

Previo a la medición de los niveles de ruido, se calibró el sonómetro de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Se verificó constantemente la condición de las baterías para mantener el sonómetro en óptimas condiciones de operación. El instrumento se colocó sobre un trípode para facilitar la toma de lecturas. El sonómetro utilizado fue un sonómetro marca Quest, Modelo 2900 con integrador de datos. En el **Apéndice 2** se incluye copia del manual del equipo, y el certificado de calibración vigente. La metodología de medición consistía de poner en funcionamiento el sonómetro por un periodo mínimo de 30 minutos, al cabo de los cuales se anotaba la información recolectada.

Con el propósito de facilitar la comprensión de los datos obtenidos, se han resumido los mismos en las tablas 3-1 y 3-2. En la primera de ellas, se resumen los resultados de la medición en los puntos tomados en las colindancias del área del proyecto, mientras que en la segunda, se resumen los resultados obtenidos en el periodo de medición de ruido en las cercanías del área de tiro del **VRS**. De esta manera, es más sencillo presentar y comparar los resultados obtenidos.

Tabla 3-1: Resultados de medición de niveles de ruido en dBA en colindancias con comunidad

RECEPTOR	PERIODO DIURNO		PERIODO NOCTURNO	
	Nivel Medido	Estándar	Nivel Medido	Estándar
YL-1				
L ₁₀	55.2	65	46.8	50
L _{Max}	85.1	N/A	79.4	
L _{Min}	31.6	N/A	37.8	
YL-2				
L ₁₀	50.0	65	44.1	50
L _{Max}	75.9	N/A	56.4	
L _{Min}	34.0	N/A	30.8	
YL-3				
L ₁₀	33.0	65	N/A	50
L _{Max}	56.9	N/A	N/A	
L _{Min}	25.9	N/A	N/A	

Tabla 3-2: Resultados de medición de niveles de ruido en dBA en cercanías de área de tiro

RECEPTOR	PERIODO DIURNO	
	Nivel Medido	Estándar
Estación YL-4 (a 80 metros)	69.5	65
L ₁₀	82.9	N/A
L _{Max}	51.6	N/A
L _{Min}		
Estación YL-5 (a 105 metros)	68.1	65
L ₁₀	78.5	N/A
L _{Max}	41.6	N/A
L _{Min}		
Estación YL-6 (a 115 metros)	63.0	65
L ₁₀	75.9	N/A
L _{Max}	49.3	N/A
L _{Min}		

4.0 Análisis de datos

4.1 Ajuste por ruido ambiental

Al comenzar con el análisis de los datos recopilados, se desea aclarar que se utilizaron los datos obtenidos durante la medición de los niveles de ruido en las localidades YL-1 y YL-2 para establecer si es necesario o no realizar ajustes a los niveles de ruido de acuerdo a lo establecido en la sección 4.1.1 del Artículo IV del RCCR. Es decir, que entendemos que debido a que en estas ubicaciones no se percibía el ruido de la operación de las facilidades del vertedero, su condición actual permite su uso como indicadores del nivel de ruido de ambiental. Es importante indicar que durante el periodo nocturno el nivel de ruido producido por los insectos y animales de vida nocturna (grillos y coquíes) era altamente notable. De la misma manera, en las cercanías del camino de acceso al VRS se podía percibir el efecto del tráfico vehicular sobre el ambiente sonoro. Ante estas consideraciones, y de acuerdo a los ajustes por ruido ambiental que se especifican en el artículo 4.1.1 del RCCR de la JCA, entendemos que los niveles de referencia para efectuar comparaciones deben ser los mismos que establece la Tabla I del mencionado reglamento, sin necesidad de realizar ajustes. Este artículo establece que:

- Si el ruido ambiental es menor que el nivel establecido en la Tabla I por más de 5 dB(A), aplicarán los límites establecidos en la Tabla I.
- Si el ruido ambiental es menor que el nivel establecido en la Tabla I por menos de 5 dB(A), se le añadirán 3 dB(A) a los límites de la Tabla I.
- Si el ruido ambiental es mayor que el nivel establecido en la Tabla I, se le añadirán 5 dB(A) a los niveles de la Tabla I.

Para el periodo nocturno, se observa que en los receptores **YL-1** y **YL-2** no se excedieron los niveles de la Tabla I. Es importante observar el hecho de que entre los receptores antes mencionados y al área de tiro activa del **VRS** de Yauco existen áreas montañosas que físicamente las separan entre sí y que por consiguiente constituyen barreras naturales de atenuación de ruido. Por tal motivo, y si no se alteran estas condiciones, los niveles de ruido detectables en estos lugares corresponden a factores ajenos a la operación del **VRS** tales como el tráfico vehicular a través del camino de acceso a la facilidad. Se aclara sin embargo, que gran parte del tráfico del camino, corresponde a los camiones que entran y salen de la facilidad. La observación hecha aplica únicamente a los trabajos de operación dentro del vertedero como tal.

4.2 Comparación de niveles de JCA con resultados de medición

A los fines de presentar de forma clara, el análisis de la comparación entre los niveles medidos y los estándares aplicables, se discutirán separadamente las discusiones relativas al periodo diurno y al periodo nocturno.

Periodo diurno

El nivel de ruido máximo en la colindancia con la finca en la cual se propone realizar la expansión se observó en el receptor **YL-1**, mientras que el más bajo se observó en el punto **YL-3**. En ambos casos la realidad física del lugar se correlaciona muy bien con los resultados obtenidos. De esta manera, en el punto **YL-1**, que se encuentra cercano al camino de acceso al vertedero y a través del cual transitan la mayoría de los camiones de acarreo denotó un nivel L₁₀ de 55.2 dBA, mientras que en el punto **YL-3**, el nivel medido fue de 33.0 dBA. El nivel L₁₀ medido en **YL-2** fue de 50.0 dBA, más bajo que el nivel de ruido medido

en **YL-1**. En este lugar también se percibió el ruido causado por el tráfico vehicular de los camiones que entraban al **VRS** y de otros vehículos privados que pasaban por el camino. En ninguno de los casos se obtuvieron lecturas de los niveles de ruido que excedieran los límites máximos establecidos por la **JCA** en su **RCCR**.

Periodo Nocturno

Durante el periodo nocturno, el nivel máximo de ruido L_{10} se registró en el receptor **YL-1** con un nivel de 46.8 dBA. A este le siguió el nivel registrado en el receptor **YL-2**, en el cual se registró un nivel de ruido de 44.1 dBA. Es interesante notar el hecho de que en ambos receptores se observó una influencia debido al tráfico vehicular, en adición a la influencia del ruido causado por los insectos de vida nocturna que normalmente se encuentran en las zonas rurales de la Isla. No obstante, se observó (y consistente con los datos obtenidos) que el impacto relativo al tráfico vehicular en el punto **YL-1** fue mayor. Se entiende que esto es el resultado de dos (2) aspectos importantes:

- Mayor afluencia de tráfico vehicular en este tramo del camino de acceso, tanto de vehículos de camiones que se dirigen o salen del **VRS** como de vehículos privados.
- Mayor cercanía de este punto con respecto al camino.

Con estos resultados se puede observar que en ninguno de los casos se excedieron los niveles de ruido L_{10} que establece el **RCCR** para el periodo nocturno.

Operación de tiro de basura en vertedero

La medición del nivel de ruido generado por la operación de tiro de basura y su posterior compactación en el **VRS** fue realizada a varias distancias. En su medición más cercana, que se realizó a una distancia aproximada de 80 metros, se registró un nivel L_{10} de 69.5 dBA (Estación **YL-4**). Este nivel excede al máximo permitido por la **JCA** en 4.5 dBA. Sin embargo, se aclara que este nivel se verifica internamente dentro de la facilidad y no en sus colindancias. En el próximo punto, que se tomó a 105 metros desde el área de tiro (en la localidad que se identificó como estación **YL-5**) el nivel L_{10} medido fue de 68.1 dBA. Es decir que todavía se excedía el nivel máximo establecido en el **RCCR** por 3.1 dBA. En el último de los puntos de medición que se localizó a una distancia de 115 metros del área de tiro el nivel de ruido L_{10} medido fue de 63 dBA. Este dato implica que a esta distancia, el nivel de ruido estaba en cumplimiento con los niveles máximos permitidos por la **JCA** en su **RCCR** para una zona

receptora residencial (debido a que en este lugar no se excedió el máximo nivel permitido por la **JCA** para este tipo de usos). Se aclara que existen otros factores que pueden incidir sobre estos resultados y que bien pueden afectar estas observaciones tales como el paso de camiones en ruta hacia otros puntos dentro del **VRS**, el uso de equipo pesado diferente al usado al momento de realizar las mediciones, la presencia de vegetación y/o elementos que atenúen la propagación de las ondas de sonido, etc. No obstante, se entiende que estos resultados medidos reflejan con bastante certeza los niveles de ruido típicos que resultan de la operación de una facilidad de este tipo.

5.0 Conclusiones y/o recomendaciones

Luego de analizados los datos sobre niveles de ruido recopilados en el área del proyecto, se puede presentar a las siguientes conclusiones:

- Para el periodo diurno, la operación del **VRS** está en cumplimiento con los niveles L_{10} de 65 dB(A) aplicables de acuerdo a los resultados de la medición de los niveles de ruido en los puntos **YL-1** y **YL-2**. Por tal razón, se entiende que si se mantienen separaciones adecuadas con respecto hacia las colindancias hacia zonas de uso residencial como resultado de la expansión propuesta, no deberían registrarse incidentes de exposición a niveles altos de ruido en estas zonas sensitivas. Es importante, sin embargo, resaltar el hecho de que se recomienda preservar en la medida posible, los pequeños montes que separan físicamente a la comunidad del área de operación como tal. En su defecto, si se tienen que cortar estas partes altas, se deben mantener aquellas porciones hacia el lado de la comunidad que sirvan para separar físicamente las operaciones de los vecinos.
- En la medida en que sea posible, las operaciones dentro del vertedero deben ajustarse al periodo diurno que establece el **RCCR** de la **JCA** en lo que respecta a las operaciones de tiro de basura. Es decir, que la operación se recomienda en el horario de 7:01 A.M. a 10:00 P.M., pero si se hace necesario el depósito de basura se recomienda que el uso de los equipos pesados para su manejo y compactación dentro de la celda se realicen dentro del horario diurno. Es decir, que aunque se reciba basura durante el periodo nocturno, su compactación dentro del área activa debería realizarse durante el periodo diurno. Esta recomendación es particularmente válida, dado el caso de que el **RCCR** penaliza el horario nocturno con niveles de ruido que son entre 10 y 15 dBA más bajos que los aplicables para el periodo diurno. Esto sin considerar que la operación continúa siendo la misma en el **VRS** sin importar que sea de día o de noche.

- Los datos sobre los niveles de ruido recopilados, permiten aseverar que a una distancia de aproximadamente 115 metros del área de tiro los niveles de ruido generados por la operación, se encuentran en cumplimiento con el nivel de ruido L_{10} de 65 dBA especificado por la **JCA**. Este detalle sugiere que en distancias mayores a esta (sin la intervención de elementos atenuantes tales como vegetación, protuberancias del terreno) los niveles que se perciban en el perímetro de la colindancia deben estar en cumplimiento con el **RCCR** de la **JCA**.
- Para ayudar en la mejor comprensión de este tema, también se consultó la publicación **Roadway Construction Noise Model** de la **Administración Federal de Carreteras (FHWA)** por sus siglas en inglés). Este documento publicado en enero del 2006, sirve para ayudar en la predicción de los impactos por ruido que generan los trabajos de construcción de carreteras. De hecho, también incluye un modelo computadorizado (**RCNM**) que permite estimar los niveles de ruido que son percibidos a distancias especificadas, en equipos de construcción tales como excavadoras, camiones, generadores de emergencia, etc. Estos equipos son para fines prácticos, los mismos que se utilizan en las operaciones diarias de un vertedero. Por tal razón, se utilizó el modelo considerando que se utilizaban simultáneamente dos (2) excavadoras y un camión. Se definió una distancia de 200 metros hasta un receptor residencial, y el resultado obtenido para un nivel de ruido L_{10} fue de 62.2 dBA. Este nivel es menor del límite establecido por la **JCA** para una zona emisora industrial y una zona receptora residencial. Basados en estos resultados, y los datos empíricos obtenidos, se entiende que distancias en estos rangos o mayores constituyen elementos de minimización de impactos debido al ruido generado por la operación del **VRS** que puedan ser recibidos por receptores cercanos al área del proyecto. En este caso en particular, la presencia de una cubierta de vegetación densa servirá de atenuante adicional para la emisión de los niveles de ruido, lo que implica que a distancias menores sería posible obtener niveles de ruido menores a los que la **JCA** establece en su **RCCR**.
- Adicionalmente a los puntos antes mencionados, se desea aclarar que la propagación del sonido es y ha sido objeto de estudio por diversas entidades. Por tal razón, existe literatura que documenta el efecto de la distancia en la propagación y atenuación del sonido. Es un hecho conocido que a mayor distancia entre la fuente emisora y el receptor, menor el nivel de ruido percibido por el receptor, debido a la atenuación que se da debido a la atmósfera y a la condición del trayecto de recorrido del ruido entre la fuente emisora y el receptor. El sonido necesita de un medio para su propagación, es decir, que en la atmósfera se puede propagar, no siendo así en un vacío. En sus estudios sobre este tema la **FHWA**, en su publicación **FHWA Noise Barrier Design Handbook**, establece que la intensidad del ruido disminuye con el cuadrado de la

distancia. En esta referencia, se establece que el nivel de sonido medido a una distancia conocida (L_1) disminuye en función de la distancia de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$L_2 = L_1 + 20 * \text{Log}_{10} (d_1/d_2)$$

En donde:

L_2 = nivel de sonido en dB(A) a la distancia d_2

Es decir, que conociendo el valor de un nivel de ruido a una distancia en particular, es posible estimar matemáticamente su valor a otra distancia específica. Debe aclararse sin embargo, que esta fórmula no toma en consideración elementos que se constituyan en atenuantes del ruido en su trayecto entre la fuente de emisión y el receptor. Es también interesante observar que la literatura que acompaña al modelo **RCNM** (que se mencionara en el punto anterior) se indica que en su algoritmo se consideró esta ecuación.

- Para el periodo nocturno, los niveles de ruido L_{10} no exceden el nivel de nocturno especificado en el **RCCR**.
- Con respecto a tránsito de vehículos pesados desde y hacia la facilidad del **VRS**, se debe mencionar que el nivel de ruido emitido por los camiones está reglamentado a nivel del manufacturero de los mismos según requerido por la **Agencia de Protección Ambiental Federal (EPA)**. Es decir que siempre y cuando los equipos de amortiguación de ruido instalados en los camiones por el manufacturero se mantengan en buenas condiciones, no existe impedimento reglamentario tanto de la **JCA** como de la **EPA** (con respecto a ruido) para su desplazamiento a través de las vías públicas.
- En cuanto al artículo **5.1.3** del **RCCR**, y basado en los detalles de la expansión propuesta del **VRS**, se entiende que no se violará esta sección reglamentaria, dado el caso de que no se estacionará o dejará operando vehículos de motor a una distancia menor de 150 pies de zonas designadas como residencial durante el periodo nocturno.
- Durante los trabajos de construcción de la expansión del **VRS**, se utilizarán equipos pesados que generarán niveles de ruido altos. Se entiende que estos impactos tendrán carácter temporero pero deberán discutirse en la **DIA** que se prepare sobre el proyecto. Para ayudar en la preparación de este documento, incluimos un listado de los niveles de ruido generados por diversos tipos de equipos de construcción y que fueran obtenidos de un manual técnico preparado por la **FHWA**. Estos

niveles fueron medidos a una distancia de 50 pies de la fuente y la lectura real depende de la cantidad de equipos usados, su condición, momento de operación en particular, etc. No obstante, es información comúnmente

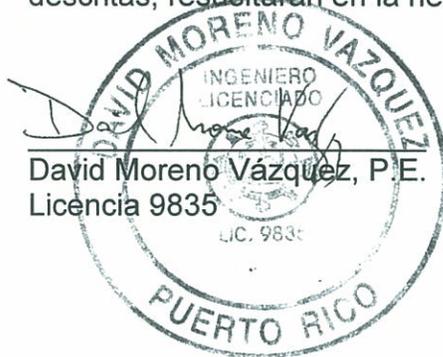
Niveles de Ruido de Equipos de Construcción (en dBA, medidos a una distancia de 15 metros)	
Tipo de Equipo	Niveles de Ruido
Raspadora	89 - 95
Niveladora	77 - 87
Arrasadora	87 - 89
Rolo, "sheepsfoot"	72 - 80
Rolo, vibrador	85 - 90
Cargadora de cuchara	80 - 81
Cargadora "terex"	96
"Backhoe"	79 - 85
"Backhoe", grande	91
Grúa	80 - 85
Grúa, mal ejemplo	95
Camión, fuera de la carretera	81 - 96
Camión, asfalto	69 - 82
Camión, hormigón	71 - 82
Camión, cemento	91
Pavimentadora	82 - 92
Barrenadora de roca(montada)	91
Sierra de hormigón	87
Bomba de agua	79
Bomba de hormigón	76
Generador	69 - 75
Planta de hormigón	93

Referencia: Manual técnico de la Administración Federal de Carreteras.

utilizada en la preparación de la sección de impactos por ruido durante la etapa de construcción que normalmente se incluye en las **DIA's**.

6.0 Certificación

Certifico que la información presentada en este estudio es cierta, correcta y completa a mi mejor entender y saber. También se certifica que los resultados fueron obtenidos utilizando los criterios de práctica usual y aceptada para este tipo de estudios. Para la evaluación del proyecto se utilizaron los planos de distribución provistos por el dueño. Cualquier cambio en las condiciones aquí descritas, resultará en la necesidad de revisar los hallazgos.



APENDICES

APENDICE 1

FOTOS DEL AREA DEL PROYECTO Y PUNTOS DE MONITORIA DE RUIDO

APENDICE 2

**COPIA DE SECCIONES DEL MANUAL DEL EQUIPO Y CERTIFICADO DE
CALIBRACION**



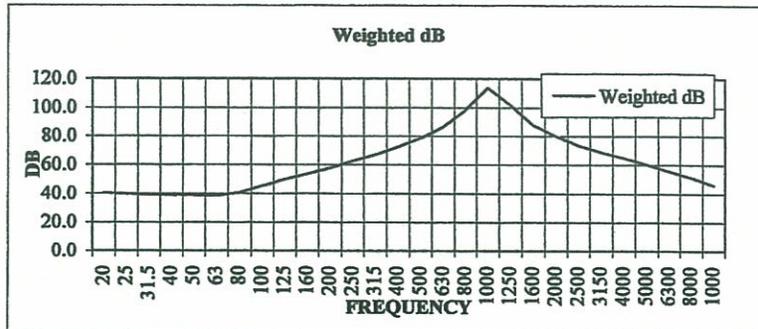
CERTIFICATE OF CALIBRATION

ACOUSTICAL CALIBRATOR

Manufacturer: Quest
Model Number: QC-10
Serial Number: QIA080187
Service Order: 3099
Reference Number: 3099-QC10-QIA080187

Calibration Date: September 11, 2007
Date Due: September 11, 2008
Temperature: 70.5 °F
Relative Humidity: 54.0 %
Barometric Pressure: 29.99

Frequency (HZ)	Weighting dB
20	40.4
25	39.7
31.5	39.2
40	38.9
50	38.8
63	38.4
80	40.6
100	45.5
125	49.9
160	53.7
200	57.9
250	62.6
315	67.1
400	72.5
500	78.7
630	86.3
800	98.5
1000	114.0
1250	102.0
1600	87.7
2000	80.1
2500	73.6
3150	69.1
4000	64.9
5000	60.5
6300	55.8
8000	51.5
10000	46.2



CIHE Calibration Laboratory certifies that the instrument specified above meets the manufacturer's specifications and was calibrated using standards and instruments listed below where the accuracy is traceable to National Institute of Standards and Technology (NIST), and the calibration systems and records are in compliance to ANSI S1.40-1984

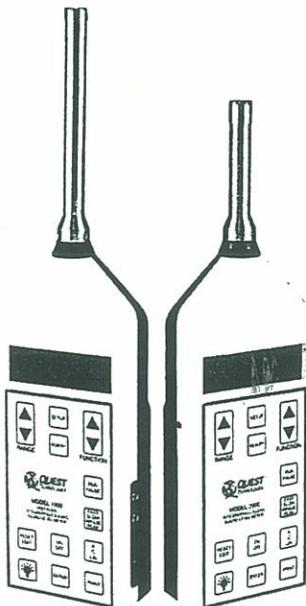
STANDARDS USED

Manufacturer	Description	Model No.	Serial No.	Certificate No.	Due Date
Gras	Pistonphone	42AA	16295	16219-1	4/30/2008
Stanford Research	Function Generator	DS360	33001	022307	3/16/2008
Instek	Oscilloscope	GDS-820C	EG131287	934163	4/17/2008
Larson Davis	Real-Time Analyzer	3100 RTA	1227	2003-53517	10/9/2007
Krohn Hite	Distortion Analyzer	6800A	350	0310094	10/14/2007

Calibrated By: *[Signature]* Date: 09/11/07

instructions for

Models 1900 and 2900 Integrating and Logging Sound Level Meter



56-352
Rev. H
8/99