



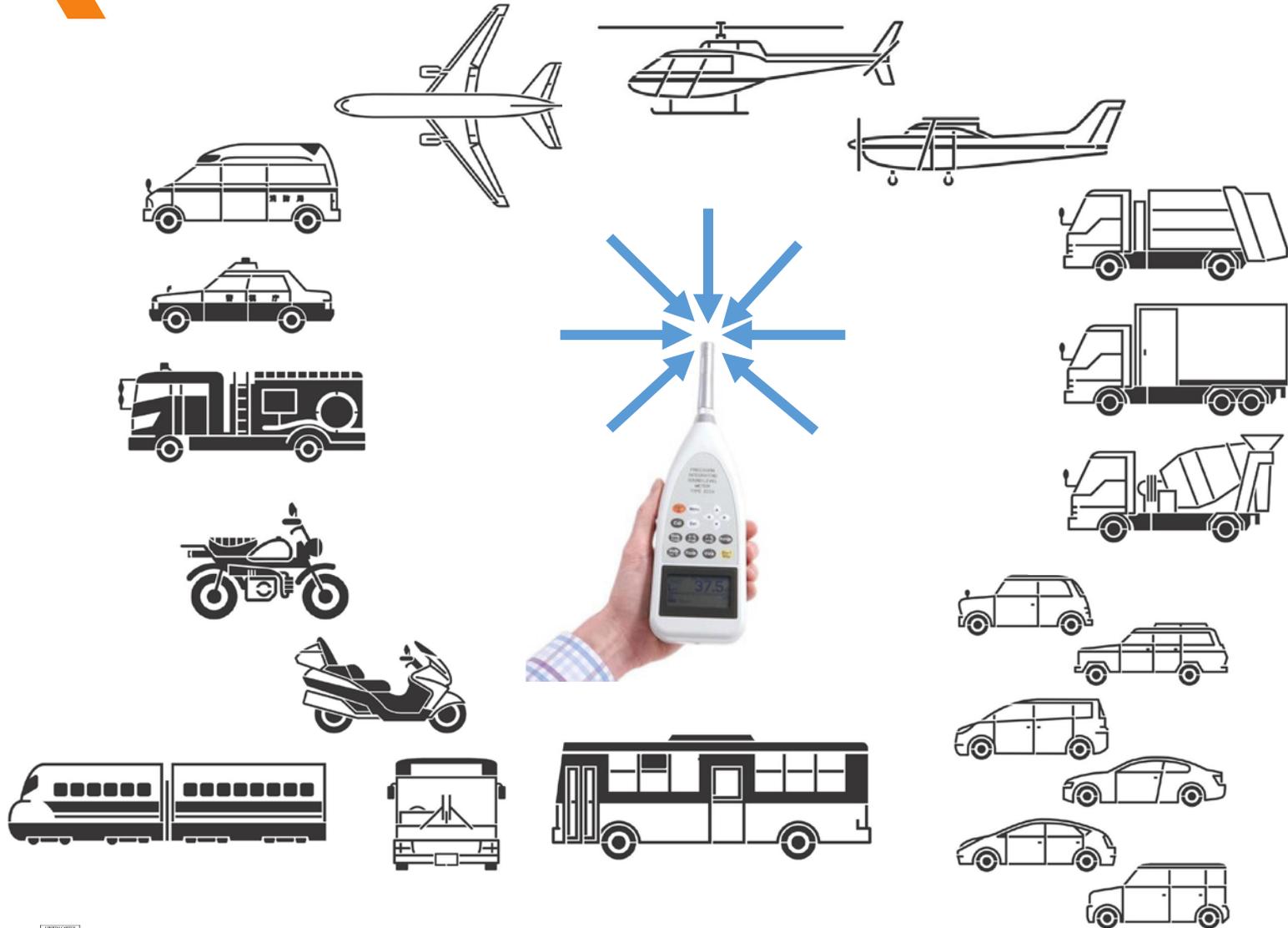
METODOLOGIA PARA LA ESTIMACION DEL APORTE DE UNA FUENTE PARTICULAR DE TRANSITO VEHICULAR AL RUIDO AMBIENTAL

Jorge P. Arenas, PhD
*Instituto de Acústica,
Universidad Austral de Chile*





RUIDO DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE





FUENTES DE RUIDO DEL TRANSITO VEHICULAR EN SANTIAGO

Vehículos
livianos



Motocicletas



Camiones



Buses del
transporte
público



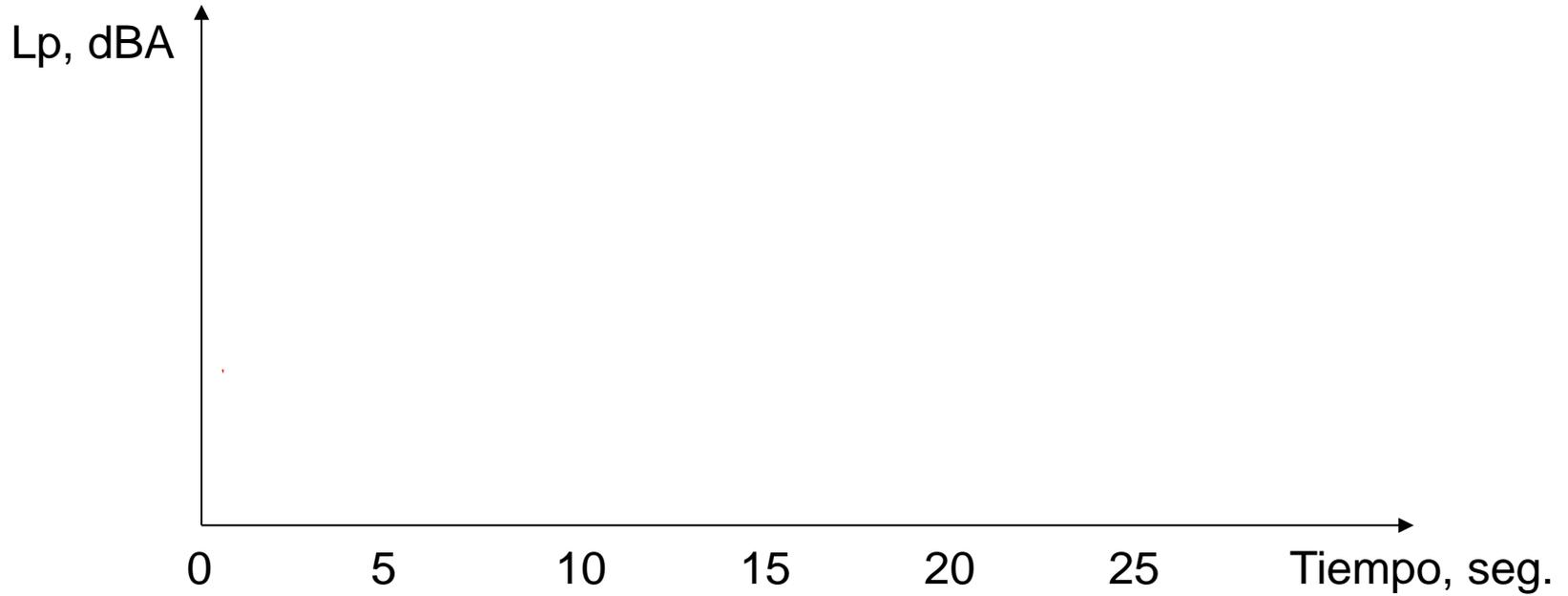
PROBLEMA

- ❑ En una vía de la ciudad, ¿Cuál sería el aporte al ruido total de una fuente en particular?
- ❑ Se necesita desagregar las fuentes: **medición directa es imposible.**
- ❑ Idea: utilizar un descriptor de ruido asociado a la **energía acústica** de una fuente en particular, para poder comparar entre las diversas fuentes
- ❑ Concepto físico: **SEL** (Sound exposure level)
- ❑ SEL concentra la energía de un **evento singular** (de duración T) en un tiempo normalizado a **1 segundo**.



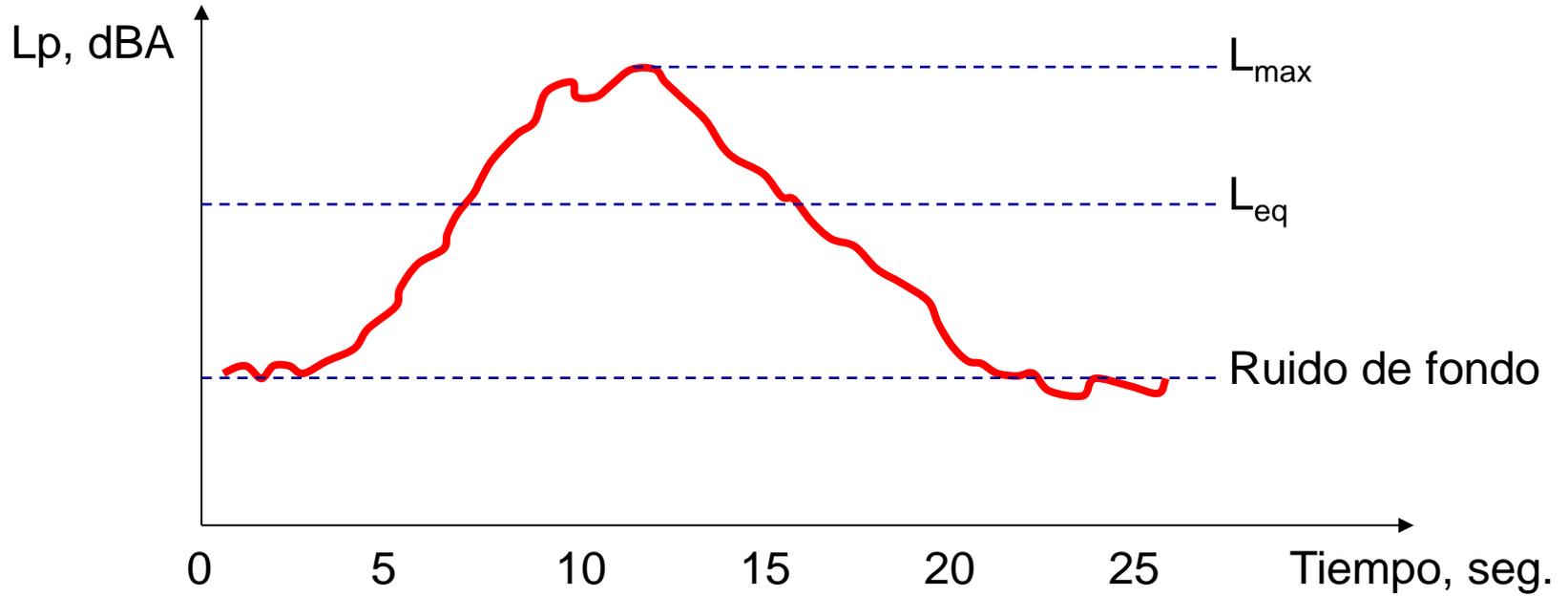


SOUND EXPOSURE LEVEL (SEL, L_{AE})





SOUND EXPOSURE LEVEL (SEL, L_{AE})





SOUND EXPOSURE LEVEL (SEL, L_{AE})



$$SEL = 10 \log \left(\frac{1}{1 \text{ sec}} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right)$$



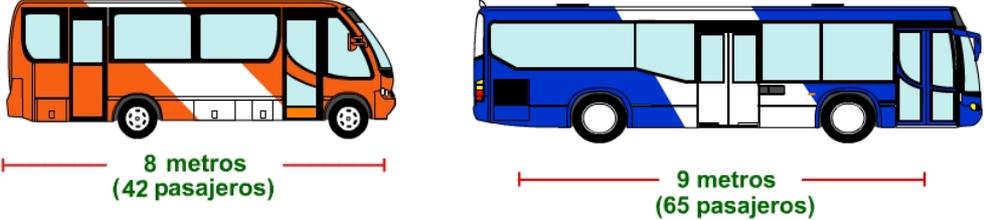
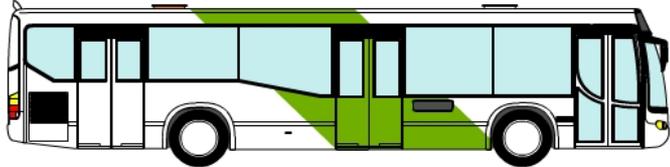
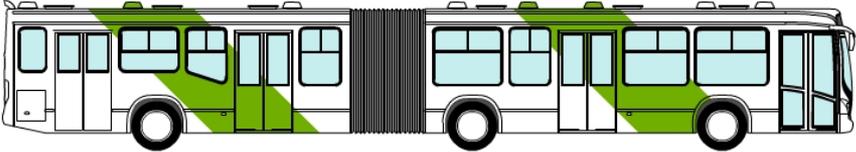
APLICACION A BUSES DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN SANTIAGO

- ❑ En el caso de los buses, se sabe que a velocidades lentas (menos de 40-45 km/h), el ruido mecánico (motor, cajas de cambios, frenos, etc.) tiende a ser predominante en el ruido total.
- ❑ A velocidades rápidas (sobre 45-50 km/h), el ruido mecánico deja de ser relevante y el ruido total es producido mayormente por el contacto de los neumáticos y el pavimento (ruido de rodadura) y el ruido aerodinámico.
- ❑ Las características de los buses del transporte público no son homogéneas
- ❑ Existen 3 clases de buses a considerar en Santiago.





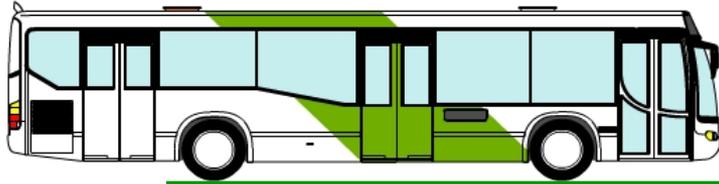
APLICACION A BUSES DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN SANTIAGO

Clase de bus	Aspecto físico
A	 <p>8 metros (42 pasajeros)</p> <p>9 metros (65 pasajeros)</p>
B	 <p>12 metros (80 pasajeros)</p>
C	 <p>18.5 metros (160 pasajeros)</p>



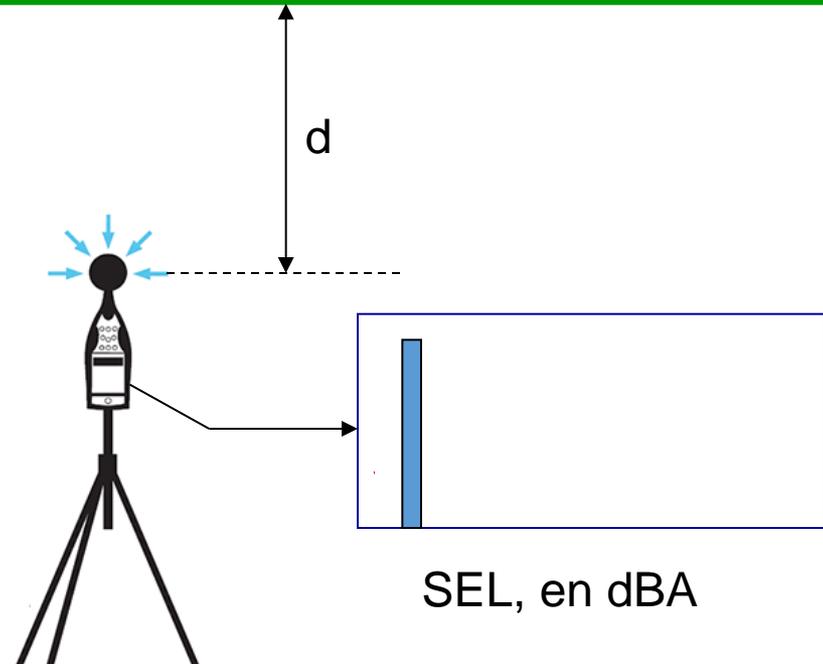


MEDIDA DEL SEL



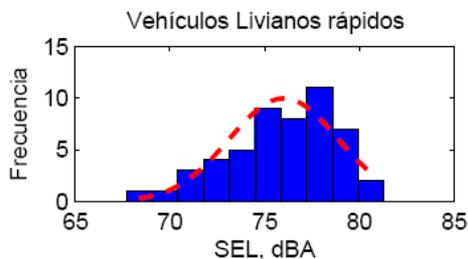
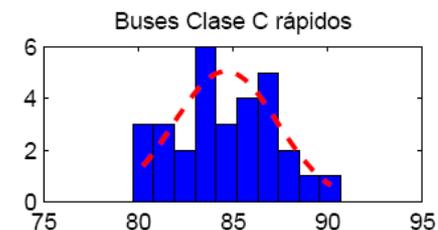
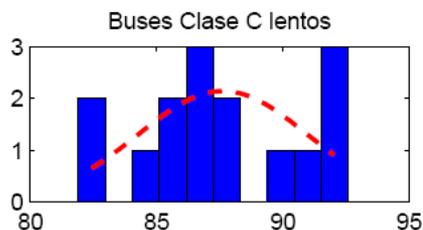
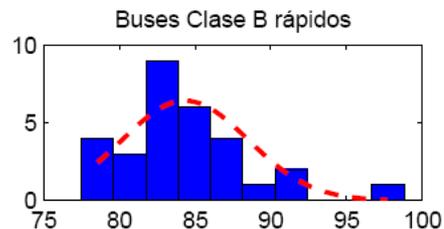
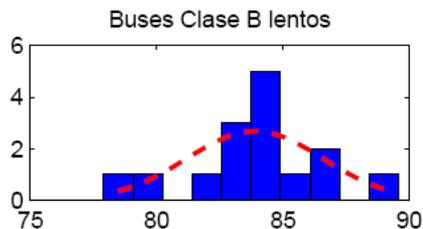
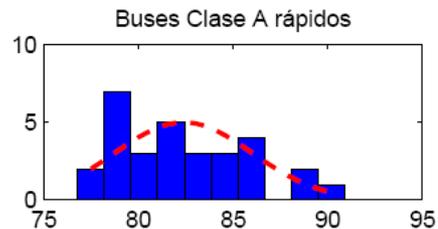
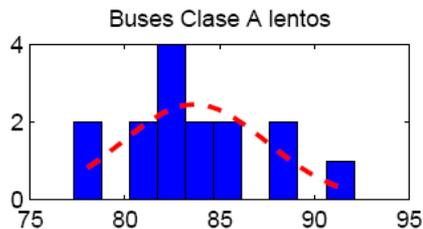
❑ SEL para 45 buses de cada clase (A, B y C), 30 en condición “Rápida” y 15 en “Lenta”): total de 135 medidas de SEL, 90 en situación Rápida y 45 en Lenta.

❑ 51 medidas de SEL para vehículos livianos en condición “Rápida”





RESULTADOS



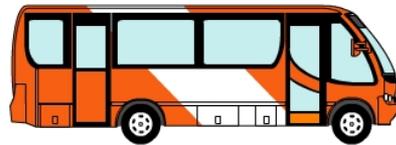
Clase	Velocidad	Valores estadísticos, dBA			
		SEL max	SEL min	SEL promedio	STD
A	Lento	92.1	77.3	83.7	4.0
B	Lento	89.6	77.9	83.9	2.8
C	Lento	92.6	81.9	87.6	3.5
A	Rápido	90.9	76.8	82.4	3.7
B	Rápido	98.8	77.5	84.3	4.2
C	Rápido	90.7	79.7	84.6	2.8
Livianos	Rápido	81.3	67.7	76.0	2.9



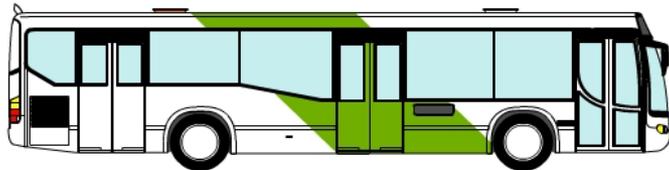
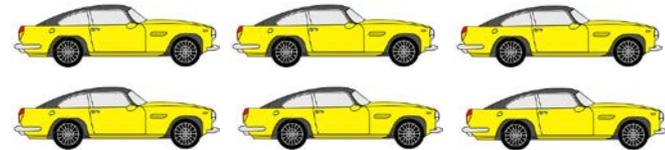


EQUIVALENCIA CON VEHICULOS LIVIANOS “RAPIDOS”

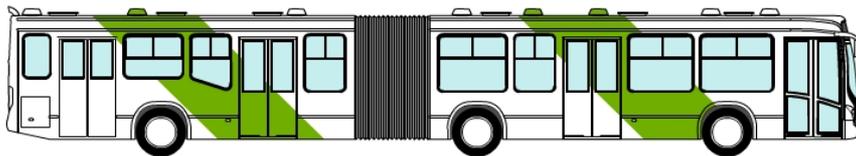
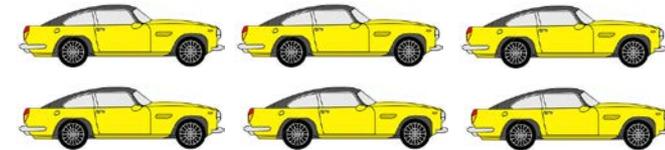
BUSES EN CONDICIÓN LENTA



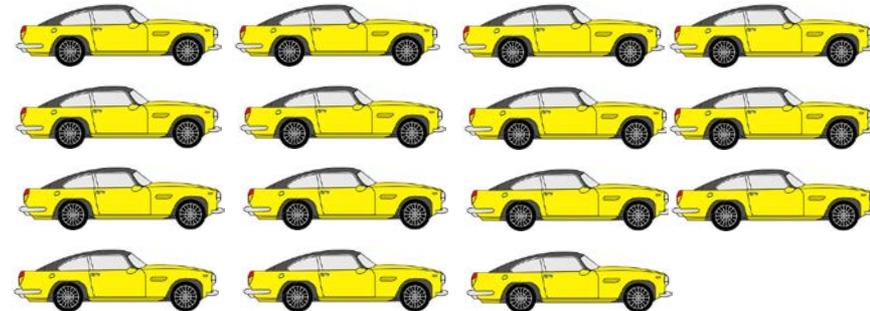
=



=



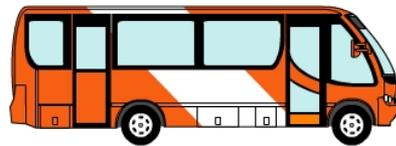
=



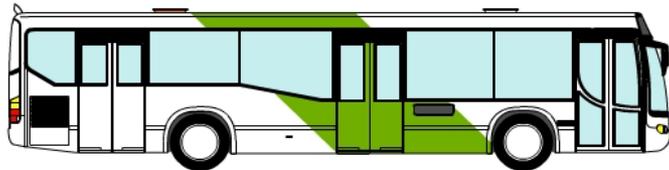
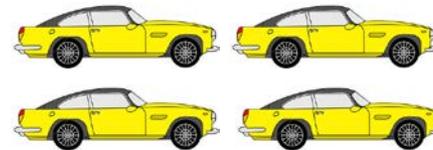


EQUIVALENCIA CON VEHICULOS LIVIANOS “RAPIDOS”

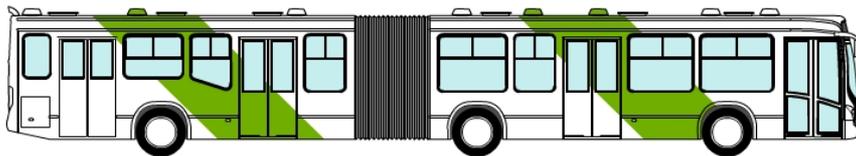
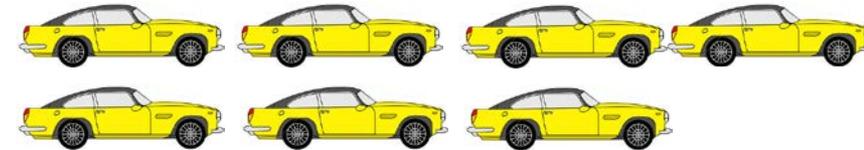
BUSES EN CONDICIÓN RAPIDA



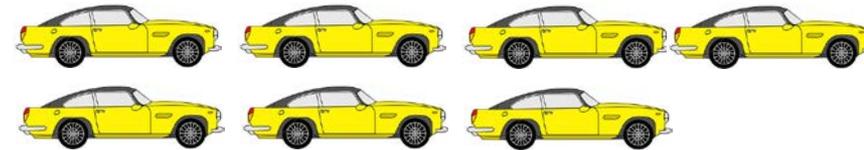
=



=



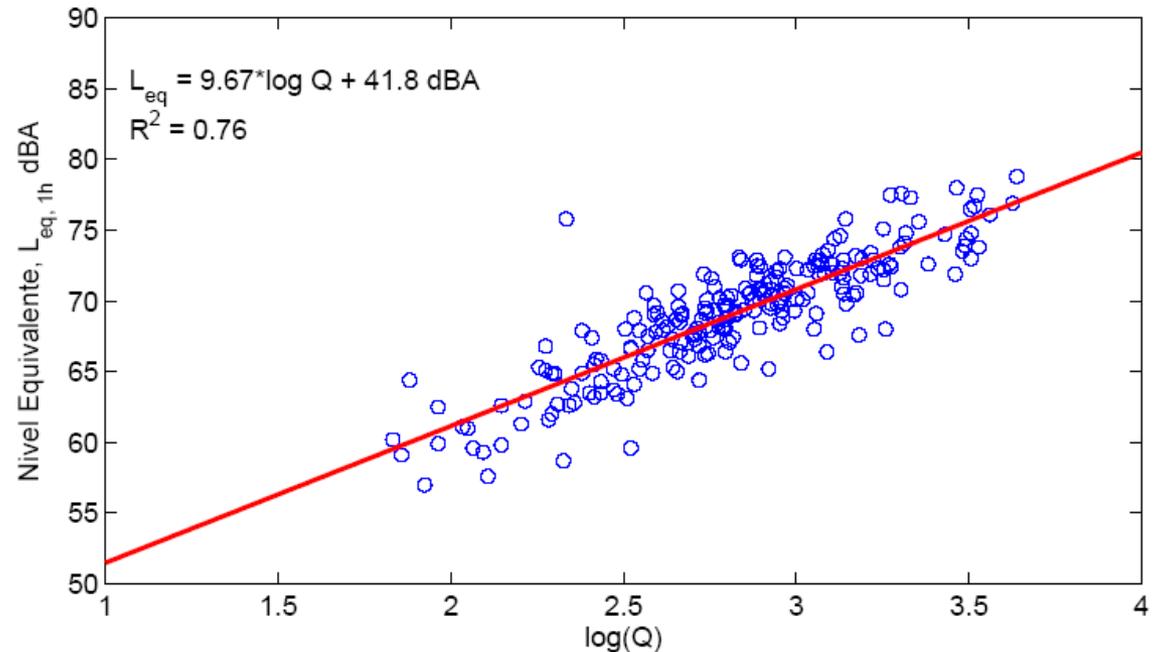
=





ESTIMACION DE LA CONTRIBUCION A PARTIR DE LAS MEDIDAS DE FLUJO

- Se midió el L_{eq} en 500 puntos, para distintos tipos de vías.
- En cada punto se midió el flujo vehicular de motos, camiones, vehículos livianos y buses
- Se consideró camiones y buses equivalentes a 7 vehículos livianos. Motos equivalen a 2 vehículos livianos.



Nivel sonoro equivalente como función del flujo vehicular equivalente.

Tipo de vía	L_{eq} , dBA
Colectora	69,3
Expresa	74,2
Local	65,3
Servicio	67,5
Troncal	72,3

$$Q = Q_{VL} + Q_C + Q_M + Q_B$$
$$Q_E = Q_{VL} + 7Q_C + 2Q_M + 7Q_B$$

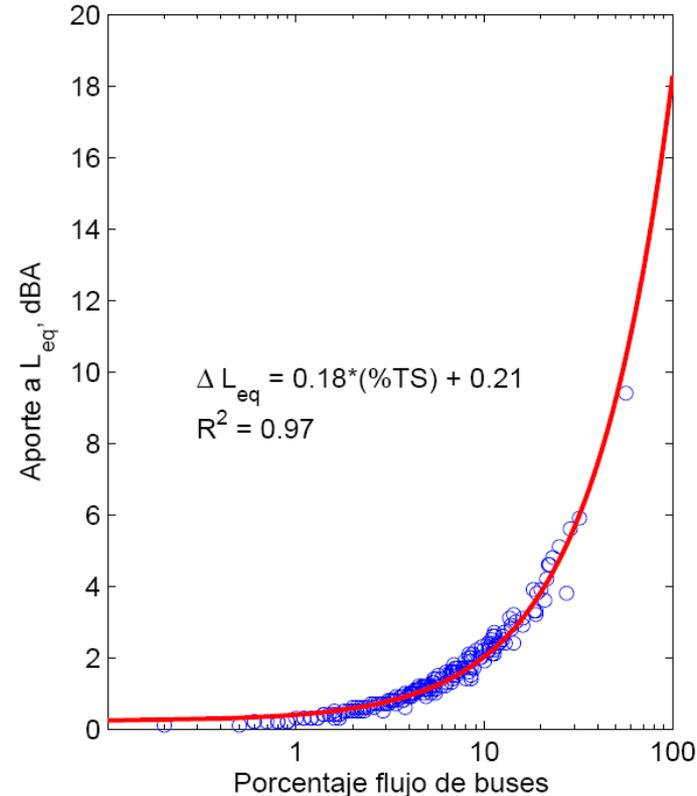
↓
Sin buses





ESTIMACION DE LA CONTRIBUCION A PARTIR DE LAS MEDIDAS DE FLUJO

- De los 500 puntos, se seleccionaron 232 que incluían buses y pavimento típico.
- Se desagregó el flujo de buses de la ecuación en cada punto y se calculó la contribución del flujo de buses al ruido total.

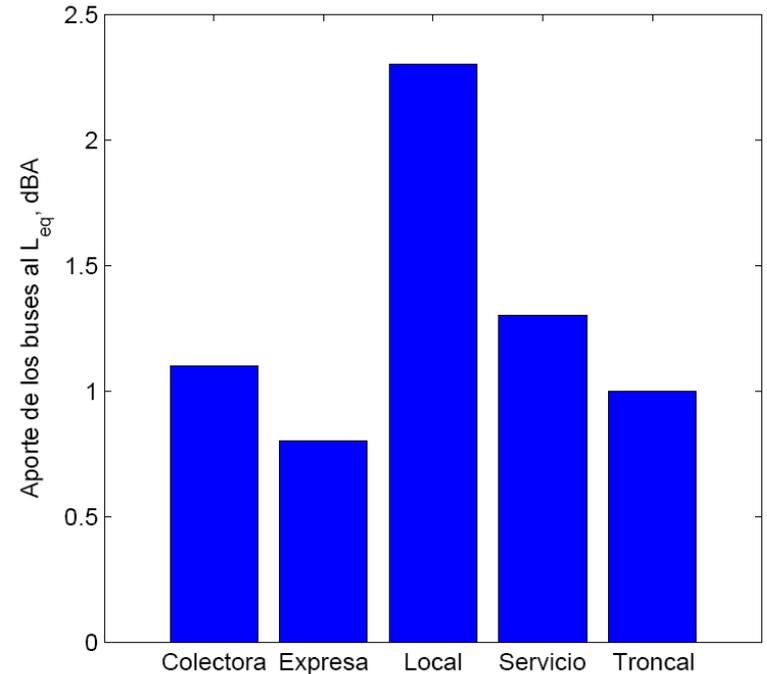
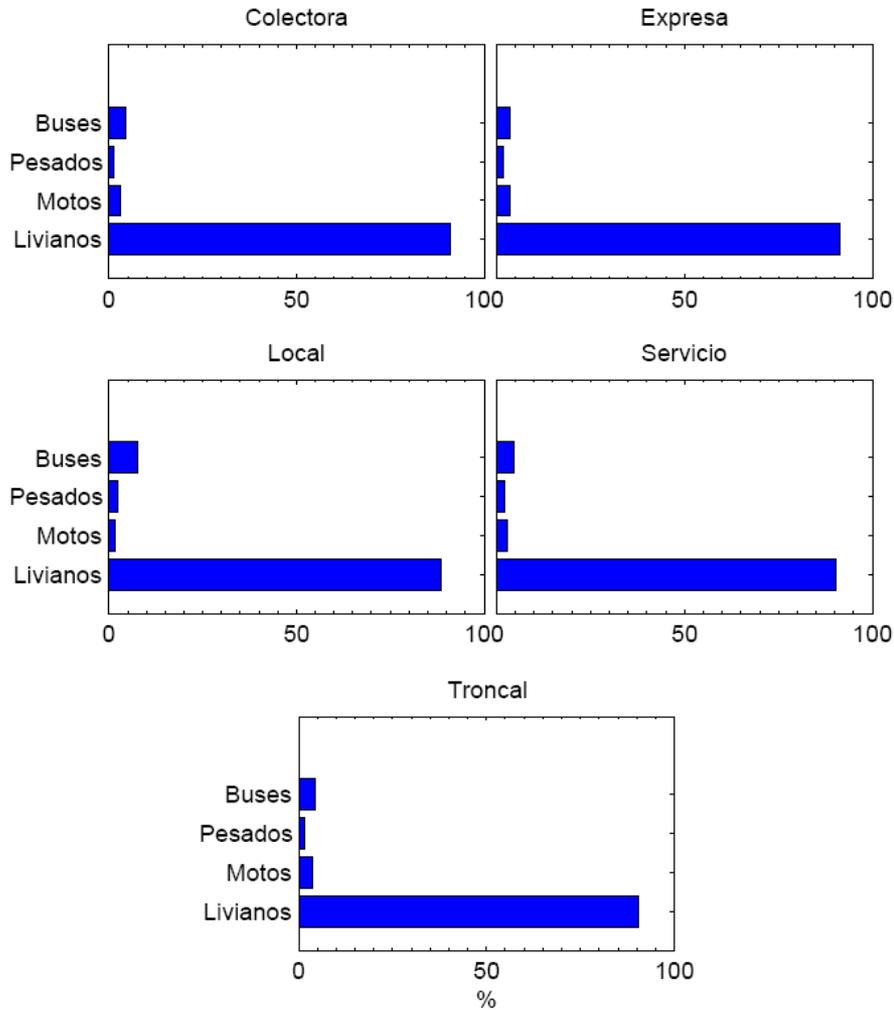


Aporte al nivel equivalente de ruido total como función del porcentaje de flujo de buses.





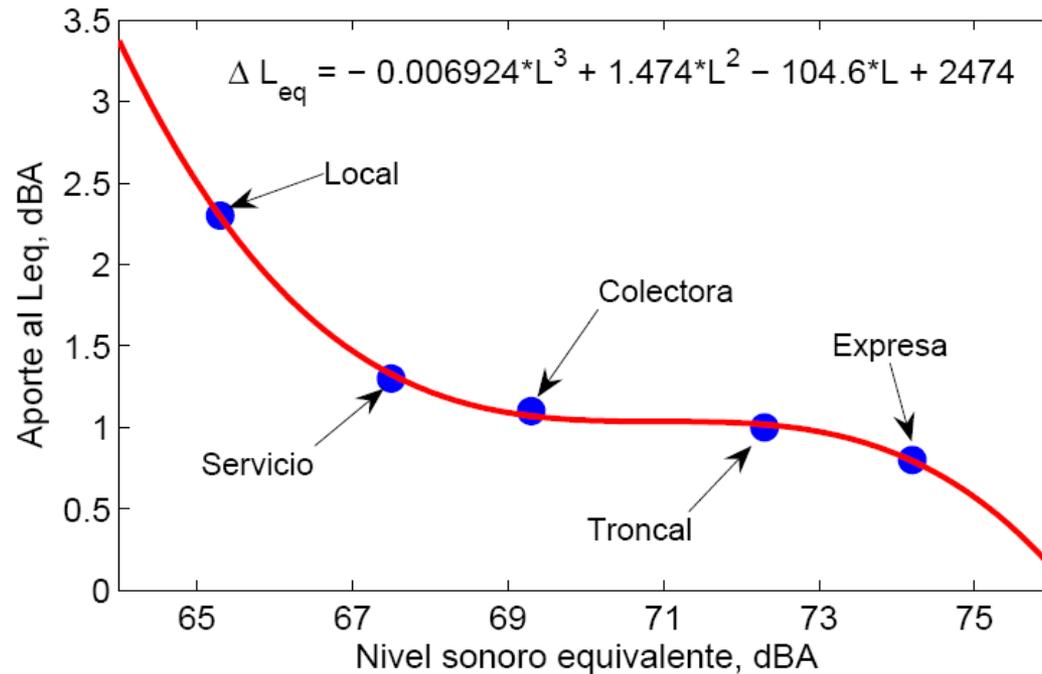
APORTE DEL RUIDO DE LOS BUSES DE ACUERDO AL TIPO DE VÍA



Tipo de vía	Aumento del L_{eq} , dBA
Colectora	+ 1,1
Expresa	+ 0,8
Local	+ 2,3
Servicio	+ 1,3
Troncal	+ 1,0



APORTE DEL RUIDO DE LOS BUSES DE ACUERDO AL TIPO DE VÍA



Tipo de vía	Aumento del L_{eq} , dBA
Colectora	+ 1,1
Expresa	+ 0,8
Local	+ 2,3
Servicio	+ 1,3
Troncal	+ 1,0

Aporte de los buses del transporte público al ruido total en función del nivel sonoro equivalente en la vía.



CONCLUSIONES

- ❑ Se comprueba que los buses articulados exhiben, en marcha lenta, los mayores niveles de ruido de todos los tipos de buses, alcanzando un valor de SEL promedio de 87,6 dBA. En condición rápida, todas las clases de buses emiten niveles parecidos de SEL.
- ❑ La contribución promedio de los buses al nivel de ruido global en Santiago es de 1,3 dBA. Aún cuando esta contribución no sea estadísticamente significativa, en términos de los niveles de ruido corresponde a una contribución del 25% de la energía sonora total.
- ❑ Las mayores contribuciones de los buses a los niveles de ruido ambiental se producen en el tipo de vía Local: 2,3 dBA al nivel global de ruido (40% de la energía sonora total). Las menores contribuciones de los buses al ruido de tránsito son en las vías Expresas y Troncales, donde los niveles globales de ruido son mayores. Así, se concluye que el efecto de los buses es mayor en aquellas vías más silenciosas y menor en vías más ruidosas.





Muchas gracias...

Contacto: Jorge P. Arenas, PhD
Instituto de Acústica
Universidad Austral de Chile
Casilla 567, Valdivia, Chile
jparenas@uach.cl

