UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE EDUCACIÓN

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DECRETO Ejecutivo 575 del 21 de julio de 2004

Acreditada mediante Resolución No 15 del 31 de octubre de 2012

Facultad de Ciencias y Salud

Maestría en Salud Ocupacional y Seguridad Industrial

Exposición a vibraciones de cuerpo entero, producida por equipos pesados, deteriorando la salud de los operadores, en el área de la construcción

Gilberto Callender Murillo

Panamá - mayo de 2017

UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE EDUCACIÓN

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DECRETO Ejecutivo 575 del 21 de julio de 2004

Acreditada mediante Resolución No 15 del 31 de octubre de 2012

Facultad de Ciencias y Salud
Maestría en Salud Ocupacional y Seguridad Industrial

Exposición a vibraciones de cuerpo entero, producida por equipos pesados, deteriorando la salud de los operadores, en el área de la construcción

Trabajo presentado como requisito para optar al grado de especialización

Gilberto Callender

Tutor. José Fung

Panamá - mayo de 2017

DEDICATORIA

Este logro académico lo dedico primeramente a Dios Todopoderoso que me ha permitido culminar satisfactoriamente este trabajo; a mi hijo Gilberto Daniel Callender; a la Sara Calderón de Callender, mi esposa; a mis padres y hermanos.

De igual manera, quiero dedicarle este logro a todas las personas que me apoyaron en el desarrollo de este trabajo.

Gilberto Callender

UNEFT

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....iii
Lista de cuadros. vi
Lista de figuras.....vii
Introducción.....1
Contextualización del problema.....2
Descripción del problema.....2
Formulación del problema.....2
Objetivo del estudio.....3
Objetivos generales.....3
Objetivos específicos.....3
Justificación.....4
Marco referencial.....5
Antecedentes.....5
Antecedente internacional.....5
Fundamentación teórica.....8
Vibraciones.....8
Vibraciones globales.....9
Vibraciones transmitidas al cuerpo entero.....9
Vibraciones mecánicas.....12
Características del entorno vibracional.....13
De muy baja frecuencia.....14
De baja y media frecuencia.....14
Vibraciones humanas.....14
Trastorno músculo esqueléticos.....16
Evaluación ergonómica de las vibraciones.....18
Marco conceptual.....20
Marco legal.....21
Análisis de la investigación.....22

Diseño de la investigación.....22
Población y muestra.....22
Técnicas, procedimiento e instrumento de recolección de datos.....22
Protocolo de medición y evaluación de vibraciones de cuerpos entero.....25
Conclusión.....30
Recomendación.....31
Bibliografía.....32
Anexos.....33

UNEFA

LISTA DE CUADROS Y GRÁFICAS

Cuadro 1. TME del aparato locomotor.....17
Cuadro 2. Factores de riesgo para el surgimiento de TME.....19
Cuadro 3. Operacionalización de variables.....26
Cuadro 4. Características generales de la muestra.……...……28

Grafica 1. Variación del nivel de aceleración por tipo de maquinaria.....25

UNEFT

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Trabajo de movimiento de tierra con equipo pesado.....10
Figura 2. Vibración de cuero entero.....11
Figura 3. Componentes de frecuencia de una onda compuesta.....13
Figura 4. Relación entre el desplazamiento, velocidad y aceleración.....16
Figura 5. Ejes basicéntricas para VCE.....18
Figura 6. – Kit de medición de vibraciones PCB Electrónicas.....23

UNEFT

INTRODUCCIÓN

Toda actividad laboral implica la alteración del equilibrio anatómico y fisiológico de la estructura del cuerpo del trabajador; el conjunto de factores de riesgo a los cuales se expone el trabajador en sus actividades laborales hacen que el cuerpo reaccione de diferentes formas, algunas de ellas con efectos agudos. Caso particular de exposición con efectos considerables a largo plazo, y que aún es objeto de investigación por los profesionales de la salud ocupacional, es el conjunto de las vibraciones en sistemas de cuerpo entero (VCE).

Las vibraciones, al igual que el ruido, están considerados en nuestra legislación como agentes físicos capaces de generar enfermedades profesionales y, por tanto, desde el punto de vista preventivo es necesario conocer la real presencia y magnitud de estos agentes, asimismo es necesario este conocimiento cuando se desea evaluar objetivamente si la dolencia presentada por un trabajador pueda deberse a una exposición a vibraciones.

El cuerpo, al recibir esta fuerza, se ve obligado a vibrar en función de la fuerza excitadora externa y así también somete a sus estructuras fisiológicas a esfuerzos, tensiones y relajaciones periódicas, necesarias para desarrollar ciertas actividades, pero que son extrañas al cuerpo. Muchas son las variables, que según la bibliografía, intervienen en esta interacción dinámica vibratoria, como: la postura, la zona de contacto, amplitud de vibración, frecuencia, incluso hábitos de cada trabajador.

Este estudio aborda la presencia de las vibraciones como agente con potencial de generar alteraciones en la salud de trabajadores que operan equipos pesados, basándose en la legislación panameña vigente en materia de exposición a vibraciones y el uso de instrumentos de medición disponibles, bibliografías y aportes de otros estudios.

Además, se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CONTEXTUALIZACION DEL PROBLEMA

Descripción del problema

Los diferentes procesos y actividades que se ejecutan a lo largo de un proyecto de construcción son consideradas de alto riesgo, tanto por la probabilidad de contacto con factores de riesgo como por las consecuencias que podrían llegar a ser fatales y por el tiempo de exposición. Uno de los factores de riesgo de mayor prevalencia en las mencionadas actividades son las vibraciones mecánicas, desde el movimiento de tierras y extracción de material al inicio del proyecto hasta el momento de aplicación de carpeta asfáltica.

Esta exposición podría causar en mediano y largo plazo afectaciones a la salud, relacionadas con las zonas anatómicas en contacto, principalmente manos, extremidades superiores e inferiores y la columna. Afectará a todas las estructuras asociadas como músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos, y el sistema circulatorio. (Asencio, 2012, p.65).

En Panamá, las enfermedades relacionadas a trastorno musculo –esquelético (TME) han aumentado significativamente, en los trabajadores de la construcción y mayormente en operadores de equipo, provocando un perjuicio a la salud de estos trabajadores y pérdida al Estado panameño.

Formulación del problema

¿Cuál es la relación entre la exposición a vibraciones de cuerpo entero y la aparición de trastornos músculo-esqueléticos, en los operadores de equipos pesados, en empresas que laboran en territorio panameño?.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo general

- Conocer si la vibración de cuerpo entero producida por las maquinarias utilizadas en la construcción, afecta la salud de los operadores de equipo, y si están relacionadas a los TME.

Objetivos específicos

- Determinar si el tiempo de exposición a las vibraciones a las cuales están expuestos los trabajadores cuando laboran sobre las máquinas afecta su salud.
- Establecer si la magnitud y frecuencia de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores de la construcción.
- Determinar las zonas anatómicas de los trabajadores, donde presentan alguna sintomatología de TME causadas por las vibraciones.
- Analizar la legislación vigente en Panamá en materia de vibraciones de origen laboral.
- Determinar si la edad de los trabajadores es determinante para la exposición a vibraciones de cuerpo entero.

JUSTIFICACIÓN

En el tema de vibraciones no existen hasta el momento un diagnóstico de cómo está presente este agente en la mayoría de las empresas de construcción, este trabajo propone comprender el estado actual de un problema y proponer soluciones técnicas y económicamente viables.

Específicamente, la ciencia acústica se relaciona con varias actividades laborales, las cuales generan riesgos de trabajo al personal, tales como: ruido laboral, confort acústico, vibraciones mecánicas, fallas en la comunicación e inclusive deterioro de maquinarias.

Caso particular, para este trabajo de investigación son las vibraciones mecánicas que afectan al cuerpo entero, a través de variables como: tiempo de exposición,

modos de vibración, higiene postural y características personales del trabajador, que influyen negativamente a la salud del sistema músculo esquelético.

La mayoría de las empresas dedicadas a la construcción, ejecutan en su momento actividades con maquinaria pesada, en remoción y preparación de tierras, instalación y mantenimiento de vías, movimiento de materiales, actividades de perforación, etc. y el número de personal expuesto es importante. Según los datos de la Capac más de 10 empresas en Panamá se dedican a la construcción.

Por ello es importante y justificado, que se lleve a cabo la investigación al respecto, tratando de buscar alternativas que permitan minimizar los efectos de las vibraciones en cuerpo entero, en la salud de los operadores de equipos pesados.

Al final del trabajo de investigación se podrá establecer con datos estadísticos la relación entre la exposición a VCE y la presencia de TME, en operarios de maquinaria pesada para la obra civil.

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes

Las actividades laborales siempre alteran el equilibrio anatómico fisiológico de las estructuras del cuerpo del trabajador, en ocasiones con consecuencias molestas o dañinas a su salud.

Las enfermedades laborales son causantes de la mayoría de las incapacidades, en el país, es decir, 3 veces más que las ocasionadas por accidentes laborales, según datos entregados por el Instituto Nacional de Estadística y Censo.

De acuerdo con la doctora en medicina y especialista en salud ocupacional, Mariela Arosemena, las afectaciones más frecuentes en Panamá son las relacionadas con dolores lumbares o de columna.

“Pese a que en el país existen leyes, decretos y normas contra riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, estas siguen prevaleciendo en el diario vivir de miles de personas, manifestándose de distintas maneras según el trabajo que ejerce cada persona” (Arosemena, 2016, p.59).

Antecedentes internacionales

Estudios técnicos en Japón, realizados por Yamamoto, especialista en salud ocupacional, determinaron la multicausalidad de las alteraciones que se presentan en las distintas zonas de cervical, donde las Vibraciones de Cuerpo Entero son una variable de la carga de trabajo, que tiene mayor probabilidad de causar afecciones en posición sentado de los conductores de camiones.

“En otros casos, tampoco ha sido posible, establecer una alteración ergonométrica de las estructuras de la columna, debido a las fuerzas producto de la vibración en cuerpo completo, especialmente en posición sentado en operadores de maquinaria” (Seidel, 2005, p.42.).

La exposición a vibraciones mecánicas es muy frecuente en las actividades industriales, entre estas hay que citar la conducción de vehículos de transporte, carretillas elevadoras, maquinaria y vehículos de obras públicas, maquinaria agrícola y las herramientas manuales rotativas o percutoras.

Según Genaro Gómez, inspector de Trabajo y miembro del Consejo Editorial de Gestión Práctica de Riesgos Laborales, en su publicación N° 57, sobre *Las claves en las vibraciones mecánicas*” indica que “el número de trabajadores expuestos es importante, por lo que es necesaria la propagación de la correspondiente cultura preventiva y concienciación en orden a la protección de la salud y seguridad en el trabajo.” **http://pdfs.wke.es/0/1/3/9/pd0000050139.pdf**

El Prof. García-Orea, Prof. Heredia Elvar, Dr. Da Silva Grigoletto y Dra. Feriche, del Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud; Universidad de Granada (España); en su investigación relacionada con el “Efecto de la Vibración

Mecánica de Cuerpo Entero (WBV) Sobre la Transmisión de la aceleración al Raquis Lumbar", publicado en el 2013, demostraron que las vibraciones y sus frecuencias afectan la salud.

La estimulación neuromuscular mediante vibraciones mecánicas constituye una modalidad actual de entrenamiento. Sin embargo, el conocimiento de los posibles efectos del estímulo vibratorio sobre otras estructuras músculo-esqueléticas distintas a las del tren inferior, es limitado.

En Centro América se realizaron estudios acerca de la exposición a Vibraciones en Cuerpo Entero, pero se ejecutó desde un punto de vista de la higiene industrial, con información de condiciones de trabajo, tiempo de exposición, tipo de maquinaria, experiencia, valor de dosis, inclusive la iluminación; para asociarlos con efectos que la bibliografía describe como: sensibilidad individual del trabajador, sensaciones remanentes en unidades fisiológicas como: cerebro, ojos, músculos y articulaciones, especialmente en posición sentado, así como molestias en cuello y espalda.

Trabajos investigativos como el de la Universidad Pompeu Fabra de España, (2001) establecen relaciones entre los riesgos ergonómicos y los trastornos musculo esqueléticos (TME) en muestras de trabajadores centroamericanos, donde el 41,5% de asalariados sufren este tipo de desórdenes por exposición a ciertos factores de riesgo, y las lumbalgias tienen mayores reportes.

En Ecuador, el 12,03 % de la población económicamente activa ocupada se reúne en actividades de transporte y construcción, quienes se expondrían en su momento a Vibraciones de Cuerpo Entero y que podían presentar TME. Adicionalmente, se reconoce por el IESS las enfermedades causadas por vibraciones a trastornos de músculos, tendones, huesos, articulaciones, vasos sanguíneos periféricos o nervios periféricos. (Rojas, 2011, CD.390)

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Vibraciones

La generación de vibraciones mecánicas en las máquinas es un fenómeno inherente al propio diseño y funcionamiento de los ingenios mecánicos bien conocidos por la Ingeniería. Los movimientos oscilatorios de una o varias masas bajo los efectos de diversas solicitaciones, y que son el origen de la vibración, están inevitablemente asociados con las partes móviles de todo tipo de maquinaria, de sus motores y, adicionalmente en el caso de vehículos, a su desplazamiento sobre superficies irregulares.

En ocasiones, la vibración constituye la principal forma de operación de una máquina. Se puede en los rodillos vibrantes, apisonadoras, martillos neumáticos, pisones, etc., pero, salvando estas excepciones, las vibraciones siempre han venido suponiendo un problema de índole mecánica.

Von Gierke (2002) indica:

La exposición a vibraciones se produce cuando se transmite al cuerpo el movimiento oscilante de una estructura, ya sea el suelo, o un asiento. La respuesta humana a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero es muy variable, depende de las características físicas de la vibración (frecuencia, dirección, intensidad, duración), de la parte de cuerpo en contacto con la superficie vibrante, también de las características del individuo y del ambiente físico.(p.43)

Las vibraciones pueden causar efectos muy diversos que van desde la simple molestia hasta alteraciones graves de la salud, pasando por la interferencia en la actividad humana (en la ejecución de ciertas tareas como la lectura, en la pérdida de precisión al ejecutar movimientos, pérdida de rendimiento debido a la fatiga, etc.

Vibraciones globales

También conocidas como *“de cuerpo completo”*, se transmiten al cuerpo del trabajador principalmente a través del asiento de la máquina. El rango de frecuencias de interés varía entre 0,5 Hz y 80 Hz, y la Directiva de la Junta Técnica de

Investigación 2002/44/CE ha establecido como niveles: 0,5 m/s2 (acción) y 1,15 m/s2 (límite de exposición). (Normativa ISO 2631-1)

Dentro de todas las condiciones del ambiente de trabajo que la organización ofrece a los trabajadores, existen peligros intrínsecos a las actividades, procesos, materia prima y herramientas, que en mayor o menor medida pueden convertirse en un riesgo laboral, si al menos las condiciones de exposición y probabilidad de daño al colaborador están presentes.

Una de estas propiedades, que la mayoría de herramientas y equipos electromecánicos tienen son las vibraciones mecánicas, un tipo de energía que puede ser transmitida entre cuerpos y que si no son controladas conllevan consecuencias tan variadas, que van desde la simple excitación de movimiento, la generación de ruido y posiblemente deterioro prematuro de materiales.

Vibración transmitida al cuerpo entero

Existe una gran cantidad de maquinaria industrial que funciona con mecanismos rotacionales, los cuales necesariamente mantienen una vibración periódica, caso particular para este estudio es la rotación del cigüeñal del motor del vehículo y maquinarias. Casi siempre el peso de la maquinaria para construcción está en el orden de las toneladas, por lo cual se necesita del torque suficiente en el motor, para lograr su desplazamiento.

En el motor se crea este movimiento giratorio, y por mecanismos de engranajes hacen que toda la maquinaria se mueva con periodos definidos en cada etapa. Esta periodicidad establece frecuencias naturales de giro, y por lo tanto vibraciones estables.

Una vez que la maquinaria está en movimiento entran en juego otras condiciones que modifican estas frecuencias naturales, principalmente: tipo de camino, actividades a realizar por la maquinaria y deterioro de componentes.

Figura1. Trabajo de movimiento de tierra con equipo pesado

Fuente. Actividad minera a cielo abierto, pag.45, Carlos Andrés Ramón.

Es claro también que esta maquinaria necesita de un operario para cumplir sus funciones, y si esta vibración se le transmite al trabajador, es posible alterar el equilibrio dinámico del cuerpo y generar alteraciones en su estructura masa resorte, es decir, su sistema músculo-esquelético, acoplado al resto de elementos fisiológicos.

Se considera para este trabajo "al sistema musculo-esquelético como el conjunto de estructuras anatómicas inter conectados que están formados de: músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos o nervios del aparato locomotor, criterio establecido para señalar las zonas que afectan los trastornos musculo esqueléticos" (Rojas, 2012, p.63).

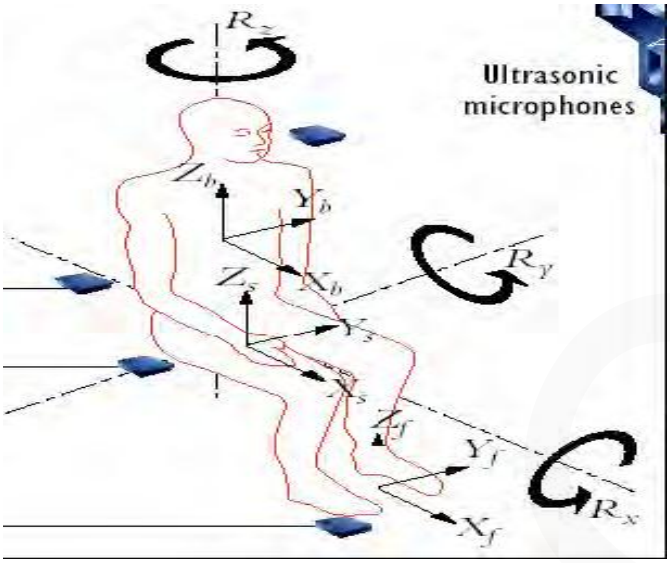
En cuerpo completo, la vibración se mide en coordenadas basicéntricas, adoptando el sistema de ejes tal y como se indica en la Figura 2, según la posición de trabajo (sentado, de pie, tumbado).

La aceleración se ha medido en m/s2, en cada uno de los tres ejes x, y, z, obteniendo el valor medio ponderado.

Las máquinas en que se han medido los niveles de vibración son las siguientes: Excavadoras, cargador frontal, volquetes

Figura 2. Vibración de cuero entero en ejes basicéntricas

UNEOT



Fuente: ISO 2631-1:2008 – Elaboración ISO 2631-1:2008 (Zb para la dirección z y dirección tumbada vertical, Yb y Xb para las direcciones x, y; y para dirección tumbada horizontal, Rz,Ry,Rx. Vibración rotacional.)

Ahora se definirán los elementos que intervienen en esta investigación, para así comprender las múltiples relaciones que podrían existir entre ellos.

Vibraciones mecánicas

Las vibraciones son movimientos mecánicos que oscilan alrededor de un punto ubicado en un eje, llamado: “de referencia”, esto transfiere energía, pero no masa.

Este tipo de movimientos necesitan obligadamente un medio con masa para transmitirse a través de él en forma de ondas, por ejemplo: maquinaria, estructuras constructivas y/o personas. Dependerá del tipo de acople entre la fuente de vibración y el receptor para que la cantidad de energía transmitida se propague y pueda o no causar alteraciones al receptor. (Mansfield, 2005, p.95).

Se puede definir a un sistema vibratorio simple con la siguiente expresión matemática:

$$\boldsymbol{a\tau = A\,sin(\omega\tau + \theta)}$$

$\boldsymbol{a\tau}$ = es la aceleración en función del tiempo.

$\boldsymbol{A\ sin(\omega\tau + \theta)}$ = es la amplitud de la vibración que varía en forma senoidal en el tiempo, con un ángulo de fase $\boldsymbol{\theta}$

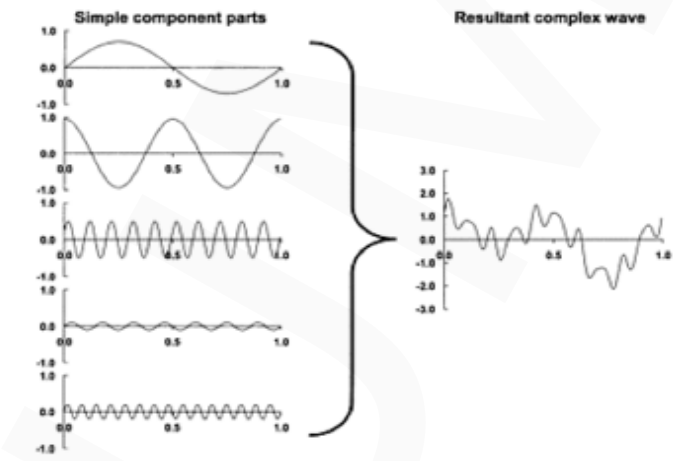
Debido a que hay 2π radianes en un ciclo, la frecuencia en Hertz, está relacionada con la frecuencia angular.

Estas ondas mantienen un período de vibración que es tiempo en segundos que la onda completa un ciclo, que se lo puede expresar con el inverso de la frecuencia.

Este tipo de ondas, son de una sola frecuencia definida, similar a un tono puro; pero los fenómenos vibracionales que estudia este trabajo no lo son, sino son vibraciones compuestas por más de una onda simple, pueden ser infinitas ondas que actúen en un mismo instante, para eso se explicará la suma de ondas simples.

Cuando se adicionan ondas de distintas amplitudes, frecuencias y fases se obtiene una onda compuesta similar al tipo de vibraciones que se obtendrán en las mediciones in situ de cualquier maquinaria, vehículo, y, en general, cualquier cuerpo vibrante, tal como muestra la figura:

Figura 3. Componentes de frecuencia de una onda compuesta



. Fuente: Mansfried, 2005, p.14

Características físicas del entorno vibracional:

En general, el coeficiente de absorción de las vibraciones para el cuerpo humano es inversamente proporcional a la frecuencia. Por ello, la frecuencia es uno de los factores determinantes de la acción de las vibraciones junto con la zona del cuerpo afectada. Las frecuencias que van a afectar el organismo se hallan entre muy bajos valores (menos de 1 Hz- Hercio) y los 1000 Hz aproximadamente. Según sus efectos sobre la totalidad del cuerpo se distinguen dos grupos:

- De muy bajas frecuencias (menores a 1 Hz): El mecanismo de acción se da en las vibraciones de aceleración provocada en el aparato estabular del oído originando alteraciones en el sentido del equilibrio (mareos, náuseas, vómitos). Son ejemplos de ellos las vibraciones sentidas en los medios de transporte.

- De baja y medias frecuencias (de Hz a decenas de Hz): El mecanismo de acción se dan sobre la columna vertebral provocando lumbalgias, dolores cervicales, agravación de lesiones raquídeas, sobre el aparato digestivo provocando hemorroides, diarreas, dolores abdominales, sobre la visión provocando disminución de la agudeza visual, sobre la función respiratoria y ocasionalmente sobre la función cardiovascular provocando la inhibición de los reflejos con el consecuente retraso en el control de movimientos.

Vibraciones Humanas:

Para el caso del presente estudio, “se trata al ser humano, receptor de la energía vibracional, “como un sistema en el que confluyen aspectos: físicos, fisiológicos y psicológicos los cuales son alterados individualmente y en conjunto por las vibraciones” (Von Gierke, Bramer, 2002, p.50).

Dado que el hombre desde sus inicios ha estado invadido por el deseo de explorar, diseñar y construir, se ha expuesto a las vibraciones, por ejemplo: golpes periódicos entre rocas, cortes con movimientos repetitivos de fricción o por golpes de tambor en

sus danzas rituales, las vibraciones trasciendan en nuestra vida diaria como un componente inherente a nuestras actividades y con interacciones muy fuertes.

En este apartado se estudiará el primer componente de estos aspectos, el aspecto físico.

Absolutamente todas las personas están expuestas a las vibraciones, sea a tiempos cortos como en el transcurso que se utiliza un vehículo de transporte o durante toda su jornada laboral, como los operarios de taladros o maquinaria de construcción como volquetas o retroexcavadoras.

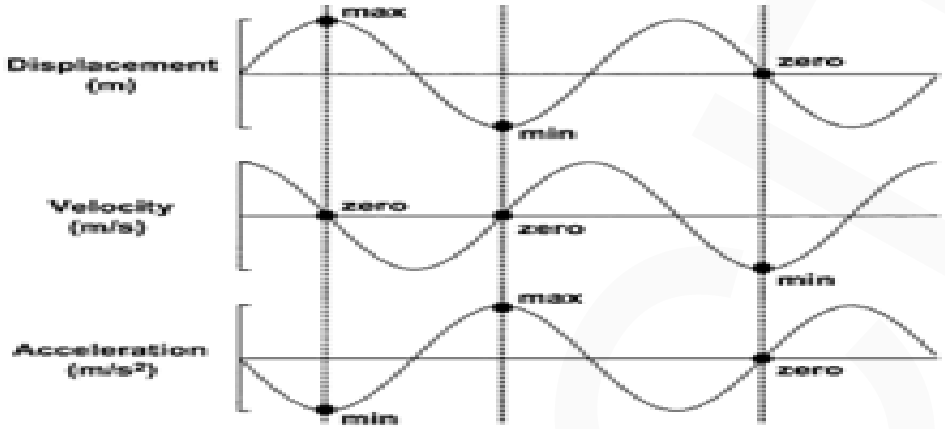
Existen básicamente dos tipos de vibraciones a las cuales las personas se exponen son: las que se trasmiten al cuerpo por el sistema mano brazo y las que se trasmiten a todo el cuerpo como uno solo, mediante superficies de contacto, las cuales generalmente son: pies, nalgas, espalda y manos. Aunque los dos tipos de vibraciones afectan al mismo sujeto, tienen diferencias las cuales no permiten tratarlas de la misma manera.

Para este trabajo solamente se tratarán las vibraciones trasmitidas a todo el cuerpo; Vibraciones de Cuerpo Entero (VCE) o por sus siglas en inglés WBV Whole Body Vibrations.

El efecto inmediato, desde el punto de vista físico, es el cambio de posición, es decir, el sujeto expuesto a vibraciones será desplazado de su punto de equilibrio, o estacionario, consecuentemente se afecta también su velocidad y su aceleración, y son estas tres magnitudes las que se pueden estudiar al momento de evaluar las vibraciones humanas.

Acorde a Normativa ISO 2631-1, la “Evaluación de la exposición humana a las Vibraciones de Cuerpo Entero, Requisitos Generales, se debe usar a la aceleración para determinar los parámetros requeridos”

Figura 4. Relación entre el desplazamiento, velocidad y aceleración



Fuente: Mansfried, 2005, p.16,

Trastornos músculo-esqueléticos

Son “alteraciones que sufren estructuras corporales como los músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio, causadas o agravadas fundamentalmente por el trabajo y los efectos del entorno en el que se desarrolla” (Maestre, 2007,p.35).

Tiene desarrollo crónico y también agudo, depende de la causa de su aparición, por enfermedades acumulativas o degenerativas y por accidentes de trabajado, donde están directamente relacionados factores de riesgo físico y mecánico.

Casi siempre afectan estructuras como espalda, columna, cuello, hombros, y extremidades, superiores principalmente. Se puede reconocer su aparición con sintomatología que va desde molestia o dolores en zonas específicas del cuerpo humano, hasta dolencias, que necesariamente requieren de hospitalización y/o cirugía, provocando ausentismos e incapacidades permanentes.

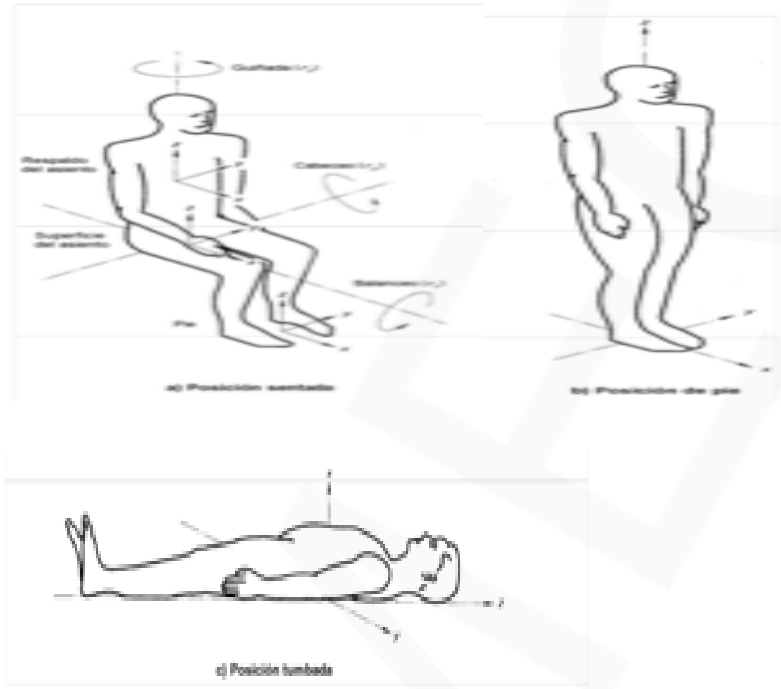
Cuadro 1. TME del aparato locomotor.

Elemento	Función	Lesión/alteración
Hueso	Estructura corporal, fundamental en el movimiento	Fracturas, fisuras, ostelitis.
Articulaciones	Conexión ósea, permiten la movilidad.	Artritis, artrosis, luxación.
Ligamentos	Mantienen la unión entre huesos	Distención, esguince.
Músculos	Originan el movimiento corporal	Distensión, ruptura, fatiga.
Tendones	Transmiten la fuerza muscular a los huesos	Tendinitis, tenosinovitis
Nervios	Transmiten la señal del cerebro al músculo	Compresión, atrofia.
Bazos	Permiten la llegada de nutrientes y oxígeno a los tejidos.	Compresión, isquemia, dilataciones.

Fuente: ISO 2631-1:2008, DT Chile, ACGIH, INSHT-

Según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, en el 2007, se presentó un reporte en el que se indica que los TME más comunes en la Unión Europea son: lumbalgias 25% y mialgias 23%, causadas principalmente por movimientos repetitivos, posturas forzadas y dolorosas y manejo manual de cargas, con mayor prevalencia en la agricultura y construcción., considerando a un factor de riesgo considerable la exposición a vibraciones de cuerpo entero y de mano-brazo.

Figura 5. Ejes basicéntricas para VCE



Fuente: ISO 2631-1:2008

Evaluación ergonómica de las vibraciones

Según la Dra. María Gómez del Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, manifiesta que no existe unanimidad en la adopción de una sola metodología para la exposición de las vibraciones desde el punto de vista ergonómico.

Se utilizan diferentes métodos objetivos y subjetivos, relacionados entre sí. Entre los métodos objetivos destacan: fisiológicos (EMG, etc.); físicos (medición de la aceleración de las vibraciones, impedancia, transmisibilidad, etc.); biomecánicas (análisis postural, etc.). Complementariamente, se utilizan métodos subjetivos como por ejemplo; observación, cuestionarios, escalas de valoración, encuestas, etc. Para la evaluación de los efectos de las vibraciones sobre la percepción se determinará el valor eficaz de la aceleración ponderada r.ms en el rango de 0,5 Hz a 80 Hz para cada eje, sobre la principal superficie que soporta el cuerpo en cualquier punto de contacto y se seleccionará el mayor valor de los obtenidos para los tres ejes.

Cuadro 2. Factores de riesgo para el surgimiento de TME

Factores físicos	**Aplicación de fuerza: levantamiento, transporte tracción, Empuje y herramientas.**
	Movimientos repetitivos
	Posiciones forzadas y estáticas
	Vibraciones
	Entornos fríos o excesivamente calurosos
	Iluminación insuficiente que podría ocasionar accidentes
Factores Organizativos y Psicosociales	Alto nivel de exigencia, falta de control, escasa autonomía
	Bajo nivel de satisfacción
	Trabajo monótono, repetitivo y con ritmo elevado
	Faltad e apoyo de compañeros, supervisores y directivos
Factores Humanos	Historial médico
	Capacidad física
	Edad
	Obesidad
	Tabaquismo

Fuente: Agencia Europea para la Seguridad y Salud

MARCO CONCEPTUAL

Aceleración: Es la variación de la velocidad por unidad de tiempo y equivale a la segunda derivada del desplazamiento con respecto al tiempo Unidad: m/seg2

Acelerómetro: Instrumento utilizado para la medición de la aceleración.

Amortiguamiento: Cualquier influencia que extrae energía a un sistema en vibración se conoce como amortiguamiento.

Desplazamiento (amplitud): Es la distancia entre la posición de la partícula que vibra y su posición de reposo. Generalmente se referimos a la amplitud máxima. Unidad:

Frecuencia propia del sistema: Es la frecuencia en la cual oscilaría el sistema si se lo sacara de su estado de equilibrio. Es función de la masa y de la elasticidad de todos los sistemas que lo componen. Unidad: Hz.

Obra civil: Construcción y desarrollo de infraestructuras para uso de la población.

Triaxial: Que tiene tres ejes, en este caso, ortogonales en el espacio de 3 dimensiones: “x”, “y”, y “z”.

Senoidal: La curva que representa gráficamente la función seno y también a dicha función en sí.

Velocidad: Es la velocidad que anima a la partícula. Equivale a la derivada del desplazamiento con respecto al tiempo. Unidad: m/s.

Vibración: Movimiento oscilatorio de las partículas de los cuerpos sólidos

Vibración de cuerpo entero: vibración (impacto) mecánica transmitida al cuerpo como un todo, usualmente, a través, de partes de esta (por ejemplo: glúteos, plantas de los pies, espalda) que están en contacto con una superficie portadora (superficie vibrante) que vibra, o sometida a un movimiento de impacto.

Vibración estable: vibración debido a un movimiento del tipo periódico continúo con amplitudes regulares.

Vibración de impacto: movimiento debido al cambio repentino de fuerza, posición, velocidad o aceleración provocada por perturbaciones transciendes de un sistema mecánico.

Marco Legal

Constitución de la República de Panamá.

Decreto de Gabinete N° 252, De 30 de diciembre de 1971. Art 2

Convenio 148,1977.OIT

Convenio sobre la seguridad y salud en la construcción 1988 núm. (167) adoptado por la Conferencia general de la organización internacional del trabajo.

Decreto Ejecutivo N. 2 Reglamento de Seguridad Salud e Higiene para la Industria de la construcción

Reglamento tecnicoDGNIT-COPANIT45-2000 Vibraciones

Convenio 155 sobre seguridad y salud de los trabajadores 1981.

Norma Internacional ISO 2631-1:1997

ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN

Para el presente trabajo se utilizó un diseño de investigación transversal descriptivo de prevalencia, con obtención de datos documentales y de campo.

El tipo de estudio. El diseño metodológico del estudio es no experimental, descriptivo y correlacional con un enfoque mixto. El universo de la población es de la construcción; para el análisis de los datos se empleó la media encuesta y porcentaje,

Diseño de la Investigación

La presente investigación es descriptiva correlacional, bajo un enfoque interpretativo crítico.

Población y muestra

La población de trabajadores de la empresa expuesta a las diversas vibraciones son 10, siendo la muestra los mismos 10 trabajadores, que son los que operan equipos de mayor vibración, es decir, los que laboran en maquinarias como volquetes, perforadoras, excavadora, cargador frontal.

Los datos se obtuvieron a través de los resultados de los monitoreos y de encuestas que se pueden hacer a los trabajadores.

Técnicas, procedimientos, e instrumentos de recolección de datos

Las evaluaciones se efectuaron bajo condiciones de trabajo más crítico durante la jornada laboral de los trabajadores, colocando el medidor de vibraciones en las tres direcciones ortogonales, a fin de medir la vibración en cada punto determinado. Para las mediciones de vibración de cuerpo entero, se colocó el sensor en el asiento de la maquinaria, de tal manera que el sensor no impida el desarrollo normal de las actividades del operador.

Antes de iniciar las evaluaciones se realizaron las calibraciones respectivas del medidor de vibraciones, de acuerdo con los criterios establecidos por el fabricante.

Los cuestionarios se tabularon conjuntamente con los valores medidos de aceleración, específicamente el valor de exposición diaria a las vibraciones normalizado para un período de 8 horas A (8), por cada operador evaluado.

Se establecieron estadísticamente las relaciones necesarias que permitan determinar una relación entre los valores de exposición y la presencia de TME.

Para la determinación de los niveles de vibración se utilizó el kit de medición de vibraciones de PCB Electronics, conformado por: analizador de vibraciones, HVM100 de Larson Davis y el acelerómetro SEN027 con certificados de calibración vigentes; los datos registrados se analizaron con el software Blaze.

Figura 6. – Kit de medición de vibraciones PCB Electrónicas.

Fuente. Fotografía de equipo de medición ENERTEST

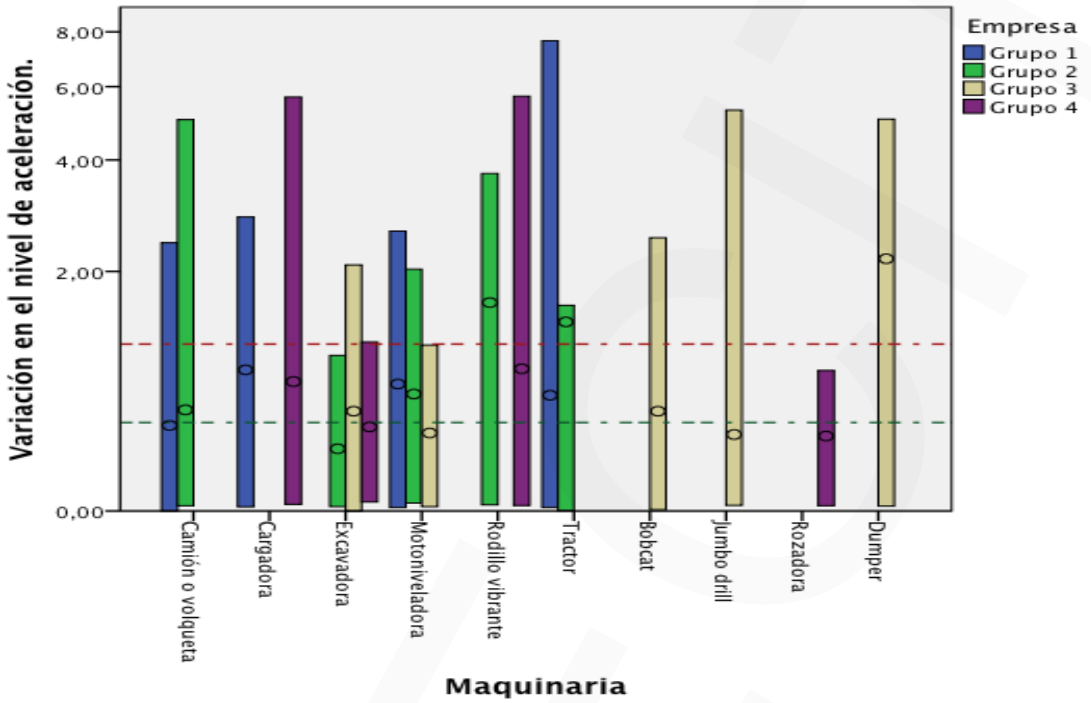
La metodología aplicada se describe detalladamente en concordancia con la norma UNE-EN ISO 2631-1:2008.

Se observa que los valores de aceleración eficaz son muy cercanos en conjuntos de maquinaria similar, aunque pertenezcan a empresas diferentes, y que fueron medidos en condiciones geográficas y temporales diferentes.

El cuadro (gráfica 1, descrita abajo) también muestran dos líneas referenciales que facilitan su lectura: la línea roja representa el límite de exposición permitida A (t)= 1,15 m/s2, y la línea verde el límite do confort o toma de acciones. A (t)= 0,5 m/s2.

El círculo dentro de cada barra representa el valor de A (t), donde se observa que 3 de las maquinarias evaluadas superan el nivel máximo permitido, y 6 tipos de maquinaria están bajo el límite do confort o toma de acciones de mejora de puesto de trabajo.

Grafica1. Variación del nivel de aceleración por tipo de maquinaria.



Fuente. Actividad minera a cielo abierto, Pg.45, Carlos Andrés Ramón

Protocolo de medición y evaluación de vibraciones en cuerpo entero

- Visita de reconocimiento a los sitios de trabajo, y/o diálogos con los responsables de Seguridad Ocupacional y trabajadores.
- Identificación de fuentes de vibraciones, actividades laborales e información técnica y administrativa.
- Se determinará las áreas de trabajo donde los trabajadores se ven expuestos a vibraciones.
- Se definirá el número de trabajadores expuesto grupo homogéneo de exposición.
- Aplicación de cuestionarios higiénicos

Cuadro 3. Operacionalización de variables

Categoría	Variable conceptual	Variable real	Variable operacional.	Escala
Variable dependiente	Trastorno músculo-esquelético	Tipo de trastorno o dolencia en el sistema músculo-esquelético que el trabajador ha reportado durante o después de la exposición a las vibraciones de cuerpo entero.	Zona del cuerpo que presenta molestia	Cervical Dorsal Lumbar Hombros Otros
Datos generales	Edad	Tiempo cronológico, contado desde el momento del nacimiento de una persona, hasta el momento actual.	Año	18-28 29-39 40-50 50-65
	Instrucción	Grado de escolaridad más alto alcanzado por la persona, sin importar si la ha culminado.	Instrucción	Primaria Secundaria Técnico Superior
Actividad laboral	Jornada	En un día normal de trabajo, el tiempo contado desde el registro de ingreso a la organización laboral hasta su salida.	Horas	1-4 5-8 9-12 Más de 12.
	Tiempo de exposición a maquinarias que pueden transmitir vibraciones a cuerpo entero.	En un día normal de trabajo, el tiempo contado desde el que inicia su trabajo en maquinarias de obra civil hasta la suspensión de la exposición, sin contar descansos intermedios.	Horas	1-4 5-8 9-12 Más de 12.
	Posturas en el trabajo	La posición del cuerpo durante la exposición a vibraciones.	Cambio postural	De pie Sentado
Fuente de exposición	Tipo de suelo	Clase de suelo donde se realiza el trabajo.	Suelo	Tierra Baches Lodo Pavimento Otro
	Tipo de maquinaria	Grupo con el cual se puede generalizar la maquinaria objeto de estudio.	Tipo de maquinaria	Varios
	Dirección de vibración	Cuál es el movimiento de vibración más detectable mientras se usa la maquinaria.	Dirección de Vibración referida.	Arriba Abajo Delante Atrás Izquierda-derecha.

Fuente. Cuadro elaborado de norma ISO.

La población total evaluada estaba constituida en un 100% por trabajadores de sexo masculino, de edad joven; el 65% de personas evaluadas no superan los 40 años de edad tienen una instrucción escolar básica. El 50% de los trabajadores solamente ha concluido la educación primaria. El 70% son casados.

Acorde al gráfico 4.1, solamente se registran 3 evaluaciones de 10 (15%) donde se registró un valor de sobreexposición, en las actividades de movimiento de tierras. Según el tipo de maquinaria, los valores de sobreexposición se registraron en la operación de excavadora hidráulica.

Cuadro 4. Características generales de la muestra

Sexo	**Frecuencia**	**%**	**% acumulado**
Hombre	**10**	**100**	**100**
Grupo de edad	Frecuencia	%	% acumulado
de 18 a 28	**4**		**35**
35			
de 29 a 39	**3**		**30**
65			
de 40 a 50	**2**		**25**
90			
de 51 a 65	**1**		**10**
100			
Total	**10**	**100**	
Instrucción	frecuencia	%	% acumulado
Primaria	**5**		**50**
50			
Secundaria	**3**		**35**
90			
Superior	**2**		**25**

100			
Total	**10**	**100**	
Estado Civil	frecuencia	%	% acumulado
Casado	**7**		**70**
60			
Soltero	**2**	**20**	**90**
U. Libre	**1**		**10**
100			
Total	**20**	**100**	

Fuente. Elaboración de tabla norma ISO

CONCLUSIONES

Se estableció que la magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero son: excavadoras (0,29 m/s2 a 0,38 m/s2)); y volquete (0,15 m/s2 a 0,27 m/s2); cargador frontal (0,23m/s2 a 0,36m/s2), lo cual no afecta la salud de los trabajadores en la construcción, porque no llegan al mínimo establecido por ley de 0,5m/s2, para una frecuencia de 100hz.

Sin embargo, en el estudio de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero durante las actividades del operador, los valores son: Camión volquete,(Xb=0,000;Yb=0,000;AeqZ=0,000). Excavadora (Xb=0,020; Yb=0,012; Zb=0,000). No afectan la salud de los trabajadores en la construcción, porque no llegan al mínimo establecido por la norma acepto el cargador. Cargador frontal (Xb=0,239 Yb=0,261; Zb=0,137).

Se determinó la dirección en que inciden en el cuerpo humano las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero para los ejes Xb=0,17075 m/s2, Yb=0,24775 m/s2 y Zb=0,13475, en promedio para las vibraciones en eje Z = 0.5m7s en 8 horas y para los ejes X y Y = 0.224m/s en 8 horas

Se determinó que el tiempo de exposición de 8 h de las vibraciones en maquinarias en cuerpo entero es de 0,239 m/s2, y no afectan la salud de los trabajadores en la unidad minera, porque no llegan al límite establecido por ley de 0.224m/s2, esto es en eje X y Y, en frecuencia de banda terciaria.

Tres personas evaluadas mencionaron no tener molestia o dolor en las zonas estudiadas, en el último mes; sin embargo, siete determinaron que sí sentían molestias en las partes evaluadas.

RECOMENDACIONES

El presente estudio es preliminar y está sujeto como base a futuros estudios de investigación.

Un aporte muy importante para los sitios de trabajo de operación de maquinaria pesada podría ser la evaluación ergonómica postural de los operarios, específicamente los giros de cuello, operación de mandos manuales y posición sentada.

Añadir aislantes de vibración entre el trabajador y las estructuras de apoyo de la máquina, como por ejemplo caucho, neopreno, materiales elásticos, etc.

Se recomienda la revisión periódica de los accesorios antivibración en los asientos de los vehículos y la suspensión de los asientos si lo poseen.

Añadir un sistema de aislamiento o amortiguamiento (plataforma de caucho) entre la base del asiento y los pies del trabajador.

Realizar mediciones periódicas cada año. De acuerdo a lo dispuesto por la norma. (Reglamento técnico- COPANIT 44-2000)

BIBLIOGRAFÍA

Seguridad de las Máquinas. aenor (2010). Manual de normas une. Actualizada. 5ta. Edición aenor ediciones. Madrid

Vibraciones en el lugar de trabajo. Christ e., et al. (1991). Edición para España, por el insht. Madrid.

Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo. Vibraciones de cuerpo

Reglamento técnico- Copanit 44-2000.

Centro nacional de verificación de maquinaria- como centro tecnológico. Ministerio de industria, turismo y comercio. Guía sobre el riesgo de exposición a vibraciones en la maquinaria móvil utilizada en minería. 2010. Madrid, España. Recuperado de

http://www.trabajoyprevencion.jcyl.es/web/jcyl/trabajoyprevencion/es/iess.

Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo, c.d. 390, (2011).primer anexo. diferentes tipos de vibraciones mecánicas.

Mateo, R. (2003) http://diferentes tipos de vibraciones mecánicas – **www.monografias.com.mht**

Las vibraciones en el cuerpo humano. **www.ecured.com**

ANEXOS

Laboratorio Ambiental y de Higiene Ocupacional
Urbanización Chanis, Local 145, Edificio J3
Teléfono: 323-7500
administracion@envirolabonline.com
www.envirolabonline.com

"Acreditado ISO 17025"

Informe de Ensayo
Vibración de Cuerpo Entero

CONSTRUTORA

Cantera Temporal para obra de Interes Social "Los Frijoles"

FECHA:	23 de febrero de 2016
TIPO DE ESTUDIO:	Ocupacional
CLASIFICACIÓN:	Seguimiento
NÚMERO DE INFORME:	2016-044-A725
NÚMERO DE PROPUESTA:	2016-A445-006 v.0
REDACTADO POR:	Nela Reyna
REVISADO POR:	Ing. Juan Icaza

COLASEH

Juan Icaza
Profesional en Higiene Ambiental
79PHLA
16/11/15 - 15/11/17

Sección 3: Resultado de las mediciones

Los resultados de las mediciones de vibración para una exposición diaria de cuerpo entero en ocho horas son:

Planta de Asfalto, Víctor Núñez, Asistente del operador

Hora de la medición: 5:00 p.m.			**Duración de la medición: 30 minutos**			
Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	**Aceleración en X (m/s²)**		**Aceleración en Y (m/s²)**		**Aceleración en Z (m/s²)**	
	Tiempo de exposición diaria (8 horas)		**Tiempo de exposición diaria (8 horas)**		**Tiempo de exposición diaria (8 horas)**	
	Medido	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**	**Medido**	**DGNTI-COPANIT 45-2000**
1	0,141	**0,224**	**0,239**	**0,224**	0,126	**0,63**
1,3	0,141	**0,224**	**0,261**	**0,224**	0,137	**0,56**
1,6	0,170	**0,224**	0,157	**0,224**	0,108	**0,5**
2	0,153	**0,224**	0,134	**0,224**	0,138	**0,45**
2,5	0,075	**0,24**	0,129	**0,24**	0,196	**0,4**
3,1	0,065	**0,555**	0,121	**0,555**	0,123	**0,355**
4	0,068	**0,45**	0,088	**0,45**	0,108	**0,315**
5	0,053	**0,56**	0,061	**0,56**	0,089	**0,315**
6,3	0,043	**0,71**	0,052	**0,71**	0,070	**0,315**
8	0,039	**0,9**	0,046	**0,9**	0,066	**0,315**
10	0,031	**1,12**	0,027	**1,12**	0,057	**0,4**
12,5	0,024	**1,4**	0,032	**1,4**	0,062	**0,5**
16	0,021	**1,8**	0,042	**1,8**	0,065	**0,63**
20	0,032	**2,24**	0,050	**2,24**	0,059	**0,8**
25	0,060	**2,8**	0,087	**2,8**	0,053	**1**
31,5	0,060	**3,55**	0,052	**3,55**	0,027	**1,25**
40	0,082	**4,5**	0,042	**4,5**	0,017	**1,6**
50	0,040	**5,6**	0,041	**5,6**	0,008	**2**
63	0,026	**7,1**	0,020	**7,1**	0,005	**2,5**
80	0,122	**9**	0,090	**9**	0,012	**3,15**

Los resultados fueron obtenidos tomando en cuenta el tiempo de exposición en las siguientes áreas:

Área	**Tiempo de exposición (minutos)**
Planta de asfalto	420

Sección 1: Datos generales de la empresa	
Nombre	; CanteraTemporal para obra de Interés Social "Los Frijoles"
Actividad principal	Construcción de obras
Ubicación	Santiago
País	Panamá
Contraparte técnica	Ing. Clara Igualá
Sección 2: Método de medición	
Norma aplicable	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 Higiene y Seguridad Industrial, condiciones de higiene y seguridad en ambientes de trabajo donde se generen vibraciones
Método	ISO 2631-1:1997 *Mechanical vibration and shock- Evaluation of human exposure to whole body vibration* Ponderación de frecuencia por eje: Eje z (asiento) = W_k Eje y, x (asiento) = W_d
Horario de la medición	N/A
Duración de la medición	30 minutos
Instrumento utilizado	VI 400 marca QUEST, Número de serie 8205.
Vigencia de calibración	Ver anexo 1
Descripción de los ajustes de campo	Se programó el instrumento, siguiendo las indicaciones del fabricante, para realizar una medición de cuerpo entero, colocándose el sensor entre la parte baja del cuerpo y el asiento del equipo utilizado. En el caso de aquellas zonas de vibración en donde el operario no permanecía estático, se realizaron mediciones con el sensor en el suelo, a fin de obtener valores de exposición por vibración en dichas zonas.
Límite máximo	Según la norma DGNTI-COPANIT 45-2000; por eje (X, Y, Z) para cuerpo entero (ver resultados).
Ubicación de las mediciones	Ver sección de resultados
Incertidumbre de la medición	$\pm$ 1,08x10^{-6} m/s^2
Procedimiento técnico	PT-08 Muestreo y Registro de Datos PT-05 Ensayo Vibraciones Ocupacionales

Sección 4: Conclusión

Los siguientes resultados en el puesto del Asistente del operador, Víctor Nuñez muestran valores encima del límite máximo permisible establecido en el Reglamento Técnico DGNTI COPANIT 45-2000, em el eje Y, para las frecuencia:.

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s²) Tiempo de exposición diaria (8 horas)	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0,239	0,224
1,3	0,261	0,224

Sección 5: Equipo técnico

Nombre	Cargo	Identificación
Edwin Bocanegra	Técnico de Campo	8-741-502

EnviroLAB LE No. 019
"Acreditado ISO 17025"
Laboratorio Ambiental y de Higiene Ocupacional

ANEXO 1: Certificado de calibración

3M Oconomowoc
Personal Safety Division

3M Detection Solutions
1060 Corporate Center Drive
Oconomowoc, WI 53066-4828
www.3M.com/detection
262 567 9157 800 245 0779
262 567 4047 Fax

Page 1 of 1

3M

Certificate of Calibration

Submitted By: ITS HOLDING SERVICE S.A. A UN COSTADO DE FARMACIAS METRO, LOCAL J18 145 REPUBLICA DE PANAMA, PANAMA

Serial Number: Date Received: 3/4/2015
Customer ID: Date Issued: 4/1/2015
Model: VI-400PRO VIBRATION MONITOR Valid Until: 4/1/2016
Test Conditions: Model Conditions:
Temperature: 18°C to 29°C As Found: IN TOLERANCE
Humidity: 20% to 80% As Left: IN TOLERANCE
Barometric Pressure: 850 mbar to 1050 mbar

Subassemblies:
Description: Serial Number:
ACCELEROMETER ... /HAND ARM
ACCELEROMETER ... /WHOLE BODY

Calibration Procedure:

Reference Standard(s):

I.D. Number	Device	Last Calibration Date	Calibration Due
	CHARGE AMP		
	ACCELEROMETER		

Measurement Uncertainty:

Calibrated By: PAUL WEGMANN Service Technician 4/1/2015

Reviewed/Approved By: Technical Manager/Deputy 4/1/2015

This report certifies that all calibration equipment used in the test is traceable to NIST or other NMI, and applies only to the unit identified under equipment above. This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of 3M Detection Solutions.

EnvirLAB "Acreditado ISO 17025" LE No. 019

Laboratorio Ambiental y de Higiene Ocupacional

3M Oconomowoc
Personal Safety Division

3M Detection Solutions
1060 Corporate Center Drive
Oconomowoc, WI 53066-4828
www.3M.com/detection
262 567 9157 800 245 0779
262 567 4047 Fax

An ISO 9001 Registered Company

Page 2 of 2

3M

Certificate of Calibration

Certificate No. [illegible]

(A) indicates out of tolerance condition

Test Type	Nominal	Tolerance-	Tolerance+	As Found	As Left	Unit
Hand Arm X axis	9.80	9.41	10.20	9.75	9.75	m/s2
Hand Arm Y axis	9.80	9.41	10.20	9.69	9.69	m/s2
Hand Arm Z axis	9.80	9.41	10.20	9.69	9.69	m/s2
Whole Body X axis	9.80	9.41	10.20	9.79	9.79	m/s2
Whole Body Y axis	9.80	9.41	10.20	9.73	9.73	m/s2
Whole Body Z axis	9.80	9.41	10.20	9.69	9.69	m/s2

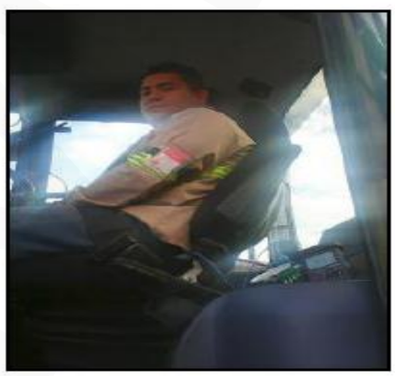
* indicates non accredited

[illegible] Rev. B

EnvirLAB "Acreditado ISO 17025" LE No. 019

Laboratorio Ambiental y de Higiene Ocupacional

ANEXO 2: Fotografía de la medición



Fuente. Operación de cargador frontal, en abastecimiento de silo en central industrial, Odebrecht, Panamá

Equipos evaluados

Fuente.

Operación de cargador, cantera frijol, Santiago de Veraguas Panamá, Odebrecht

Fuente.

Operación de volquete, en el traslado de material, fuente de acopio Santiago de Veraguas Panamá, Odebrecht.

Fuente.

Operación de excavadora hidráulica en movimiento de tierra fuente de acopio Santiago de Veraguas Panamá, Odebrecht.

FORMATO DE ENCUESTA

No. de control: _____ Fecha: / /___

Encuesta de Higiene Industrial para construcción de obras

Nombre: _____

F.de Nac.:_____ Nombre Apellidos

Información de Contacto:

_____

I. ANTECEDENTES

Mes y año de inicio de trabajo en la construcción: _____

Cargo actual: _____ Años en este puesto: _____

1. Muy frecuente. 2 Frecuente. 3 Ocasionalmente. 4 Raramente. 5 nunca

	1	2	3	4	5
El lugar de trabajo donde realizas las actividades hay vibraciones					
Las vibraciones son intensas donde trabajas					
Usted utiliza los equipos de seguridad cuando trabaja					
Los equipos que opera tienen aislante de vibraciones					
nte su jornada de trabajo usted se mantiene todo el día expuesto a vibraciones					
Existe mucha vibración en el puesto de trabajo					
Las vibraciones en la maquinaria son fuertes					
Cuando todas las maquinas están trabajando usted se mantiene cerca del área.					
Usted de mantiene expuesto a mas de 5 horas expuesto a ruido y vibraciones					
Usted se mantiene en el día de trabajo expuesto a vibraciones y ruido					

IJMEC IT