



# Informe de Inspección de Vibraciones

## Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:  
Minera Panamá, S.A.



Mayo, 2021

IVB-004-21

# Informe de Inspección de Vibraciones

Proyecto  
“Mina de Cobre Panamá”


Preparado para:



Elaborado por:



Mayo, 2021

 CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad
Idoneidad DIVEDA-AA-003-2012/ Act. 2020	Ivette Herrera C.T. Idoneidad N°503	Roy Quintero C.T. Idoneidad N°867

## Índice

2.3.1. Introducción.....	4
2.3.2. Objetivo general .....	5
2.3.3. Objetivos específicos.....	5
2.3.4. Aspecto Metodológico.....	5
2.3.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición.....	6
2.3.6. Resultados.....	10
2.3.7. Declaración de conformidad.....	20
2.3.8. Recomendaciones .....	21
2.3.9. Bibliografía.....	21
Anexos .....	23
Anexo 2.3.1. Registro fotográfico de las Inspecciones de Vibraciones	
Anexo 2.3.2. Data generada por el equipo durante las mediciones	
Anexo 2.3.3. Certificado de calibración del equipo	
Anexo 2.3.4. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá	
Anexo 2.3.5. Hojas de campo	
Anexo 2.3.6. Mapa de ubicación de las Inspecciones de Vibración	

### 2.3.1. Introducción

La vibración es un movimiento oscilatorio de partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia, en relación al tiempo; es el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo al cual se le llama frecuencia y se mide en hertzios<sup>1</sup> (ISO 1997; OIT 2001).

La vibración puede ser general, que es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de las superficies de apoyo como los pies, regiones glúteas o puede ser local, la cual se refiere a la vibración aplicada a partes específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como Vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo al potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, eje X, Y o Z de entrada por mano-brazo o por cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar las actividades del trabajador ya que deteriora la adquisición de información y la salida de información (ya sea afectando la capacidad de concentración del trabajador, deteriorando sus capacidades motoras o coordinación). Con frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar conjuntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT 2001).

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez 2007).

---

<sup>1</sup> Unidad de frecuencia en el Sistema Internacional, equivalente a la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. Su símbolo es Hz.

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI<sup>2</sup>-COPANIT<sup>3</sup> 45-2000<sup>4</sup>, establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, durante su jornada laboral. El presente documento corresponde al Tercer Informe de Seguimiento en etapa operativa, en el cual se efectuó un análisis de los resultados obtenidos en las mediciones de vibraciones, efectuadas a las maquinarias utilizadas en los distintos frentes de trabajo del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”.

### **2.3.2. Objetivo general**

Evaluar los niveles de vibración a los que están expuestos los colaboradores del Proyecto “Mina de Cobre Panamá” durante el desarrollo de sus actividades.

### **2.3.3. Objetivos específicos**

- Identificar las fuentes que generan vibración dentro del Proyecto.
- Evaluar los niveles de vibración, para establecer la relación entre los niveles máximos permisibles de vibración y los tiempos máximos de exposición permitidos por jornada de trabajo, según los requisitos que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

### **2.3.4. Aspecto Metodológico**

Los parámetros a evaluar son el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, así como el tiempo de exposición de los trabajadores. Al existir vibración en más de una dirección, se despreciará la posible interacción entre ellas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000).

---

<sup>2</sup> DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

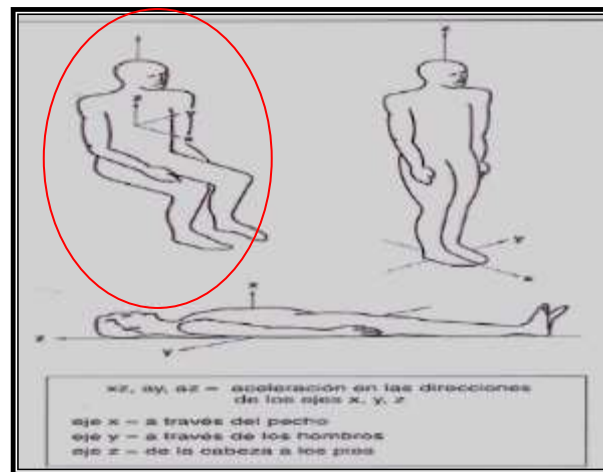
<sup>3</sup> COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

<sup>4</sup> Reglamento Técnico que aplica para Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones.

Las mediciones fueron efectuadas del 13 al 17 de septiembre del 2020; el sensor del vibrómetro se colocó en los asientos de las maquinarias utilizadas dentro del Proyecto, con el objetivo de medir las vibraciones a las que están expuestos los operadores.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones a los colaboradores expuestos y se utilizaron la ponderaciones  $W_k$  y  $W_d$ , las cuales sirven para medir vibraciones de cuerpo entero, en la dirección de la columna vertebral, en personas de pie o sentadas; para medir vibraciones en sentido vertical a la superficie donde se encuentran, en el caso de personas tumbadas; así como vibraciones en las tres direcciones espaciales (eje X, Y, Z), que influyen en los pies de las personas sentadas según la ISO, 2631-1, tal como se muestra en la imagen 2.3.1 (persona en posición sentada).

Imagen 2.3.1. Esquema de la medición de vibración en tres direcciones espaciales



Fuente: ISO 2631-1:1997.

### 2.3.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición

En la tabla 2.3.1 se muestran las especificaciones del equipo (medidor de vibraciones) y los datos generales de las mediciones.

Tabla 2.3.1. Información técnica del equipo utilizado y datos de las mediciones

<b>Información técnica</b>	
<b>Equipo empleado</b>	Medidor de Vibraciones
<b>Fabricante</b>	LARSON DAVIS
<b>Modelo</b>	HVM200
<b>Serie</b>	0001643
<b>Calibración</b>	8 de abril de 2021
<b>Norma aplicada</b>	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 (ver Reglamento en el anexo 2.3.3).
<b>Método</b>	ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock-Evaluation of human exposure to whole-body vibration Ponderación en frecuencia W <sub>k</sub> : Eje z, superficie de asiento W <sub>d</sub> : Eje x, superficie de asiento W <sub>d</sub> : Eje x, superficie de asiento
<b>Día de la medición</b>	Del 13 al 17 de mayo de 2021
<b>Tiempo de medición</b>	30 minutos
<b>Nombre de los inspectores</b>	Ivette Herrera/ Jonathan Corro
<b>Persona de Contacto</b>	
<b>Nombre</b>	Agustina Varela
<b>Teléfono</b>	6780-4244
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:agustina.varela@fqml.com">agustina.varela@fqml.com</a>
<b>Fecha de emisión</b>	28/julio/2021

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de medición, 2021. Nota: En el anexo 2.3.2 se adjunta el certificado de calibración del equipo.

En la tabla 2.3.2 se muestran los datos de las mediciones que se efectuaron en el Proyecto y en el anexo 2.3.6, el mapa de ubicación de las Inspecciones de vibraciones realizadas.

Tabla 2.3.2. Datos de las mediciones de Vibraciones en el Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Identificación de Vehículo	Marca del vehículo/modelo	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Fecha de evaluación	Hora de evaluación	Nombre del conductor	Área del proyecto
TH012	CASE 580 N	978030 N/ 540125 E	13/05/2021	11:00 a. m.	José Riquelme	Planta de Proceso (Molinos)
WL018	CAT 930 K	978750 N/ 539367 E	13/05/2021	3:13 p.m.	Elver Mendoza	Planta de Proceso (Molinos)
FLM 2020	HYSTER 300	997055 N/ 533403 E	14/05/2021	1:23 p.m.	Bruno Archivoy	Punta Rincón Terminal 1
FLM 302	HYSTER 800	9997055 N/ 533403 E	14/05/2021	2:02 p.m.	Jose Navas	Punta Rincón Terminal 1
THM101	MANITOU MHT-X1490	947055 N/ 533403 E	14/05/2021	2:40 p.m.	Víctor Oliveros	Punta Rincón Terminal 1
-	JCB 540	996018 N/ 533890 E	14/05/2021	3:30 p.m.	Miguel Trejo	Punta Rincón (Área de Almacenamiento de Cal)
ART 101	DEERE 9370R	982956 N/ 535835 E	15/05/2021	9:11 a.m.	Euris López	Presas Norte Celda 26-27 (TMF)



Identificación de Vehículo	Marca del vehículo/modelo	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Fecha de evaluación	Hora de evaluación	Nombre del conductor	Área del proyecto
DZ028	Caterpillar D8T	982963 N/ 535834 E	15/05/2021	9:50 a.m.	Emanuel Vergara	Presa Norte Celda 26-27 (TMF)
DZ112	KOMATSU 155AX	982747 N/ 538592 E	15/05/2021	10:51 a.m.	Ramón Rivas	Presa Este (TMF)
WLD03	Caterpillar 966L	976719 N/ 537401 E	16/05/2021	1:58 p.m.	Elvin Hernández	Planta de Trituración - Colina

Fuente: CODESA, 2021.

### 2.3.6. Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos por las mediciones de vibraciones realizadas a los colaboradores encargados de operar maquinaria pesada en los diferentes frentes de trabajo del proyecto Mina de Cobre Panamá:

#### Planta de Procesos (Molinos)

La medición realizada al colaborador José Riquelme (asiento de retroexcavadora) y Elver Mendoza (asiento de cargador de ruedas), arrojó que los valores de frecuencia (Hz) del eje X, Y y Z, se encuentran dentro de los niveles admisibles establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000. En la tabla 2.3.3 y 2.3.4 se presentan los valores comparados con la normativa aplicable (ver imágenes 2.3.2 y 2.3.3).

Tabla 2.3.3. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Jose Riquelme en la Planta de Procesos (Molinos)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
1	0.102	0,224	0.078	0,224	0.088	0,630
1,25	0.121	0,224	0.096	0,224	0.124	0,560
1,6	0.146	0,224	0.090	0,224	0.163	0,500
2	0.143	0,224	0.104	0,224	0.148	0,450
2,5	0.167	0,240	0.142	0,240	0.128	0,400
3,15	0.183	0,555	0.150	0,555	0.125	0,355
4	0.148	0,450	0.133	0,450	0.115	0,315
5	0.193	0,560	0.248	0,560	0.129	0,315
6,3	0.326	0,710	0.335	0,710	0.155	0,315
8	0.240	0,900	0.229	0,900	0.140	0,315
10	0.141	1,120	0.135	1,120	0.147	0,400
12,5	0.104	1,400	0.138	1,400	0.118	0,500
16	0.108	1,800	0.157	1,800	0.107	0,630
20	0.187	2,240	0.103	2,240	0.084	0,800

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
25	0.284	2,800	0.077	2,800	0.074	1,000
31,5	0.358	3,550	0.079	3,550	0.069	1,250
40	0.125	4,500	0.054	4,500	0.039	1,600
50	0.064	5,600	0.046	5,600	0.031	2,000
63	0.048	7,100	0.045	7,100	0.027	2,500
80	0.039	9,000	0.038	9,000	0.034	3,150

Fuente: CODESA, 2021.

Tabla 2.3.4. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Elver Mendoza en la  
Planta de Procesos (Molinos)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.172	0,224	0.175	0,224	0.064	0,630
1,25	0.160	0,224	0.202	0,224	0.081	0,560
1,6	0.174	0,224	0.180	0,224	0.144	0,500
2	0.178	0,224	0.181	0,224	0.355	0,450
2,5	0.137	0,240	0.121	0,240	0.284	0,400
3,15	0.125	0,555	0.127	0,555	0.267	0,355
4	0.113	0,450	0.114	0,450	0.159	0,315
5	0.109	0,560	0.117	0,560	0.110	0,315
6,3	0.138	0,710	0.153	0,710	0.111	0,315
8	0.117	0,900	0.143	0,900	0.123	0,315
10	0.068	1,120	0.080	1,120	0.105	0,400
12,5	0.063	1,400	0.062	1,400	0.128	0,500
16	0.066	1,800	0.070	1,800	0.144	0,630
20	0.068	2,240	0.070	2,240	0.101	0,800
25	0.067	2,800	0.062	2,800	0.060	1,000
31,5	0.079	3,550	0.065	3,550	0.044	1,250
40	0.078	4,500	0.073	4,500	0.045	1,600
50	0.045	5,600	0.040	5,600	0.045	2,000

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45-2000
<b>63</b>	0.036	<b>7,100</b>	0.029	<b>7,100</b>	0.042	<b>2,500</b>
<b>80</b>	0.059	<b>9,000</b>	0.037	<b>9,000</b>	0.027	<b>3,150</b>

Fuente: CODESA, 2021.

### Área de Almacenamiento de Cal (Puerto)

Los valores obtenidos en la medición de vibraciones efectuada en el asiento del manipulador telescópico, Miguel Trejo (ver tabla 2.3.5), indicaron que están dentro de los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 (ver imágenes 2.3.4 y 2.3.5).

Tabla 2.3.5. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Miguel Trejo en el Área de Almacenamiento de Cal (Puerto)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45-2000
<b>1</b>	0.092	<b>0,224</b>	0.159	<b>0,224</b>	0.085	<b>0,630</b>
<b>1,25</b>	0.090	<b>0,224</b>	0.128	<b>0,224</b>	0.091	<b>0,560</b>
<b>1,6</b>	0.093	<b>0,224</b>	0.082	<b>0,224</b>	0.115	<b>0,500</b>
<b>2</b>	0.136	<b>0,224</b>	0.091	<b>0,224</b>	0.210	<b>0,450</b>
<b>2,5</b>	0.065	<b>0,240</b>	0.069	<b>0,240</b>	0.338	<b>0,400</b>
<b>3,15</b>	0.080	<b>0,555</b>	0.070	<b>0,555</b>	0.145	<b>0,355</b>
<b>4</b>	0.104	<b>0,450</b>	0.070	<b>0,450</b>	0.089	<b>0,315</b>
<b>5</b>	0.087	<b>0,560</b>	0.067	<b>0,560</b>	0.069	<b>0,315</b>
<b>6,3</b>	0.087	<b>0,710</b>	0.085	<b>0,710</b>	0.083	<b>0,315</b>
<b>8</b>	0.082	<b>0,900</b>	0.087	<b>0,900</b>	0.094	<b>0,315</b>
<b>10</b>	0.083	<b>1,120</b>	0.085	<b>1,120</b>	0.103	<b>0,400</b>
<b>12,5</b>	0.069	<b>1,400</b>	0.057	<b>1,400</b>	0.105	<b>0,500</b>
<b>16</b>	0.068	<b>1,800</b>	0.054	<b>1,800</b>	0.116	<b>0,630</b>
<b>20</b>	0.097	<b>2,240</b>	0.078	<b>2,240</b>	0.121	<b>0,800</b>
<b>25</b>	0.120	<b>2,800</b>	0.132	<b>2,800</b>	0.093	<b>1,000</b>

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45-2000
<b>31,5</b>	0.197	<b>3,550</b>	0.308	<b>3,550</b>	0.079	<b>1,250</b>
<b>40</b>	0.129	<b>4,500</b>	0.195	<b>4,500</b>	0.057	<b>1,600</b>
<b>50</b>	0.069	<b>5,600</b>	0.058	<b>5,600</b>	0.043	<b>2,000</b>
<b>63</b>	0.060	<b>7,100</b>	0.050	<b>7,100</b>	0.042	<b>2,500</b>
<b>80</b>	0.030	<b>9,000</b>	0.024	<b>9,000</b>	0.030	<b>3,150</b>

Fuente: CODESA, 2021.

### **Terminal #1 de Punta Rincón (Puerto)**

Las mediciones de vibración realizadas al operador Bruno Archivoy (asiento del montacarga), José Navas (asiento del cargador) y Víctor Oliveros (asiento del manipulador telescópico), ver imágenes 2.3.6 a 2.3.8; reflejaron valores dentro de los niveles admisibles establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente para el eje X, Y y Z frecuencia (Hz). La tabla 2.3.6 presenta los datos obtenidos en la medición.

Tabla 2.3.6. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Bruno Archivoy en la Terminal #1 (Puerto)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
<b>1</b>	0.071	<b>0,224</b>	0.059	<b>0,224</b>	0.013	<b>0,630</b>
<b>1,25</b>	0.075	<b>0,224</b>	0.055	<b>0,224</b>	0.015	<b>0,560</b>
<b>1,6</b>	0.044	<b>0,224</b>	0.056	<b>0,224</b>	0.021	<b>0,500</b>
<b>2</b>	0.031	<b>0,224</b>	0.069	<b>0,224</b>	0.045	<b>0,450</b>
<b>2,5</b>	0.028	<b>0,240</b>	0.064	<b>0,240</b>	0.116	<b>0,400</b>
<b>3,15</b>	0.047	<b>0,555</b>	0.079	<b>0,555</b>	0.284	<b>0,355</b>
<b>4</b>	0.026	<b>0,450</b>	0.036	<b>0,450</b>	0.084	<b>0,315</b>
<b>5</b>	0.029	<b>0,560</b>	0.028	<b>0,560</b>	0.045	<b>0,315</b>
<b>6,3</b>	0.026	<b>0,710</b>	0.033	<b>0,710</b>	0.036	<b>0,315</b>

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
8	0.022	<b>0,900</b>	0.021	<b>0,900</b>	0.041	<b>0,315</b>
10	0.038	<b>1,120</b>	0.021	<b>1,120</b>	0.066	<b>0,400</b>
12,5	0.042	<b>1,400</b>	0.021	<b>1,400</b>	0.043	<b>0,500</b>
16	0.049	<b>1,800</b>	0.020	<b>1,800</b>	0.031	<b>0,630</b>
20	0.074	<b>2,240</b>	0.042	<b>2,240</b>	0.039	<b>0,800</b>
25	0.050	<b>2,800</b>	0.037	<b>2,800</b>	0.024	<b>1,000</b>
31,5	0.035	<b>3,550</b>	0.036	<b>3,550</b>	0.012	<b>1,250</b>
40	0.173	<b>4,500</b>	0.126	<b>4,500</b>	0.033	<b>1,600</b>
50	0.026	<b>5,600</b>	0.030	<b>5,600</b>	0.009	<b>2,000</b>
63	0.027	<b>7,100</b>	0.026	<b>7,100</b>	0.009	<b>2,500</b>
80	0.018	<b>9,000</b>	0.023	<b>9,000</b>	0.010	<b>3,150</b>

Fuente: CODESA, 2021.

Tabla 2.3.7. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador José Navas en la Terminal  
#1 (Puerto)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
1	0.099	<b>0,224</b>	0.072	<b>0,224</b>	0.101	<b>0,630</b>
1,25	0.087	<b>0,224</b>	0.093	<b>0,224</b>	0.071	<b>0,560</b>
1,6	0.097	<b>0,224</b>	0.058	<b>0,224</b>	0.065	<b>0,500</b>
2	0.098	<b>0,224</b>	0.085	<b>0,224</b>	0.093	<b>0,450</b>
2,5	0.080	<b>0,240</b>	0.055	<b>0,240</b>	0.071	<b>0,400</b>
3,15	0.071	<b>0,555</b>	0.053	<b>0,555</b>	0.095	<b>0,355</b>
4	0.075	<b>0,450</b>	0.071	<b>0,450</b>	0.093	<b>0,315</b>
5	0.083	<b>0,560</b>	0.075	<b>0,560</b>	0.082	<b>0,315</b>
6,3	0.061	<b>0,710</b>	0.056	<b>0,710</b>	0.067	<b>0,315</b>
8	0.046	<b>0,900</b>	0.065	<b>0,900</b>	0.076	<b>0,315</b>
10	0.044	<b>1,120</b>	0.051	<b>1,120</b>	0.073	<b>0,400</b>
12,5	0.040	<b>1,400</b>	0.041	<b>1,400</b>	0.073	<b>0,500</b>
16	0.047	<b>1,800</b>	0.067	<b>1,800</b>	0.053	<b>0,630</b>

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
20	0.082	2,240	0.169	2,240	0.054	0,800
25	0.053	2,800	0.064	2,800	0.052	1,000
31,5	0.028	3,550	0.031	3,550	0.042	1,250
40	0.027	4,500	0.031	4,500	0.033	1,600
50	0.032	5,600	0.031	5,600	0.026	2,000
63	0.023	7,100	0.020	7,100	0.023	2,500
80	0.021	9,000	0.020	9,000	0.024	3,150

Fuente: CODESA, 2021.

Tabla 2.3.8. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Víctor Oliveros en la  
Terminal #1 (Puerto)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
1	0.082	0,224	0.113	0,224	0.086	0,630
1,25	0.074	0,224	0.099	0,224	0.092	0,560
1,6	0.080	0,224	0.110	0,224	0.123	0,500
2	0.111	0,224	0.133	0,224	0.311	0,450
2,5	0.070	0,240	0.105	0,240	0.370	0,400
3,15	0.058	0,555	0.074	0,555	0.131	0,355
4	0.054	0,450	0.060	0,450	0.100	0,315
5	0.102	0,560	0.076	0,560	0.106	0,315
6,3	0.121	0,710	0.075	0,710	0.112	0,315
8	0.096	0,900	0.066	0,900	0.114	0,315
10	0.068	1,120	0.066	1,120	0.095	0,400
12,5	0.079	1,400	0.095	1,400	0.080	0,500
16	0.071	1,800	0.086	1,800	0.073	0,630
20	0.113	2,240	0.125	2,240	0.115	0,800
25	0.168	2,800	0.162	2,800	0.220	1,000
31,5	0.116	3,550	0.117	3,550	0.183	1,250
40	0.062	4,500	0.073	4,500	0.129	1,600

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
<b>50</b>	0.045	<b>5,600</b>	0.063	<b>5,600</b>	0.031	<b>2,000</b>
<b>63</b>	0.025	<b>7,100</b>	0.027	<b>7,100</b>	0.024	<b>2,500</b>
<b>80</b>	0.027	<b>9,000</b>	0.025	<b>9,000</b>	0.029	<b>3,150</b>

Fuente: CODESA, 2021.

### **Presa Norte Celda 26-27 (TMF)**

Los valores obtenidos en las mediciones de vibraciones efectuado en el asiento del operador del tractor agrícola, Euris López y el operador de tractor de cadena, Emanuel Vergara (ver tabla 2.3.9 y 2.3.10), están dentro de los niveles admisibles establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X, Y y Z frecuencia (Hz), ver imágenes 2.3.9 y 2.3.10.

Tabla 2.3.9. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Euris López en Presa Norte-Celda 26-27 (TMF)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
<b>1</b>	0.054	<b>0,224</b>	0.054	<b>0,224</b>	0.050	<b>0,630</b>
<b>1,25</b>	0.098	<b>0,224</b>	0.062	<b>0,224</b>	0.073	<b>0,560</b>
<b>1,6</b>	0.070	<b>0,224</b>	0.071	<b>0,224</b>	0.088	<b>0,500</b>
<b>2</b>	0.055	<b>0,224</b>	0.060	<b>0,224</b>	0.083	<b>0,450</b>
<b>2,5</b>	0.061	<b>0,240</b>	0.054	<b>0,240</b>	0.109	<b>0,400</b>
<b>3,15</b>	0.067	<b>0,555</b>	0.049	<b>0,555</b>	0.074	<b>0,355</b>
<b>4</b>	0.063	<b>0,450</b>	0.045	<b>0,450</b>	0.051	<b>0,315</b>
<b>5</b>	0.069	<b>0,560</b>	0.043	<b>0,560</b>	0.047	<b>0,315</b>
<b>6,3</b>	0.070	<b>0,710</b>	0.054	<b>0,710</b>	0.061	<b>0,315</b>
<b>8</b>	0.053	<b>0,900</b>	0.048	<b>0,900</b>	0.060	<b>0,315</b>
<b>10</b>	0.045	<b>1,120</b>	0.043	<b>1,120</b>	0.073	<b>0,400</b>



Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
12,5	0.061	1,400	0.040	1,400	0.062	0,500
16	0.120	1,800	0.073	1,800	0.062	0,630
20	0.141	2,240	0.056	2,240	0.046	0,800
25	0.037	2,800	0.034	2,800	0.030	1,000
31,5	0.025	3,550	0.022	3,550	0.021	1,250
40	0.027	4,500	0.022	4,500	0.015	1,600
50	0.027	5,600	0.023	5,600	0.011	2,000
63	0.015	7,100	0.010	7,100	0.009	2,500
80	0.009	9,000	0.014	9,000	0.014	3,150

Fuente: CODESA, 2021.

Tabla 2.3.10. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Emanuel Vergara en  
Presa Norte-Celda 26-27 (TMF)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
1	0.118	0,224	0.143	0,224	0.095	0,630
1,25	0.112	0,224	0.148	0,224	0.078	0,560
1,6	0.113	0,224	0.162	0,224	0.076	0,500
2	0.113	0,224	0.156	0,224	0.083	0,450
2,5	0.123	0,240	0.159	0,240	0.100	0,400
3,15	0.114	0,555	0.151	0,555	0.112	0,355
4	0.131	0,450	0.145	0,450	0.136	0,315
5	0.168	0,560	0.188	0,560	0.208	0,315
6,3	0.303	0,710	0.388	0,710	0.333	0,315
8	0.388	0,900	0.594	0,900	0.359	0,315
10	0.342	1,120	0.446	1,120	0.316	0,400
12,5	0.196	1,400	0.287	1,400	0.284	0,500
16	0.161	1,800	0.235	1,800	0.178	0,630
20	0.135	2,240	0.287	2,240	0.114	0,800
25	0.181	2,800	0.282	2,800	0.114	1,000

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Y (m/s <sup>2</sup> )		Aceleración en Z (m/s <sup>2</sup> )	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
31,5	0.257	3,550	0.350	3,550	0.121	1,250
40	0.281	4,500	0.398	4,500	0.101	1,600
50	0.275	5,600	0.362	5,600	0.088	2,000
63	0.152	7,100	0.328	7,100	0.075	2,500
80	0.073	9,000	0.311	9,000	0.048	3,150

Fuente: CODESA, 2021.

### **Presa Este (TMF)**

Los datos adquiridos en la medición efectuada al trabajador Ramon Rivas, operador de tractor de cadena (ver imágenes 2.3.11 y 2.3.12), resultaron superiores a los límites establecidos en la normativa de referencia específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10 y 12.5) y en el eje Y frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8 y 10). Los datos son presentados y comparados con la normativa aplicable en la tabla 2.3.11.

Tabla 2.3.11. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Ramon Rivas en Presa Este (TMF)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
1	4.351	0,224	4.080	0,224	0.070	0,630
1,25	3.947	0,224	1.379	0,224	0.086	0,560
1,6	3.677	0,224	2.127	0,224	0.088	0,500
2	3.487	0,224	1.252	0,224	0.100	0,450
2,5	3.176	0,240	1.954	0,240	0.113	0,400
3,15	2.514	0,555	1.291	0,555	0.145	0,355
4	2.166	0,450	1.635	0,450	0.192	0,315
5	2.413	0,560	2.353	0,560	0.245	0,315
6,3	1.678	0,710	1.736	0,710	0.242	0,315

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
8	2.156	0,900	1.207	0,900	0.205	0,315
10	1.580	1,120	1.234	1,120	0.233	0,400
12,5	1.602	1,400	1.151	1,400	0.204	0,500
16	1.531	1,800	0.655	1,800	0.161	0,630
20	1.319	2,240	0.911	2,240	0.147	0,800
25	1.308	2,800	0.830	2,800	0.147	1,000
31,5	1.225	3,550	0.631	3,550	0.149	1,250
40	1.139	4,500	0.687	4,500	0.132	1,600
50	1.131	5,600	0.534	5,600	0.139	2,000
63	1.157	7,100	0.491	7,100	0.150	2,500
80	0.855	9,000	0.448	9,000	0.203	3,150

Fuente: CODESA, 2021.

### Planta de Trituración-Colina

Los resultados obtenidos en la medición de vibraciones realizada al colaborador Elvin Hernández, operador de cargador frontal (ver imágenes 2.3.13 y 2.3.14), superan a los valores máximos establecidos en el Reglamento Técnico de Referencia DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6 y 2); en el eje Y frecuencia (Hz), (1.6, 2 y 2.5); y en el eje Z frecuencia (Hz), (2.5), ver la tabla 2.3.12.

Tabla 2.3.12. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador en Elvin Hernández en la Planta de Trituración - Colina

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
1	0.232	0,224	0.184	0,224	0.082	0,630
1,25	0.280	0,224	0.211	0,224	0.114	0,560
1,6	0.274	0,224	0.261	0,224	0.156	0,500

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
2	0.240	0,224	0.262	0,224	0.268	0,450
2,5	0.214	0,240	0.254	0,240	0.435	0,400
3,15	0.194	0,555	0.166	0,555	0.165	0,355
4	0.178	0,450	0.135	0,450	0.108	0,315
5	0.152	0,560	0.116	0,560	0.105	0,315
6,3	0.105	0,710	0.078	0,710	0.088	0,315
8	0.072	0,900	0.077	0,900	0.088	0,315
10	0.082	1,120	0.091	1,120	0.080	0,400
12,5	0.118	1,400	0.100	1,400	0.075	0,500
16	0.159	1,800	0.132	1,800	0.083	0,630
20	0.130	2,240	0.139	2,240	0.076	0,800
25	0.095	2,800	0.122	2,800	0.074	1,000
31,5	0.098	3,550	0.119	3,550	0.056	1,250
40	0.105	4,500	0.115	4,500	0.037	1,600
50	0.089	5,600	0.094	5,600	0.033	2,000
63	0.066	7,100	0.068	7,100	0.029	2,500
80	0.046	9,000	0.060	9,000	0.020	3,150

Fuente: CODESA, 2021.

### 2.3.7. Declaración de conformidad

Los resultados obtenidos en las (10) diez mediciones de vibraciones de cuerpo entero efectuadas a los operadores de equipo pesado en el proyecto “Mina de Cobre Panamá”, demuestran que siete (7) mediciones cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, utilizado como referencia.

Mientras que, tres (3) mediciones no cumplen con los límites máximos que establece el Reglamento Técnico DGNTI<sup>5</sup>-COPANIT<sup>6</sup> 45-2000, por lo cual los colaboradores pueden estar

<sup>5</sup> DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

<sup>6</sup> COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

expuestos a niveles de vibraciones nocivas para su salud, durante su jornada laboral; en las siguientes direcciones especiales o ejes:

- Z en el monitoreo al colaborador Emanuel Vergara (Caterpillar DZ028)
- X, Y en el monitoreo al colaborador Ramon Rivas (Tractor Cadena DZ112).
- X, Y y Z, en el monitoreo al colaborador Elvin Hernandez (Cargador frontal WLD03).

### **2.3.8. Recomendaciones**

- Efectuar las capacitaciones al personal, sobre los riesgos y medidas de precaución que, deben tener en cuenta durante sus labores.
- Establecer un programa de rotaciones al personal expuesto a altos niveles de vibración para regular y reducir el tiempo de exposición.
- Realizar mantenimientos periódicos de las maquinarias utilizadas en el Proyecto, incluyendo su sistema de suspensión (en los asientos), para optimizar su eficiencia y minimizar las vibraciones que generan.
- Realizar seguimiento a las maquinarias que, durante las mediciones reflejaron niveles por encima de la norma.
- Suministrar equipo auxiliar que reduzca los riesgos de lesión por vibraciones; por ejemplo, asientos con amortiguadores u otros sistemas que atenúen eficazmente las vibraciones transmitidas al cuerpo entero.

### **2.3.9. Bibliografía**

ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Parte 1: Requerimientos generales.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI - COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163, miércoles

18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en:  
[http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes\\_normas/copanit\\_45\\_2000\\_vibraciones.pdf](http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes_normas/copanit_45_2000_vibraciones.pdf) .

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, pp. 50.1-50.17.

Disponible en:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf>

Pichardo, G. & Jiménez, M. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. Revisión Bibliográfica. México. 16 p. Disponible en: [http://exposicionesvirtuales.com/so\\_images/7597/vibraciones.pdf](http://exposicionesvirtuales.com/so_images/7597/vibraciones.pdf)

## **Anexos**

### **Anexo 2.3.1. Registro fotográfico de las Inspecciones de Vibraciones**





Imágenes 2.3.2 y 2.3.3. Vistas de las mediciones de vibraciones, realizadas en la Planta de Procesos (Molinos); 978030 N/ 540125 E



Imágenes 2.3.4 y 2.3.5. Vistas de la medición de vibraciones, en el Área de Almacenamiento de Cal (Puerto), 996018 N/ 533890 E



Imágenes 2.3.6 a 2.3.8. Vistas de la medición de vibraciones, Terminal # 1 (Puerto),  
997055 N/ 533403 E



Imágenes 2.3.9 y 2.3.10. Vistas de las mediciones de vibraciones en la Presa Norte Celda 26-  
27 (TMF); 982963 N/ 535834 E



Imágenes 2.3.11 y 2.3.12. Vistas de la medición de vibraciones, en Presa Este (TMF);  
982747 N/ 538592 E



Imágenes 2.3.13 y 2.3.14. Vistas de la medición de vibraciones en la Planta de Trituración-  
Colina (976719 N/ 537401 E)

### **Anexo 2.3.2. Data generada por el equipo durante las mediciones**



### Elver Mendoza en la Planta de Procesos

HVM Información General					
Número de Serie	0001643				
Modelo	HVM200				
Version Firmware	4.6.0R0				
HVM Nombre Archivo	HVM200_0001643-Codessa01_210513_151359.00.hvm2				
Usuario	Elver Mendoza				
Localización	Planta de Proceso				
Puesta en Marcha					
Modo Funcionamiento	Whole Body				
Promedio	30 minutes				
Límite de exposición	1.15				
Acción Exposición	0.50				
Método Integración	None				
Acelerómetro Seleccionado	ICP				
	x	y	z		
Sensibilidad mV/(m/s²)	10.080000	10.090000	10.100000		
Ponderación	Wd	Wd	Wk		
Factores k	1.0000	1.0000	1.0000		
Datos generales					
Tiempo de inicio	2021-may-13 15:13:59				
Tiempo de ejecución (hh:mm:ss)	00:30:00				
	x	y	z	Sum	Unidades
a <sub>RMS</sub>	0.4542	0.4467	0.4840	0.8000	m/s²
MTVV	2.6475	2.5859	2.3900	3.5192	m/s²
a <sub>PEAK</sub>	5.6622	5.1731	9.4884	9.4905	m/s²
a <sub>WIN</sub>	0.0010	0.0007	0.0054	0.0057	m/s²
A(8)	0.1136	0.1117	0.1210	0.1210	m/s²
A(8) Acción	9.69	10.02	8.54	8.54	horas
A(8) Exposición	>24	>24	>24	>24	horas
VDV	5.4272	5.4981	6.7328	6.7328	m/s³ 1.75
Puntos Exposición				6	Puntos

### José Riquelme en la Planta de Procesos

HVM Información General					
Número de Serie	0001643				
Modelo	HVM200				
Version Firmware	4.6.0R0				
HVM Nombre Archivo	HVM200_0001643-Codessa01_210513_110042.00.hvm2				
Usuario	José Riquelme				
Localización	Planta de Proceso				
Puesta en Marcha					
Modo Funcionamiento	Whole Body				
Promedio	30 minutes				
Límite de exposición	1.15				
Acción Exposición	0.50				
Método Integración	None				
Acelerómetro Seleccionado	ICP				
	x	y	z		
Sensibilidad mV/(m/s²)	10.080000	10.090000	10.100000		
Ponderación	Wd	Wd	Wk		
Factores k	1.0000	1.0000	1.0000		
Datos generales					
Tiempo de inicio	2021-may-13 11:00:42				
Tiempo de ejecución (hh:mm:ss)	00:30:00				
	x	y	z	Sum	Unidades
a <sub>RMS</sub>	0.4039	0.3447	0.4056	0.6682	m/s²
MTVV	3.1483	2.4307	2.5414	3.5514	m/s²
a <sub>PEAK</sub>	6.9579	6.4188	12.7790	12.8058	m/s²
a <sub>WIN</sub>	0.0010	0.0010	0.0062	0.0083	m/s²
A(8)	0.1010	0.0862	0.1014	0.1014	m/s²
A(8) Acción	12.26	16.83	12.16	12.16	horas
A(8) Exposición	>24	>24	>24	>24	horas
VDV	6.0652	4.9641	6.6828	6.6828	m/s³ 1.75
Puntos Exposición				4	Puntos

### Bruno Archivoy en la Terminal #1 Punta Rincón

HVM Información General					
Número de Serie	0001643				
Modelo	HVM200				
Version Firmware	4.6.0R0				
HVM Nombre Archivo	HVM200_0001643-Codessa01_210514_132305.00.hvm2				
Usuario	Bruno Archivoy				
Localización	Terminal #1 Punta Rincón				
Puesta en Marcha					
Modo Funcionamiento	Whole Body				
Promedio	30 minutes				
Límite de exposición	1.15				
Acción Exposición	0.50				
Método Integración	None				
Acelerómetro Seleccionado	ICP				
	x	y	z		
Sensibilidad mV/(m/s²)	10.080000	10.090000	10.100000		
Ponderación	Wd	Wd	Wk		
Factores k	1.0000	1.0000	1.0000		
Datos generales					
Tiempo de inicio	2021-may-14 13:23:05				
Tiempo de ejecución (hh:mm:ss)	00:30:00				
	x	y	z	Sum	Unidades
a <sub>RMS</sub>	0.1539	0.1977	0.2781	0.3743	m/s²
MTVV	0.6969	0.9027	1.5511	1.6661	m/s²
a <sub>PEAK</sub>	1.3724	1.7315	4.9070	5.0024	m/s²
a <sub>WIN</sub>	0.0148	0.0134	0.0227	0.0413	m/s²
A(8)	0.0385	0.0494	0.0695	0.0695	m/s²
A(8) Acción	>24	>24	>24	>24	horas
A(8) Exposición	>24	>24	>24	>24	horas
VDV	1.7449	2.2762	3.6927	3.6927	m/s³ 1.75
Puntos Exposición				2	Puntos

### José Navas en la Terminal #1 Punta Rincón

HVM Información General					
Número de Serie	0001643				
Modelo	HVM200				
Version Firmware	4.6.0R0				
HVM Nombre Archivo	HVM200_0001643-Codessa01_210514_140249.00.hvm2				
Usuario	José Navas				
Localización	Terminal #1 Punta Rincón				
Puesta en Marcha					
Modo Funcionamiento	Whole Body				
Promedio	30 minutes				
Límite de exposición	1.15				
Acción Exposición	0.50				
Método Integración	None				
Acelerómetro Seleccionado	ICP				
	x	y	z		
Sensibilidad mV/(m/s²)	10.080000	10.090000	10.100000		
Ponderación	Wd	Wd	Wk		
Factores k	1.0000	1.0000	1.0000		
Datos generales					
Tiempo de inicio	2021-may-14 14:02:49				
Tiempo de ejecución (hh:mm:ss)	00:30:00				
	x	y	z	Sum	Unidades
a <sub>RMS</sub>	0.2864	0.2199	0.2590	0.4443	m/s²
MTVV	4.7703	3.5999	5.2573	6.4291	m/s²
a <sub>PEAK</sub>	9.4576	8.5966	25.8696	26.1515	m/s²
a <sub>WIN</sub>	0.0018	0.0028	0.0055	0.0066	m/s²
A(8)	0.0716	0.0550	0.0647	0.0716	m/s²
A(8) Acción	>24	>24	>24	>24	horas
A(8) Exposición	>24	>24	>24	>24	horas
VDV	7.7933	6.2629	9.4637	9.4637	m/s³ 1.75
Puntos Exposición				2	Puntos

### Víctor Oliveros en la Terminal #1 Punta Rincón

HVM Información General					
Número de Serie	0001643				
Modelo	HVM200				
Version Firmware	4.6.0R0				
HVM Nombre Archivo	HVM200_0001643-Codessa01_210514_144047.00.hvm2				
Usuario	Victor Olivero				
Localización	Terminal #1 Punta Rincón				
Puesta en Marcha					
Modo Funcionamiento	Whole Body				
Promedio	30 minutes				
Límite de exposición	1.15				
Acción Exposición	0.50				
Método Integración	None				
Acelerómetro Seleccionado	ICP				
	x	y	z		
Sensibilidad mV/(m/s <sup>2</sup> )	10.080000	10.090000	10.100000		
Ponderación	Wd	Wd	Wk		
Factores k	1.0000	1.0000	1.0000		
Datos generales					
Tiempo de inicio	2021-may-14 14:40:47				
Tiempo de ejecución (hh:mm:ss)	00:30:00				
	x	y	z	Sum	Unidades
a <sub>RMS</sub>	0.2312	0.3353	0.4462	0.6041	m/s <sup>2</sup>
MTVV	2.1175	3.3864	4.1328	5.4252	m/s <sup>2</sup>
a <sub>PEAK</sub>	5.5003	8.4775	17.7208	17.8068	m/s <sup>2</sup>
a <sub>WIN</sub>	0.0066	0.0067	0.0438	0.0472	m/s <sup>2</sup>
A(8)	0.0578	0.0838	0.1115	0.1115	m/s <sup>2</sup>
A(8) Acción	>24	17.79	10.05	10.05	horas
A(8) Exposición	>24	>24	>24	>24	horas
VDV	4.2289	6.3433	9.1037	9.1037	m/s <sup>3</sup> *1.75
Puntos Exposición				5	Puntos

### Miguel Trejo en el Área de almacenamiento de Cal (Puerto)

HVM Información General					
Número de Serie	0001643				
Modelo	HVM200				
Version Firmware	4.6.0R0				
HVM Nombre Archivo	HVM200_0001643-Codessa01_210514_153028.00.hvm2				
Usuario	Miguel Trejo				
Localización	Área de Almacenamiento de Cal (Puerto)				
Puesta en Marcha					
Modo Funcionamiento	Whole Body				
Promedio	30 minutes				
Límite de exposición	1.15				
Acción Exposición	0.50				
Método Integración	None				
Acelerómetro Seleccionado	ICP				
	x	y	z		
Sensibilidad mV/(m/s <sup>2</sup> )	10.080000	10.090000	10.100000		
Ponderación	Wd	Wd	Wk		
Factores k	1.0000	1.0000	1.0000		
Datos generales					
Tiempo de inicio	2021-may-14 15:30:28				
Tiempo de ejecución (hh:mm:ss)	00:30:00				
	x	y	z	Sum	Unidades
a <sub>RMS</sub>	0.2732	0.2929	0.3872	0.5571	m/s <sup>2</sup>
MTVV	2.4688	1.9701	4.4685	5.1345	m/s <sup>2</sup>
a <sub>PEAK</sub>	5.1110	6.3610	24.3637	24.4861	m/s <sup>2</sup>
a <sub>WIN</sub>	0.0010	0.0008	0.0025	0.0031	m/s <sup>2</sup>
A(8)	0.0683	0.0732	0.0968	0.0968	m/s <sup>2</sup>
A(8) Acción	>24	23.32	13.34	13.34	horas
A(8) Exposición	>24	>24	>24	>24	horas
VDV	4.6418	4.6292	10.3989	10.3989	m/s <sup>3</sup> *1.75
Puntos Exposición				4	Puntos

### Euris López - Presa Norte Celda 26-27-TMF

HVM Información General					
Número de Serie	0001643				
Modelo	HVM200				
Version Firmware	4.6.0R0				
HVM Nombre Archivo	HVM200_0001643-Codessa01_210515_091102.00.hvm2				
Usuario	Euris Lopez				
Localización	Presa Norte Celda 26-27(TMF)				
Puesta en Marcha					
Modo Funcionamiento	Whole Body				
Promedio	30 minutes				
Limite de exposicion	1.15				
Acción Exposición	0.50				
Método Integración	None				
Acelerómetro Seleccionado	ICP				
	x	y	z		
Sensibilidad mV/(m/s²)	10.080000	10.090000	10.100000		
Ponderación	Wd	Wd	Wk		
Factores k	1.0000	1.0000	1.0000		
Datos generales					
Tiempo de inicio	2021-may-15 09:11:02				
Tiempo de ejecución (hh:mm:ss)	00:30:00				
	x	y	z	Sum	Unidades
a <sub>RMS</sub>	0.2391	0.1807	0.2007	0.3607	m/s²
MTVV	2.0912	1.3977	2.3954	2.7125	m/s²
a <sub>PEAK</sub>	3.3845	2.7112	8.1791	8.2433	m/s²
a <sub>WIN</sub>	0.0058	0.0055	0.0146	0.0169	m/s²
A(8)	0.0598	0.0452	0.0502	0.0598	m/s²
A(8) Acción	>24	>24	>24	>24	horas
A(8) Exposición	>24	>24	>24	>24	horas
VDV	3.1937	2.7282	4.3309	4.3309	m/s³*1.75
Puntos Exposición				1	Puntos

### Emanuel Vergara - Presa Norte Celda 26-27-TMF

HVM Información General					
Número de Serie	0001643				
Modelo	HVM200				
Version Firmware	4.6.0R0				
HVM Nombre Archivo	HVM200_0001643-Codessa01_210515_095000.00.hvm2				
Usuario	Emanuel Vergara				
Localización	Presa Norte -TMF				
Puesta en Marcha					
Modo Funcionamiento	Whole Body				
Promedio	30 minutes				
Limite de exposicion	1.15				
Acción Exposición	0.50				
Método Integración	None				
Acelerómetro Seleccionado	ICP				
	x	y	z		
Sensibilidad mV/(m/s²)	10.080000	10.090000	10.100000		
Ponderación	Wd	Wd	Wk		
Factores k	1.0000	1.0000	1.0000		
Datos generales					
Tiempo de inicio	2021-may-15 09:50:00				
Tiempo de ejecución (hh:mm:ss)	00:30:00				
	x	y	z	Sum	Unidades
a <sub>RMS</sub>	0.4023	0.4994	0.7448	0.9829	m/s²
MTVV	2.6815	2.8837	4.2425	4.7859	m/s²
a <sub>PEAK</sub>	4.6877	6.4219	31.4815	31.5003	m/s²
a <sub>WIN</sub>	0.0042	0.0041	0.0179	0.0192	m/s²
A(8)	0.1006	0.1249	0.1862	0.1862	m/s²
A(8) Acción	12.36	8.02	3.61	3.61	horas
A(8) Exposición	>24	>24	19.07	19.07	horas
VDV	5.0567	5.9540	10.8660	10.8660	m/s³*1.75
Puntos Exposición				14	Puntos



### Ramón Rivas - Presa Este (TMF)

HVM Información General						
Número de Serie	0001643					
Modelo	HVM200					
Version Firmware	4.6.0R0					
HVM Nombre Archivo	HVM200_0001643-Codessa01_210515_105147.00.hvm2					
Usuario	Ramon Rivas					
Localización	Presa Este TMF					
Puesta en Marcha						
Modo Funcionamiento	Whole Body					
Promedio	30 minutes					
Límite de exposición	1.15					
Acción Exposición	0.50					
Método Integración	None					
Acelerómetro Seleccionado	ICP					
	x	y	z			
Sensibilidad mV/(m/s²)	10.080000	10.090000	10.100000			
Ponderación	Wd	Wd	Wk			
Factores k	1.0000	1.0000	1.0000			
Datos generales						
Tiempo de inicio	2021-may-15 10:51:47					
Tiempo de ejecución (hh:mm:ss)	00:30:00					
	x	y	z	Sum	Unidades	
a <sub>RMS</sub>	14.7505	11.1997	0.6090	18.5305	m/s²	
MTVV	351.1355	346.1104	6.1115	457.4183	m/s²	
a <sub>PEAK</sub>	807.9901	663.0978	27.4797	1039.7260	m/s²	
a <sub>WIN</sub>	0.0002	0.0082	0.0198	0.0294	m/s²	
A(8)	3.6876	2.7999	0.1523	3.6876	m/s²	
A(8) Acción	0.01	0.02	5.39	0.01	horas	
A(8) Exposición	0.05	0.08	>24	0.05	horas	
VDV	603.0656	486.0872	12.4889	603.0656	m/s³ 1.75	
Puntos Exposición				5439	Puntos	

### Elvin Hernández - Planta de Trituración-Colina

HVM Información General						
Número de Serie	0001643					
Modelo	HVM200					
Version Firmware	4.6.0R0					
HVM Nombre Archivo	HVM200_0001643-Codessa01_210516_135844.00.hvm2					
Usuario	Elvin Hernandez					
Localización	Planta Trituración-Colina					
Puesta en Marcha						
Modo Funcionamiento	Whole Body					
Promedio	30 minutes					
Límite de exposición	1.15					
Acción Exposición	0.50					
Método Integración	None					
Acelerómetro Seleccionado	ICP					
	x	y	z			
Sensibilidad mV/(m/s²)	10.080000	10.090000	10.100000			
Ponderación	Wd	Wd	Wk			
Factores k	1.0000	1.0000	1.0000			
Datos generales						
Tiempo de inicio	2021-may-16 13:58:44					
Tiempo de ejecución (hh:mm:ss)	00:30:00					
	x	y	z	Sum	Unidades	
a <sub>RMS</sub>	0.6351	0.6173	0.4320	0.9854	m/s²	
MTVV	2.5775	2.2498	3.0407	3.4090	m/s²	
a <sub>PEAK</sub>	5.1118	6.2746	17.1852	17.2657	m/s²	
a <sub>WIN</sub>	0.0010	0.0011	0.0028	0.0035	m/s²	
A(8)	0.1588	0.1543	0.1080	0.1588	m/s²	
A(8) Acción	4.96	5.25	10.71	4.96	horas	
A(8) Exposición	>24	>24	>24	>24	horas	
VDV	6.7043	6.6283	6.4842	6.7043	m/s³ 1.75	
Puntos Exposición				10	Puntos	

### **Anexo 2.3.3. Certificado de calibración del equipo**

# Calibration Certificate

Certificate Number 2021004040

Customer:

Ahenaki Consulting SA

Ave 14 Norte

Cam 6E

Panama, Panama

Model Number HVM200

Serial Number 0001643

Test Results Pass

Initial Condition As Manufactured

Description Larson Davis Model HVM200

Procedure Number D0001.8391

Technician Eric Olson

Calibration Date 8 Apr 2021

Calibration Due

Temperature 23.61 °C ± 0.01 °C

Humidity 49.8 %RH ± 0.5 %RH

Static Pressure 85.72 kPa ± 0.03 kPa

**Evaluation Method** Tested electrically using ADSIT.99 test fixture. Data reported in m/s<sup>2</sup> with equivalent sensor sensitivity of 1 mV/m/s<sup>2</sup>.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications and the following standards:  
ISO 9041:2005 IEC 61260:2014  
ANSI S2.70 ANSI S1.11

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the SI through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2017. Test points marked with a \$ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2015.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Standards Used			
Description	Cal Date	Cal Due	Cal Standard
Hart Scientific 2626-S Humidity/Temperature Sensor	05/12/2020	05/12/2021	006943
SRS DS360 Ultra Low Distortion Generator	03/17/2021	03/17/2022	007174

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
16-684-0001

8/2021 4:18:25PM



Page 1 of 15

**LARSON DAVIS**  
A PCB PIEZOTRONICS DIV.

D0001.8411 Rev C

# ~ Calibration Certificate ~

Per ISO 16063-21

Model Number: SEN027

Serial Number: P308562 (x axis)

Description: ICP® Triaxial Accelerometer

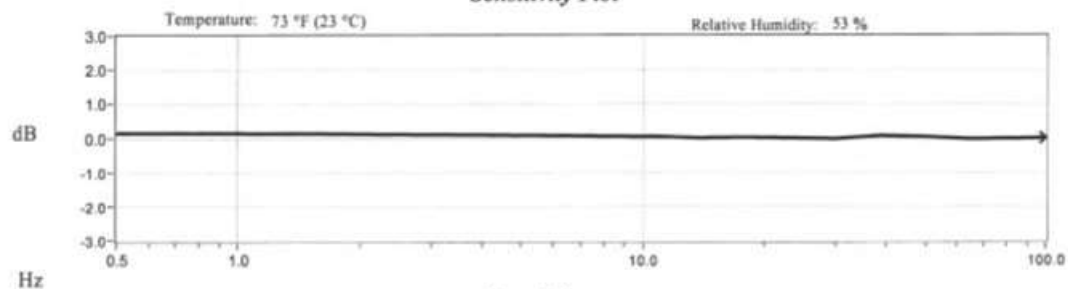
Manufacturer: PCB

Method: Back-to-Back Comparison AT401-12

## Calibration Data

Sensitivity @ 100 Hz 98.8 mV/g Output Bias 3.6 VDC  
(10.08 mV/m/s<sup>2</sup>) Transverse Sensitivity 1.3 %

## Sensitivity Plot



## Data Points

Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)
0.5	1.6	10	0.6	70	-0.4
1	1.6	15	0.1	REF. FREQ.	0.0
2	1.4	20	0.1		
5	0.9	30	-0.3		
7	0.8	50	0.4		

Mounting Surface: Stainless Steel Fastener: Steel Fixture Orientation: Inverted Vertical  
Acceleration Level (g): 1.00 g (9.81 m/s<sup>2</sup>)

\*The acceleration level may be limited by shaker displacement at low frequencies. If the listed level cannot be obtained, the calibration system uses the following formula to set the vibration amplitude: Acceleration Level (g) = 0.183 x (freq)<sup>1.35</sup>. \*The gravitational constant used for calculations by the calibration system is: 1 g = 9.80665 m/s<sup>2</sup>.

## Condition of Unit

As Found: n/a  
As Left: New Unit, In Tolerance

## Notes

1. Calibration is traceable to one or more of the following; PTB 10065, PTB 10066 and NIST 683/283498.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 10012-1, ANSI Z540.3 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 0.5-0.99 Hz; +/- 1.8%, 1-30 Hz; +/- 1.0%, 30.01-199 Hz; +/- 1.5%, 200-1 kHz; +/- 3.0%.

Technician: Adam Gibson

AG 5080

Date: 3/8/2021



**PCB PIEZOTRONICS**

3425 WALDEN AVENUE - DEPEW, NY 14043  
TEL: 888-684-0013 - FAX: 716-685-3886 - www.pcb.com

PAGE 1 of 2

CAL26-1698012609.398-0

ACS-17



## ~ Calibration Certificate ~

Per ISO 16063-21

Model Number: SEN027

Serial Number: P308562 (y axis)

Description: ICP® Triaxial Accelerometer

Manufacturer: PCB Method: Back-to-Back Comparison AT401-12

### Calibration Data

Sensitivity @ 100 Hz: 98.9 mV/g Output Bias: 3.6 VDC  
(10.09 mV/m/s²) Transverse Sensitivity: 4.2 %

### Sensitivity Plot

Temperature: 72 °F (22 °C) Relative Humidity: 55 %

Data Points		Data Points		Data Points	
Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)
0.5	1.6	10	0.4	70	-0.3
1	1.5	15	0.1	REF. FREQ.	0.0
2	1.2	20	0.1		
5	0.8	30	-0.1		
7	0.6	50	0.1		

Mixing Surface: Stainless Steel - Fastener: Steel - Fastener Orientation: Vertical  
Acceleration Level (g): 1.00 g (9.81 m/s²)  
\*The acceleration level may be limited by shaker displacement at low frequencies. If the total level cannot be obtained, the calibration system uses the following formula to set the vibration amplitude: Acceleration Level (g) = 0.10 x (freq). \*\*The gravitational constant used for calculations by the calibration system is: 1 g = 9.80665 m/s².

### Condition of Unit

As Found: n/a

As Left: New Unit, In Tolerance

### Notes

1. Calibration is traceable to one or more of the following: PTB 10065, PTB 10066 and NIST 683/283498.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 10012-1, ANSI Z540.3 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 0.5-0.99 Hz; +/- 1.8%, 1-30 Hz; +/- 1.0%, 30.01-199 Hz; +/- 1.5%, 200-1 kHz; +/- 3.0%.

Technician: Adam Gibson AG  
5080 Date: 3/8/2021

PN30 1 of 2

3425 WALDEN AVENUE - DEPEW, NY 14043  
TEL: 888-684-0013 - FAX: 716-685-3886 - www.pcb.com

CAL28-369001012-682-0

ACS-17



**~ Calibration Certificate ~**  
Per ISO 10063-21

Model Number: SEN027

Serial Number: P308562 (y axis)

Description: ICP® Triaxial Accelerometer

Manufacturer: PCB Method: Back-to-Back Comparison AT401-12

**Calibration Data**

Sensitivity @ 100 Hz      98.9 mV/g      (10.09 mV/m/s²)

**Phase Plot**

**Data Points**

Frequency (Hz)	Phase (°)	Frequency (Hz)	Phase (°)
0.5	4.7	30	-0.3
1	2.2	50	-0.5
2	0.8	70	-0.6
5	0.0	REF. FREQ.	-0.5
7	-0.1		
10	-0.3		
15	-0.3		
20	-0.2		

**Notes**

1. Calibration is traceable to one or more of the following; PTB 10065, PTB 10066 and NIST 683/283498.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 10012-1, ANSI Z540.3 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty for Phase (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: = 0.5 to < 10 Hz; +/- 2.5°, = 10 to < 200 Hz; +/- 0.75°, = 200 Hz to = 1 kHz; +/- 1.5°.

Technician: Adam Gibson AG  
5080 Date: 3/8/2021

**PCB PIEZOTRONICS™**  
3425 WALDEN AVENUE • DEPEW, NY 14043  
TEL: 888-684-0013 • FAX: 716-685-3886 • www.pcb.com

Page 1 of 2

CAL29-100001052-002-01

## ~ Calibration Certificate ~

Per ISO 16063-21

Model Number: SEN027

Serial Number: P308562 (z axis)

Description: ICP® Triaxial Accelerometer

Manufacturer: PCB Method: Back-to-Back Comparison AT401-12

### Calibration Data

Sensitivity @ 100 Hz	99.1 mV/g (10.10 mV/m/s²)	Output Bias	4.0 VDC
		Transverse Sensitivity	0.6 %

### Sensitivity Plot

Temperature: 72 °F (22 °C) Relative Humidity: 55 %

dB

Hz

Data Points		Data Points		Data Points	
Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)
0.5	2.0	10	1.3	70	0.3
1	2.4	15	1.1	REF. FREQ.	0.0
2	2.1	20	0.9		
5	1.7	30	0.7		
7	1.5	50	0.4		

Mounting Surface: Stainless Steel Partner Stud: Partner Orientation: Vertical  
 Acceleration Level (g): 1.00g (9.81 m/s²)  
 \*The acceleration level may be limited by shaker displacement at low frequencies. If the level level cannot be obtained, the calibration system uses the following formula to set the vibration amplitude: Acceleration Level (g) = 0.161 x (freq)². \*The gravitational constant used for calculations by the calibration system is: 1 g = 9.80665 m/s².

### Condition of Unit

As Found: n/a

As Left: New Unit, In Tolerance

### Notes

1. Calibration is traceable to one or more of the following: PTB 10065, PTB 10066 and NIST 683/283498.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 10012-1, ANSI Z540.3 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 0.5-0.99 Hz; +/- 1.8%, 1-30 Hz; +/- 1.0%, 30.01-199 Hz; +/- 1.5%, 200-1 kHz; +/- 3.0%.

Technician: Adam Gibson AG 5080 Date: 3/8/2021

PCB 1 of 2

3425 WALDEN AVENUE • DEPEW, NY 14043  
 TEL: 888-684-0013 • FAX: 716-685-3886 • www.pcb.com

CAL20-3096103512-089-0

ACS-17

## ~ Calibration Certificate ~

Per ISO 10063-21

Model Number: SEN027

Serial Number: P308562 (z axis)

Description: ICP® Triaxial Accelerometer

Manufacturer: PCB Method: Back-to-Back Comparison AT401-12

**Calibration Data**

Sensitivity @ 100 Hz      99.1 mV/g      (10.10 mV/m/s²)

**Phase Plot**

**Data Points**

Frequency (Hz)	Phase (°)	Frequency (Hz)	Phase (°)
0.5	6.9	30	-0.3
1	3.2	50	-0.6
2	1.4	70	-0.5
5	0.2	REF. FREQ.	-0.6
7	-0.0		
10	-0.2		
15	-0.2		
20	-0.3		

**Notes**

1. Calibration is traceable to one or more of the following: PTB 10065, PTB 10066 and NIST 683/283498.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 10012-1, ANSI Z540.3 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty for Phase (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: = 0.5 to < 10 Hz; +/- 2.5°, = 10 to < 200 Hz; +/- 0.75°, = 200 Hz to = 1 kHz; +/- 1.5°.

Technician: Adam Gibson AG  
5080 Date: 3/8/2021

3425 WALDEN AVENUE • DEPEW, NY 14043  
TEL: 888-684-0013 • FAX: 716-685-3896 • www.pcb.com

PAGE 2 of 2

ACS-17

CAL20-300410012-009-0



#### **Anexo 2.3.4. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá**

REPÚBLICA DE PANAMÁ  
ASAMBLEA LEGISLATIVA  
LEGISPAN  
LEGISLACIÓN DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Tipo de Norma: RESOLUCION

Número: 505

Referencia:

Año: 1999

Fecha (dd-mm-aaaa): 06-10-1999

Título: (REGLAMENTO TECNICO DGNTI-COPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.)

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Gaceta Oficial: 24163

Publicada el: 18-10-2000

Rama del Derecho: DER. DE TRABAJO, DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Salud y seguridad ocupacional, Ruido

Páginas: 12

Tamaño en Mb: 1.223

Rollo: 513

Posición: 3627

---

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS  
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y  
TECNOLOGIA INDUSTRIAL  
RESOLUCION N° 505  
(De 6 de octubre de 1999)

---

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

---

REGLAMENTO TÉCNICO  
DGNTI - COPANIT 45 - 2000

---

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL  
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD  
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE  
GENEREN VIBRACIONES.

**TABLA N° 1: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DEL EJE "Z".**

Frecuencia media de la banda terciaria ( Hz )	Aceleración en $m / s^2$ Tiempo de exposición diaria							
	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min	7.5 min	<5 min.
1.00	0.630	0.880	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.180
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.950	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.330	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.080	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3.200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.87
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

**TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES "X" y "Y".**

Frecuencia media de la banda terciaria ( Hz )	Aceleración en $m / s^2$ Tiempo de exposición diaria							
	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min	< 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.19	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

### **Anexo 2.3.5. Hojas de campo**





HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO					RE-33
<b>Datos generales</b>					
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá				
Lugar	Donoso, Colon	Fecha	13-5-21		
Promotor	Mina de Cobre Panamá S.A.	Persona de Contacto	Katuska Hernandez		
Teléfono	6864-2620	Correo electrónico	Katuska.hernandez@cpm.com		
<b>Características generales</b>					
Tipo de medición	Cuerpo entero	Nombre del colaborador	Jose Riquelme		
Tipo de equipo utilizado por el colaborador	Retroscavadora	Identificación del equipo utilizado	TH012		
Coordenadas (UTM WGS 84)	978 030 N 540 12 SE	Modelo del equipo de vibraciones	HVM200		
Posición del sensor	En el asiento	Posición del colaborador	Sentado		
Verificación de la calibración (Sensor Mano-Brazo)	Ejes	X	Y	Z	
	Antes	N/A	N/A	N/A	
	Después	N/A	N/A	N/A	
EPP contra vibraciones (orejeras, tapones, guantes, etc.)					
Actividades que realiza el colaborador	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Finalización	Duración de la medición	
Nivelación de terreno	X	11:00 am	11:30	0:30 min	
	Y	11:00	11:30	0:30 min	
	Z	11:00	11:30	0:30 min	
<b>Observaciones</b>					
8hr de jornada laboral					
Planta de Procesos (Área de Molino)					
Nombre del inspector	Jonathan Carro	Cédula	4-786-1028	Firma	[Firma]
	Evelia Herrera		8-824-1126		[Firma]



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO					RE-33
<b>Datos generales</b>					
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá				
Lugar	Denoso, Colon	Fecha	13-5-21		
Promotor	Mina Cobre Panamá S.A.	Persona de Contacto	Katuska Hernandez		
Teléfono	6864-2620	Correo electrónico	Katuska.hernandez@cpb.com		
<b>Características generales</b>					
Tipo de medición	Cuerpo entero	Nombre del colaborador	Elver Mendosa		
Tipo de equipo utilizado por el colaborador	Cargador de ruedas	Identificación del equipo utilizado	CAT930K		
Coordenadas (UTM WGS 84)	978750W 539367E	Modelo del equipo de vibraciones	HVM200		
Posición del sensor	En el asiento	Posición del colaborador	Sentado		
Verificación de la calibración (Sensor Mano-Brazo)	Ejes	X	Y	Z	
	Antes	N/A	N/A	N/A	
	Después	N/A	N/A	N/A	
EPP contra vibraciones (orejeras, tapones, guantes, etc.)	N/A				
Actividades que realiza el colaborador	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Finalización	Duración de la medición	
Mineracion de terreno	X	3:13 p.m.	3:43 p.m.	0:30 min	
	Y	3:13 p.m.	3:43 p.m.	0:30 min	
	Z	3:13 p.m.	3:43	0:30 min	
<b>Observaciones</b>					
* El equipo se detuvo por lluvia.					
Planta de Proceso (Arca de Molino)					
Nombre del inspector	Jonathan Corra Leticia Herrera	Cédula	4786-1629 8-924-1126	Firma	[Firma]



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO				RE-33
<b>Datos generales</b>				
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Punta Rincón	Fecha	14-5-21	
Promotor	Minera Panamá S.A.	Persona de Contacto	Kathyska Hernández	
Teléfono	6864-2620	Correo electrónico	Kathyska.hernandez@minera.com	
<b>Características generales</b>				
Tipo de medición	Cuerpo entero	Nombre del colaborador	Bruno archiboy	
Tipo de equipo utilizado por el colaborador	Montacarga Cargador	Identificación del equipo utilizado	FLM202	
Coordenadas (UTM WGS 84)	997055N/533403E	Modelo del equipo de vibraciones	HVM200	
Posición del sensor	En el asiento	Posición del colaborador	Sentado	
Verificación de la calibración (Sensor Mano-Brazo)	Ejes	X	Y	Z
	Antes	N/A	N/A	N/A
	Después	N/A	N/A	N/A
EPP contra vibraciones (orejeras, tapones, guantes, etc.)				
Actividades que realiza el colaborador	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Finalización	Duración de la medición
descarga de nitrato de amonio	X	12:3 p.m.	1:53 p.m.	0:30 min
	Y	1:23 p.m.	1:53 p.m.	0:30 min
	Z	1:23 p.m.	1:53 p.m.	0:30 min
<b>Observaciones</b>				
Terminal #1 Punta Rincón				
Nombre del inspector	Sonathan Corra Luelle Herrera	Cédula	4-786-1629 8-824-1126	Firma Sonathan Corra Luelle Herrera





HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO					RE-33
<b>Datos generales</b>					
Nombre del proyecto		Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Punta Rincón	Fecha	14-5-21		
Promotor	Mincera Panamá S.A.	Persona de Contacto	Katuska Hernandez		
Teléfono	6864-2620	Correo electrónico	Katuska.hernandez@minera.com		
<b>Características generales</b>					
Tipo de medición	Cuerpo entero	Nombre del colaborador	José Naves		
Tipo de equipo utilizado por el colaborador	Cargador	Identificación del equipo utilizado	Hyster LM302		
Coordenadas (UTM WGS 84)	997055W/533403E	Modelo del equipo de vibraciones	HVM 200		
Posición del sensor	En el asiento.	Posición del colaborador	Sentado		
Verificación de la calibración (Sensor Mano-Brazo)	Ejes	X	Y	Z	
	Antes	N/A	N/A	N/A	
	Después	N/A	N/A	N/A	
EPP contra vibraciones (orejeras, tapones, guantes, etc.)	N/A				
Actividades que realiza el colaborador	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Finalización	Duración de la medición	
Descarga de material de	X	2:02 pm	2:32 pm	0:30 min	
amenuo	Y	2:02 pm	2:32 pm	0:30 min	
	Z	2:02 pm	2:32 pm	0:30 min	
<b>Observaciones</b>					
Terminal #1 Punta Rincón					
Nombre del inspector	Somethan Corra	Cédula	4-786-1629	Firma	[Firma]
	Ivette Herrera		8-824-1124		[Firma]



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO					RE-33
<b>Datos generales</b>					
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá				
Lugar	Punta Rincón	Fecha	14/5/21		
Promotor	Minera Panamá S.A	Persona de Contacto	Katerina Hernandez		
Teléfono	6864-2620	Correo electrónico	katerina.hernandez@minera.com		
<b>Características generales</b>					
Tipo de medición	Cuerpo Entero	Nombre del colaborador	Victor Olivera		
Tipo de equipo utilizado por el colaborador	Manipulador telescópico (Cargador)	Identificación del equipo utilizado	TH M101		
Coordenadas (UTM WGS 84)	9417055 N / 533403 E	Modelo del equipo de vibraciones	HVM 200		
Posición del sensor	En el asient	Posición del colaborador	Sentado		
Verificación de la calibración (Sensor Mano-Brazo)	Ejes	X	Y	Z	
	Antes	N/A	N/A	N/A	
	Después	N/A	N/A	N/A	
EPP contra vibraciones (orejeras, tapones, guantes, etc.)	N/A				
Actividades que realiza el colaborador	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Finalización	Duración de la medición	
Descarga de nitrato de amonio	X	2:40 p.m.	3:10 p.m.	0:30 min	
	Y	2:40 p.m.	3:10 p.m.	0:30 min	
	Z	2:40 p.m.	3:10 p.m.	0:30 min	
<b>Observaciones</b>					
Terminal #1 Punta Rincón					
Nombre del inspector		Cédula	Firma		
Jonathan Conde		4-796-1625	Jonathan Conde		
Túller Herrera		8-924-1126	Túller Herrera		



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO				RE-33
<b>Datos generales</b>				
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Punta Rincón	Fecha	14-5-21	
Promotor	Mincera Panamá S.A.	Persona de Contacto	Fátima Hernández	
Teléfono	6864-2620	Correo electrónico	fatima.hernandez@cp.com	
<b>Características generales</b>				
Tipo de medición	Cuerpo entero	Nombre del colaborador	Miguel Trejo	
Tipo de equipo utilizado por el colaborador	Manipulador Cargador telescópico	Identificación del equipo utilizado	540	
Coordenadas (UTM WGS 84)	996013N / 533890E	Modelo del equipo de vibraciones	Hum 200	
Posición del sensor	En el asiento	Posición del colaborador	Sentado	
Verificación de la calibración (Sensor Mano-Brazo)	Ejes	X	Y	Z
	Antes	N/A	N/A	N/A
	Después	N/A	N/A	N/A
EPP contra vibraciones (orejeras, tapones, guantes, etc.)	N/A			
Actividades que realiza el colaborador	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Finalización	Duración de la medición
Abastecimiento de la	X	3:30 p.m.	3:40 p.m.	0:30 min
Planta de Cal.	Y	3:30 p.m.	3:40 p.m.	0:30 min
	Z	3:30 p.m.	3:40 p.m.	0:30 min
<b>Observaciones</b>				
Punta Rincón				
Nombre del inspector	Sonathan Corra	Cédula	4-786-1628	Firma
	Ivette Herrera		8-824-1126	





HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO					RE-33
<b>Datos generales</b>					
Nombre del proyecto		Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Denoso, Colón	Fecha	15-5-21		
Promotor	Minera Panamá S.A.	Persona de Contacto	Katinka Hernandez		
Teléfono	6864-2620	Correo electrónico	Katinka.hernandez@minera.com.pa		
<b>Características generales</b>					
Tipo de medición	Cuerpo entero	Nombre del colaborador	Evis Lopez		
Tipo de equipo utilizado por el colaborador	Tractor Agrícola	Identificación del equipo utilizado	ATR101		
Coordenadas (UTM WGS 84)	982956N 535835E	Modelo del equipo de vibraciones	HVM200		
Posición del sensor	En el asiento	Posición del colaborador	Sentado		
Verificación de la calibración (Sensor Mano-Brazo)	Ejes	X	Y	Z	
	Antes	N/A	N/A	N/A	
	Después	N/A	N/A	N/A	
EPP contra vibraciones (orejeras, tapones, guantes, etc.)	N/A				
Actividades que realiza el colaborador	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Finalización	Duración de la medición	
Distribución de Agua y arena	X	9:11 a.m.	9:41 a.m.	0:30 min	
Compactación neumática	Y	9:11 a.m.	9:41 a.m.	0:30 min	
	Z	9:11 a.m.	9:41 a.m.	0:30 min	
<b>Observaciones</b>					
Supervisor Hector Landrau					
Presencia Norte Celida 26-27					
Nombre del inspector	Jonathan Corro	Cédula	4-786-1628	Firma	Jonathan Corro
	Ivette Herrera		8-824-1126		Ivette Herrera



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO					RE-33
<b>Datos generales</b>					
Nombre del proyecto		Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Danoso, Colón	Fecha	15-5-21		
Promotor	Minera Panamá S.A.	Persona de Contacto	Ketivka Hernandez		
Teléfono	6864-2620	Correo electrónico	Ketivka.hernandez@minera.com		
<b>Características generales</b>					
Tipo de medición	Cuerpo entero	Nombre del colaborador	Emanuel Vergara		
Tipo de equipo utilizado por el colaborador	Tractor de Cadena	Identificación del equipo utilizado	02028		
Coordenadas (UTM WGS 84)	982963N/535834E	Modelo del equipo de vibraciones	NVM200		
Posición del sensor	En el asiento	Posición del colaborador	Sentado		
Verificación de la calibración (Sensor Mano-Brazo)	Ejes	X	Y	Z	
	Antes	N/A	N/A	N/A	
	Después	N/A	N/A	N/A	
EPP contra vibraciones (orejeras, tapones, guantes, etc.)	N/A				
Actividades que realiza el colaborador	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Finalización	Duración de la medición	
Descarga hidráulica de arena	X	9:50 a.m.	10:20 a.m.	0:30 min	
	Y	9:50 a.m.	10:20 a.m.	0:30 min	
	Z	9:50 a.m.	10:20 a.m.	0:30 min	
<b>Observaciones</b>					
* Asiento en buenas condiciones.					
Proceso Norte Celda 26-27					
Nombre del inspector	Jonathan Corro	Cédula	4-786-1628	Firma	Jonathan Corro
	Ivett Herrera		8-824-1126		Ivett Herrera



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO				RE-33
<b>Datos generales</b>				
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Penoso, Colón	Fecha	15-5-21	
Promotor	Minera Panamá S.A.	Persona de Contacto	Katiuzka Hernandez	
Teléfono	68 64-2620	Correo electrónico	Katiuzka.hernandez@minera.com	
<b>Características generales</b>				
Tipo de medición	Cuerpo entero	Nombre del colaborador	Ramon Rivas	
Tipo de equipo utilizado por el colaborador	tractor de oruga	Identificación del equipo utilizado	D2112	
Coordenadas (UTM WGS 84)	982747N 538592E	Modelo del equipo de vibraciones	HM200	
Posición del sensor	En el asiento	Posición del colaborador	Sentado	
Verificación de la calibración (Sensor Mano-Brazo)	Ejes	X	Y	Z
	Antes	N/A	N/A	N/A
	Después	N/A	N/A	N/A
EPP contra vibraciones (orejeras, tapones, guantes, etc.)	N/A			
Actividades que realiza el colaborador	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Finalización	Duración de la medición
Descarga hidraulica de arena	X	10:51 a.m.	11:21 a.m.	0:30 min
	Y	10:51 a.m.	11:21 a.m.	0:30 min
	Z	10:51 a.m.	11:21 a.m.	0:30 min
<b>Observaciones</b>				
Prueba Este				
Nombre del inspector	Jonathan Carro Lissette Herrera	Cédula	4-786-1629 8-824-1126	Firma <i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i>





HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO					RE-33
<b>Datos generales</b>					
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá				
Lugar	Denasa, Colón	Fecha	16-5-21		
Promotor	Mineco Panamá, S.A.	Persona de Contacto	Kelinke Hernandez		
Teléfono	6864-2620	Correo electrónico	kelinke.hernandez@elc.com		
<b>Características generales</b>					
Tipo de medición	Cuerpo entero	Nombre del colaborador	Elvin Hernandez		
Tipo de equipo utilizado por el colaborador	Cargador Frontal	Identificación del equipo utilizado	WL003		
Coordenadas (UTM WGS 84)	976719N 537401E	Modelo del equipo de vibraciones	HVM200		
Posición del sensor	En el coque	Posición del colaborador	Sentado		
Verificación de la calibración (Sensor Mano-Brazo)	Ejes	X	Y	Z	
	Antes	N/A	N/A	N/A	
	Después	N/A	N/A	N/A	
EPP contra vibraciones (orejeras, tapones, guantes, etc.)	N/A				
Actividades que realiza el colaborador	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Finalización	Duración de la medición	
Traslado de material	X	1:58 p.m.	2:28 p.m.	0:30 min	
	Y	1:58 p.m.	2:28 p.m.	0:30 min	
	Z	1:58 p.m.	2:29 p.m.	0:30 min	
<b>Observaciones</b>					
Panta de vibración / Coque					
Nombre del inspector		Cédula	Firma		
Jonathan Corra Luisa Herrera		4-786-1628 8-924-1126	[Firma]		

### **Anexo 2.3.6. Mapa de ubicación de las inspecciones de vibración**



