

$$V_{cr}' = V_h \cdot \frac{p_k}{p_a} \cdot \frac{T_a}{T_k} \quad (5)$$

Utilizando la fórmula (3) para " $V_{cr}'$ ", podemos obtener:

$$\eta_v = \frac{V_c}{V_h} \cdot \frac{T_k}{T_a} \cdot \frac{p_a}{p_k} \cdot \frac{(\varepsilon \cdot p_a \cdot T_r - p_r \cdot T_a)}{p_a \cdot T_r}$$

Teniendo en cuenta, que  $V_h = V_a - V_c$  y

$\varepsilon = V_a / V_c$ , la razón  $V_c / V_h$  en la expresión antes citada se puede representar como:

$$\frac{V_c}{(V_a - V_c)} = \frac{1}{\varepsilon - 1}$$

Hay que tener en cuenta, que, en una serie de los regímenes, con el cierre de las válvulas de admisión *después* del PMI tiene lugar el relleno adicional. Por esa causa la cantidad de la carga fresca, que entra en el cilindro, se realiza un poco más grande en comparación con la que entraría en el caso del cierre de las válvulas (y el fin del proceso del relleno) en el PMI. Este mejoramiento del relleno se considera por la magnitud específica " $\varphi_1$ ", que se llama el *coeficiente del relleno adicional*.

Definitivamente obtenemos:

$$\eta_v = \frac{\varphi_1}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{T_k}{T_a} \cdot \frac{(\varepsilon \cdot p_a \cdot T_r - p_r \cdot T_a)}{p_k \cdot T_r} \quad (6)$$

o, considerando el soplado de los cilindros:

$$\eta_v = \frac{\varphi_1}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{T_k}{T_a} \cdot \frac{(\varepsilon \cdot p_a \cdot T_r - p_r \cdot T_a \cdot \varphi_s)}{p_k \cdot T_r} \quad (6a)$$

La particularidad principal y más importante de las fórmulas obtenidas es que ellas demuestran la dependencia de los coeficientes de los gases remanentes " $\gamma_r$ " y del relleno " $\eta_v$ " de los parámetros principales en la forma explícita.

## CONTAMINACIÓN POR RUIDO DEBIDO AL TRÁFICO VEHICULAR: UN PROBLEMA DIARIO QUE VA EN AUMENTO EN LA CIUDAD DE PANAMÁ.

Ing. Alexander Corrales H., Ing. Arturo Montes, Ing. Felix Henríquez  
Facultad de Ingeniería Mecánica.

### EXTRACTO GENERAL.

La contaminación por ruido es un problema al que se le está empezando a tomar importancia, pues ya existen estudios estadísticos que describen la influencia estadísticos del ruido en el comportamiento de los seres humanos. En su mayoría estos estudios orientadas a las fuentes del ruido industrial y comerciales, pero poco es lo que se tiene sobre una de las fuentes de ruido más populares en nuestro medio ambiente, el tráfico vehicular.

La información recolectada en esta investigación muestra los niveles de ruido provenientes del tráfico vehicular en algunas de las avenidas más transitadas de la región metropolitana de Panamá, además muestra como estos niveles están por encima de lo establecido en el Decreto N° 150 del 19 de febrero de 1971 del Ministerio de Salud donde se establece límites de 85 dB(A) de ruido ambiental.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación "Muestreo de los niveles de ruido en las avenidas más transitadas de la región Metropolitana de Panamá." presenta desde un punto de vista ambientalista la problemática del ruido producido por el tráfico vehicular en el distrito capital. La medida y análisis del sonido constituyen una poderosa herramienta de diagnóstico en los programas de reducción de ruido.

La forma descontrolada en la que crece el número de vehículos cada año contribuye a los altos niveles de ruido medidos. En nuestro país no existe legislación alguna sobre control de ruido producido por el tráfico.

Esta comprobado que la exposición a ruido produce trastornos en el comportamiento y el desempeño de las personas.

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

Este estudio es un "Muestreo Aleatoriamente Estratificado" se realizó primeramente con el apoyo del Centro de Investigaciones Energéticas y Ambientales (C.I.E.A.) De la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Panamá. Quien suministró el equipo de medición (el Sonómetro). Posteriormente con datos estadísticos que suministró la Dirección Nacional de Transporte Terrestre (D.I.NA.TRA.TE.) del Ministerio de Obras Públicas (M.O.P.), de donde se seleccionaron las avenidas más transitadas en la ciudad de Panamá; para posteriormente ubicar las cuatro estaciones de muestreo en las horas de mayor flujo vehicular en periodos de mañana, mediodía y tarde. Se monitoreó una semana en cada estación en periodos de 10 minutos. Luego se compararon los valores medidos con lo establecido en el Decreto N° 150 del 19 de febrero de 1971 del Ministerio de Salud donde se establece límites de 85 dB(A) de ruido ambiental.

### COMENTARIOS DE LA INVESTIGACIÓN.

El **sonido** es la sensación percibida por el oído humano producida por rápidas fluctuaciones de la presión del aire, que tiene características básicas como: velocidad, frecuencia y longitud de onda. Y el **Ruido** es algo que afecta al ser humano de manera involuntaria. Todo el mundo lo observa desde un punto de vista diferente. En general el **ruido se define como un sonido indeseado y por tanto molesto**. Medido en decibelios (dB). Los **decibelios (dB)** es una unidad de medida absoluta de los sonidos. Es una relación entre una cantidad medida y un nivel de referencia acordado. La escala en dB es logarítmica.

Dentro de la legislación de Panamá está vigente el **Decreto N° 150 del 19 de febrero de 1971, Ministerio de Salud**. Reglamenta los ruidos molestos producidos por las fábricas, talleres y locales comerciales y cualquier otro establecimiento. Prohíbe ruidos arriba de 85 dB(A), y la imposición de sanciones de B/.50.00 a /.500.00.

El **Sonómetro** es un instrumento de medición diseñado para responder al sonido aproximadamente de la misma forma que el oído humano. Consta de un micrófono, una sección de procesamiento de señal y una unidad de lectura.

### ESTACIONES DE MUESTREO.

Para el muestreo se tomaron mediciones en el horario de la mañana, mediodía y tarde (horas picos de acuerdo a los aforos de la Tabla 1) con un intervalo de 10 minutos.

El primer punto para la muestra se localizó en la Vía España, el segundo se localizó en la Avenida Ricardo J. Alfaro (Tumba Muerto), el tercer punto se localizó en la intersección de la Avenida Nicanor de Obarrio con la Vía Cincuentenario y el último punto se localizó en la intersección de la Vía Brasil con la Avenida Balboa.

**VÍA ESPAÑA:** Semana del 17 al 23 de enero de 1999. 182 mediciones.

Mañana (6:30 a 8:00 a.m.). Mediodía (12:30 a 2:30 p.m.). Tarde (4:00 a 6:00 p.m.).

**VÍA RICARDO J. ALFARO:** Semana del 24 al 30 de enero de 1999. 182 mediciones.

Mañana (6:30 a 8:00 a.m.). Mediodía (12:00 a 1:30 p.m.). Tarde (4:30 a 7:00 p.m.).

**VÍA CINCUENTENARIO:** Semana del 31 de enero al 6 de febrero de 1999. 180 mediciones. Mañana (6:30 a 8:00 a.m.). Mediodía (12:30 a 2:20 p.m.). Tarde (4:00 a 6:00 p.m.).

**AVENIDA BALBOA:** Semana del 7 al 13 de febrero de 1999. 180 mediciones.

Mañana (6:30 a 8:00 a.m.). Mediodía (12:30 a 2:20 p.m.). Tarde (4:00 a 6:00 p.m.).

**TOTAL DE MEDICIONES:** 724 mediciones.

### RESULTADOS OBTENIDOS

Valores que "no cumplen" con el Decreto N° 150 del 19 de febrero de 1971, en las estaciones de muestreo. A continuación presentamos datos estadísticos relevantes a nuestra investigación:

#### Vía España

**26.60% de 182 mediciones.**

#### Avenida Ricardo J. Alfaro

**17.41% de 182 mediciones.**

#### Vía Cincuentenario

**33.89% de 180 mediciones.**

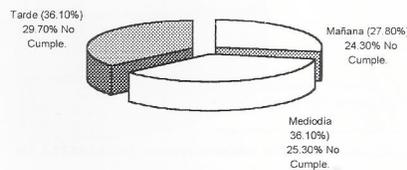
#### Avenida Balboa

**35.00% de 180 mediciones.**

Nueve (9) de doce valores máximos en las cuatro estaciones estuvieron por encima de 100 dB(A) y siete (7) de doce valores mínimos estuvieron por debajo de 70 dB(A).

A continuación presentamos datos estadísticos relevantes a esta investigación:

Gráfica 1  
VALORES QUE NO CUMPLEN CON EL DECRETO N° 150 DEL 19 DE FEBRERO DE 1971 DEL MINISTERIO DE SALUD, VALORES SUPERIORES A 85 dB(A) MEDIDOS EN LA VÍA ESPAÑA.



**Tabla 1\***  
**FLUJO VEHICULAR**  
**(NÚMEROS DE VEHÍCULOS (SEDANES, BUSES Y CAMIONES))**

PERIODO	VÍA ESPAÑA (1)	RICARDO J ALFARO (2)	VÍA CINCUENTENARIO (3)	AVE. BALBOA (4)
6:00-6:30	1027	1722	1256	975
6:30-7:00	2209	1957	1790	1579
7:00-7:30	2038	2704	2178	2015
7:30-8:00	1854	2628	1724	2292
8:00-8:30	1680	1787	1562	2264
8:30-9:00	1842	1695	1404	1812
9:00-9:30	1917	1617	1588	2670
9:30-10:00	1720	1336	1593	2506
10:00-10:30	1316	987	1723	2608
10:30-11:00	1607	1048	1977	2565
11:00-11:30	1889	1060	1961	2358
11:30-12:00	1728	852	1594	2470
12:00-12:30	1688	1927	1922	2772
12:30-1:00	1983	2220	1641	2772
1:00-1:30	1585	1821	1739	3144
1:30-2:00	2033	1128	1811	2824
2:00-2:30	1970	1203	1567	3302
2:30-3:00	1523	1249	1726	2857
3:00-3:30	1432	1177	1681	2932
3:30-4:00	1215	1208	1345	2798
4:00-4:30	1888	932	1799	2807
4:30-5:00	2062	1137	1992	3170
5:00-5:30	2084	1051	2237	3211
5:30-6:00	2186	1135	2445	3272
6:00-6:30	1261*	1068	1616	3095
6:30-7:00	1215	1080	1618	2845
7:00-7:30	1114	1028	1799	2904
7:30-8:00	1009	996	1327	2702
8:00-8:30	1243	1049	1182	2618
8:30-9:00	1251	962	1162	2706

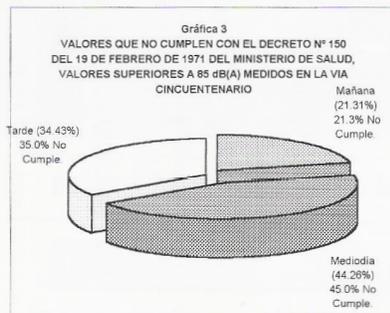
- (1) Localización: Hotel El Panamá. (frente a la discoteca Dreams.)  
(2) Localización: Autocentro. (Intersección de la calle Juan Rivera Reyes (cl. 74 oeste) y Ricardo J Alfaro).  
(3) Localización: Cel-Tel (Intersección de la Avenida Nicanor de Obarrio con la Vía Cincuentenario.)  
(4) Localización: Rapid-Muffler (Intersección de Vía Brasil con Avenida Balboa.)

\* Fuente: Dirección Nacional de Transporte Terrestre. (DINATRATE.) Año 1998

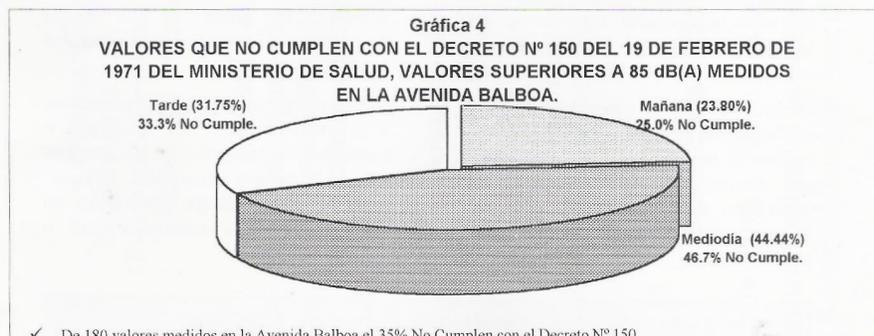
- ✓ De 182 valores medidos en la Vía España el 26.60% No Cumplen con el Decreto N° 150.



- ✓ De 182 valores medidos en la Avenida Ricardo J. Alfaro el 17.47% No Cumplen con el Decreto N° 150.



- ✓ De 180 valores medidos en la Vía Cincuentenario 33.89% No Cumplen con el Decreto N° 150.



- ✓ De 180 valores medidos en la Avenida Balboa el 35% No Cumplen con el Decreto N° 150.

### CONCLUSIONES.

El ruido de los vehículos es producido fundamentalmente por el motor y la fricción causada por el contacto de los vehículos con el suelo y el aire.

El ruido producido por los buses colectivos de las diferentes rutas, es debido a los equipos de sonido que muchas veces son un "walkman" unido a un amplificador y un buen par de bocinas, más el ruido de sus troneras al pasar y sus estrepitosos "pitos".

Los automotores y las actividades comerciales, son las principales fuentes de ruido ambiental en la zona metropolitana. La porción de los vehículos pesados, junto a las motocicletas tienden a producir más ruidos que el causado por los vehículos livianos debido principalmente a las condiciones bajo las que operan, ya que muchas veces no se utilizan los vehículos apropiados para las diferentes labores.

Las autoridades deben implementar leyes energicas que obliguen a los conductores de equipos pesados a no circular por las vías más transitadas y más en las horas picos (con algunas excepciones), lo que traería como resultado la disminución del ruido en las avenidas más transitadas, ya que estos equipos son los que emiten los más altos niveles de ruido.

### REFERENCIA.

1. CORRALES H., Alexander D. y MONTES F., Arturo A. Muestreo de los niveles ruido en las avenidas más transitadas de la región metropolitana de Panamá.— Panamá, Universidad Tecnológica de Panamá, 1999.-- 252p.:il (Tesis de Licenciatura).
2. GONZALES R., Cesar A. y BADILLO R., CARLOS C. El ruido producido por el tráfico de la ciudad de Panamá y su afecto sobre la audición y comunicación hablada en conductores de buses y usuarios.--Panamá: Universidad de Panamá, 1991.-- 94p.:il (Tesis de Licenciatura).
3. CONO C., Zoila, QUINTANA, Aída E. y WESLEY, Carmen. El ruido como factor determinante en el distrito capital.--Panamá: Universidad de Panamá, 1987.-- 163p.:il. (Tesis de Licenciatura).