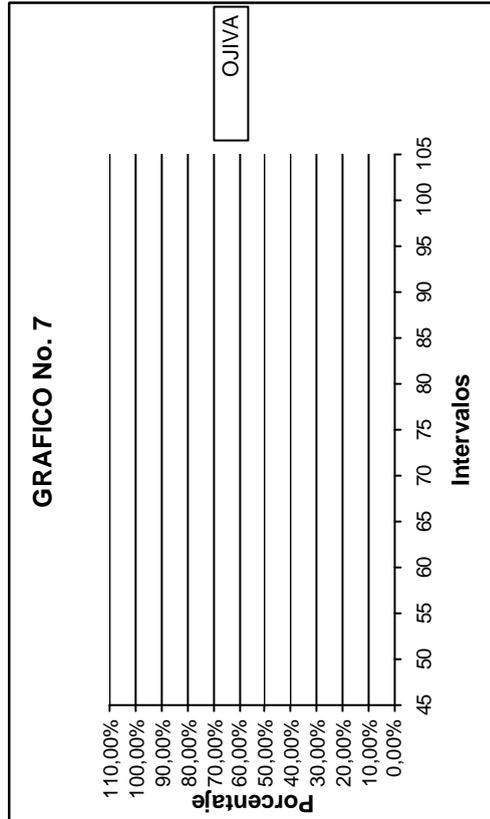
Livianos: 980 97,16%
Pesados 17 2,84%
Total: 997 100,00%

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION ROSALES 01-XII-2006 HORA: 2:30 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.18
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%	74,88	24,875	0,00	0,00	
55	60	2	0,0055	0,55%	0,55%		14,875	221,28	29,75	442,55
65	70	187	0,5180	51,80%	52,35%		4,875	23,77	911,69	4444,80
75	80	166	0,4598	45,98%	98,34%		5,125	26,26	850,69	4359,50
85	90	6	0,0166	1,66%	100,00%		15,125	228,76	90,75	1372,53
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		25,125	631,25	0,00	0,00
		361	1,0000						1882,88	10619,39



Desv. Media 5,22
 Desv. Estand 5,42
 Percentil 90 83,19 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION ROSALES 01-XII-2006 2:30 P.M

Q (veh/h)= 1129
p (%)= 2,48
V (km/h)= 30
G(%)= 4
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 71,73

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -3,35

Corrección por pendiente

Corrección= 0,8

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,93

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

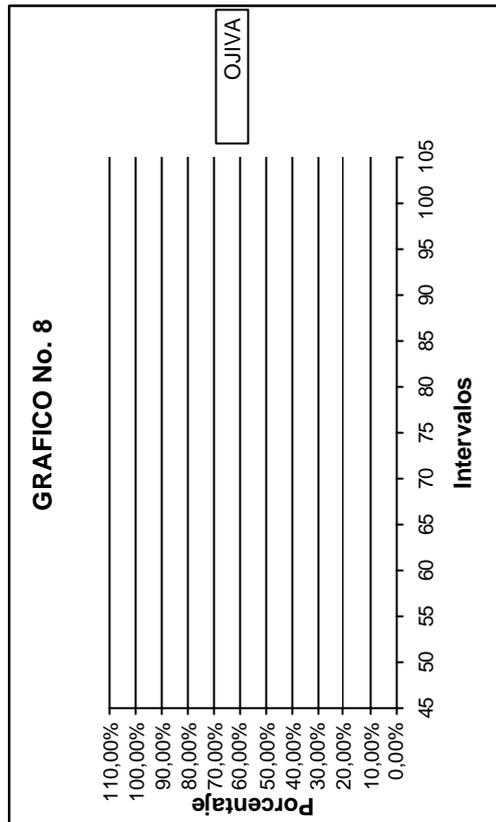
L₁₀ (horario): **81,32 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **83,19 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION ROSALES 01-XII-2006 HORA: 6:30 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.19
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%	74,38	24,377	0,00	0,00	
55	60	7	0,0194	1,94%	1,94%		14,377	206,69	100,64	1446,83
65	70	202	0,5596	55,96%	57,89%		4,377	19,16	884,10	3869,47
75	80	140	0,3878	38,78%	96,68%		5,623	31,62	787,26	4426,96
85	90	11	0,0305	3,05%	99,72%		15,623	244,09	171,86	2684,95
95	100	1	0,0028	0,28%	100,00%		25,623	656,55	25,62	656,55
		361	1,0000					1969,47	13084,76	



Desv. Media 5,46
 Desv. Estand 6,02
 Percentil 90 83,28 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION ROSALES 01-XII-2006 6:30 P.M

Q (veh/h)= 954
p (%)= 2,10
V (km/h)= 30
G(%)= 4
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 71,00

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -3,55

Corrección por pendiente

Corrección= 0,8

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,94

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

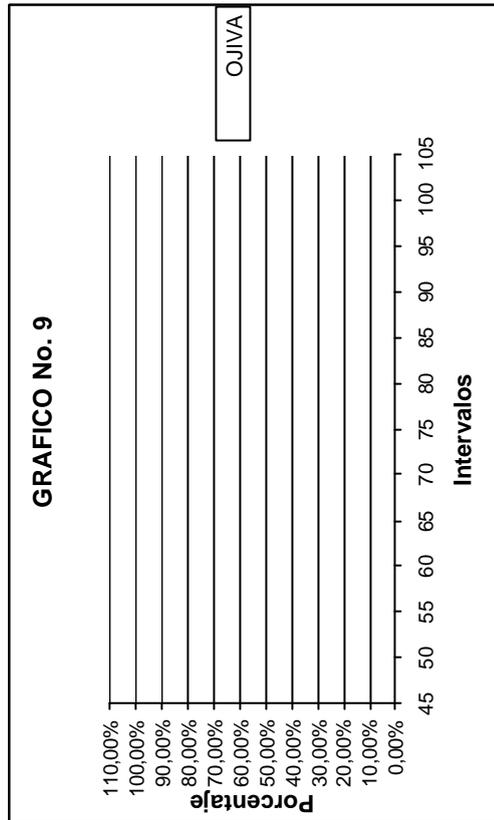
L₁₀ (horario): **80,40 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **83,28 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION ROSALES 08-XII-2006 HORA: 8:30 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.20
 ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	1	0,0028	0,28%	0,28%	68,39	18,393	18,39	338,32
55	60	89	0,2465	24,65%	24,93%		8,393	747,01	6269,90
65	70	241	0,6676	66,76%	91,69%		1,607	387,20	622,10
75	80	27	0,0748	7,48%	99,17%		11,607	313,38	3637,29
85	90	3	0,0083	0,83%	100,00%		21,607	64,82	1400,54
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%	31,607	998,98	0,00	
		361	1,0000					1530,80	12268,14



Desv. Media 4,24
 Desv. Estand 5,83
 Percentil 90 74,75 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION ROSALES 08-XII-2006 8:30 A.M

Q (veh/h)= 435
p (%)= 3,91
V (km/h)= 30
G(%)= 4
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 67,58

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -2,67

Corrección por pendiente

Corrección= 0,8

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,88

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

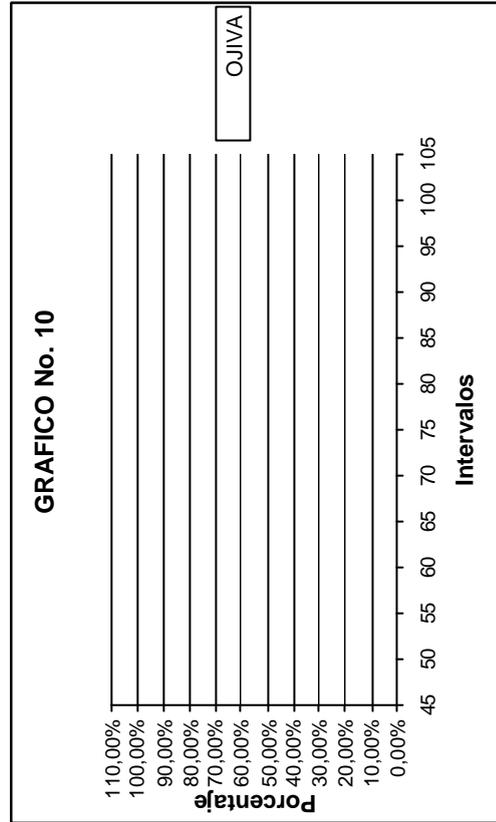
L₁₀ (horario): **77,81 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **74,75 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION ROSALES 11-XII-2006 HORA: 10:00 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.21
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%	71,63	21,634	0,00	0,00
55	60	27	0,0748	7,48%	7,48%		11,634	314,13	3654,67
65	70	255	0,7064	70,64%	78,12%		1,634	416,76	681,13
75	80	73	0,2022	20,22%	98,34%		8,366	69,98	5108,84
85	90	5	0,0139	1,39%	99,72%		18,366	337,30	1686,49
95	100	1	0,0028	0,28%	100,00%		28,366	804,61	804,61
		361	1,0000					1461,77	11935,73



Desv. Media 4,05
Desv. Estand 5,75
Percentil 90 80,88 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION ROSALES 11-XII-2006 10:00 A.M

Q (veh/h)= 986
p (%)= 2,84
V (km/h)= 30
G(%)= 4
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 71,14

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -3,17

Corrección por pendiente

Corrección= 0,8

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,91

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

L₁₀ (horario): **80,90 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **80,88 dB(A) Medido p90**

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION ROSALES 13-XII-2006 11:30 A.M

Q (veh/h)= 997
p (%)= 2,84
V (km/h)= 30
G(%)= 4
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 71,19

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -3,17

Corrección por pendiente

Corrección= 0,8

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,91

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

L₁₀ (horario): **80,95 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **81,61 dB(A) Medido p90**

10.3 ESTACION BOYACA

TABLA No. 23
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION BOYACA 01-XII-2006 HORA: 5:15 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
5:15 p.m.	5:30 p.m.	77	52	29	2	1	0	0
5:30 p.m.	5:45 p.m.	80	76	31	1	0	0	0
5:45 p.m.	6:00 p.m.	52	48	20	2	1	0	0
6:00 p.m.	6:15 p.m.	74	50	28	2	0	0	0

TOTALES:	283	226	108	7	2	0	0
-----------------	-----	-----	-----	---	---	---	---

Livianos: 509 81,31%
Pesados 117 18,69%
Total: 626 100,00%

TABLA No. 24
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION BOYACA 02-XII-2006 HORA: 1:15 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
1:15 p.m.	1:30 p.m.	54	32	27	1	0	0	0
1:30 p.m.	1:45 p.m.	79	35	21	1	0	0	0
1:45 p.m.	2:00 p.m.	78	47	26	0	1	0	0
2:00 p.m.	2:15 p.m.	73	53	22	0	0	0	0

TOTALES:	284	167	96	2	1	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

Livianos: 451 82,00%
Pesados 99 18,00%
Total: 550 100,00%

TABLA No. 25
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION BOYACA 08-XII-2006 HORA: 9:45 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
9:45 a.m.	10:00 a.m.	46	21	18	0	0	0	0
10:00 a.m.	10:15 a.m.	69	22	29	1	0	0	0
10:15 a.m.	10:30 a.m.	59	21	21	1	0	0	0
10:30 a.m.	10:45 a.m.	59	20	18	0	0	0	0

TOTALES:	233	84	86	2	0	0	0
-----------------	-----	----	----	---	---	---	---

Livianos: 317 78,27%
Pesados 88 21,73%
Total: 405 100,00%

TABLA No. 26
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION BOYACA 11-XII-2006 HORA: 9:00 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
9:00 a.m.	9:15 a.m.	89	30	28	4	0	0	0
9:15 a.m.	9:30 a.m.	100	34	25	1	2	0	0
9:30 a.m.	9:45 a.m.	94	47	26	0	0	0	0
9:45 a.m.	10:00a.m.	100	46	19	3	0	0	0

TOTALES:	383	157	98	8	2	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

Livianos: 540 83,33%
Pesados 108 16,67%
Total: 648 100,00%

TABLA No. 27
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION BOYACA 14-XII-2006 HORA: 12:00 m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
12:00 m.	12:15 p.m.	84	45	35	0	0	0	0
12:15 p.m.	12:30 p.m.	75	33	29	2	0	0	0
12:30 p.m.	12:45 p.m.	71	29	28	0	0	0	0
12:45 p.m.	1:00 p.m.	67	32	20	1	0	0	0

TOTALES:	297	139	112	3	0	0	0
-----------------	-----	-----	-----	---	---	---	---

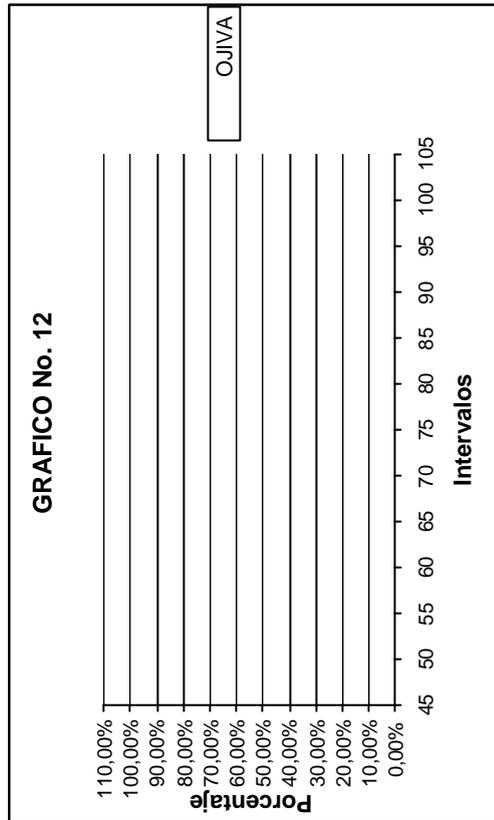
Livianos: 436 79,13%
Pesados 115 20,87%
Total: 551 100,00%

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION BOYACA 01-XII-2006 HORA: 5:15 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No. 28
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	F _i (Xi-X)	F _i (Xi-X) ²
45	55	1	0,0028	0,28%	0,28%	75,68	25,679	25,68	659,39
55	60	6	0,0166	1,66%	1,94%		15,679	94,07	1474,92
65	70	167	0,4626	46,26%	48,20%		5,679	948,34	5385,30
75	80	161	0,4460	44,60%	92,80%		4,321	695,73	3006,50
85	90	26	0,0720	7,20%	100,00%		14,321	372,35	5332,61
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		24,321	0,00	0,00
		361	1,0000				2136,18	15858,73	



Desv. Media 5,92
 Desv. Estand 6,63
 Percentil 90 84,37 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION BOYACA 01-XII-2006 5:15 P.M

Q (veh/h)= 626
p (%)= 18,69
V (km/h)= 30
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 69,17

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 1,29

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,44

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

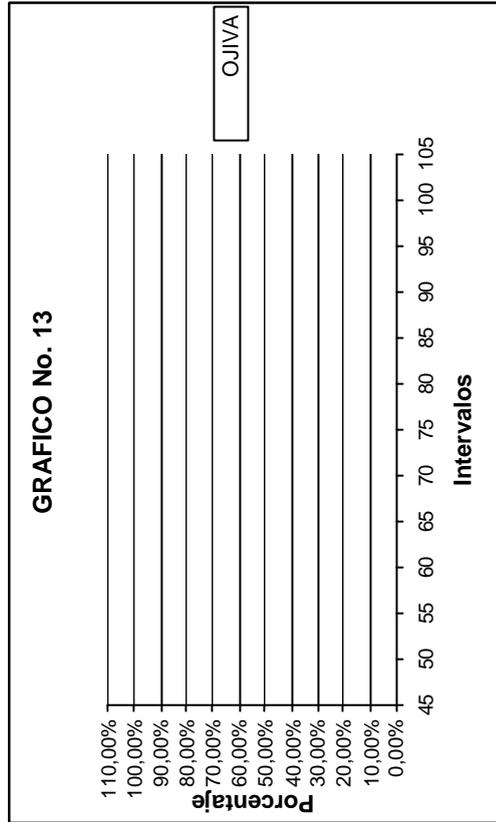
L₁₀ (horario): **82,12 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **84,37 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION BOYACA 02-XII-2006 HORA: 1:15 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.29
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%	74,21	24,211	0,00	0,00	
55	60	19	0,0526	5,26%	5,26%		14,211	201,94	270,00	3836,84
65	70	182	0,5042	50,42%	55,68%		4,211	17,73	766,32	3226,59
75	80	149	0,4127	41,27%	96,95%		5,789	33,52	862,63	4994,18
85	90	11	0,0305	3,05%	100,00%		15,789	249,31	173,68	2742,38
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		25,789	665,10	0,00	0,00
		361	1,0000						2072,63	14800,00



Desv. Media 5,74
 Desv. Estand 6,40
 Percentil 90 83,32 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION BOYACA 02-XII-2006 1:15 P.M

Q (veh/h)= 550
p (%)= 18,00
V (km/h)= 30
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 68,60

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 1,17

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,46

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

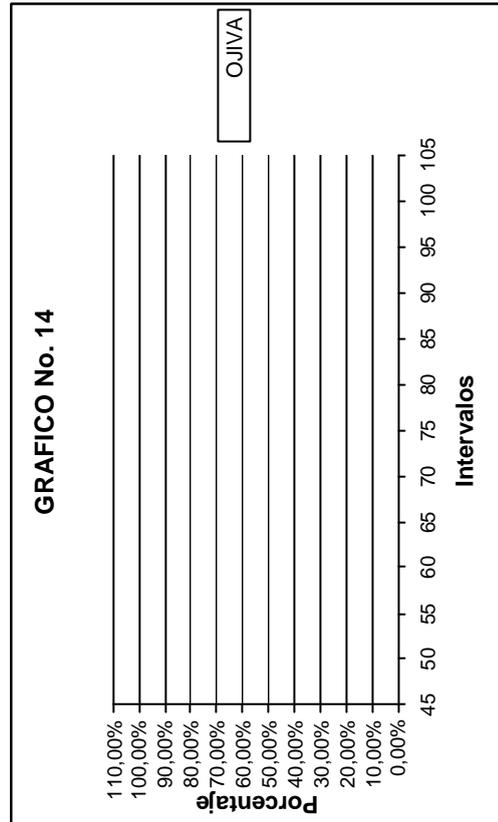
L₁₀ (horario): **81,45 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **83,32 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION BOYACA 08-XII-2006 HORA: 09:45 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.30
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%	69,70	19,695	0,00	0,00
55	60	97	0,2687	26,87%	26,87%		9,695	940,44	9117,87
65	70	182	0,5042	50,42%	77,29%		0,305	55,46	16,90
75	80	78	0,2161	21,61%	98,89%		10,305	803,77	8282,59
85	90	4	0,0111	1,11%	100,00%		20,305	81,22	1649,12
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		30,305	0,00	0,00
		361	1,0000				1880,89	19066,48	



Desv. Media 5,21
Desv. Estand 7,27
Percentil 90 80,88 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION BOYACA 08-XII-2006 9:45 A.M

Q (veh/h)= 405
p (%)= 21,73
V (km/h)= 30
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 67,27

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 1,80

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,35

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

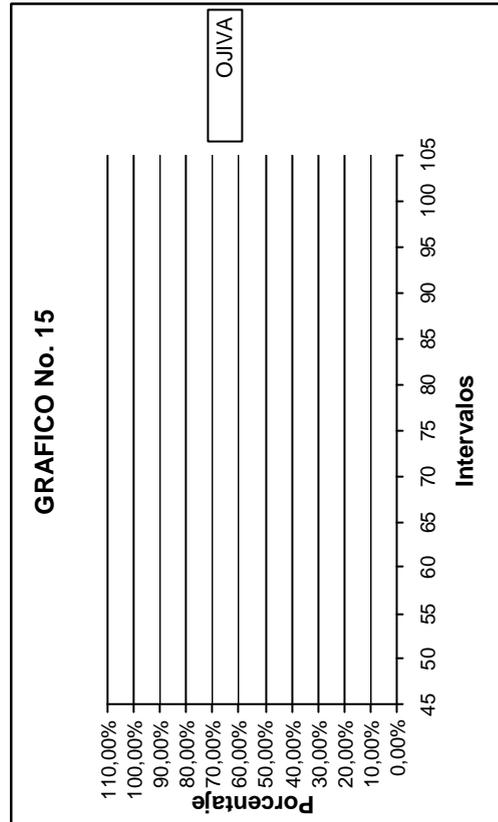
L₁₀ (horario): **80,64 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **80,88 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION BOYACA 11-XII-2006 HORA: 09:00 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.31
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%	71,97	21,967	0,00	0,00	
55	60	34	0,0942	9,42%	9,42%		11,967	143,20	406,87	4868,91
65	70	229	0,6343	63,43%	72,85%		1,967	3,87	450,39	885,80
75	80	91	0,2521	25,21%	98,06%		8,033	64,53	731,02	5872,50
85	90	7	0,0194	1,94%	100,00%		18,033	325,20	126,23	2276,38
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		28,033	785,86	0,00	0,00
		361	1,0000						1714,52	13903,60



Desv. Media 4,75
Desv. Estand 6,21
Percentil 90 81,80 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION BOYACA 11-XII-2006 9:00 A.M

Q (veh/h)= 648
p (%)= 16,67
V (km/h)= 30
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 69,32

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,92

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,50

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

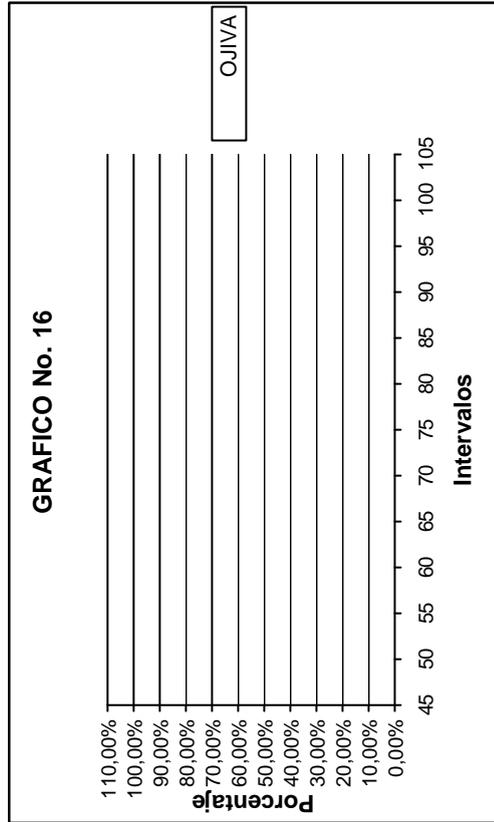
L₁₀ (horario): **81,96 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **81,80 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION BOYACA 14-XII-2006 HORA: 12:00 m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.32
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	55	0	0,0000	0,00%	0,00%	71,61	21,607	466,85	0,00	
55	60	53	0,1468	14,68%	14,68%		11,607	134,71	615,15	7139,86
65	70	205	0,5679	56,79%	71,47%		1,607	2,58	329,36	529,17
75	80	95	0,2632	26,32%	97,78%		8,393	70,45	797,37	6692,59
85	90	8	0,0222	2,22%	100,00%		18,393	338,32	147,15	2706,52
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		28,393	806,18	0,00	0,00
		361	1,0000					1889,03	17068,14	



Desv. Media 5,23
Desv. Estand 6,88
Percentil 90 82,04 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION BOYACA 14-XII-2006 12:00 M

Q (veh/h)= 551
p (%)= 20,87
V (km/h)= 30
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 68,61

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 1,66

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,37

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

L₁₀ (horario)= **81,87 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario)= **82,04 dB(A) Medido p90**

10.4 ESTACION SAN JOSE

TABLA No. 33
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION SAN JOSE 30-XI-2006 HORA: 5:30 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
5:30 p.m.	5:45 p.m.	118	54	10	1	0	0	0
5:45 p.m.	6:00 p.m.	93	28	14	0	0	0	0
6:00 p.m.	6:15 p.m.	101	49	12	1	0	0	0
6:15 p.m.	6:30 p.m.	94	53	11	1	0	0	0

TOTALES:	406	184	47	3	0	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

Livianos: 590 92,19%
Pesados 50 7,81%
Total: 640 100,00%

TABLA No. 34
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION SAN JOSE 02-XII-2006 HORA: 12:00 m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
7:00 a.m.	7:15 a.m.	96	41	10	2	0	0	0
7:15 a.m.	7:30 a.m.	96	39	12	2	0	0	0
7:30 a.m.	7:45 a.m.	84	41	8	2	0	0	0
7:45 a.m.	8:00a.m.	99	36	11	0	0	0	0

TOTALES:	375	157	41	6	0	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

Livianos: 532 91,88%
Pesados 47 8,12%
Total: 579 100,00%

TABLA No. 35
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION SAN JOSE 04-XII-2006 HORA: 7:00 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
7:00 a.m.	7:15 a.m.	65	26	14	2	0	0	0
7:15 a.m.	7:30 a.m.	80	39	12	2	0	0	0
7:30 a.m.	7:45 a.m.	98	30	6	0	1	0	0
7:45 a.m.	8:00a.m.	106	57	12	0	0	0	0

TOTALES:	349	152	44	4	1	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

Livianos: 501 91,09%
Pesados 49 8,91%
Total: 550 100,00%

TABLA No. 36
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION SAN JOSE 05-XII-2006 HORA: 8:00 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
8:00 a.m.	8:15 a.m.	96	46	8	2	1	0	0
8:15 a.m.	8:30 a.m.	115	35	10	2	0	0	0
8:30 a.m.	8:45 a.m.	97	38	12	3	0	0	0
8:45 a.m.	9:00 a.m.	118	50	9	3	0	0	0

TOTALES:	426	169	39	10	1	0	0
-----------------	-----	-----	----	----	---	---	---

Livianos: 595 92,25%
Pesados 50 7,75%
Total: 645 100,00%

TABLA No. 37
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION SAN JOSE 05-XII-2006 HORA: 6:00 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
6:00 p.m.	6:15 p.m.	120	50	9	0	0	0	0
6:15 p.m.	6:30 p.m.	116	50	8	2	0	0	0
6:30 p.m.	6:45 p.m.	118	49	11	2	1	0	0
6:45 p.m.	7:00 p.m.	95	43	13	1	0	0	0

TOTALES:	449	192	41	5	1	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

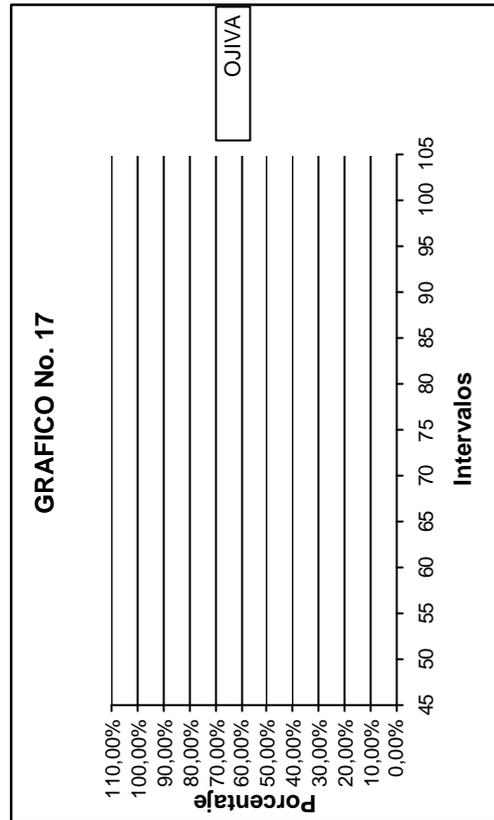
Livianos: 641 93,17%
Pesados 47 6,83%
Total: 688 100,00%

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION SAN JOSE 30-XI-2006 HORA: 5:30 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.38
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%	72,22	22,216	0,00	0,00	
55	60	57	0,1579	15,79%	15,79%		12,216	696,32	8506,24	
65	70	177	0,4903	49,03%	64,82%		2,216	392,24	869,24	
75	80	117	0,3241	32,41%	97,23%		7,784	60,59	7088,99	
85	90	10	0,0277	2,77%	100,00%		17,784	316,27	177,84	
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		27,784	771,95	0,00	
		361	1,0000						2177,12	19627,15



Desv. Media 6,03
Desv. Estand 7,37
Percentil 90 82,77 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION SAN JOSE 30-XI-2006 5:30 P.M.

Q (veh/h)= 640
p (%)= 7,81
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 69,26

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -0,96

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,77

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

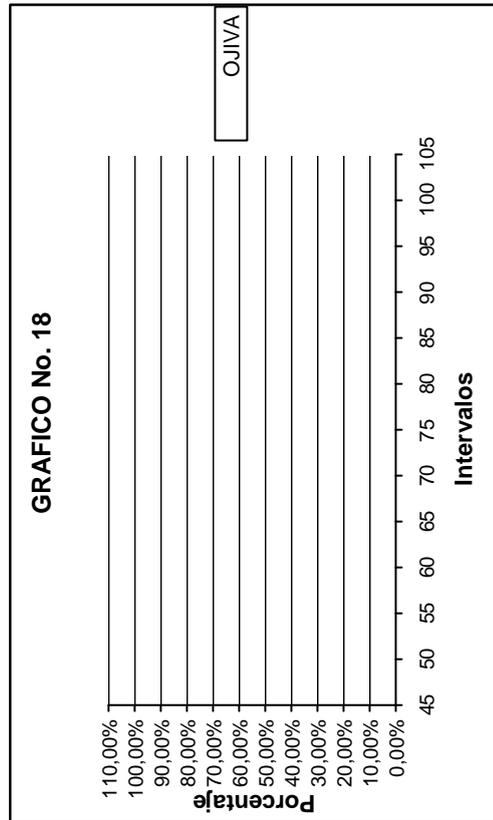
L₁₀ (horario): **80,29 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **82,77 dB(A) Medido**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION SAN JOSE 02-XII-2006 HORA: 12:00 m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.39
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%		22,659	0,00	0,00
55	60	34	0,0942	9,42%	9,42%		12,659	430,42	5448,75
65	70	202	0,5596	55,96%	65,37%	72,66	2,659	537,17	1428,50
75	80	120	0,3324	33,24%	98,61%		7,341	880,89	6466,34
85	90	5	0,0139	1,39%	100,00%		17,341	86,70	1503,50
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		27,341	0,00	0,00
		361	1,0000					1935,18	14847,09



Desv. Media 5,36
 Desv. Estand 6,41
 Percentil 90 82,41 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION SAN JOSE 02-XII-2006 12:00 M

Q (veh/h)= 579
p (%)= 8,12
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 68,83

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -0,88

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,76

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

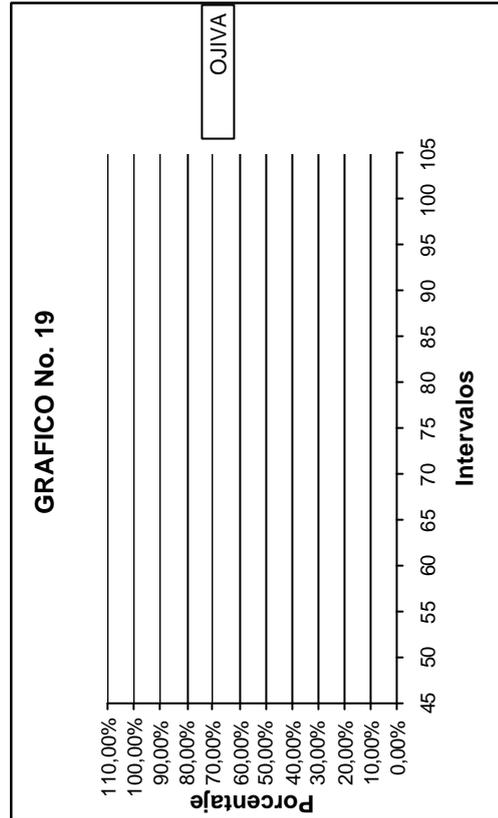
L₁₀ (horario): **79,93 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **82,41 dB(A) p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION SAN JOSE 04-XII-2006 HORA: 7:00 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.40
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	X_i	F_i	Fr %	Fr Acum. %	Media	$(X_i - X)^2$	$F_i(X_i - X)$	$F_i(X_i - X)^2$	
45	55	5	0,0139	1,39%	71,44	21,440	459,69	107,20	
55	65	80	0,2216	22,16%		11,440	130,88	915,24	
65	75	145	0,4017	40,17%		1,440	2,07	208,86	
75	85	120	0,3324	33,24%		8,560	73,27	1027,15	
85	95	11	0,0305	3,05%		18,560	344,46	204,16	
95	105	0	0,0000	0,00%		28,560	815,65	0,00	
		361	1,0000	100,00%				2462,60	25650,97



Desv. Media 6,82
 Desv. Estand 8,43
 Percentil 90 82,91 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION SAN JOSE 04-XII-2006 7:00 A.M.

Q (veh/h)= 550
p (%)= 8,91
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 68,60

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -0,67

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,73

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

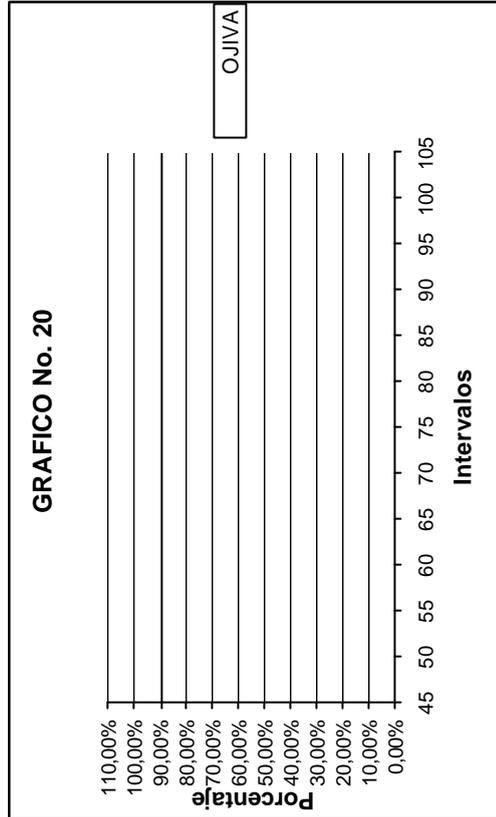
L₁₀ (horario): **79,89 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **82,91 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION SAN JOSE 05-XII-2006 HORA: 8:00 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.41
 ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	X_i	F_i	Fr %	Fr Acum. %	Media	$(X_i - X)^2$	$F_i(X_i - X)^2$	$F_i(X_i - X)^3$
45	55	0	0,0000	0,00%	70,06	20,055	402,22	0,00
55	65	82	0,2271	22,71%		10,055	101,11	824,54
65	75	198	0,5485	54,85%		0,055	0,00	10,97
75	85	78	0,2161	21,61%		9,945	98,90	775,68
85	95	3	0,0083	0,83%		19,945	397,79	59,83
95	105	0	0,0000	0,00%		29,945	896,68	0,00
		361	1,0000	100,00%			1671,02	17198,89



Desv. Media 4,63
 Desv. Estand 6,90
 Percentil 90 80,76 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION SAN JOSE 05-XII-2006 8:00 A.M.

Q (veh/h)= 645
p (%)= 7,75
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 69,30

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -0,97

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,77

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

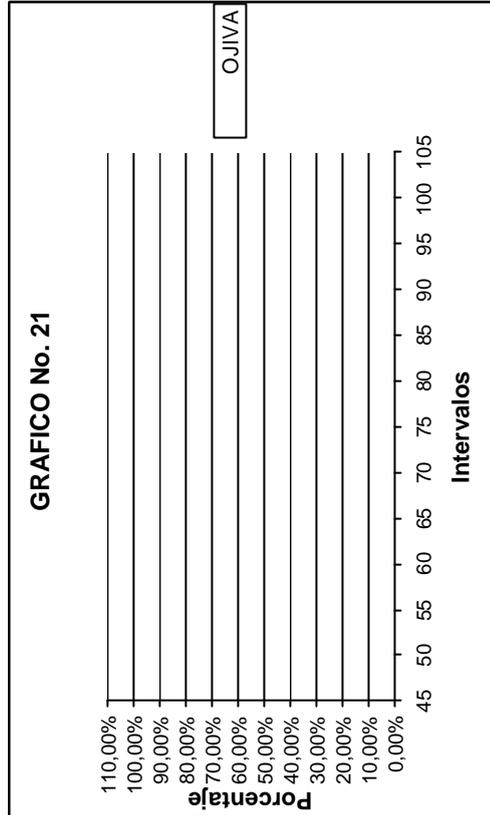
L₁₀ (horario): **80,31 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **80,76 dB(A) Medido**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION SAN JOSE 05-XII-2006 HORA: 6:00 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.42
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	X_i	F_i	Fr %	Fr. Acum. %	Media	$(X_i - X)^2$	$F_i(X_i - X)^2$	$F(X_i - X)^2$
45	55	1	0,0028	0,28%	72,27	22,271	496,02	22,27
55	60	38	0,1053	10,80%		12,271	150,59	466,32
65	70	201	0,5568	55,68%		2,271	5,16	456,57
75	80	120	0,3324	33,24%		7,729	59,73	927,42
85	90	1	0,0028	0,28%		17,729	314,30	17,73
95	100	0	0,0000	0,00%		27,729	768,87	0,00
		361	1,0000	100,00%			1890,30	14737,40



Desv. Media 5,24
 Desv. Estand 6,39
 Percentil 90 82,08 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION SAN JOSE 05-XII-2006 6:00 P.M.

Q (veh/h)= 688
p (%)= 6,83
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 69,58

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -1,24

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,80

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

L₁₀ (horario): **80,35 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **82,08 dB(A) Medido**

TABLA No. 43
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION SAN JOSE 05-XII-2006 14 HORAS

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
7:00 a.m.	7:15 a.m.	75	33	12	0	0	0	0
7:15 a.m.	7:30 a.m.	87	30	12	1	0	0	0
7:30 a.m.	7:45 a.m.	111	37	8	3	0	0	0
7:45 a.m.	8:00 a.m.	103	55	9	2	0	1	0
8:00 a.m.	8:15 a.m.	96	46	8	2	1	0	0
8:15 a.m.	8:30 a.m.	115	35	10	2	0	0	0
8:30 a.m.	8:45 a.m.	97	38	12	3	0	0	0
8:45 a.m.	9:00 a.m.	118	50	9	3	0	0	0
9:00 a.m.	09:15 a.m.	99	40	13	2	0	0	0
09:15 a.m.	9:30 a.m.	120	48	15	1	0	0	0
9:30 a.m.	9:45 a.m.	68	33	4	1	0	0	0
9:45 a.m.	10:00 a.m.	103	34	11	1	0	0	0
10:00 a.m.	10:15a.m.	88	37	11	1	0	0	0
10:15a.m.	10:30 a.m.	87	28	10	1	1	0	0
10:30 a.m.	10:45 a.m.	125	45	9	3	0	0	0
10:45 a.m.	11:00 a.m.	91	35	6	1	0	0	0
11:00 a.m.	11:15 a.m.	99	50	8	4	0	0	0
11:15 a.m.	11:30 a.m.	104	39	15	1	0	0	0
11:30 a.m.	11:45 a.m.	96	33	9	2	1	0	0
11:45 a.m.	12:00 p.m.	82	36	10	4	0	0	0
12:00 p.m.	12:15 p.m.	123	57	13	1	1	0	0
12:15 p.m.	12:30 p.m.	104	45	7	3	0	0	0
12:30 p.m.	12:45 p.m.	79	34	8	0	0	0	0
12:45 p.m.	01:00 p.m.	81	38	9	0	0	0	0

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
01:00 p.m.	01:15 p.m.	75	36	10	0	0	0	0
01:15 p.m.	01:30 p.m.	81	40	11	0	1	0	0
01:30 p.m.	01:45 p.m.	114	53	10	2	0	0	0
01:45 p.m.	02:00 p.m.	107	75	11	2	0	0	0
02:00 p.m.	02:15 p.m.	108	50	4	4	0	0	0
02:15 p.m.	02:30 p.m.	120	57	14	0	0	0	0
02:30 p.m.	02:45 p.m.	96	48	13	4	1	0	0
02:45 p.m.	03:00 p.m.	100	50	12	3	0	0	0
03:00 p.m.	03:15 p.m.	102	46	6	1	0	0	0
03:15 p.m.	03:30 p.m.	112	51	12	1	0	0	0
03:30 p.m.	03:45 p.m.	104	42	11	2	0	0	0
03:45 p.m.	04:00 p.m.	98	26	10	0	0	0	0
04:00 p.m.	04:15 p.m.	95	24	11	1	0	0	0
04:15 p.m.	04:30 p.m.	114	45	6	0	1	0	0
04:30 p.m.	04:45 p.m.	89	34	14	3	1	0	0
04:45 p.m.	05:00 p.m.	97	41	9	3	2	0	0
05:00 p.m.	05:15 p.m.	96	51	7	2	0	0	0
05:15 p.m.	05:30 p.m.	104	40	9	1	0	0	0
05:30 p.m.	05:45 p.m.	87	39	9	3	0	0	0
05:45 p.m.	06:00 p.m.	91	36	10	0	0	0	0
06:00 p.m.	06:15 p.m.	120	50	9	0	0	0	0
06:15 p.m.	06:30 p.m.	116	50	8	2	0	0	0
06:30 p.m.	06:45 p.m.	118	49	11	2	1	0	0
06:45 p.m.	07:00 p.m.	95	43	13	1	0	0	0
07:00 p.m.	07:15 p.m.	97	48	17	2	0	0	0

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
07:15 p.m.	07:30 p.m.	65	26	9	0	0	0	0
07:30 p.m.	07:45 p.m.	84	29	12	2	1	0	0
07:45 p.m.	08:00 p.m.	80	37	11	2	1	0	0
08:00 p.m.	08:15 p.m.	68	23	9	0	0	0	0
08:15 p.m.	08:30 p.m.	69	26	7	0	0	0	0
08:30 p.m.	08:45 p.m.	65	33	7	0	0	0	0
08:45 p.m.	09:00 p.m.	57	25	6	0	0	0	0

TOTALES:	5375	2279	556	85	13	1	0
-----------------	------	------	-----	----	----	---	---

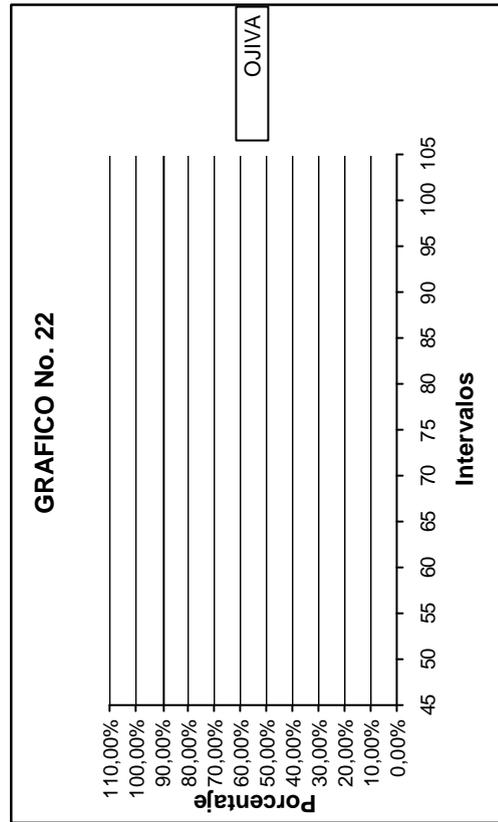
Livianos: 7654 92,12%
Pesados 655 7,88%
Total Veh 8309 100,00%

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION SAN JOSE 05-XII-2006 14 HORAS PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.44
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%	72,46	22,463	0,00	0,00	
55	60	187	0,1112	11,12%	11,12%		12,463	155,32	2330,55	29045,19
65	70	924	0,5497	54,97%	66,09%		2,463	6,07	2275,65	5604,50
75	80	540	0,3212	32,12%	98,22%		7,537	56,81	4070,08	30676,91
85	90	29	0,0173	1,73%	99,94%		17,537	307,55	508,58	8919,03
95	100	1	0,0006	0,06%	100,00%		27,537	758,30	27,54	758,30
		1681	1,0000						9212,39	75003,93



Desv. Media 5,48
 Desv. Estand 6,68
 Percentil 90 82,44 dB(A)

CALCULO RUIDO 14 HORAS ESTACION SAN JOSE 05-XII-2006

Q (veh/dia)= 8309
p (%)= 7,88
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 67,30 de las 14 horas

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -0,94

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,76

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

L₁₀ (horario): **78,34 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **82,44 dB(A) Medido**

10.5 ESTACION GAMMA

TABLA No. 45
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION GAMMA 02-XII-2006 HORA: 7:10 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
7:10 a.m.	7:25 a.m.	63	19	13	3	1	0	0
7:25 a.m.	7:40 a.m.	65	27	22	2	0	0	0
7:40 a.m.	7:55 a.m.	110	37	16	3	1	0	0
7:55 a.m.	8:10 a.m.	104	32	12	4	2	0	0

TOTALES:	342	115	63	12	4	0	0
-----------------	-----	-----	----	----	---	---	---

Livianos: 457 85,26%
Pesados 79 14,74%
Total: 536 100,00%

TABLA No. 46
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION GAMMA 04-XII-2006 HORA: 2:00 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
2:00 p.m.	2:15 p.m.	114	45	15	0	4	2	0
2:15 p.m.	2:30 p.m.	96	32	16	3	2	0	0
2:30 p.m.	2:45 p.m.	98	36	22	2	0	0	0
2:45 p.m.	3:00 p.m.	99	34	20	2	4	0	0

TOTALES:	407	147	73	7	10	2	0
-----------------	-----	-----	----	---	----	---	---

Livianos: 554 85,76%
Pesados 92 14,24%
Total: 646 100,00%

TABLA No. 47
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 HORA: 8:00 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
8:00 a.m.	8:15 a.m.	80	28	19	1	1	1	0
8:15 a.m.	8:30 a.m.	81	28	20	0	2	0	0
8:30 a.m.	8:45 a.m.	61	29	20	2	1	0	0
8:45 a.m.	9:00 a.m.	64	51	18	0	0	0	0

TOTALES:	286	136	77	3	4	1	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

Livianos: 422 83,23%
Pesados 85 16,77%
Total: 507 100,00%

TABLA No. 48
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 HORA: 12:00 m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
12:00 m.	12:15 p.m.	102	39	13	1	2	0	0
12:15 p.m.	12:30 p.m.	136	29	20	4	3	0	0
12:30 p.m.	12:45 p.m.	92	26	14	3	1	0	0
12:45 p.m.	1:00 p.m.	92	32	15	3	4	0	0

TOTALES:	422	126	62	11	10	0	0
-----------------	-----	-----	----	----	----	---	---

Livianos: 548 86,85%
Pesados 83 13,15%
Total: 631 100,00%

TABLA No. 49
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 HORA: 6:00 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
6:00 p.m.	6:15 p.m.	110	41	16	1	1	0	0
6:15 p.m.	6:30 p.m.	134	40	23	0	2	0	0
6:30 p.m.	6:45 p.m.	131	38	14	0	0	0	0
6:45 p.m.	7:00 p.m.	144	40	13	1	0	0	0

TOTALES:	519	159	66	2	3	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

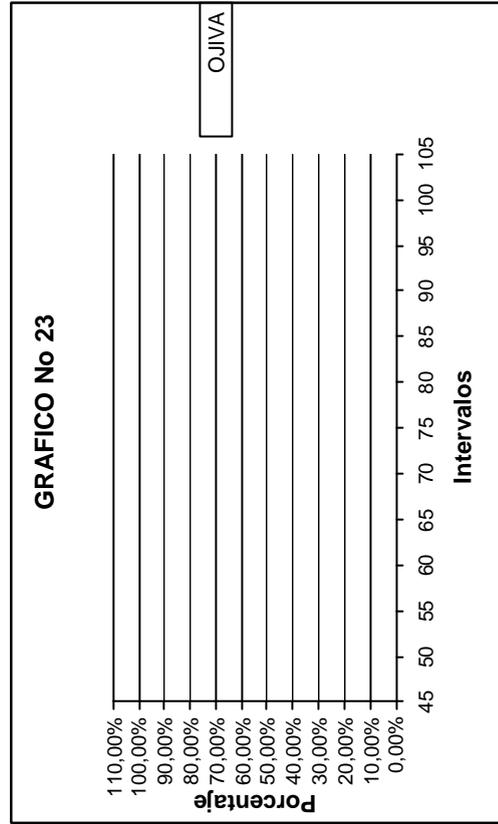
Livianos: 678 90,52%
Pesados 71 9,48%
Total: 749 100,00%

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION GAMMA 02-XII-2006 HORA: 7:10 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.50
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	13	0,0360	3,60%	3,60%	68,45	18,449	340,36	239,83
55	60	109	0,3019	30,19%	33,80%		8,449	71,38	920,91
65	70	160	0,4432	44,32%	78,12%		1,551	2,41	248,20
75	80	79	0,2188	21,88%	100,00%		11,551	133,43	912,55
85	90	0	0,0000	0,00%	100,00%		21,551	464,46	0,00
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		31,551	995,48	0,00
		361	1,0000						2321,50
									23131,30



Desv. Media 6,43
 Desv. Estand 8,00
 Percentil 90 80,43 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION GAMMA 02-XII-2006 7:10 A.M

Q (veh/h)= 536
p (%)= 14,74
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 68,49

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,62

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,56

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

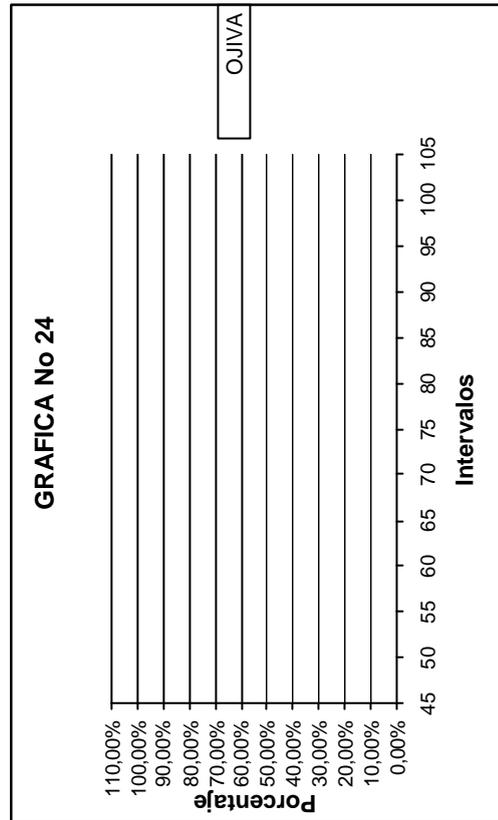
L₁₀ (horario): **80,89 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **80,43 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION GAMMA 04-XII-2006 HORA: 2:00 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.51
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	13	0,0360	3,60%	3,60%	68,78	18,781	244,16	4585,52
55	60	110	0,3047	30,47%	34,07%		8,781	965,93	8481,97
65	70	151	0,4183	41,83%	75,90%		1,219	184,04	224,32
75	80	82	0,2271	22,71%	98,61%		11,219	919,94	10320,71
85	90	5	0,0139	1,39%	100,00%		21,219	106,09	2251,20
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		31,219	0,00	0,00
		361	1,0000				2420,17	25863,71	



Desv. Media 6,70
 Desv. Estand 8,46
 Percentil 90 81,21 dB (A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION GAMMA 04-XII-2006 2:00 P.M

Q (veh/h)= 646
p (%)= 14,24
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 69,30

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,52

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,57

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

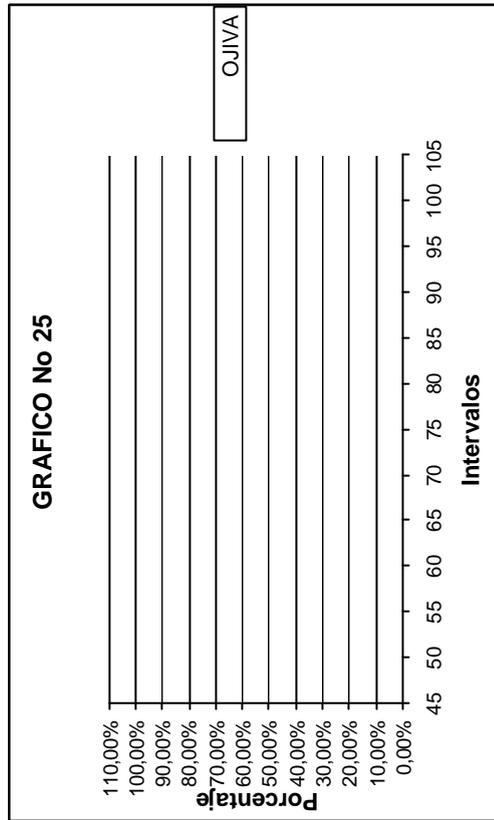
L₁₀ (horario): **81,62 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **81,21 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 HORA: 8:00 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.52
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	55	0	0,0000	0,00%	0,00%		22,521	507,19	0,00
55	65	7	0,0194	1,94%	1,94%		12,521	156,77	87,65
65	75	256	0,7091	70,91%	72,85%	72,52	2,521	6,35	645,32
75	85	98	0,2715	27,15%	100,00%		7,479	55,94	732,96
85	95	0	0,0000	0,00%	100,00%		17,479	305,52	0,00
95	105	0	0,0000	0,00%	100,00%		27,479	755,11	0,00
		361	1,0000					1465,93	8206,09



Desv. Media 4,06
Desv. Estand 4,77
Percentil 90 81,32 dB (A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 8:00 A.M

Q (veh/h)= 507
p (%)= 16,77
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 68,25

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,99

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,50

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

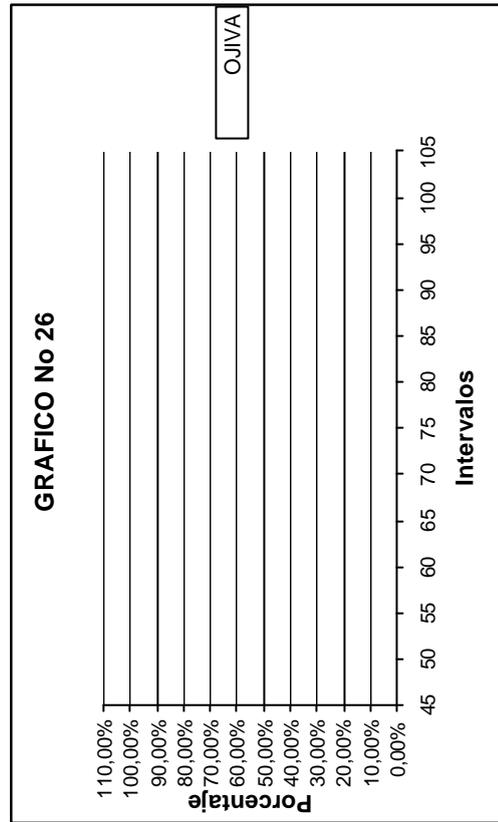
L₁₀ (horario): **80,96 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **81,32 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 HORA: 12:00 m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.53
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²	
45	50	0	0,0000	0,00%	0,00%	69,53	19,529	0,00	0,00	
55	60	72	0,1994	19,94%	19,94%		9,529	381,39	686,09	6537,85
65	70	239	0,6620	66,20%	86,15%		0,471	0,22	112,55	53,00
75	80	46	0,1274	12,74%	98,89%		10,471	109,64	481,66	5043,44
85	90	3	0,0083	0,83%	99,72%		20,471	419,06	61,41	1257,17
95	100	1	0,0028	0,28%	100,00%		30,471	928,48	30,47	928,48
		361	1,0000					1372,19	13819,94	



Desv. Media 3,80
 Desv. Estand 6,19
 Percentil 90 78,02 dB (A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 12:00 M

Q (veh/h)= 631
p (%)= 13,15
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 69,20

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,31

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,61

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

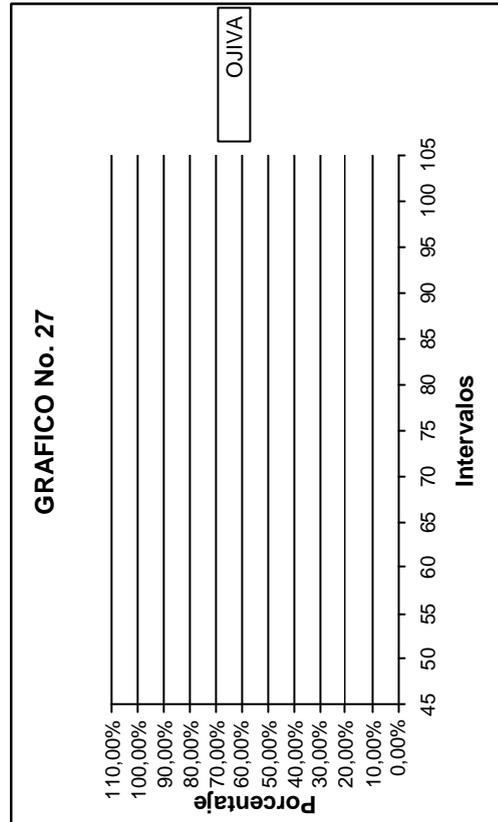
L₁₀ (horario): **81,33 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **78,02 dB(A) Medido P90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 HORA: 6:00 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.54
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	1	0,0028	0,28%	0,28%	69,36	19,363	19,36	374,92
55	60	74	0,2050	20,50%	20,78%		9,363	692,85	6487,10
65	70	236	0,6537	65,37%	86,15%		0,637	150,36	95,80
75	80	47	0,1302	13,02%	99,17%		10,637	499,94	5317,97
85	90	3	0,0083	0,83%	100,00%		20,637	61,91	1277,67
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		30,637	0,00	0,00
		361	1,0000					1424,43	13553,46



Desv. Media 3,95
Desv. Estand 6,13
Percentil 90 77,96 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 6:00 P.M

Q (veh/h)= 749
p (%)= 9,48
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 69,94

Corrección por vehículos pesados

Corrección= -0,52

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,72

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

L₁₀ (horario): **81,36 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **77,96 dB(A) Medido P90**

TABLA No. 55
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 14 HORAS

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
07:00 a.m.	07:15 a.m.	104	48	20	4	3	0	0
07:15 a.m.	07:30 a.m.	111	45	18	5	3	0	0
07:30 a.m.	07:45 a.m.	108	39	21	0	2	0	0
07:45 a.m.	08:00 a.m.	85	54	24	2	3	0	0
08:00 a.m.	08:15 a.m.	80	28	19	1	1	1	0
08:15 a.m.	08:30 a.m.	81	28	20	0	2	0	0
08:30 a.m.	08:45 a.m.	61	29	20	2	1	0	0
08:45 a.m.	09:00 a.m.	64	51	18	0	0	0	0
09:00 a.m.	09:15 a.m.	82	45	18	2	4	0	0
09:15 a.m.	09:30 a.m.	69	48	16	3	1	0	0
09:30 a.m.	09:45 a.m.	60	33	15	3	0	0	0
09:45 a.m.	10:00 a.m.	67	34	15	2	2	1	0
10:00 a.m.	10:15 a.m.	80	26	18	4	0	0	0
10:15 a.m.	10:30 a.m.	57	27	18	3	2	1	0
10:30 a.m.	10:45 a.m.	70	26	20	5	3	0	0
10:45 a.m.	11:00 a.m.	76	34	16	6	1	0	0
11:00 a.m.	11:15 a.m.	81	27	15	3	0	0	0
11:15 a.m.	11:30 a.m.	76	38	20	3	1	0	0
11:30 a.m.	11:45 a.m.	112	43	11	4	2	0	0
11:45 a.m.	12:00 p.m.	103	52	17	0	3	0	0
12:00 p.m.	12:15 p.m.	102	39	13	1	2	0	0
12:15 p.m.	12:30 p.m.	136	29	20	4	3	0	0
12:30 p.m.	12:45 p.m.	92	26	14	3	1	0	0

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
12:45 p.m.	01:00 p.m.	92	32	15	3	4	0	0
01:00 p.m.	01:15 p.m.	76	36	20	3	1	0	0
01:15 p.m.	01:30 p.m.	100	34	12	3	1	0	0
01:30 p.m.	01:45 p.m.	110	49	14	4	1	0	0
01:45 p.m.	02:00 p.m.	88	47	15	2	2	0	0
02:00 p.m.	02:15 p.m.	96	34	16	1	1	0	0
02:15 p.m.	02:30 p.m.	68	46	17	0	4	0	0
02:30 p.m.	02:45 p.m.	89	28	21	0	1	0	0
02:45 p.m.	03:00 p.m.	87	22	17	2	3	0	0
03:00 p.m.	03:15 p.m.	89	36	17	2	3	0	0
03:15 p.m.	03:30 p.m.	61	25	15	3	1	0	0
03:30 p.m.	03:45 p.m.	84	33	19	3	4	0	0
03:45 p.m.	04:00 p.m.	89	28	14	1	2	0	0
04:00 p.m.	04:15 p.m.	78	25	14	1	0	0	0
04:15 p.m.	04:30 p.m.	84	28	17	4	1	0	0
04:30 p.m.	04:45 p.m.	68	30	14	1	1	0	0
04:45 p.m.	05:00 p.m.	83	28	15	1	0	0	0
05:00 p.m.	05:15 p.m.	106	37	15	1	2	0	0
05:15 p.m.	05:30 p.m.	139	27	20	0	1	0	0
05:30 p.m.	05:45 p.m.	89	41	18	1	3	0	0
05:45 p.m.	06:00 p.m.	93	39	13	0	1	0	0
06:00 p.m.	06:15 p.m.	110	41	16	1	1	0	0
06:15 p.m.	06:30 p.m.	134	40	23	0	2	0	0
06:30 p.m.	06:45 p.m.	131	38	14	0	0	0	0

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
06:45 p.m.	07:00 p.m.	144	40	13	1	0	0	0
07:00 p.m.	07:15 p.m.	131	34	15	0	0	0	0
07:15 p.m.	07:30 p.m.	151	26	15	2	0	0	0
07:30 p.m.	07:45 p.m.	131	35	18	1	0	0	0
07:45 p.m.	08:00 p.m.	96	23	13	2	2	0	0
08:00 p.m.	08:15 p.m.	101	21	10	2	0	0	0
08:15 p.m.	08:30 p.m.	106	27	8	4	0	0	0
08:30 p.m.	08:45 p.m.	73	13	8	2	0	0	0
08:45 p.m.	09:00 p.m.	83	19	11	0	1	0	0

TOTALES:	5217	1911	908	111	83	3	0
-----------------	------	------	-----	-----	----	---	---

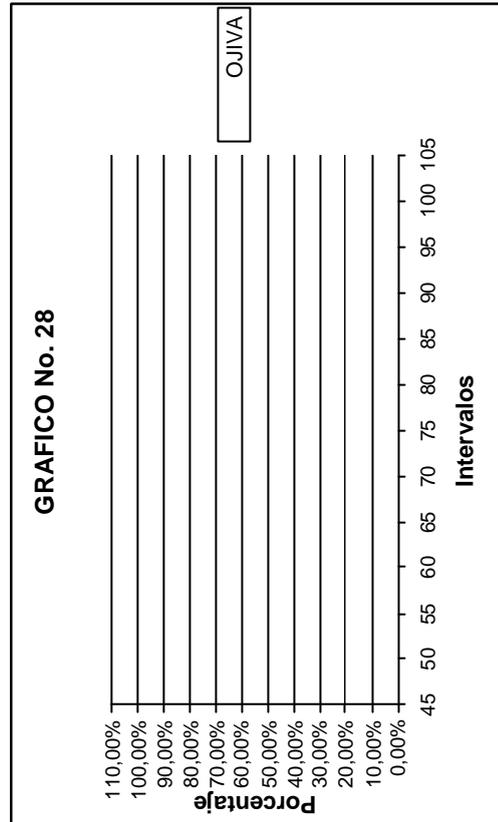
Livianos:	7128	86,58%
Pesados	1105	13,42%
Total Veh	8233	100,00%

ANÁLISIS ESTADÍSTICO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 14 HORAS PARA EL CÁLCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.56
ANÁLISIS ESTADÍSTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	F _i (Xi-X)	F _i (Xi-X) ²
45	50	23	0,0137	1,37%	1,37%	68,89	18,888	434,41	8205,02
55	60	446	0,2653	26,53%	27,90%		8,888	3963,85	35229,03
65	70	919	0,5467	54,67%	82,57%		1,112	1022,33	1137,27
75	80	281	0,1672	16,72%	99,29%		11,112	3122,59	34699,61
85	90	12	0,0071	0,71%	100,00%		21,112	253,35	5348,82
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		31,112	0,00	0,00
		1681	1,0000					8796,54	84619,75



Desv. Media 5,23
Desv. Estand 7,09
Percentil 90 79,44 dB(A)

CALCULO RUIDO ESTACION GAMMA 06-XII-2006 (14 HORAS) 06-XII-2006

Q (veh/dia)= 8233
p (%)= 13,42
V (km/h)= 40
G(%)= 0
d(m)= 1
h(m)= 1,2
d'(m)= 4,55 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 67,26 de las 14 horas

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 0,36

Corrección por pendiente

Corrección= 0

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,60

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 4,72

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

L₁₀ (horario): **79,43 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **79,44 dB(A) Medido**

10.6 ESTACION MARAYA

TABLA No. 57
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION MARAYA 01-XII-2006 HORA: 1:00 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
01:00 p.m.	01:15 p.m.	84	22	25	3	0	0	0
01:15 p.m.	01:30 p.m.	65	17	10	2	0	0	0
01:30 p.m.	01:45 p.m.	58	25	23	1	0	0	0
01:45 p.m.	02:00 p.m.	68	29	15	0	0	0	0

TOTALES:	275	93	73	6	0	0	0
-----------------	-----	----	----	---	---	---	---

Livianos: 368 82,33%
Pesados 79 17,67%
Total: 447 100,00%

TABLA No. 58
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION MARAYA 04-XII-2006 HORA: 12:15 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
12:15 p.m.	12:30 p.m.	112	54	20	0	0	0	0
12:30 p.m.	12:45 p.m.	71	20	20	1	0	0	0
12:45 p.m.	1:00 p.m.	55	24	18	1	0	0	0
1:00 p.m.	1:15 p.m.	40	20	20	0	0	0	0

TOTALES:	278	118	78	2	0	0	0
-----------------	-----	-----	----	---	---	---	---

Livianos: 396 83,19%
Pesados 80 16,81%
Total: 476 100,00%

TABLA No. 59
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION MARAYA 11-XII-2006 HORA: 7:15 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
7:15 a.m.	7:30 a.m.	42	23	16	0	0	0	0
7:30 a.m.	7:45 a.m.	60	20	22	1	0	0	0
7:45 a.m.	8:00a.m.	68	26	22	1	0	0	0
8:00a.m.	8:15 a.m.	46	21	24	2	0	0	0

TOTALES:	216	90	84	4	0	0	0
-----------------	-----	----	----	---	---	---	---

Livianos: 306 77,66%
Pesados 88 22,34%
Total: 394 100,00%

TABLA No. 60
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION MARAYA 11-XII-2006 HORA: 7:00 p.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
7:00 p.m.	7:15 p.m.	89	18	23	0	0	0	0
7:15 p.m.	7:30 p.m.	72	20	21	0	0	0	0
7:30 p.m.	7:45 p.m.	59	22	17	0	0	0	0
7:45 p.m.	8:00 p.m.	73	23	23	1	0	0	0

TOTALES:	293	83	84	1	0	0	0
-----------------	-----	----	----	---	---	---	---

Livianos: 376 81,56%
Pesados 85 18,44%
Total: 461 100,00%

TABLA No. 61
RESULTADOS VOLUMENES DE TRANSITO ESTACION MARAYA 12-XII-2006 HORA: 8:30 a.m.

HORA		LIVIANOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 Y C4	C5 Y C6
8:30 a.m.	8:45 a.m.	64	26	20	1	3	0	0
8:45 a.m.	9:00 a.m.	54	23	13	1	1	0	0
9:00 a.m.	9:15 a.m.	58	23	22	1	1	0	0
9:15 a.m.	9:30 a.m.	65	23	18	2	4	0	0

TOTALES:	241	95	73	5	9	0	0
-----------------	-----	----	----	---	---	---	---

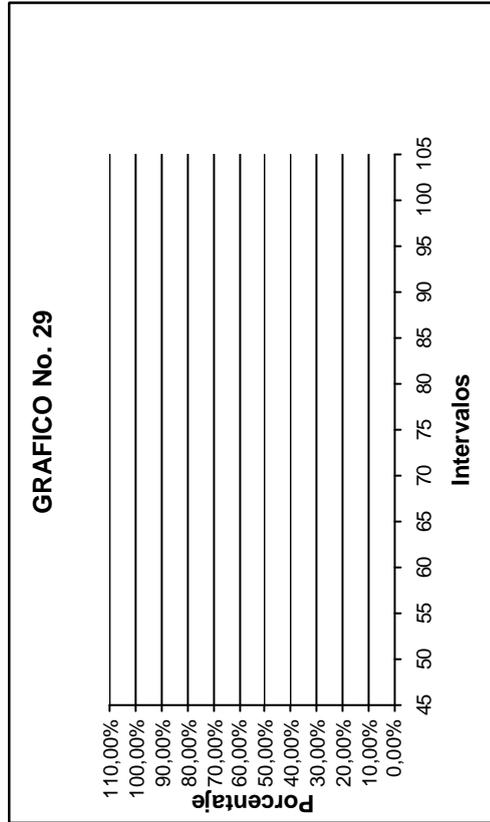
Livianos: 336 79,43%
Pesados 87 20,57%
Total: 423 100,00%

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION MARAYA 01-XII-2006 HORA: 1:00 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.62
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	5	0,0139	1,39%	1,39%	68,61	18,615	93,07	1732,58
55	60	130	0,3601	36,01%	37,40%		8,615	1119,94	9648,28
65	70	140	0,3878	38,78%	76,18%		1,385	193,91	268,57
75	80	82	0,2271	22,71%	98,89%		11,385	933,57	10628,77
85	90	4	0,0111	1,11%	100,00%		21,385	85,54	1829,28
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		31,385	0,00	0,00
		361	1,0000				2426,04		24107,48



Desv. Media 6,72
Desv. Estand 8,17
Percentil 90 81,09 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION MARAYA 01-XII-2006 1:00 P.M

Q (veh/h)= 447
p (%)= 17,67
V (km/h)= 40
G(%)= 2
d(m)= 2
h(m)= 1,2
d'(m)= 5,54 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 67,70

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 1,15

Corrección por pendiente

Corrección= 0,4

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,47

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 3,86

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

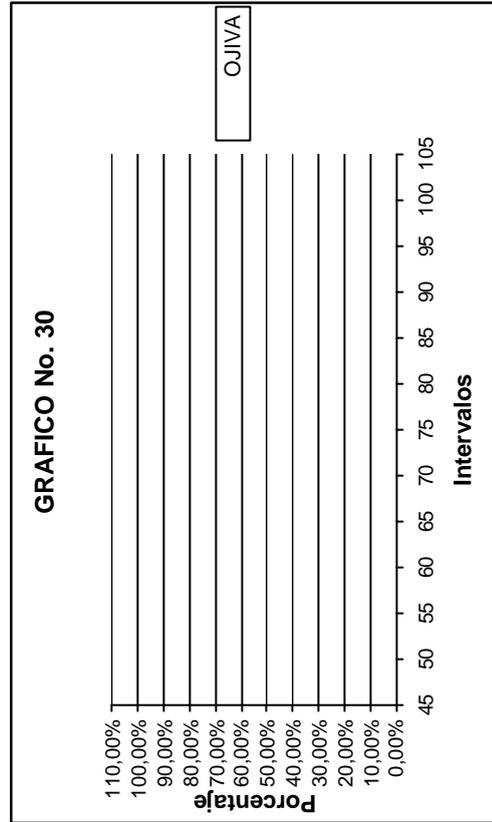
L₁₀ (horario): **80,08 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **81,09 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION MARAYA 04-XII-2006 HORA: 12:15 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.63
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	58	0,1607	16,07%	16,07%	66,43	16,427	269,83	952,74
55	60	89	0,2465	24,65%	40,72%		6,427	41,30	571,97
65	70	141	0,3906	39,06%	79,78%		3,573	12,77	503,85
75	80	70	0,1939	19,39%	99,17%		13,573	184,24	950,14
85	90	3	0,0083	0,83%	100,00%		23,573	555,71	70,72
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		33,573	1127,17	0,00
		361	1,0000					3049,42	35690,30



Desv. Media 8,45
Desv. Estand 9,94
Percentil 90 80,27 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION MARAYA 04-XII-2006 12:15 P.M

Q (veh/h)= 476
p (%)= 16,81
V (km/h)= 40
G(%)= 2
d(m)= 2
h(m)= 1,2
d'(m)= 5,54 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 67,98

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 1,00

Corrección por pendiente

Corrección= 0,4

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,50

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 3,86

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

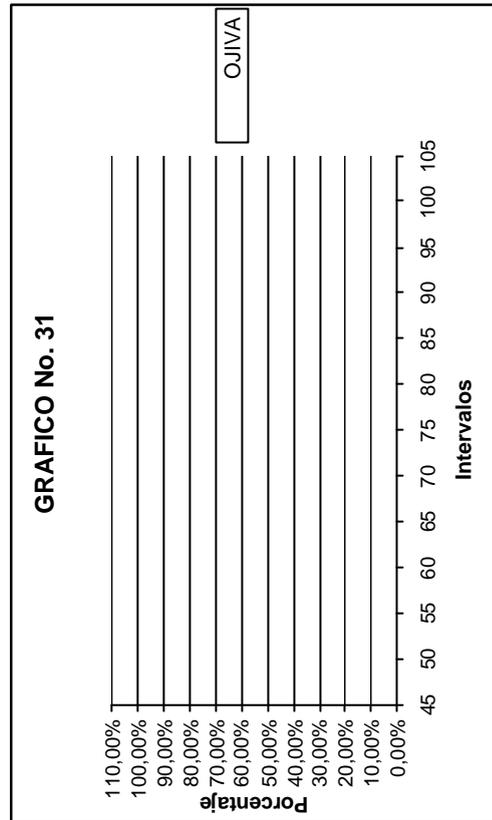
L₁₀ (horario): **80,23 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **80,27 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION MARAYA 11-XII-2006 HORA: 7:15 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.64
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	52	0,1440	14,40%	14,40%	64,24	14,238	740,39	10541,81
55	60	140	0,3878	38,78%	53,19%		4,238	593,35	2514,76
65	70	135	0,3740	37,40%	90,58%		5,762	777,84	4481,73
75	80	32	0,0886	8,86%	99,45%		15,762	504,38	7949,87
85	90	2	0,0055	0,55%	100,00%		25,762	51,52	1327,34
95	100	0	0,0000	0,00%	100,00%		35,762	0,00	0,00
		361	1,0000					2667,48	26815,51



Desv. Media 7,39
 Desv. Estand 8,62
 Percentil 90 74,84 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION MARAYA 11-XII-2006 7:15 A.M

Q (veh/h)= 394
p (%)= 22,34
V (km/h)= 40
G(%)= 2
d(m)= 2
h(m)= 1,2
d'(m)= 5,54 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 67,15

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 1,87

Corrección por pendiente

Corrección= 0,4

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,33

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 3,86

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

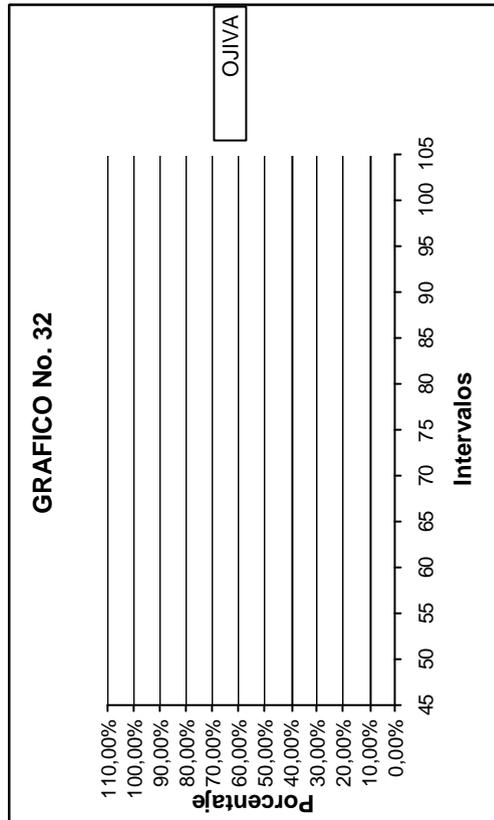
L₁₀ (horario): **80,12 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **74,84 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION MARAYA 11-XII-2006 HORA: 7:00 p.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.65
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	33	0,0914	9,14%	9,14%	65,68	15,679	517,40	8112,08
55	60	161	0,4460	44,60%	53,74%		5,679	914,27	5191,81
65	70	102	0,2825	28,25%	81,99%		4,321	440,78	1904,74
75	80	60	0,1662	16,62%	98,61%		14,321	859,28	12306,03
85	90	4	0,0111	1,11%	99,72%		24,321	97,29	2366,11
95	100	1	0,0028	0,28%	100,00%		34,321	34,32	1177,95
		361	1,0000				2863,32	31058,73	



Desv. Media 7,93
Desv. Estand 9,28
Percentil 90 79,82 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION MARAYA 11-XII-2006 7:00 P.M

Q (veh/h)= 461
p (%)= 18,44
V (km/h)= 40
G(%)= 2
d(m)= 2
h(m)= 1,2
d'(m)= 5,54 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 67,84

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 1,27

Corrección por pendiente

Corrección= 0,4

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,45

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 3,86

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

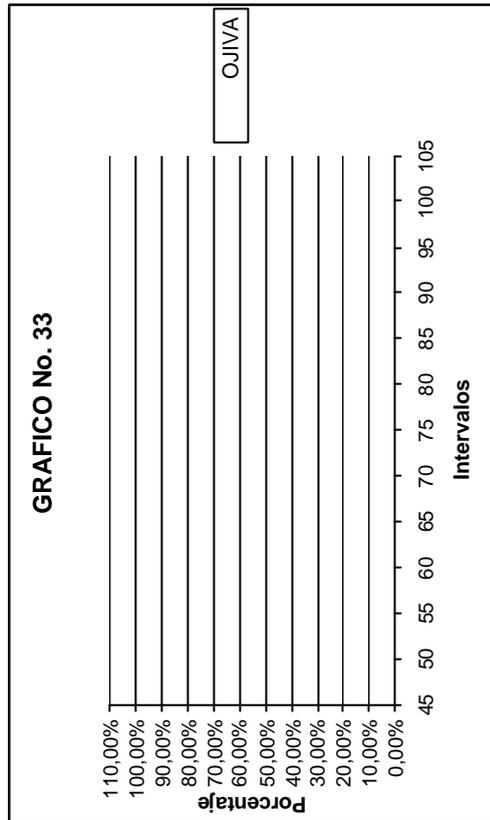
L₁₀ (horario): **80,32 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **79,82 dB(A) Medido p90**

ANALISIS ESTADISTICO ESTACION MARAYA 12-XII-2006 HORA: 8:30 a.m. PARA EL CALCULO DEL P90

INTERVALOS 6
 Ancho 10,00

TABLA No.66
ANALISIS ESTADISTICO: FRECUENCIA, MEDIA DESVIACION MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

INTERVALO	Xi	Fi	Fr	Fr %	Fr Acum. %	Media	(Xi-X) ²	Fi(Xi-X)	Fi(Xi-X) ²
45	50	70	0,1939	19,39%	19,39%	65,18	15,180	230,43	1062,60
55	60	100	0,2770	27,70%	47,09%		5,180	26,83	518,01
65	70	133	0,3684	36,84%	83,93%		4,820	23,23	641,05
75	80	51	0,1413	14,13%	98,06%		14,820	219,63	755,82
85	90	6	0,0166	1,66%	99,72%		24,820	616,03	148,92
95	100	1	0,0028	0,28%	100,00%		34,820	1212,43	34,82
		361	1,0000					3161,22	38013,30



Desv. Media 8,76
 Desv. Estand 10,26
 Percentil 90 79,29 dB(A)

CALCULO RUIDO HORARIO ESTACION MARAYA 12-XII-2006 8:30 A.M

Q (veh/h)= 423
p (%)= 20,57
V (km/h)= 40
G(%)= 2
d(m)= 2
h(m)= 1,2
d'(m)= 5,54 Calculado.

Nivel Básico de Ruido Horario (L10)

L10= 67,46

Corrección por vehículos pesados

Corrección= 1,61

Corrección por pendiente

Corrección= 0,4

Corrección para superficies con hendiduras al azar (juntas) 5mm o más de profundidad en términos del porcentaje de vehículos pesados.

Corrección= 3,38

Corrección por propagación sobre suelo duro como función de la distancia horizontal "d" desde el borde del lado más cercano de la calzada y a una altura "h" del suelo.

Corrección= 3,86

Corrección por efecto de reflexión.

Corrección= 2,50 Por misma fachada.
Corrección= 1,00 Por fachada opuesta.

Nivel del Ruido horario expresado como L₁₀

L₁₀ (horario): **80,22 dB(A) Calculado**
L₁₀ (horario): **79,29 dB(A) Medido p90**

10.7 OTROS RESULTADOS

TABLA No. 67
CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS CON SU RESPECTIVA COMPARACION Y PORCENTAJE DE APROXIMACION

ESTACION	HORA INICIO	TRANSITO	RUIDO MEDIDO	RUIDO CALCULADO	% APROXIMACION	RUIDO MAX RES.	RUIDO PROMEDIO
BOYACA	9:45 A.M.	405	80,88	80,64	99,70%	65	69,70
BOYACA	9:00 A.M.	648	81,80	81,96	100,19%	65	71,97
BOYACA	5:15 P.M.	626	84,37	82,12	97,33%	65	75,68
BOYACA	1:15 P.M.	550	83,32	81,45	97,76%	65	74,21
BOYACA	12:00 M.	551	82,04	81,87	99,78%	65	71,61
GAMMA	7:10 A.M.	536	80,43	80,89	100,57%	65	68,45
GAMMA	2:00 P.M.	646	81,21	81,62	100,51%	65	68,78
GAMMA	6:00 P.M.	749	77,96	81,36	104,36%	65	69,36
GAMMA	8:00 A.M.	507	81,32	80,96	99,56%	65	72,52
GAMMA	12:00 M.	631	78,02	81,33	104,24%	65	69,53
GAMMA	14 horas	8233	79,44	79,43	99,98%	65	68,89
HOSPITAL	8:30 A.M.	945	82,80	80,48	97,20%	55	73,10
HOSPITAL	11:00 A.M.	725	74,89	79,31	105,91%	55	67,04
HOSPITAL	1:15 P.M.	941	79,66	80,43	100,97%	55	69,03
HOSPITAL	7:00 A.M.	814	80,31	80,42	100,14%	55	69,45
HOSPITAL	6:45 P.M.	973	83,21	82,07	98,64%	55	73,91
MARAYA	1:00 P.M.	447	81,09	80,08	98,77%	65	68,61
MARAYA	12:15 P.M.	476	80,27	80,23	99,95%	65	66,43
MARAYA	7:00 P.M.	461	79,82	80,32	100,63%	65	65,68
MARAYA	7:15 A.M.	394	74,84	80,12	107,05%	65	64,24
MARAYA	8:30 A.M.	423	79,29	80,22	101,17%	65	65,18
ROSALES	2:30 P.M.	1129	83,19	81,32	97,76%	55	74,88
ROSALES	6:30 P.M.	954	83,28	80,40	96,55%	55	74,38
ROSALES	8:30 A.M.	435	74,75	77,81	104,10%	55	68,39
ROSALES	10:00 A.M.	986	80,88	80,90	100,03%	55	71,63
ROSALES	11:30 A.M.	997	81,61	80,95	99,19%	55	72,11
SAN JOSE	12:00 M.	579	82,41	79,93	96,99%	65	72,66
SAN JOSE	7:00 A.M.	550	82,91	79,89	96,36%	65	71,44
SAN JOSE	6:00 P.M.	688	82,08	80,35	97,90%	65	72,27
SAN JOSE	8:00 A.M.	645	80,76	80,31	99,44%	65	70,06
SAN JOSE	5:30 P.M.	640	82,77	80,29	97,00%	65	72,22
SAN JOSE	14 horas	8309	82,44	78,34	95,02%	65	72,46

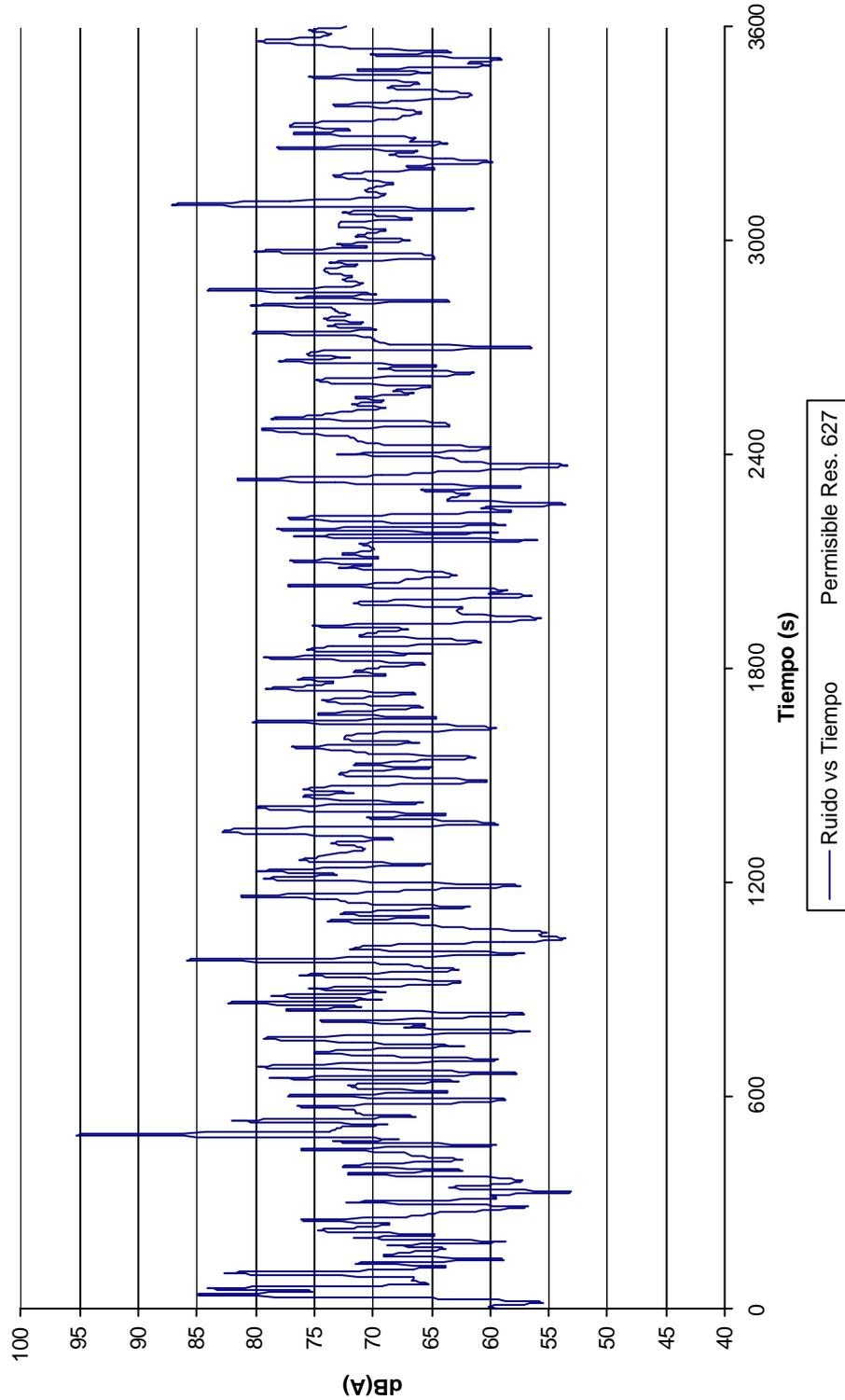
NOTA: 1. Los valores de ruido están en decibeles de la escala A, (dB(A)).
NOTA: 2. El % de aproximación es la relación entre el ruido calculado y el ruido medido.

TABLA No. 68
RUIDO PROMEDIO PRODUCIDO POR UNVEHICULO EN PRUEBA
DINAMICA.

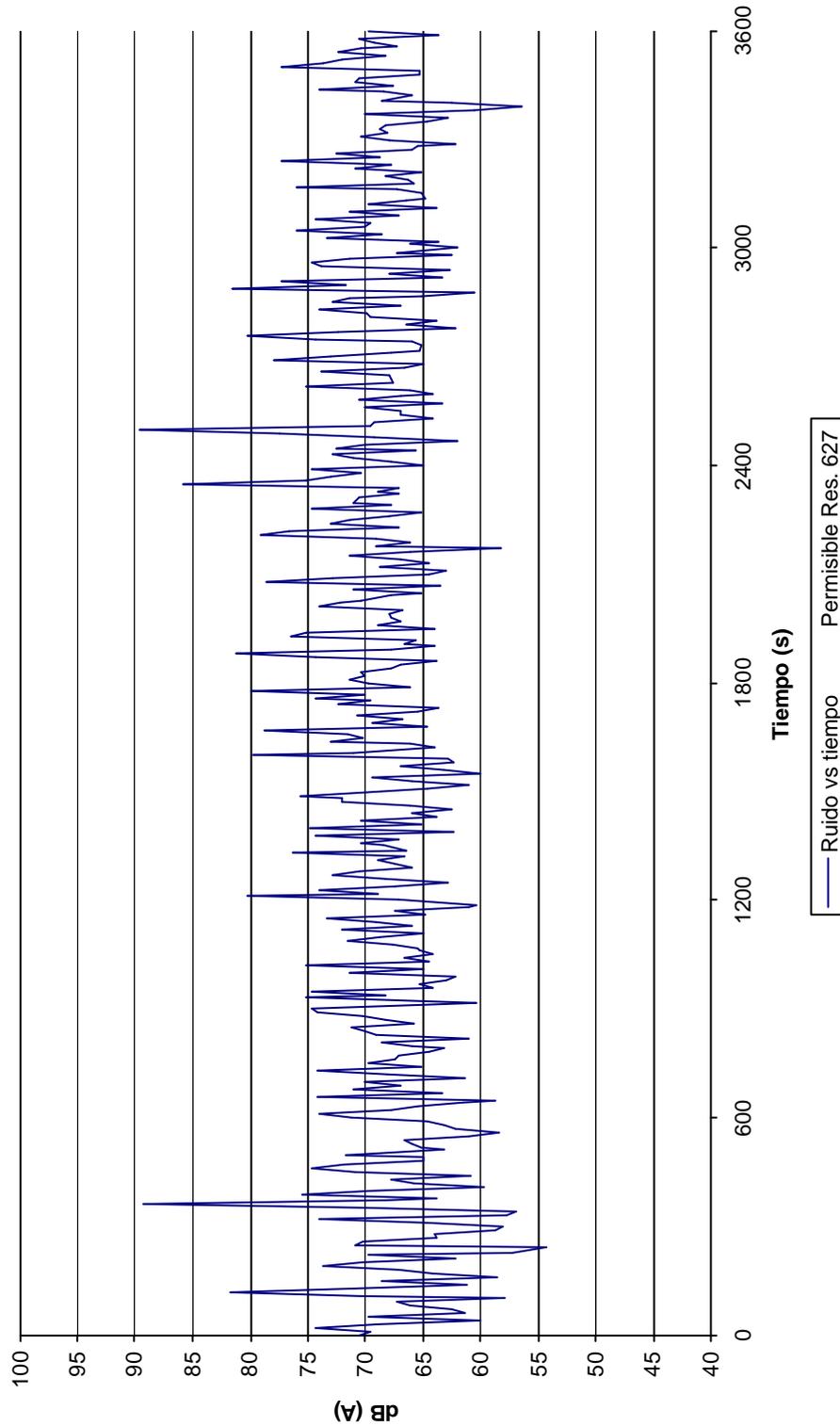
Nº	LIVIANO	MOTO	BUSETAS	C2P	C2G	C3-C4-C5-C6
1	71,3	69,5	74,4	76,9	88,0	102,9
2	72,0	86,3	83,2	69,8	92,9	94,7
3	73,2	76,4	87,3	76,1	81,8	90,3
4	80,8	75,4	82,8	83,5	85,8	80,5
5	72,2	77,3	79,0	76,7	94,2	102,8
6	69,9	67,7	84,6	78,2	87,7	89,5
7	72,3	70,8	81,2	83,8	82,1	83,3
8	64,1	85,3	79,6	78,9	90,2	89,5
9	68,1	75,3	82,2	81,6	80,1	81,1
10	80,9	75,8	78,7	78,2	86,8	93,7
11	72,3	84,6	79,8	84,3	90,7	84,8
12	77,7	72,6	76,7	80,1	80,9	81,0
13	79,4	73,8	81,4	85,6	101,3	85,2
14	76,2	70,7	77,4	83,3	85,2	102,4
15	76,4	83,1	83,6	79,1	104,4	88,7
16	74,8	79,2	77,5	78,8	81,4	80,8
17	74,5	77,1	79,0	78,9	83,8	82,4
18	78,7	78,1	81,5	69,8	93,0	84,8
19	73,3	104,3	80,7	89,5	78,6	85,7
20	73,2	74,7	88,1	78,1	87,2	87,4
21	76,4	76,1	74,1	93,8	86,6	81,8
22	71,6	75,4	81,0	75,9	88,4	77,0
23	80,8	70,1	74,0	78,9	77,4	92,8
24	76,9	77,1	79,7	76,7	84,1	84,0
25	80,9	80,2	83,1	75,5	79,9	91,6
26	71,3	78,8	81,2	85,7	87,8	93,0
27	68,0	78,5	82,4	80,3	80,1	83,0
28	75,7	90,5	79,8	85,8	81,4	82,0
29	77,8	75,7	94,2	83,9	80,0	87,5
30	77,0	78,2	82,4	80,0	102,4	81,2
31	83,8	82,5	80,6	80,6	103,7	90,7
32	75,9	85,4	83,3	80,3	82,7	86,7
33	77,2	75,1	82,5	79,9	83,0	82,0
34	78,3	79,1	81,8	88,8	94,7	90,3
35	72,5	78,8	80,9	84,4	77,5	88,6
Promedio	75,0	78,3	81,1	80,6	87,0	87,5

NOTA: Los valores están dados en dB(A)

**GRAFICO No 34: NIVEL INSTANTANEO DE RUIDO vs TIEMPO - ESTACION
HOSPITAL 11-XII-2006 HORA 1:15 PM**



**GRAFICO No 35: NIVEL INSTANTANEO DE RUIDO vs TIEMPO - ESTACION ROSALES
8-XII-2006 HORA 8:30 AM**



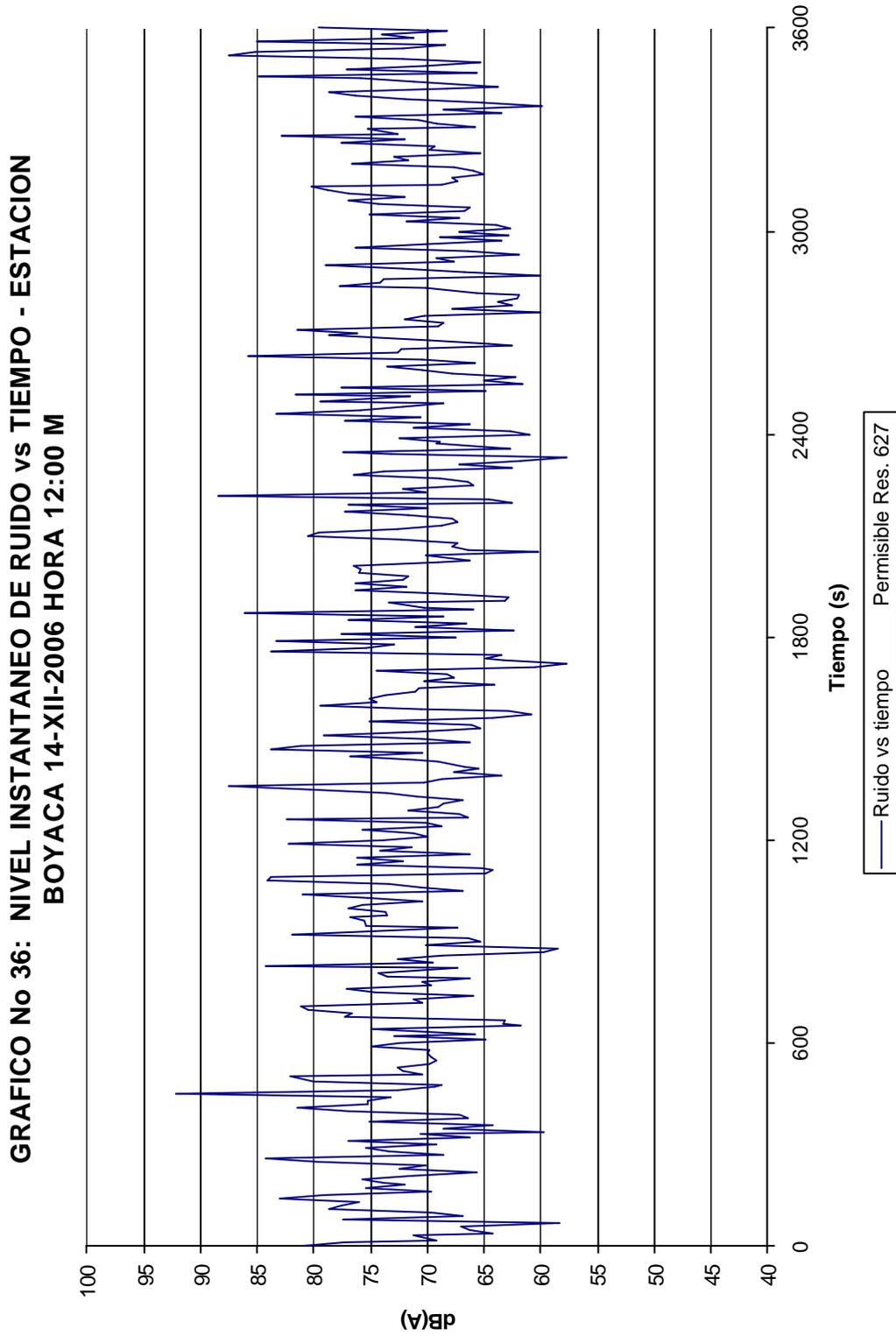
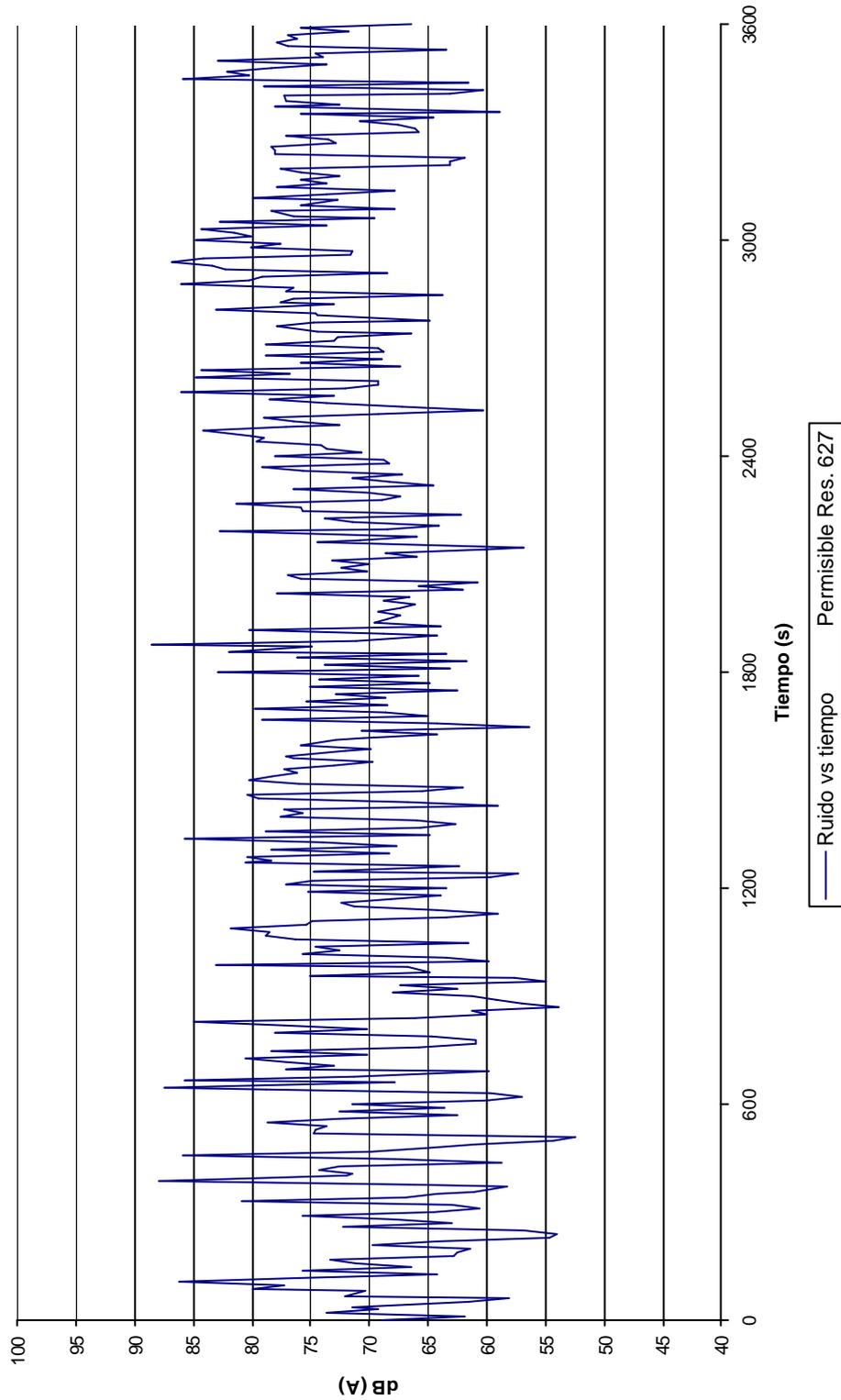
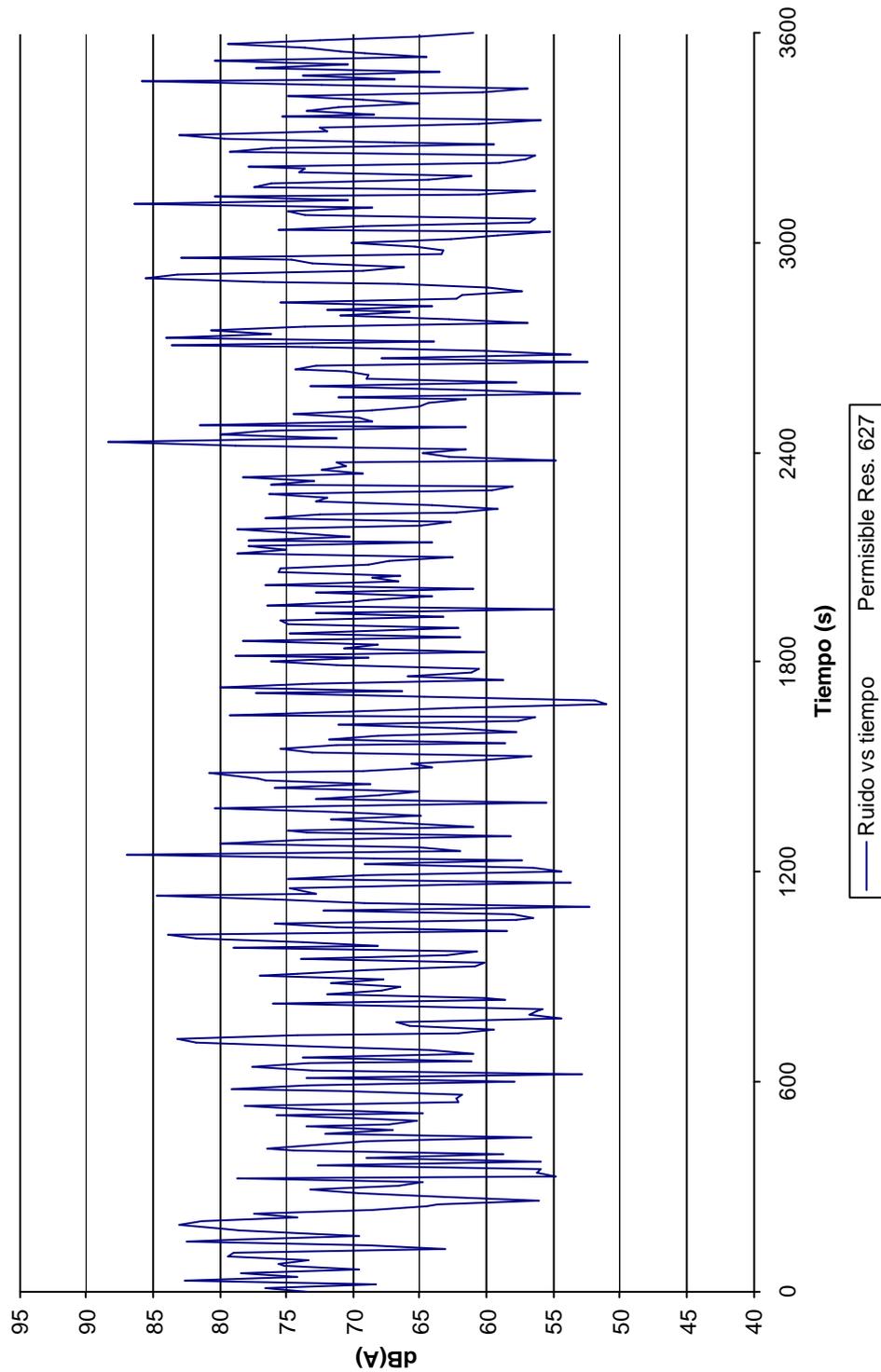
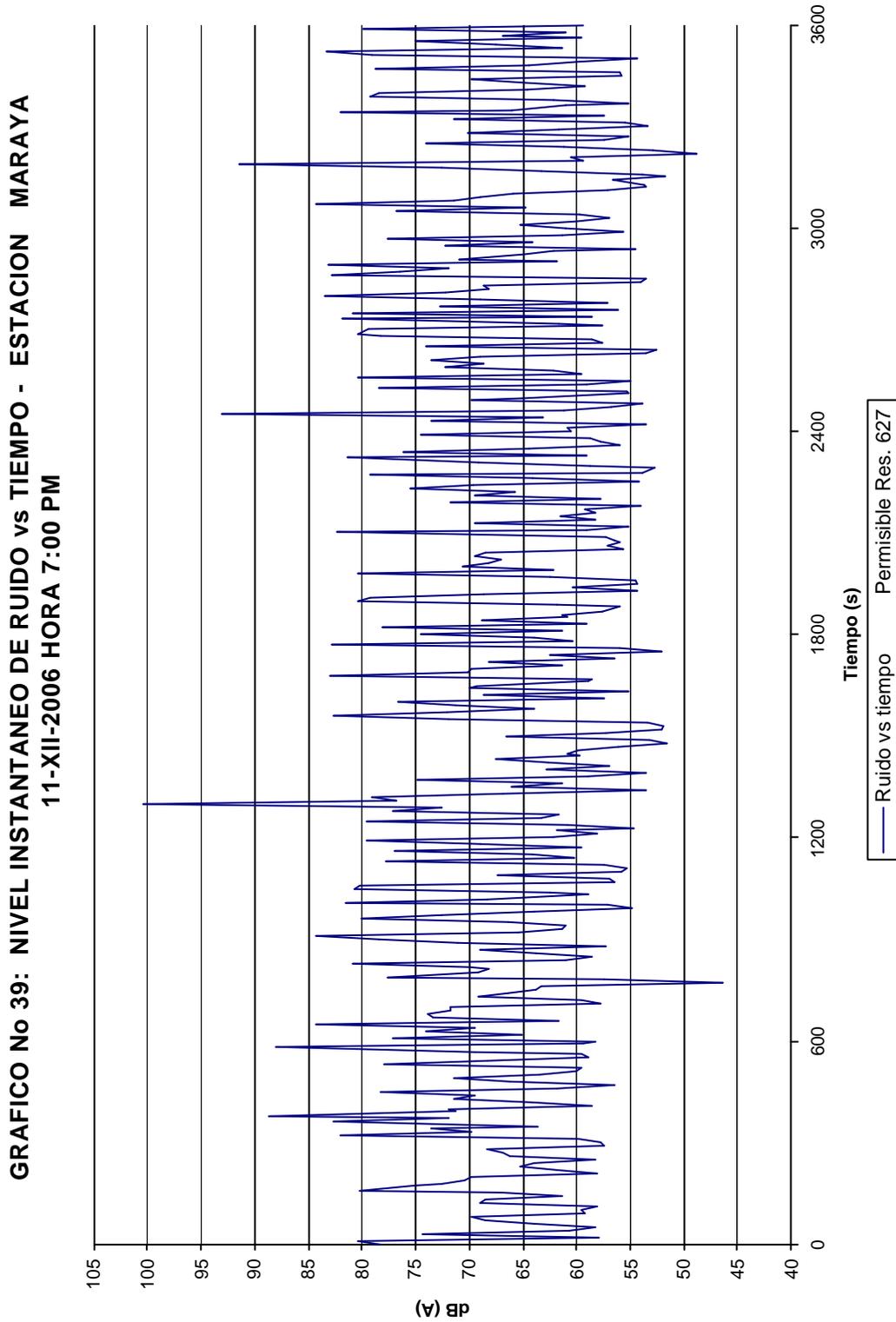


GRAFICO No 37: NIVEL INSTANTANEO DE RUIDO vs TIEMPO - ESTACION SAN JOSE 4-XII-2006 HORA 7:00 AM



**GRAFICO No 38: NIVEL INSTANTANEO DE RUIDO vs TIEMPO - ESTACION GAMMA
04-XII-2006 HORA 2:00 PM**





11. LIMITACIONES.

En la ejecución del presente estudio se presentaron diferentes problemas y limitaciones que afectaron el normal desarrollo del mismo. Algunos de ellos fueron:

1. El alcance de la presente investigación es preliminar (sólo seis puntos de muestreo), por lo tanto se requiere que se desarrollen más investigaciones de este tipo en otros sectores dentro de la misma ciudad y/o en otras ciudades para llegar a mejores conclusiones sobre la aplicación del modelo CRTN y la posibilidad de establecer un modelo propio que satisfaga las condiciones de las ciudades colombianas.
2. La aplicación del modelo CRTN es válida para valorar los niveles de ruido que se producen en una vía existente o futura con unos volúmenes de tránsito presentes o futuros como estudio rápido y confiable; de todas maneras la medición directa y en tiempo real es la forma más exacta de establecer los niveles de ruido en un punto.
3. La lectura del equipo de medición (sonómetro) se efectuó cada 10 segundos, en el transcurso de tiempo entre lectura y lectura se podían presentar mayores o menores niveles de ruido que de acuerdo con la metodología del muestreo sistemático no podían quedar registrados.
4. De acuerdo con la resolución 627 la estimación de los niveles de ruido debe hacerse en forma directa y cumpliendo con unos requisitos técnicos, no permitiendo la aplicación de modelos matemáticos, a pesar de que la misma resolución en el capítulo

tres, en uno de sus apartes, habla de la necesidad de efectuar estudios y evaluaciones rápidas sobre la contaminación por ruido.

5. Como fuente de alteración de los resultados, en varias ocasiones se hizo lectura del equipo en momentos de altos niveles de ruido, producidos por diferentes tipos de vehículo o autopartes de los mismos (claxon, sirenas, campanas, frenos de aire, motos con accesorios como pipetas o sin filtro de aire).
6. A pesar de que los niveles de ruido fueron cuantificados, sus efectos sobre las personas no fueron determinados por el presente estudio. En la actualidad la percepción que las personas tienen acerca del ruido es diferente de acuerdo a su edad y características propias, por lo que un nivel de ruido alto para una persona no lo es para otra.
7. La aplicación del modelo requiere que el personal encargado de la recolección de los datos esté suficientemente preparado y con un nivel de responsabilidad apto para estudios de este tipo. Es claro que la confiabilidad de los resultados que todo modelo matemático arroja está directamente relacionado con la calidad de la información que le sea suministrada, de tal forma que si basura se le ingresa basura arrojará.
8. La metodología CRTN no discrimina la circulación de motocicletas por la vía. De acuerdo al trabajo de campo se puede observar que las motocicletas son una fuente importante de ruido el cual no se estima en la aplicación de los algoritmos.
9. Tanto para la aplicación de la metodología CRTN como para la medición directa de ruido, se requiere que las condiciones climatológicas y de superficie de la vía sean adecuadas.

10. Las diferentes instituciones –públicas y privadas- no muestran interés alguno en apoyar, así sea de manera logística, este tipo de investigaciones.
11. Las entidades que por su naturaleza son las encargadas de la vigilancia y control de la contaminación por ruido, no se encuentran preparadas logísticamente ni técnicamente para el estudio y manejo de esta problemática.
12. El equipo de medición (sonómetro digital) no lo prestan fácilmente, tampoco lo alquilan y las pocas entidades que lo prestaban exigían una póliza de seguro la cual ninguna entidad aseguradora la expedía.
13. Los directivos de varias instituciones públicas muestran interés en que se lleve a cabo el estudio, pero no brindan ningún tipo de apoyo, ya que según ellos no existe ni el recurso económico ni humano.
14. Es necesario que desde el primer semestre, la coordinación y profesores de la especialización brinden una verdadera asesoría y acompañamiento en la elaboración de la propuesta de proyecto de grado y en el desarrollo de la misma, de esta forma todos los estudiantes una vez iniciado el segundo semestre tendrán definido claramente su proyecto de grado.

12. RECOMENDACIONES

1. El presente trabajo debe servir como referente a todas las universidades y entidades dedicadas a la investigación de problemas ambientales en la región, para que fomenten este tipo de estudios, de tal forma que permitan complementar y mejorar la aplicación de la metodología CRTN u otra en las vías urbanas, de esta forma, al final, podremos obtener una variación del modelo matemático aplicable al caso colombiano con un buen grado de confiabilidad.
2. Efectuar este tipo de investigación tomando todos los datos de los niveles de ruido producidos en una hora en tiempo real con ayuda de un equipo sonométrico que permita una interfase conectada a un equipo de grabación y/o computador, esta técnica facilitaría la toma de datos en campo y realmente valorar aún más la eficacia del modelo CRTN.
3. Los resultados obtenidos con la presente investigación, sustentan y abren el camino a una modificación en la resolución 627, en cuanto a que se pueda permitir la aplicación de metodologías como los modelos matemáticos en la predicción de los niveles de ruido, como una opción de realizar estudios y evaluaciones rápidas sobre la contaminación auditiva debida al tráfico vehicular.
4. Según los resultados del presente estudio, los niveles de ruido (calculados y medidos), superaron ampliamente los estándares permisibles para cada sector, por lo tanto consideramos que se debe iniciar un proceso de estudio técnico y científico (a nivel médico), que permita la revisión, verificación y posible corrección de los estándares en los niveles de ruido permisibles estipulados en la resolución 627.

5. Investigaciones de este tipo deben ser acompañadas por otros estudios que indaguen cual es la percepción subjetiva de los pobladores, sobre los efectos que les han producido los niveles de ruido al que han estado expuestos, así como la afectación en la salud valorada por personal especializado (exámenes médicos, psicológicos, psiquiátricos, entre otros).
6. Se debe evaluar, en forma detallada e integral, el impacto ambiental debido al ruido vehicular sobre la población circunvecina a las vías más transitadas de la ciudad de Pereira (Vías Arterias Principales), con el objetivo de tomar las medidas correctivas pertinentes.
7. Enmarcado dentro de los lineamientos del P.O.T de la ciudad, redefinir la distribución del uso de las vías por parte de las rutas de buses, de tal forma que permita hacer un uso más racional de la poca infraestructura vial existente. En lo posible los paraderos del transporte público (buses y busetas) no deben quedar ubicados en sectores con pendiente (ascenso o descenso).
8. Con la expedición de la resolución 627 de 6 de abril de 2006, se hace necesario que las corporaciones autónomas regionales y las autoridades competentes, inicien el proceso de aplicación de la misma, de tal forma que se evalúe su funcionalidad y aplicabilidad para las vías de nuestro País.
9. Es necesaria una mejor coordinación entre las diferentes entidades del Estado que están directamente relacionadas con el tema del ruido producido por fuentes móviles, que les permita a éstas realizar una verdadera gestión que conlleve a una mejor calidad de vida de la población urbana, tales como: el Instituto Municipal de Tránsito y Transportes, el Instituto Municipal de Salud de Pereira, la Policía y la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER).

Además éstas deben prepararse tecnológica, logística y técnicamente para el estudio y manejo de esta problemática.

10. En los presupuestos de las diferentes entidades del estado arriba mencionadas, se debe asignar una partida presupuestal dedicada a proyectos de investigación que permitan conocer la situación actual y futura de la contaminación auditiva debido a fuentes móviles, así como posibles medidas de mitigación.
11. Sensibilizar mediante programas de educación ambiental a todos los conductores de vehículos y población en general, sobre el factor de riesgo que es el ruido para la salud mental y física. Se puede iniciar con los comparendos educativos abordando en dichos cursos la problemática generada por el ruido vehicular.
12. Promover campañas educativas con transportadores y conductores sobre la no modificación de las autopartes que conduzcan a emisiones de ruido no tolerables para el ser humano (como resonadores en los exhostos, los frenos de aire sin silenciadores, cornetas dobles, entre otros), para este fin se puede aprovechar el momento en que los conductores llevan sus vehículos a la revisión técnico mecánica obligatoria. Una vez realizada la campaña prohibir el uso de estas autopartes.
13. Las entidades de vigilancia y control ambiental competentes deben hacer un verdadero control a todos los vehículos para que la emisión de ruido, producido en prueba estática y en prueba dinámica esté dentro de los límites admisibles. El vehículo que no este dentro de los límites debe ser inmovilizado hasta que cumpla.
14. El Personal encargado de la recolección de la información debe ser seleccionado y entrenado, de tal forma que los datos por ellos

suministrados sean confiables, permitiendo así aplicar con certeza el modelo matemático.

15. Los resultados de estos estudios deben ser difundidos a las autoridades competentes, clase dirigente, comunidad investigativa y a la opinión pública en general, de tal forma que su conocimiento y discusión permita definir mejores políticas de planeación urbana que conlleven al mejoramiento de la calidad de vida de la población.
16. Por último y acorde a los resultados obtenidos en el presente trabajo, nos permitimos recomendar el uso del modelo CRTN como un método rápido y confiable que permite predecir los niveles de ruido producidos por el tráfico vehicular en las vías urbanas.

13. CONCLUSIONES.

1. Con los resultados obtenidos demostramos que tanto en la medición directa como en la aplicación de la metodología CRTN los niveles sobrepasaron los máximos permisibles (ver Tabla No. 67), lo cual nos indica el posible riesgo, de acuerdo a la resolución 627, al que está expuesta la población pereirana en los sitios objeto del estudio.
2. Al comparar el ruido medido con el ruido calculado por la metodología CRTN, podemos aseverar que la aplicación del modelo brinda un buen grado de confianza, debido a que las diferencias porcentuales entre estos valores no superan en la mayoría de los casos el 5% (ver tabla No. 67).
3. De acuerdo a la tabla No. 67, los mayores niveles de ruido medido (L_{10}) se presentaron en horas de la tarde entre las 1:00 pm y las 3:30 pm., y entre las 5:00 pm y las 7:30 pm. Los menores niveles de ruido se presentaron en horas de la mañana entre las 7:00 am y las 9:00 am, y entre las 11:00 am y las 12:00 M, sin embargo estos valores están por encima de los valores permisibles.
4. La tabla No 67, muestra como el ruido promedio calculado a partir de los datos obtenidos con el sonómetro, que en términos estadísticos equivale a como si durante toda la hora se hubiera presentado este mismo valor de ruido; es siempre mayor que el nivel de ruido admisible, incluso en las mediciones de 14 horas.
5. La tabla No 68, muestra como los vehículos livianos, que son los que menos ruido producen, están por encima de los valores admisibles, además se nota que las motos en promedio producen aproximadamente 3.5 db(A) más de ruido que un liviano. Las

busetas y camiones pequeños producen un similar nivel de ruido (81 dB(A)), esto se debe a que en su gran mayoría tienen la misma potencia en el motor, la diferencia está en las características propias de su configuración (carrocería). Por otro lado se ve claramente como los camiones grandes, desde las volquetas hasta las tractomulas producen equivalentes niveles de ruido cercanos a los 87 dB(A).

6. Al comparar las gráficas del nivel instantáneo de ruido vs el tiempo (gráficos 34 al 39) contra el nivel máximo permisible según la resolución 627, se nota claramente que la gran mayoría de lecturas obtenidas con el sonómetro sobrepasan el máximo permisible.
7. En los puntos objeto de estudio se encontró que los niveles máximos de presión sonora medidos con el sonómetro, se debieron especialmente al tráfico de busetas y al de motocicletas.
8. Debido a que la velocidad a la que circulaban todos los tipos de vehículos por los puntos de medición era relativamente baja (alrededor de los 50km/h), el ruido predominante era el generado por la combinación de la acción de acelerar (desacelerar) el motor, el escape, el frenado y el contacto entre las llantas y el pavimento.
9. Fenómenos sonoros producidos al conducir vehículos, tales como la aceleración o desaceleración, frenado, arranque, uso de pitos y/o cornetas, campanas y sirenas producen altos niveles de ruido que al ser medidos con el sonómetro pueden dar lecturas de más de 110 dB(A), de todos ellos el ruido emitido por las sirenas de las ambulancias es el que mayor presión sonora puede producir (hasta los 130 dB(A)). Para la gran mayoría de personas, la percepción subjetiva de todos estos sonidos resulta ser desagradable e incluso dolorosa, por lo tanto se debe fortalecer la cultura ciudadana en los conductores para que conduzcan sus vehículos en forma más

racional, pensando en la salud de ellos mismos, de los peatones y los vecinos del sector.

10. La aplicación de la metodología CRTN permite establecer de manera muy sencilla los niveles de ruido que se generan en los distintos sectores de la ciudad para los tránsitos actuales –y futuros– que actualmente circulan. Con ello, se puede conocer la magnitud completa del problema y se podrán analizar y proponer medidas de mitigación acordes a las necesidades de cada sitio en particular.
11. En Colombia y en especial en la ciudad de Pereira aún no se cuenta con suficientes estudios que permitan cuantificar los niveles de ruido que se generan por la operación del tráfico vehicular en vías urbanas.
12. La nueva normativa colombiana busca dar mayor importancia a la contaminación auditiva que presentan las ciudades. Es así como el presente proyecto además de mostrar una nueva alternativa para determinar los niveles sonoros producidos por la operación vehicular, busca también demostrar la importancia de estudiar el problema que presentan las ciudades modernas con la generación de ruido.
13. Estar expuesto a niveles de ruido por encima de los 80 dB(A) durante largos periodos de tiempo, puede conllevar a alteraciones en la salud (física y mental) como el estrés, la fatiga o propiciar situaciones que pueden facilitar la ocurrencia de algún accidente. Esta situación es típica de los conductores del transporte urbano (busetas y taxis) que deben cumplir extenuantes jornadas laborales,
14. En virtud de los resultados obtenidos para los seis puntos objeto de estudio, se concluye que el ruido producido en estas vías urbanas y similares, está afectando la productividad y calidad de vida de la población circundante, tal como lo manifestaron varios habitantes

de los sectores estudiados, los cuales presentan trastornos similares a los de la gráfica 1.

15. Actualmente y gracias a la tecnología se pueden encontrar fácilmente en Internet, simuladores de diferentes modelos matemáticos para la determinación del L_{10} , los cuales sólo requieren que se les ingrese información adecuada.
16. Las limitaciones que se presentaron para la realización del estudio dejaron en evidencia la falta de interés e inversión de las entidades estatales y sus funcionarios por conocer la situación actual y futura en cuanto a la contaminación por ruido. De allí que no se produzcan programas y proyectos que busquen atacar en forma directa esta problemática.
17. De acuerdo con este estudio podemos concluir que el modelo CRTN para la predicción del ruido debido al tráfico vehicular, es una alternativa de fácil aplicación, rápida, económica por sus bajos costos y más segura para el personal vinculado.

14. BIBLIOGRAFIA

- Departamento Administrativo de Planeación Municipio de Santiago de Cali; **Calculo del Ruido Producido por el Tráfico**; Arboleda Velez, G.; Colombia, 1994.
- Instituto Mexicano del Transporte; **Estudio del Ruido Generado por la Operación del Transporte Carretero. Caso IV, Veracruz**; Flores Puente, M. A., Torras Ortiz, S. y Téllez Gutiérrez, R.; Publicación Técnica No 194; México, 2002.
- Universidad Católica de Manizales, Facultad de Ingeniería; **Diagnóstico Situacional del Ruido Ambiental en la Zona Centro de la Ciudad de Pereira**; Valencia de La Torre, J. G.; Manizales, 2004
- University of Bradford; **Environmental Noise Control Lecture 6**; Horoshenkov Kirill V.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; **Resolución 627 de 7 de abril**; Colombia, 2006.
- Acústica Urbana Convenio Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente – Universidad de la República (Dirección del Medio Ambiente – Facultad de Ingeniería); **Ruido Urbano: Tránsito, Industria y Esparcimiento**; Miyara F.; Uruguay 2004.
- The UK's National Measurement Laboratory; Technical Guides – Calculation of Road Traffic Noise 1988;
<http://www.npl.co.uk/acoustics/techguides/crtn/>

- Modelización del Ruido del Tránsito Automotor; Miyara F.;
<http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/MRT/MRT.htm>
- Aplicaciones al Estudio del Ruido 2003;
<http://www.ehu.es/acustica/bachillerato/genes/genes.htm>

ANEXO FORMATOS

FORMATO No 2: CONTEO

AFORO MANUAL VOLUMENES DE TRANSITO PROYECTO "MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL RUIDO PRODUCIDO POR EL TRÁFICO EN SEIS PUNTOS UBICADOS EN LA CIUDAD DE PEREIRA"

OBSERVADOR: _____ ESTACION: _____ FECHA: _____

HORA	LIVIANOS	TOTAL	MOTOS	TOTAL	BUSES	TOTAL	C2P	TOTAL	C2G	TOTAL	C3 Y C4	TOTAL	C5 Y C6	TOTAL

TOTALES:

OBSERVACIONES: _____

ANEXO FOTOGRAFICO



Foto 1. Toma de lecturas y conteo de vehículos Estación Rosales



Foto 2. Toma de lecturas y conteo de vehículos Estación Boyacá



Foto 3. Toma de lecturas y conteo de vehículos Estación Hospital



Foto 4. Toma de lecturas y conteo de vehículos Estación Maraya



Foto 5. Toma de lecturas y conteo de vehículos Estación Gamma



Foto 6. Toma de lecturas y conteo de vehículos Estación San José