

ESTUDIO DEL RUIDO PRODUCIDO POR DISTINTOS SISTEMAS DE RECOGIDA DE RESIDUOS

PACS: 43.50.Rq

Robert Barti
Asesor y consultor acústico
Tel: 619 983 384
E-mail: pebre46@hotmail.com

ABSTRACT

In the process of collecting waste generated noise causes discomfort to the nearest neighbors. With the proliferation of containers in the streets of cities, the problem is greatly increased. Increasing the number of bins emptied daily precise mechanical means and especially human resources quite remarkable. In order to lower costs, waste collection is usually done by one person using automated means to do the work. In this paper we characterize three types of waste collection. The hydraulic pump that drives the mechanism appears as the main source of noise. Analysis of these sounds are masked by the noise of the motor unit which drives the hydraulic pump. The rear cargo vehicles are the quietest.

RESUMEN

En el proceso de recogida de residuos se produce un ruido que produce molestias a los vecinos más cercanos. Con la proliferación de contenedores en las calles de las ciudades, el problema se ve notablemente incrementado. El aumento del número de contenedores vaciados diariamente precisa de unos medios mecánicos y sobre todo humanos muy destacables. En aras a la disminución de costes, la recogida de residuos la realiza en general una sola persona que utiliza medios automatizados para hacer su tarea. En este trabajo se caracterizan tres tipos de recogida de residuos. La bomba hidráulica que impulsa los mecanismos aparece como la principal fuente de ruido. En los análisis estos ruidos quedan enmascarados por el ruido del grupo motor que acciona a la bomba hidráulica. Los vehículos de carga posterior resultan los más silenciosos.

INTRODUCCIÓN

La recogida de los residuos siempre ha supuesto un foco de ruido notable para la población. Notemos que la recogida se realiza generalmente de noche para evitar incrementar la congestión de tráfico durante el día. La proximidad a los contenedores de residuos supone

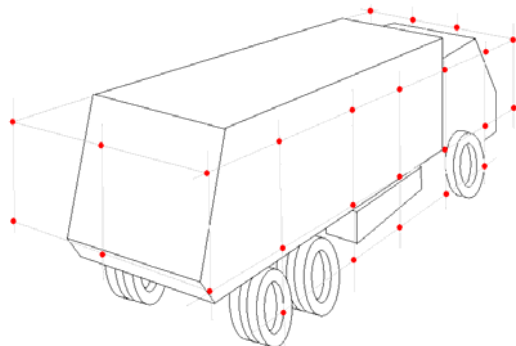
escuchar diariamente el ruido de la descarga de residuos. El incremento del número de contenedores, para el reciclado de materias, hace que el incremento de vehículos de recogida de residuos sea notable a lo largo de todo el día. A pesar de utilizar equipos con sofisticada tecnología que permite recoger un contenedor y vaciarlo de forma automática, lo cierto es que estos sistemas han originado muchas quejas entre las personas afectadas. Curiosamente una queja bastante habitual está relacionada con los niños pequeños que se despiertan fácilmente al oír estos ruidos, cuando antes esto no ocurría. El objetivo del estudio es averiguar las causas de ese ruido i comparar los niveles de los tres sistemas de recogida de residuos.

EQUIPO DE MEDIDA

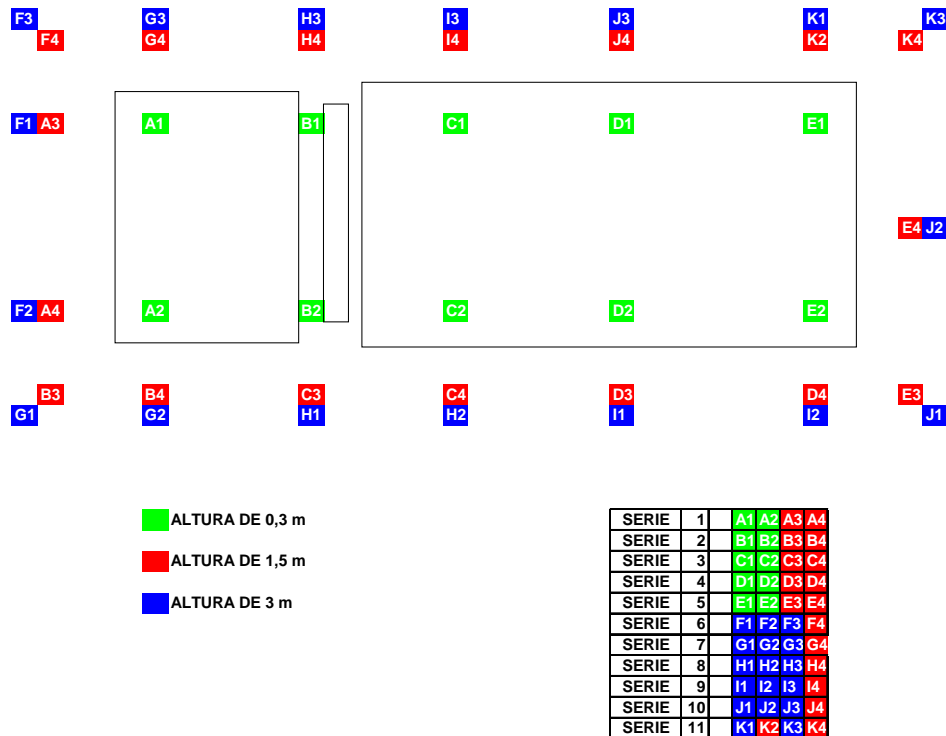
El equipo de medida está formado por un conjunto de 4 sonómetros que se disponen alrededor de los vehículos para realizar las mediciones. Estos equipos están convenientemente calibrados y verificados. Los sonómetros incorporan un cable prolongador de micrófono para poder posicionar este fácilmente, y controlar el funcionamiento de los equipos. Todos los micrófonos llevan el protector anti-viento, ya que las mediciones se hacen en espacio abierto.

PREPARACIÓN DE LOS ENSAYOS

Los espacios donde se realizan los ensayos son superficies planas y asfaltadas donde los edificios más cercanos no afectan a las mediciones. Para evitar al máximo la influencia de ruidos externos o reflexiones no deseadas, los micrófonos se colocaban a escasa distancia de los vehículos bajo prueba. El croquis siguiente muestra un ejemplo de posicionamiento de parte de los micrófonos situados alrededor del vehículo para su caracterización.



Los micrófonos se posicionan a 1,5 m del límite del vehículo. Se definen dos líneas de medida a 1,5 m. y a 3 m. de altura que rodean al vehículo. Para valorar también el ruido producido por los mecanismos internos del vehículo, se pone una tercera línea de micrófonos de medida a 0,3 m. de altura, y justo en el límite del vehículo. En total se realizan 42 puntos de medida para cada vehículo. Las mediciones se realizan con 4 canales simultáneamente. El proceso de descarga de un contenedor (vacío) se repite 2 veces para cada registro. El siguiente esquema muestra posición de cada micrófono y la disposición de las series de 4 micrófonos, con su altura correspondiente. La cabina del vehículo se encuentra a la izquierda. Las distintas dimensiones de los vehículos obliga a modificar la distancia entre micrófonos, pero respetando su posición relativa y distancia al vehículo.



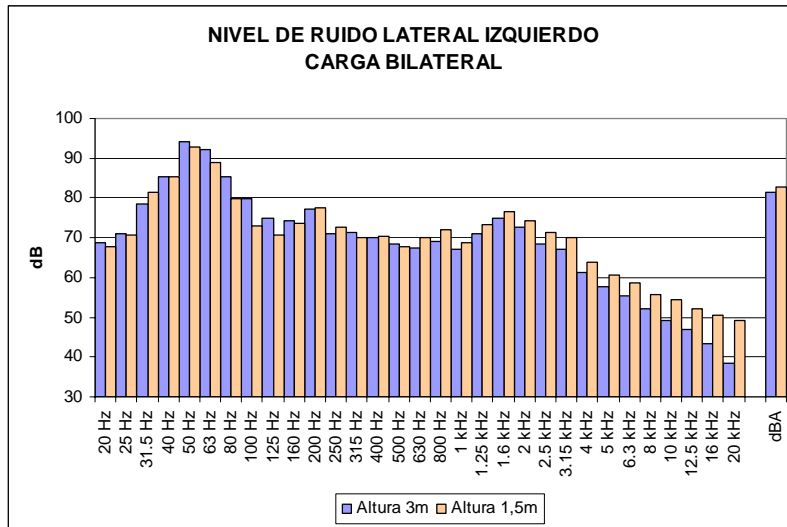
VEHÍCULOS ENSAYADOS

En total de ensayan 12 vehículos, 3 de carga lateral, 7 de carga bilateral, y 2 de carga posterior. Dos los vehículos de carga bilateral, son prototipos que han tratado de mejorar sus prestaciones. Todos los vehículos son bastante nuevos pero en uso normal. Las pruebas se realizan sin carga, con los contenedores vacíos y también el depósito del vehículo vacío. Los contenedores utilizados son de resina con los anclajes metálicos. La fotografía siguiente muestra un detalle de un contenedor de carga bilateral.

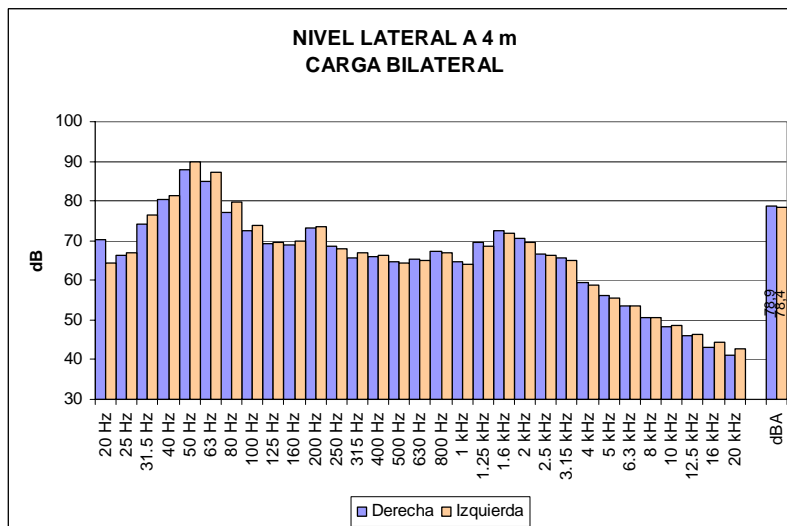


MEDICIONES REALIZADAS

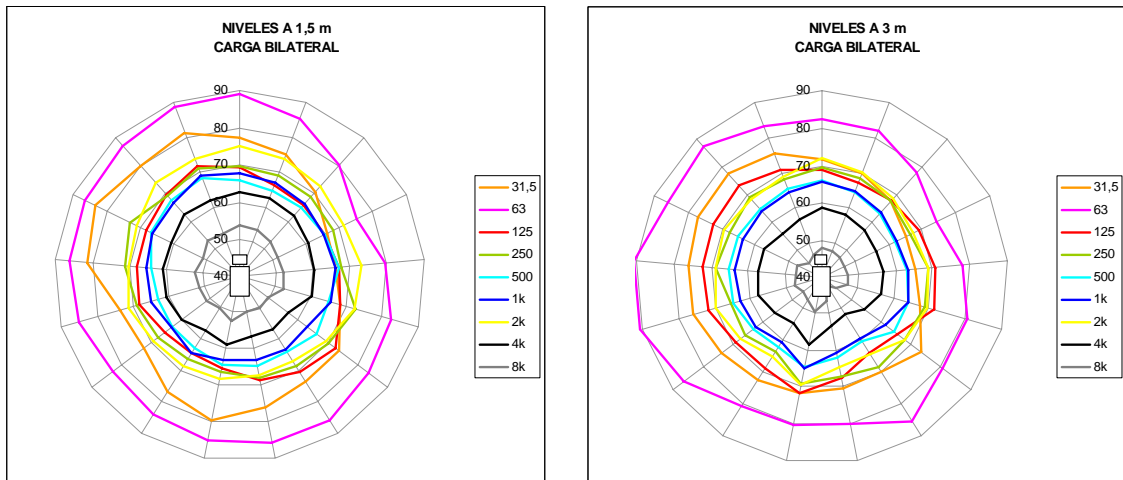
Como se ha dicho se hacen dos repeticiones para cada registro. Se descarta aquel que presenta alguna incidencia. Caso contrario se hace el promedio entre ambas mediciones. Se obtienen los espectros promedios para una altura de 1,5 m. y de 3 m. La imagen siguiente muestra un ejemplo de espectro promedio de un vehículo de carga bilateral.



Se puede apreciar como el contenido de baja frecuencia producido por el grupo motor, entre las bandas de 40 Hz y 80 Hz, es muy acentuado. Recordemos que el vehículo esta completamente parado y el motor hace girar la bomba hidráulica que acciona los mecanismos de carga del contenedor. Hasta las bandas de 500 Hz los niveles a 1,5 m y 3 m son muy similares, pero a partir de esta banda los niveles a 1,5 m son superiores. La caja de carga de los residuos hace de pantalla para las distintas fuentes de ruido asociados a los mecanismos. El pico centrado en 1,5 KHz tiene su origen en la bomba hidráulica. El gráfico siguiente muestra el nivel previsto a 4 m de distancia en base a los resultados anteriores. Nótese que los niveles de ruido en promedio, son prácticamente idénticos a ambos lados del vehículo.



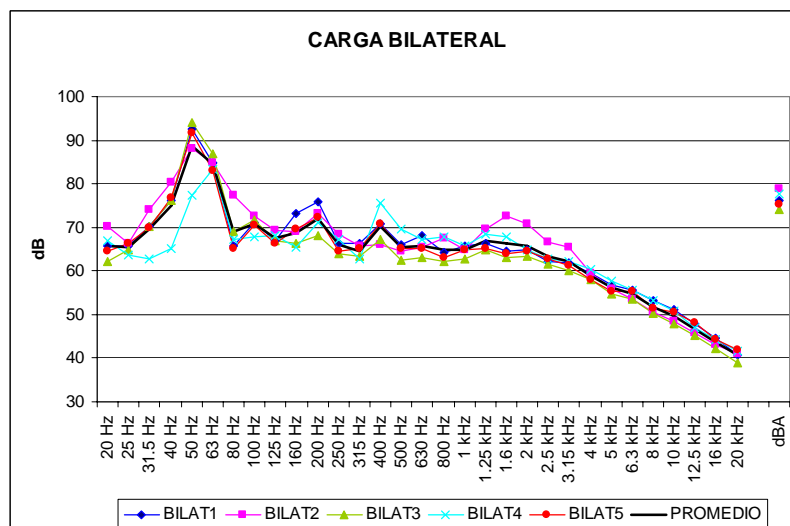
Al disponer los micrófonos alrededor del vehículo se puede obtener su diagrama de radiación. Las imágenes siguientes muestran el diagrama de radiación para un vehículo bilateral.



La banda de 63 Hz ofrece una cierta directividad al lado izquierdo del vehículo. Esto es debido a la posición de la salida del escape situada en la parte superior izquierda de la cabina.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados se analizan por separado pero teniendo en cuenta los tres grupos de recogida de residuos. Para los vehículos de carga bilateral el siguiente gráfico muestra el espectro comparativo entre los 5 modelos analizados. Recordemos que 2 de los modelos analizados presentaban modificaciones respecto a los vehículos de serie y no se muestran todos los resultados en este trabajo.

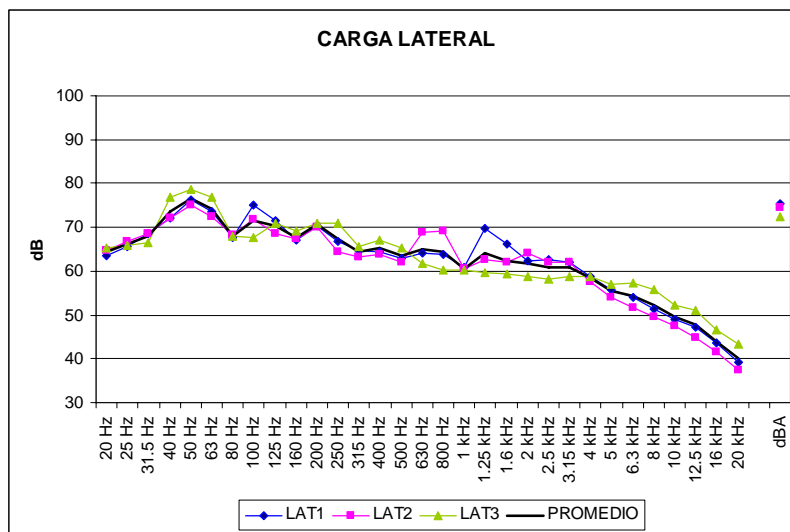


La carga bilateral permite recoger contenedores situados a ambos lados del vehículo. Para ello dispone de un brazo de elevación vertical que puede orientarse a ambos lados. Los contenedores son cogidos por la parte superior. Este sistema alza al contenedor por encima del vehículo para realizar la descarga.

La línea de color negro y de trazo grueso muestra el valor promedio de las 5 curvas. Lo más destacable de estos modelos es el pico correspondiente al segundo orden motor, centrado entre los 40 y 63 Hz, que presenta unos niveles de ruido muy elevados. Las ventanas de las

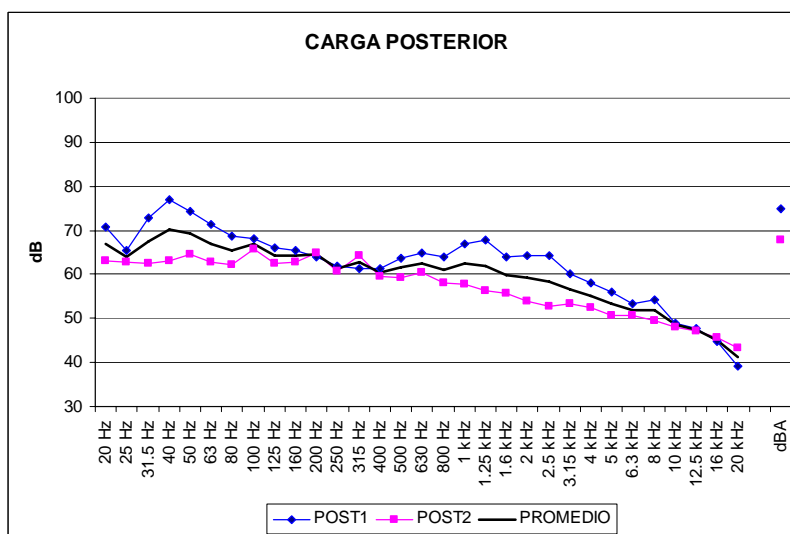
fachadas de los edificios cercanos pueden tener aislamientos cercanos a los 15 dB a esas bandas, por lo que el ruido en el interior se verá notablemente incrementado.

El siguiente grupo de vehículos analizado, es el de carga lateral. Los vehículos de carga lateral sólo pueden recoger los contenedores por uno de los lados. La carga del contenedor se realiza mediante dos brazos que cogen a este por ambos lados. El contenedor se desplaza por una rampa inclinada hasta la parte superior del vehículo para la descarga. Para los vehículos de carga lateral, el siguiente gráfico muestra el espectro comparativo entre los 3 modelos analizados.



Como se puede observar la gráfica queda mucho más equilibrada sin un realce excesivo de las bandas de baja frecuencia.

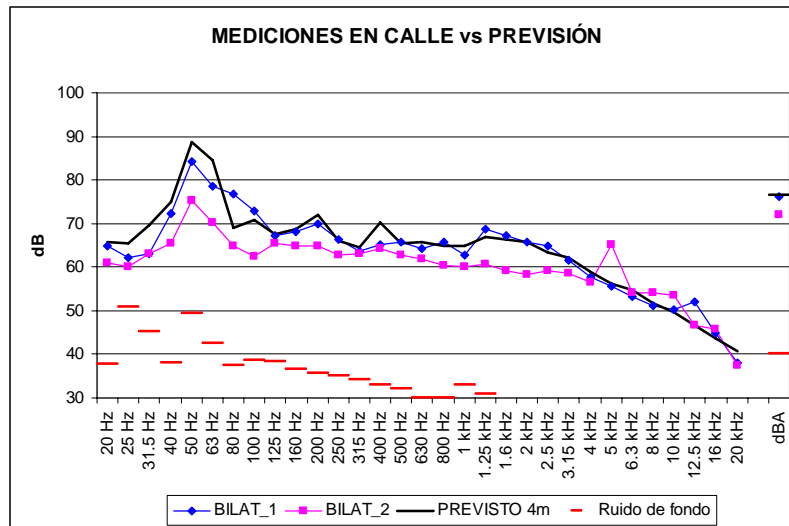
Finalmente el último grupo de vehículos analizado es el de carga posterior. Este precisa de dos operarios, puesto que el contenedor debe acercarse a la parte posterior del vehículo. Para los vehículos de carga posterior, el siguiente gráfico muestra el espectro comparativo entre los 2 modelos analizados.



Aunque con datos de dos vehículos no se puede hacer una valoración precisa, orientativamente podemos observar que este grupo presenta unos niveles de ruido similares o inferiores al resto. La gráfica inferior corresponde a un vehículo híbrido con accionamiento eléctrico de los mecanismos de carga del contenedor.

Se hacen también mediciones nocturnas en las calles para valorar los resultados de “laboratorio” respecto a los “de calle”. Hay diversos aspectos a destacar: en primer lugar los contenedores no están vacíos y por consiguiente al ruido del vehículo, se añade el ruido del contenido. Por otro lado el ruido de fondo, presenta oscilaciones debido a la presencia de otras fuentes de ruido, como otros vehículos que circulan por las cercanías.

El gráfico siguiente muestra los niveles de ruido medidos para dos vehículos de carga bilateral. Uno original y otro con modificaciones. En trazo negro y grueso está representado el nivel previsto a la misma distancia de medida a partir de las mediciones en campo próximo.



En trazo rojo se muestra el nivel de ruido de fondo sin el paso de vehículos. Se observan dos picos a 25 Hz y 50 Hz que corresponden al ruido de la iluminación nocturna de las calles. Como se puede apreciar, la previsión de valores coincide muy bien con los niveles medidos en la calle, a pesar de alguna banda que se desvía probablemente por el ruido de la carga del contenedor.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En cuanto a nivel de ruido parece claro que los vehículos de carga bilateral son mucho más ruidosos que el resto, siendo los de carga posterior los que parecen más silenciosos. No obstante hay un aspecto importante a tener en cuenta: el tiempo que tarda el vehículo en realizar todo el proceso. Sin tener en cuenta los posibles errores de posicionamiento del vehículo que obliga en ocasiones al conductor a hacer marcha atrás, los tiempos promedio de descarga de los sistemas analizados se muestran en la tabla siguiente.

CARGA	TIEMPO PROMEDIO
Bilateral	0:01:08
Lateral	0:00:48
Posterior	0:00:08

Los niveles de ruido globales para cada sistema de carga, promediando los distintos casos analizados, se muestra en la tabla siguiente.

CARGA	NIVEL a 4 m dB(A)
Bilateral	75,1
Lateral	73,6
Posterior	74,9

Pero estos valores poco tiene que ver con los percibidos. La sensación sonora no depende únicamente del nivel global expresado en dB(A). Desafortunadamente las mediciones en dB(A) se dejan muchos aspectos importantes del sonido, y no permite hacer una valoración cercana a la percepción humana. Como se puede comprobar, el nivel de ruido producido por la carga posterior es superior al de la carga lateral. Esto no coincide en absoluto con la sensación de los técnicos que realizaron las mediciones.

Como es bien conocido el grado de molestia que produce un ruido no es únicamente una cuestión de nivel sino de tiempo de exposición. Por ello el producto tiempo por nivel de ruido que nos dará la energía radiada, permitirá hacer una valoración más cercana. El SEL es un indicador que tiene por objetivo referenciar la energía acústica a 1 segundo, por lo que permite comparar fuentes de ruido con distinto tiempo de duración. Aplicando pues este sencillo indicador a los resultados de los tres grupos de carga de residuos obtenemos la tabla siguiente.

CARGA	SEL
Bilateral	93,4
Lateral	90,4
Posterior	83,9

Los resultados mostrados en la tabla anterior se acercan más a las sensaciones que reciben los ciudadanos que están expuestos al ruido.

CONCLUSIONES

Las quejas de los ciudadanos relativas al ruido de la recogida de residuos con carga bilateral está bien fundamentada por dos aspectos:

- El nivel de ruido de forma individual es notablemente superior al de los otros sistemas de carga.
- La duración de la operación de vaciado del contenedor es apreciablemente mayor que en el resto de sistemas.

La carga posterior "la de toda la vida" se muestra como la más rápida y la más silenciosa, por lo que habrá que valorar el coste económico en recursos humanos respecto a la reducción sonora notable que ello comportaría, caso de generalizarse. Nótese que mientras se posicionan los contenedores para su vaciado el vehículo no acciona los mecanismos hidráulicos.

Se observa que las partes vitales (chasis, motor, silenciador) de los vehículos de recogida de residuos son las mismas que las de los vehículos comerciales que pueden circular por la carretera de día, pero que en el caso que nos ocupa circulan de noche en un entorno urbano. Estos vehículos deberían radiar un nivel de ruido muy inferior al actual. Notemos que un solo vehículo equivale a todo el tráfico de una calle de 4 carriles en plena hora punta. La diferencia está en que a la hora punta las personas están despiertas, mientras que de madrugada, la gran mayoría están o intentan dormir.

La gran energía necesaria para levantar los contenedores verticalmente es lo que hace que la carga bilateral sea la más ruidosa. Se precisa de una potencia notable para realizar esta función. La carga posterior utiliza mucha menos energía y por eso resulta más silenciosa.

Respecto al despertar de los niños, la causa está en la estridencia del ruido generado por la bomba hidráulica, con componentes de alta frecuencia que son fácilmente perceptibles por los niños.

El uso de vehículos híbridos de carga posterior, con accionamiento eléctrico de los mecanismos de descarga de los contenedores, es por ahora la solución más silenciosa y energéticamente sostenible.