

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

**EXPOSICIÓN A VIBRACIONES EN TRABAJADORES DE BUSES DE TRANSPORTE
MASIVO DE CIUDADES**

**JULY ASTRID ARIZA PINZÓN
NELSON EDUARDO ZAMORA ROBAYO**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD POSGRADOS
PROGRAMA ESP.GERENCIA DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
BOGOTÁ, D.C.
AÑO 2017**

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

**EXPOSICIÓN A VIBRACIONES EN TRABAJADORES DE BUSES DE TRANSPORTE
MASIVO DE CIUDADES**

**JULY ASTRID ARIZA PINZÓN
NELSON EDUARDO ZAMORA ROBAYO**

Anteproyecto de Investigación

**CLAUDIA LILIANA INFANTE RENDON
Seminario de investigación**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD POSGRADOS
PROGRAMA ESP.GERENCIA DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
BOGOTÁ D.C.
AÑO 2017**

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

TABLA DE CONTENIDO

1.	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
2.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
2.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
3.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
3.1.	OBJETIVO GENERAL	6
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
4.	JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
4.1.	JUSTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
4.2.	DELIMITACIÓN.....	9
5.	MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	10
5.1.	MARCO TEÓRICO	10
5.2.	MARCO CONCEPTUAL	10
5.3.	MARCO LEGAL.....	10
5.4.	MARCO HISTORICO	21
6.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	21
7.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	25
8.	FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN	26
8.1.	FUENTES PRIMARIAS.....	¡Error! Marcador no definido.
8.2.	FUENTES SECUNDARIAS.....	¡Error! Marcador no definido.
9.	RECURSOS	28
10.	CRONOGRAMA.....	¡Error! Marcador no definido.
11.	REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA).....	32

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

Exposición a vibraciones en trabajadores de buses de transporte masivo de ciudades.

La siguiente investigación se desarrollara en una empresa de transporte masivo de las ciudades, tomando como punto de partida el análisis a vibraciones de los conductores de los buses en diferentes horarios, los cuales se demarcaran por; horarios pico y horarios valle, haciendo un muestro de la exposición a vibraciones mientras los operarios desarrollan las actividades propias de su cargo, que para este caso es conducir los buses de transporte masivo de pasajeros.

La anterior investigación se hace con una muestra representativa de los conductores que trabajan en la jornada diurna y nocturna, lo cual nos va arrojar la información necesaria para identificar y en dado caso establecer mejoras que sean visibles dentro de la organización y para los trabajadores.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el riesgo mecánico se encuentran interconectados el desempeño, la salud, la productividad y la satisfacción de los trabajadores de la empresa. Para mostrar un papel de prevención y promoción de hábitos saludables dentro de la organización se debe hacer una identificación a la exposición de vibraciones a la que está expuesta los trabajadores de una empresa de transporte masivo de las ciudades ya que este se pueden desencadenar en problemas como problemas vasculares, de hueso o de articulaciones, nerviosos o musculares.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

En Colombia existen pocos estudios sobre el gremio de transportes, específicamente de los conductores. Esto se debe a que son muy pocos los datos y las cifras que se tienen acerca de este gremio en Colombia. En la actualidad se desconoce la situación de cada una de estas personas con relación al sistema general de seguridad social ¹

El trabajo del conductor de bus por su actividad laboral se ve expuesto a jornadas de trabajo en la misma posición, sumado a esto están expuestos a niveles de vibración aun no considerados, para los cuales pueden generar efectos nocivos para la salud, de ahí se ve evidenciado el siguiente problema a vibraciones mecánicas.

Entre las exposiciones a vibraciones mecánicas encontramos las vibraciones transmitidas al sistema mano brazo el cual es definido como aquella que transmite su energía al cuerpo humano a través del sistema mano brazo cuyo origen hay que buscar, por regla general en las herramientas portátiles como (taladros, martillos, neumáticos, desbrozadoras, pulidoras)². Por la descripción que se hace de la vibración Mano brazo se entiende que la evaluación de este estudio no va determinar este criterio.

Las vibraciones transmitidas por cuerpo entero, son aquellas que el cuerpo recibe cuando gran parte de su cuerpo descansa sobre una superficie vibrante (asiento o respaldo del puesto de conducción de una máquina móvil, plataformas vibrantes etc). ³

La vibración mecánica que se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.

Los efectos que producen las vibraciones en el cuerpo humano dependen fundamentalmente de las siguientes condiciones: "Magnitud de la vibración, frecuencia, Dirección en que incide en el cuerpo y tiempo de exposición"⁴ La magnitud y la frecuencia de la vibración conjuntamente nos dan una idea de la cantidad de energía que se puede estar transmitiendo.

¹ COLFECAR Y SEGURO SOCIAL. Condiciones de salud y trabajo en conductores. Pag. 3

² PUJOL, Senobilla Luis. Exposición a Vibraciones Mecánicas – Nota técnica preventiva 839

³ Ibid 1

⁴ UNE-ISO 2631-1. **Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero.** Parte 1: Requisitos generales. Julio 2008.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Resulta de gran importancia conocer cuáles son los niveles de vibración a los que están siendo expuestos los trabajadores una empresa de transporte masivo de las ciudades ya que se han identificado dentro de la compañía afectaciones de salud las cuales pueden comenzar a ser prevenidas desde la seguridad industrial

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las condiciones de trabajo de los conductores de buses una empresa de transporte masivo de ciudades y que mejoras e impacto pueden generar la medición en vibración qué se realice?

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. OBJETIVO GENERAL

1. Determinar las condiciones actuales de los conductores de vehículos del sistema de transporte una empresa de transporte masivo de las ciudades. por medio de una medición a vibración cuerpo entero que se aplicara en una muestra representativa de la empresa, con el fin de identificar, cuantificar y proponer medidas de control que sean viables dentro de la organización.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4. Realizar las mediciones a vibración en cuerpo entero a los trabajadores de una empresa de transporte masivo de las ciudades, en jornada diferentes momentos de la jornada laboral

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

5. Analizar los datos estadísticamente y determinar puntos críticos donde se deben centrar las mejoras y poder dar un diagnóstico.

6. Proponer mejoras técnicas, organizacionales y financieras si se determina que los trabajadores presentan un TLV superior dentro de su jornada laboral a las vibraciones cuerpo entero.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de las organizaciones surgen permanentemente cambios, estos se presentan a partir de diversos factores como: la economía, los clientes, los avances constantes en la tecnología y la competencia. Todos ellos afectan directamente tanto a los trabajadores como a las empresas.

Pero también encontramos que nos solo estos factores afectan al trabajador, ahora el trabajador también se ve afectado por la exposición a riesgos dentro del trabajo, dentro de los cuales está la iluminación, la temperatura, los factores psicosociales y los riesgos mecánicos; que es del que nos interesa hablar en este momento, ya que resulta interesante investigar las posibles relaciones entre la exposición a los riesgos laborales y los perjuicios que estos tiene sobre la salud ya que estos permiten proponer medidas encaminadas a mejorar las condiciones de trabajo en el colaborador.

Los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores de autobuses son importante porque afectan a un gran número de personas que trabajan en este sector “ser un conductor de autobús es un oficio de riesgo”⁵ El trabajo del conductor esta caracterizado por una ejecución alta y simultanea de tareas en las que está expuesto.

Los problemas de salud a los que más se encuentran expuestos estos trabajadores y que muestran el gran aporte que le pueden dar a esta investigación son Problemas musculo esqueléticos, enfermedades cardiovasculares, problemas digestivos y psicológicos; pero de los presentan son los musculo esqueléticos. “los trastornos musculo esqueléticos (TME) constituyen el problema de origen de salud más⁶ frecuente en los trabajadores, ya que la cuarta parte de los trabajadores se quejan de dolores

⁵ DOMINGEZ, Camargo Maritza; Daños a la salud en los conductores de autobuses en una empresa de transporte urbano en Barcelona 2011. Pag. 4

⁶ Comisión Obrera de Casilla y León, Manual de trastornos musculo esqueléticos 2011

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

musculares, y casi en esa misma proporción declaran padecer dolores de espalda, abarcando una serie de patologías”

La finalidad de este trabajo es conocer cuáles son las actuales condiciones en vibración a los que se encuentran expuestos los conductores de buses una empresa de transporte masivo de las ciudades, ya que esta es una empresa de servicio de transporte público; su jornada de trabajo es de 8 horas y aunque cuenta con pausas laborales lo que dificulta su labor son las vías por donde deben transitar ya que se encuentran en mal estado y esto hace que su labor sea más traumática por la vibración que se presenta. Estos resultados al ser socializados con la organización brindaran la oportunidad de mejorar, disminuyendo aquellos síntomas que conlleven a problemas musculo esqueléticos, que afecten tanto a la vida laboral como personal de quien lo padece

Según la información brindada por el área de Salud Ocupacional de una empresa de transporte masivo de las ciudades, se hace necesario hacer una identificación de los niveles de vibración a los que se encuentran expuestos los conductores de buses, ya que estos vienen presentando molestias musculares de acuerdo a lo que argumentan como dolores de espalda e informan que esto se debe a los huecos que tienen las vías por donde transitan durante su jornada laboral. Por lo anterior la empresa ya autorizo para que la siguiente investigación se pudiera realizar con éxito.

4.1 DELIMITACIÓN

Se hace dispendiosa la valoración higiénica a los operarios de transporte masivo de las ciudades, los cuales desarrollan su jornada laboral, además de temas monetarios, se realizara una muestra en los puntos y sectores donde presuntamente se identifica mayor exposición a vibraciones.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 MARCO TEÓRICO

La siguiente investigación se desarrollara en una empresa de transporte masivo de las ciudades, tomando como punto de partida el análisis a vibraciones de los conductores de los buses en diferentes horarios, los cuales se demarcaran por; horarios pico y horarios valle, haciendo un muestro de la exposición a vibraciones mientras los operarios desarrollan las actividades propias de su cargo, que para este caso es conducir los buses de transporte masivo de pasajeros.

La anterior investigación se hace con una muestra representativa de los conductores que trabajan en la jornada diurna y nocturna, lo cual nos va arrojar la información necesaria para identificar y en dado caso establecer mejoras que sean visibles dentro de la organización y para los trabajadores.

5.2 MARCO CONCEPTUAL

1. VIBRACIONES MECÁNICAS

1.1 DEFINICIÓN

Es la variación con respecto al tiempo, de la magnitud de un parámetro que define, total o parcialmente, el estado de un sistema (mecánico, eléctrico, económico, biológico), respecto a una referencia específica, cuando la magnitud del parámetro es alternativamente mayor y menor que la referencia⁷. Dicho en otras palabras es el cambio de un sistema en relación a un periodo de tiempo en una posición de equilibrio estable, teniendo como característica fundamental el movimiento armónico simple. Matemáticamente la función que describe dicho fenómeno es:

$$f(t) = c \quad \forall t \in Id.$$

⁷ RICO, José María FUNDAMENTOS DE VIBRACIONES MECÁNICAS, Definiciones y Terminología, Mex., Pag. 1

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Como otro concepto de vibración, se puede decir que es un intercambio de energía cinética en cuerpos con rigidez y masa finitas, el cual surge de una entrada de energía dependiente del tiempo.

Este intercambio de energía puede ser producido por: desequilibrio en máquinas rotatoria, entrada de Energía Acústica, Circulación de Fluidos o masas, Energía Electromagnética.⁸

Más allá de las situaciones que causan una vibración es importante reducirla ya que, altas vibraciones pueden disminuir la velocidad de los procesos, bajar la calidad de productos elaborados por máquinas o herramientas o incluso interferir en el funcionamiento de otras fuentes de precisión; en dichos casos, es posible que se produzca radiación de ruido.

Los ejemplos más comunes de vibración son:

- El voltaje de un circuito de corriente alterna.
- La presión dentro de un tanque de almacenamiento de una compresora durante su llenado y descargado.
- La presión interna de la cabina de un avión durante un viaje.
- La distancia que se comprime un resorte en los “amortiguadores” de la suspensión de un carro durante su recorrido a través de una carretera con baches.
- El valor relativo de la moneda de un país con respecto a la moneda de otro.
- La temperatura de un paciente afectado de paludismo.

De acuerdo a lo anterior y estableciendo criterios para el desarrollo de una ciencia aplicada que se derive del estudio de las vibraciones, se encuentran las vibraciones mecánicas, las cuales en la actualidad se han consolidado como ciencia aplicada a los diversos procesos tecnológicos.

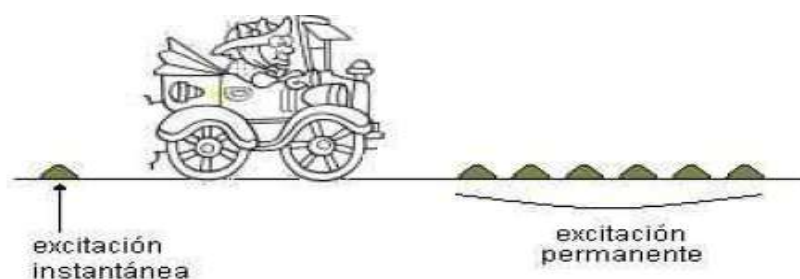
⁸ DÍAZ, Del Castillo Felipe, LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES, Vibraciones Mecánicas, Mex. Pag. 2

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Por lo tanto una vibración mecánica se entiende como la oscilación (movimiento de vaivén) de un elemento mecánico partiendo de una posición de reposo. Dicho proceso es susceptible de desarrollarse por la interacción de dos o más elementos, conformándose un sistema vibratorio, como por ejemplo en la interacción masa-resorte. Sin embargo, para que una vibración mecánica se produzca independientemente de sus elementos, es necesaria la presencia de energía cinética (aspecto inercial) y energía potencial (aspecto restaurador).

Mencionando específicamente las causas por las cuales se origina una vibración es importante diferenciar su origen, identificando si ésta se produce por un efecto en sí mismo del elemento, es decir, por sus cualidades naturales o porque existe un factor externo que altera el funcionamiento del sistema, denominándose estas últimas, fuerzas perturbadoras.

Dichas fuerzas, se pueden presentar en dos modalidades: Instantáneas o permanentes. En las perturbaciones instantáneas, se presenta el fenómeno de un modo esporádico y desaparece inmediatamente, como por ejemplo: al golpear una placa o en la manipulación de las cuerdas de una guitarra. Mientras que una perturbación permanente se da cuando la excitación siempre está presente en el movimiento de un cuerpo.



1.2 UNIDADES DEL MOVIMIENTO DE LAS VIBRACIONES

Se cuentan con diversos patrones de medición y criterios para determinar las variaciones en un sistema vibratorio, todas ellas relacionadas con un concepto universal conocido como movimiento de oscilación. Así mismo en un movimiento de este tipo se

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

identifican dos dimensiones fundamentales: Movimientos periódicos cuando las variaciones se repite varias veces al cabo de cierto intervalo de tiempo, presentándose con los mismos rasgos y Movimientos armónicos cuando el efecto de la vibración se puede representar con una onda senoidal.

Todo movimiento periódico o armónico cumple con las características de una función periódica, es decir que existe una constante T llamada periodo tal que la posición en un instante x(t) es la misma en x(t + nT) para n = 1,2,3,4 , por lo tanto se puede definir el periodo como el valor del tiempo en la cual se efectúa un ciclo completo. El inverso del periodo se le conoce como la frecuencia de oscilación y representa de una manera las veces que se repite el movimiento en un determinado tiempo

$$f = \frac{1}{T} \text{ (Hertz)}$$

En donde el Hertz se define como ciclos/s. Es posible representar la frecuencia en otras unidades, para ello es necesario recordar que 1 rev = 2π radianes y que 1 minuto = 60 segundos, por lo tanto la frecuencia en rad/s y en rpm están dadas por:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ (rad/seg)} \quad \eta = \frac{2\pi}{60T} \text{ (rpm)}$$

En una señal armónica el valor máximo se le conoce como amplitud y si se mide desde la referencia se le llama amplitud de pico pero si se mide desde extremo a extremo entonces se le conoce como amplitud de pico a pico

Dentro del ambiente laboral, estos parámetros son utilizados para la medida del movimiento de la vibración de una máquina y que son:

- a) El desplazamiento de la vibración.
- b) La velocidad de la vibración.
- c) La aceleración de la vibración.
- d) La fase.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

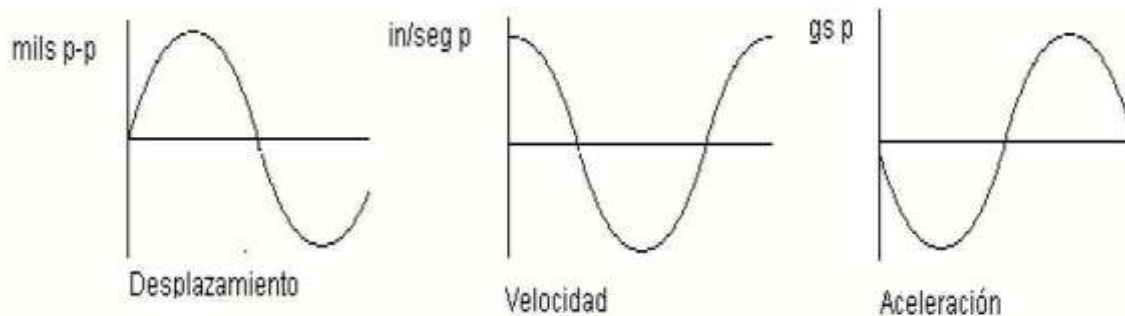
El desplazamiento de la vibración generalmente se mide de pico – pico y usualmente se usan las unidades de milésimas de pulgada (mils) que es 0.001 in. o micrómetro que es 0.001 m.

La velocidad de vibración generalmente se mide de pico y usualmente se usan las unidades de pulgada por segundo (in/s) o milímetros por segundo (mm/s).

Mientras que en la aceleración de vibración generalmente se mide de pico y usualmente se usa como unidad el gs, donde g es la aceleración de la gravedad 980.665cm/s^2

La fase se refiere a la medida relativa entre dos puntos de medición, generalmente se usa el ángulo de separación entre las señales que representan el movimiento de estos puntos.

Estos parámetros se pueden visualizar fácilmente en la figura; en la cual se puede observar como los parámetros de desplazamiento y velocidad en fase a 90° mientras que entre la velocidad y la aceleración están en fase también a 90° con la velocidad y a 180° con el desplazamiento. Lo anterior se debe a que si el desplazamiento del movimiento es expresado como $y(\theta) = Y\sin(\theta)$, entonces la velocidad que es la derivada del desplazamiento quedara expresada como $v(\theta) = V\cos(\theta)$ y la aceleración que es la derivada de la velocidad como $a(\theta) = -A\sin(\theta)$.⁹



⁹ DÍAZ, Del Castillo Felipe, LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES, Vibraciones Mecánicas, Mex Págs 19-20

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

1.3 CLASES DE VIBRACIONES MECÁNICAS

1.3.1 Por excitación

Pueden ser vibraciones libres o forzadas, entendiéndose la primera como una vibración producida de manera instantánea, mientras que la segunda hace referencia una excitación permanente. De acuerdo a lo anterior es importante resaltar que los sistemas al poseer alguna clase de movimiento inicial vibran libremente, por dos condiciones, ya sea por la aplicación de energía cinética o porque en sí el sistema cuenta con energía potencial.

1.3.2 Por la disipación de energía

Dependiendo la afectación que produzca la disminución de energía en la oscilación de la vibración, producida por efectos de fricción o por un elemento físico que lo genere, se subyacen las vibraciones amortiguadas, en las cuales se afecta la oscilación y no amortiguadas en las cuales la disipación de energía no genera ningún cambio en el fenómeno inicial.

1.3.4 Por la linealidad de los elementos

De acuerdo al carácter de linealidad o no, de los factores de los componentes básicos de la vibración, se pueden catalogar como vibraciones lineales o no lineales. Aunque la mayoría de los elementos presentan un comportamiento no lineal, es posible bajo condiciones particulares llevar dicho elemento a un fenómeno lineal, como por ejemplo:



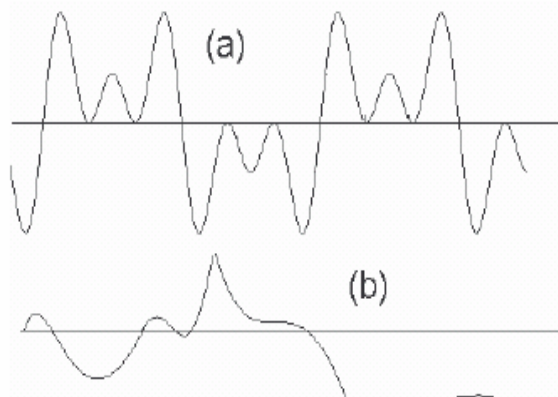
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

1.3.4 Por la señal

Cuando la señal emitida por la vibración es susceptible de ser representada a través de una ecuación matemática y predecir su comportamiento se conoce como vibración determinística, sin embargo existen señales que generan movimientos irregulares que no pueden ser medibles y por lo tanto se convierten en impredecibles, nominándose como vibraciones probabilísticas.

a. Determinantica

b. Probabilística



En el grupo de las vibraciones determinísticas se encuentran fenómenos de repitencia con cierto grado de intervalo de tiempo, denominándose vibraciones periódicas, así mismo si la señal emitida por dichas vibraciones tienen una configuración semejante a una forma senoide, se conoce como vibración senoidal.

2. VIBRACIONES MECÁNICAS EN LA INDUSTRIA

Las vibraciones son un contaminante físico que tienen su origen en energías de tipo mecánico que provocan efectos adversos en el cuerpo humano y que van desde trastornos en el sistema nervioso central hasta lesiones físicas o alteraciones de tipo vascular como el caso de “dedos blancos” o “dormidos”.¹⁰

¹⁰ GÓMEZ, Etxebarria Genaro, REV. GESTIÓN PRÁCTICA DE RIESGOS LABORALES, Las Claves En Vibraciones Mecánicas, Jul –Ago. 2009, Pág. 52

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Por ello es importante identificar las reglamentaciones, medidas y evaluaciones que se derivan en la prevención e identificación de riesgos para la salud frente a una determinada exposición en un área de trabajo específica.

Inicialmente es importante identificar los tipos de maquinaria involucrada, clasificándola en cuatro grandes grupos:

Máquinas de movimiento alternativo con componentes tanto rotativos como alternativos (motores diesel y ciertos tipos de bombas y compresores).

Máquinas rotativas con rotores rígidos (ciertos tipos de motores eléctricos, bombas monoetapa y bombas de baja velocidad). La vibración habitualmente se mide en la estructura principal de la máquina (tapas de cojinetes o soportes).

Máquinas rotativas con rotores flexibles (grandes generadores de turbina de vapor, bombas multietapa y compresores). La máquina puede vibrar de acuerdo con más de un modo de vibración según pasa por una o más de sus velocidades críticas hasta alcanzar la velocidad correspondiente al régimen de servicio.

Máquinas rotativas con rotores semirrígidos (turbinas de vapor de baja presión, compresores de flujo axial y ventiladores).¹¹ En dichas máquinas se suscitan las diversas modalidades de vibraciones a las cuales una persona puede encontrarse expuesta, identificándose 4 elementos de relevancia en el estudio posterior de las implicaciones de salud ante una alta exposición a vibraciones mecánicas.

Magnitud: Puede expresarse como la distancia entre los extremos alcanzados por el movimiento (valor pico-pico) o como la distancia desde algún punto central hasta la desviación máxima (valor pico).

Frecuencia: Se expresa en ciclos por segundo (hertzios, Hz), afecta a la extensión con que se transmiten las vibraciones al cuerpo, a la extensión con que se transmiten a través del cuerpo y al efecto de las vibraciones en el cuerpo. La relación entre el

¹¹ UNIVERSIDAD DE NAVARRA, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES, Tema 7 Normativa sobre Vibraciones

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

desplazamiento y la aceleración de un movimiento depende también de la frecuencia de oscilación.

Dirección: Las vibraciones pueden producirse en tres direcciones lineales y tres rotacionales. En el caso de personas sentadas, los ejes lineales se designan como eje x (longitudinal), eje y (lateral) y eje z (vertical). Las rotaciones alrededor de los ejes x, y y z se designan como rx (balanceo), ry (cabeceo) y rz (deriva), respectivamente.

Duración: La respuesta humana a las vibraciones depende de la duración total de la exposición a las vibraciones. Si las características de la vibración no varían en el tiempo, el valor eficaz de la vibración proporciona una medida adecuada de su magnitud promedio.¹²

2.1. VIBRACIONES DE CUERPO COMPLETO

En su mayoría dichas vibraciones se presentan en actividades relacionadas con el transporte, ya sea terrestre, marítimo o aéreo, causando molestias o interferencia en el desarrollo de la actividad. Las mayores exposiciones se presentan en vehículos de uso para todo terreno, camiones industriales y tractores agrícolas.

En el cuerpo humano existen múltiples resonancias que generan determinado movimiento, sin embargo dependen de dos respuestas mecánicas: la transmisibilidad y la impedancia; la primera hace referencia a la fracción de vibración que se transmite, involucrando la frecuencia, eje de vibración y la postura del cuerpo, dicha respuesta tiende a alcanzar un intervalo de 3 a 10 Hz. Mientras que la impedancia se encuentra relacionada con la fuerza necesaria para su movimiento en una frecuencia determinada, con una resonancia aproximada de 5 Hz.

Es así como el malestar originado por una vibración depende de su frecuencia, dirección, duración de exposición y punto de contacto con el cuerpo. Así mismo en una vibración vertical la molestia aumenta en relación a la magnitud de la misma. Por esta razón la interferencia en la actividad desarrollada, se ve reflejada en la adquisición,

¹² GRIFFIN, Michael, ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO, Vibraciones, Riesgos Generales, Pág. 50.2

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

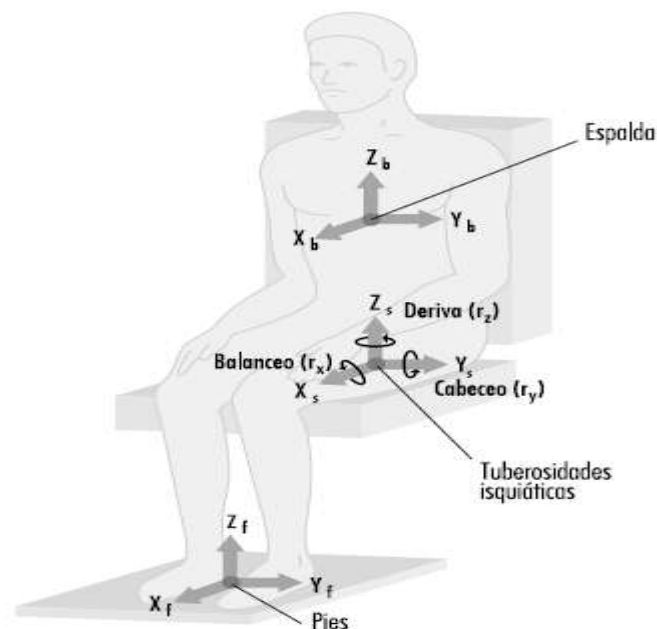
reproducción o desarrollo de procesos centrales en la información, encontrándose mayores afectaciones en los ojos y en los movimientos de manos y pies.

Por otra parte en relación a las alteraciones neuromusculares se ha observado que las mayores implicaciones se encuentran relacionadas con la emisión de la vibración que conlleva a un movimiento artificial pasivo del cuerpo, distinto al innato que posee el mismo, por tal razón la falta de control de la información durante la vibración, constituye la mayor alteración fisiológica en el sistema neuromuscular. Sin embargo se desarrollan otras alteraciones en el orden sensorial y de sistema nervioso, encontrándose afectaciones en la función vestibular, por exposiciones muy bajas a la resonancia del cuerpo completo.

Se ha identificado que el mayor riesgo para la salud, en altas y prolongadas exposiciones vibratorias, se presenta en la columna vertebral, sin embargo existen otros efectos adversos en el sistema nervioso central y en la audición, debido al aumento de dolores de cabeza e irritabilidad, así como también episodios de vértigo. En cuanto al sistema circulatorio y digestivo se ha encontrado la presencia de: Trastornos periféricos, tales como el síndrome de Raynaud, cerca del punto de aplicación de la vibración de cuerpo completo (es decir, los pies de los operarios en posición de pie o, en menor grado, las manos de los conductores). Venas varicosas de las piernas, hemorroides y varicocele. Cardiopatía isquémica e hipertensión y alteraciones neurovasculares.

En cuanto a la medición que se realiza para determinar los niveles de exposición se puede observar a través de la siguiente imagen:

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



5.3 MARCO LEGAL

De acuerdo a la resolución 2400 de 1979 donde se indica que ante la ausencia de normatividad en el país para fijar parámetros permisibles en cuanto a exposiciones de agentes físicos o químicos, los valores de referencia a tomar serían los establecidos por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), por lo cual este ente acoge los valores establecidos por la norma ISO 2631 para evaluaciones de cuerpo entero y la ISO 5349 para evaluaciones de vibraciones mano-brazo de acuerdo al eje X, Y o Z.

NORMATIVA ISO 2631-1 (2012)

La normativa ISO 2631 “Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones globales del cuerpo” en su parte primera “Requerimientos Generales”, define los métodos para la medida de vibraciones transmitidas al conjunto

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

del cuerpo humano, bien sean vibraciones periódicas, aleatorias o transitorias. Indica los principales factores que influyen para determinar el grado para el que una exposición a las vibraciones sea aceptable. El rango de frecuencias considerado es: 0,5 Hz – 80 Hz para salud, confort y percepción.

Las mediciones de exposición a la vibración se debe efectuar con un sistema de traducción triaxial, con el fin de registrar con exactitud la aceleración vibratoria generada por la fuente en la gama de frecuencias de 1Hz a 80 Hz La medición se deberá efectuar en forma simultánea para cada eje coordenada (az, ax y ay), considerándose como magnitud el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia (Aeq) expresada en metros por segundo al cuadrado (m/s²).

La norma ISO 2631-1, para la sensación de confort, presenta unos valores de referencia en su anexo C, en este caso el dato que marca según esta normatividad la sensación de la persona es la aceleración.

5.4 MARCO HISTORICO

1. Trabajo de Grado: Pontificia Universidad Javeriana Bogotá D.C.

Especialista en Salud Ocupacional año 2008

Título: **SÍNDROME DE RAYNAUD OCASIONADO POR EL USO DE HERRAMIENTAS QUE EMITEN VIBRACIÓN.**

Trabajo para optar al título de especialista en Salud Ocupacional en la Pontificia Universidad Javeriana. La investigación describe las técnicas de prevención del síndrome de Raynaud, ocasionado por el uso de herramientas vibrantes, tales como martillos neumáticos, taladros y sierras entre otros y la efectividad de los guantes anti vibratorios para finalmente desde la salud ocupacional proponer estrategias de prevención del síndrome¹³.

¹³ ACOSTA PARRADO, Gina Alexandra. MORENO CÁCERES, Mónica Andrea. Síndrome de Raynaud ocasionado por el uso de herramientas que emiten vibraciones. Noviembre 4 de 2008, Bogotá D.C.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

2. Trabajo de grado: Universidad Nacional de Colombia:

Facultad de Ingeniería y arquitectura

Título: **ANÁLISIS TIEMPO-FRECUENCIA DE SEÑALES DE VIBRACIONES MECÁNICAS PARA LA DETECCIÓN DE FALLOS EN MÁQUINAS ROTATIVAS.**

La presente tesis pretende desarrollar un conjunto de metodologías que permitan caracterizar señales de vibraciones mecánicas empleando la variabilidad estocástica para la identificación y tipificación de distintos tipos de fallos en rodamientos, cajas reductoras y ejes (desbalanceo, desalineación, soltura mecánica y lubricación). Los estados transitorios y regímenes variables de carga y velocidad como el arranque, parada y distintas velocidades constantes, son analizados a profundidad permitiendo asociar la calidad de las señales y la identificación de fallos a varios puntos de medición estudiados. Los resultados de clasificación muestran que las metodologías aplicadas son bastantes significativas, debido a que, en general, las tasas de rendimiento se encuentran por encima de un 90% de eficiencia. Finalmente, las diversas técnicas de caracterización y clasificación empleadas, así como el análisis de transitorios, permiten diferenciar de manera clara distintos tipos de fallos y mostrar que es necesario un análisis tiempo-frecuencia si se quieren obtener los mejores resultados¹⁴.

3. Trabajo de grado: Universidad de Oviedo

Facultad: Ingeniera Mecánica e Higiene Industrial.

Título: **ESTUDIO DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES MANO-BRAZO EN EL TRABAJO CON MÁQUINAS- HERRAMIENTAS PORTÁTILES.**

Estudiar la efectividad de los equipos de protección individual anti vibratorios, en lo que respecta la atenuación que producen sobre la vibración que se transmiten al sistema mano – brazo del trabajador¹⁵.

4. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

¹⁴ CARDONA MORALES, Oscar. Análisis tiempo-frecuencia de señales de vibraciones mecánicas para la detección de fallos en máquinas rotativas. 2011. Manizales Colombia

¹⁵ DÍAZ, José. RODRÍGUEZ, Jairo. BAYÓN, Efrén. Estudio de la exposición a vibraciones mano-brazo en el trabajo con máquinas-herramientas portátiles. Mayo de 2006. Oviedo España.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Título: EVALUACIÓN DE LAS VIBRACIONES DE CUERPO COMPLETO SOBRE EL CONFORT, PERCEPCIÓN Y MAREO PRODUCIDO POR EL MOVIMIENTO.

El informe tiene como finalidad presentar una metodología sencilla y práctica para la evaluación de los efectos de las vibraciones de cuerpo completo sobre el trabajador desde el punto de vista ergonómico¹⁶.

5. Trabajo de grado: Universitat Politècnica de Catalunya

Ingeniería Industrial año 2005

Título: ESTUDIO DEL ANÁLISIS DE LAS VIBRACIONES DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE DOS POLOS.

Este papel está basado principalmente en la realización de un estudio de las vibraciones mediante técnicas de análisis espectral que permitan evaluar las influencias de las asimetrías constructivas y las de fijación del motor a la bancada, en el origen mecánico y magnético de las vibraciones.

Evaluar las implicaciones de las exigencias de la nueva edición de la norma UNEEN 60034-14 Julio 2004.

Adicionalmente se ha diseñado una aplicación informática que ha permitido la comunicación entre un ordenador personal y el instrumento de medición de vibraciones usado durante los ensayos¹⁷.

6. Instituto Mexicano del transporte, Publicación técnica N0. 188

Título: VIBRACIÓN DURANTE EL TRANSPORTE Y SU EFECTO EN PERECEDEROS.

En este escrito se remarca la importancia que tiene el proceso de transporte de productos agrícolas por carretera, especialmente del tipo perecedero, en la alteración de sus cualidades físicas y mecánicas, principalmente las debidas a la vibración. Se describe el desarrollo general del proceso de medición de vibraciones y su aplicación en la determinación de daño a productos agrícolas. Se enfatiza también la simulación de la

¹⁶ GOMEZ CANO, María. Evaluación de las vibraciones de cuerpo completo sobre el confort, percepción y mareo producido por el movimiento.

¹⁷ ZARZA ALVAREZ, Carlos. Estudio del análisis de las vibraciones de los motores eléctricos de dos polos. Febrero de 2005. Comunidad Catalunya, España.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

vibración, tanto por medio de programas de cómputo para modelar vehículos y su sistema de suspensión, como por la reproducción de patrones de vibración empleando equipo de laboratorio. Finalmente, se presenta la combinación de la simulación numérica y de las pruebas de laboratorio para identificar preliminarmente la relación daño mecánico vibración. Esta combinación se ejemplifica con estudios breves de vibración de frutos como aguacate, tomate y fresa¹⁸.

7. ASINTRA

Federación Española Empresarial de Transportes de Viajeros

Título: EXPOSICIÓN A VIBRACIONES EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE DE VIAJEROS POR CARRETERA.

El presente folleto “Exposición a vibraciones en el sector de transportes de viajeros por carreteras” es una herramienta informativa promovida por ASINTRA en el marco del III Plan Director en Prevención de Riesgos Laborales. El objetivo de este folleto es divulgar e informar a los trabajadores del sector del transporte de viajeros por carretera de los efectos en la salud debidos a la exposición a vibraciones, así como las medidas preventivas y las pautas de trabajo seguro¹⁹.

8. Periódico PUBLICO.ES

Artículo: LAS MALAS VIBRACIONES DEL TRANSPORTE ESTÁN CONDENADAS

Seis de cada 10 españoles utilizan el coche a diario. Sólo por detrás de los alemanes, son los europeos que más kilómetros recorren al año con su vehículo.

Hay otro dato elocuente: únicamente el 18% de los conductores considera importante el estado en que se encuentra su automóvil... Todos estos datos, extraídos de informes realizados por Vía Michelin, el Real Automóvil Club de Cataluña y Mapfre, avalan la

¹⁸ FABELA, Manuel de Jesús. LOZANO GUZMAN, Alejandro. Vibración durante el transporte y su efecto en perecederos. 2002. México.

¹⁹ ASINTRA. Federación Española Empresarial de Transportes de Viajeros. Depósito Legal: M-38145-2012. 1ª Edición: 11/2012.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

importancia de un estudio realizado recientemente por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV).

Los conductores pasan mucho tiempo al volante de un vehículo cuyo estado descuidan. Pues bien: el estudio establece el efecto de las vibraciones que sobre el cuerpo humano tiene la conducción por carretera; su efecto y el impacto, en cuanto a sensaciones, que tales vibraciones provocan en el sujeto, en forma de mareos o fatiga prolongada.

El responsable del ámbito de Automoción y Medios de Transporte del IBV, José Solaz, subraya que este estudio ha permitido “relacionar el nivel de comodidad que siente el usuario con el grado de vibración al que está expuesto en el asiento de su vehículo”.

Dado que el asiento, junto a las ruedas o los amortiguadores, es uno de los elementos que absorbe esa vibración, analizar en detalle su dinámica era de capital importancia para reducir el malestar que tanto viaje a diario provoca.

6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta que se realizara una toma de datos en campo con equipos, y unas toma de información de trabajadores se determina una investigación de tipo Experimental, toda vez que se realiza una toma de datos y/o caracterización de los trabajadores expuestos a las vibraciones como primera variable, además de las mediciones de vibración en los buses para determinar los niveles de exposición a vibraciones a los que se encuentran expuestos los operadores, este siendo la segunda variable determinante. Lo anterior con el fin de contrastar las variables identificadas y poder analizar claramente el perfil situacional de las afectaciones de los operadores de buses de sistema masivo de las ciudades.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Las medidas de vibración se llevan a cabo para contribuir al desarrollo de nuevas herramientas, comprobar la vibración de las herramientas en el momento de su adquisición, verificar las condiciones de mantenimiento y valorar la exposición humana a la vibración en el lugar de trabajo, siguiendo los lineamientos de la norma ISO 2631-1/1997.

Población y muestra

La población pertenece a una empresa de transporte masivo de las ciudades, a los conductores de buses, dentro de los cuales se encuentran personal bachiller y técnico; esta prueba se va realizar aproximadamente a 9 personas las cuales en su gran mayoría son hombres.

8. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

Técnica para la recolección de información

Materiales – Técnicas

Para la ejecución de las mediciones se siguen los estándares definidos en la norma UNE EN ISO-2631-1/1997 y UNE EN 28662 que respaldan el siguiente procedimiento operativo:

1. Calibrar el Analizador de Vibraciones
2. Colocar analizador de vibraciones en el asiento de la cabina de vehículo del trabajador escogido y explicar su funcionamiento
3. Análisis de circunstancias de exposición
4. Descargue del registro de resultados

Para el desarrollo del estudio se utilizó un analizador de vibraciones SVANTEK modelo SV106 Serial 20648.

Los instrumentos cumplen con las normas de fabricación ANSI, los cuales incorporan un sistema de memorización de datos y filtros calibrados electrónicamente.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Procedimiento

- Las personas que realizaran la medición son técnicos en Higiene Industrial que utilizara el acelerómetro con plato, que se colocara en las sillas de los conductores de los buses.
- Se deben comparar por lo menos a unos 4 conductores en el mismo trayecto para determinar el grado de afectación, también en esta actividad nos apoyara una fisioterapeuta que nos hará las respectivas recomendaciones.
- Análisis de sus hojas de vidas.

Las medidas de vibración deberían realizarse en la empuñadura de la herramienta o en la pieza, cerca de la superficie de la(s) mano(s), donde la vibración penetra en el cuerpo. Para obtener resultados precisos se requiere una cuidadosa selección de los acelerómetros (p. Ej., tipo, masa, sensibilidad) y métodos apropiados de montaje del acelerómetro en la superficie vibrante.

Las vibraciones transmitidas de cuerpo entero deberían medirse y registrarse en las direcciones adecuadas de un sistema de coordenadas ortogonales. La medición debería efectuarse sobre un rango de frecuencia de 5 a 1.500 Hz como mínimo, y el contenido de frecuencia de aceleración de la vibración en uno o más ejes puede presentarse en bandas de octava con frecuencias centrales de 8 a 1.000 Hz o en bandas de tercio de octava con frecuencias centrales de 6,3 a 1.250 Hz.

Para la evaluación de la exposición del cuerpo completo a las vibraciones se recomienda seguir los siguientes pasos:

Recogida de datos relacionados con:

- a) Características de la tarea (tipo, duración, atención requerida, posturas, etc.).
- b) Condiciones ambientales (ruido, condiciones termohigrométricas, etc.).
- c) Características del individuo (edad, sexo, hábitos, etc.).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Esta técnica va ser realizada por un compañero experto en mediciones higiénicas, esto contribuye a que los resultados sean obtenidos de forma más rápida y que se tenga una experiencia más cercana con los trabajadores

9. RESULTADOS, CARACTERIZACION DE DATOS Y CONCLUSIONES

- Caracterización del análisis de los trabajadores

Como factor inicial se realizó un muestreo de la población a la cual se le realizaron las valoraciones higiénicas, con el fin de integrar no solo la identificación de los niveles de exposición, sino también las condiciones iniciales de los trabajadores las cuales tienen influencia directa dentro de la propagación de las afectaciones derivadas de la exposición a niveles excesivos de vibración.

VARIABLES					
Escolaridad de los trabajadores evaluados	Genero		Dominancia		
	M	F	Diestro	Izquierdo	Ambidiestro
Tecnico SENA	X		X		
Bachiller		X	X		
Bachiller	X		X		
Bachiller	X		X		
Tecnologo		X	X	X	
Bachiller		X			
Bachiller		X	X		
Tecnologo		X	X		
Bachiller	X			X	

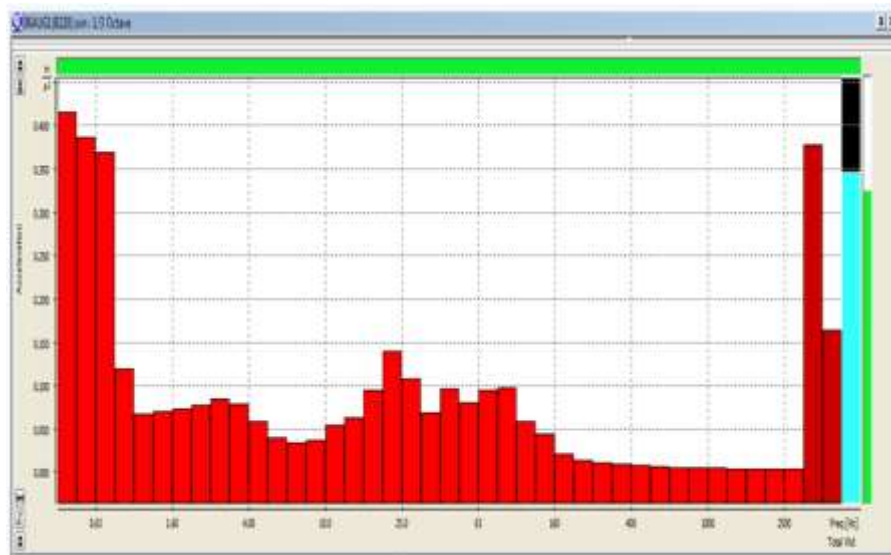
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

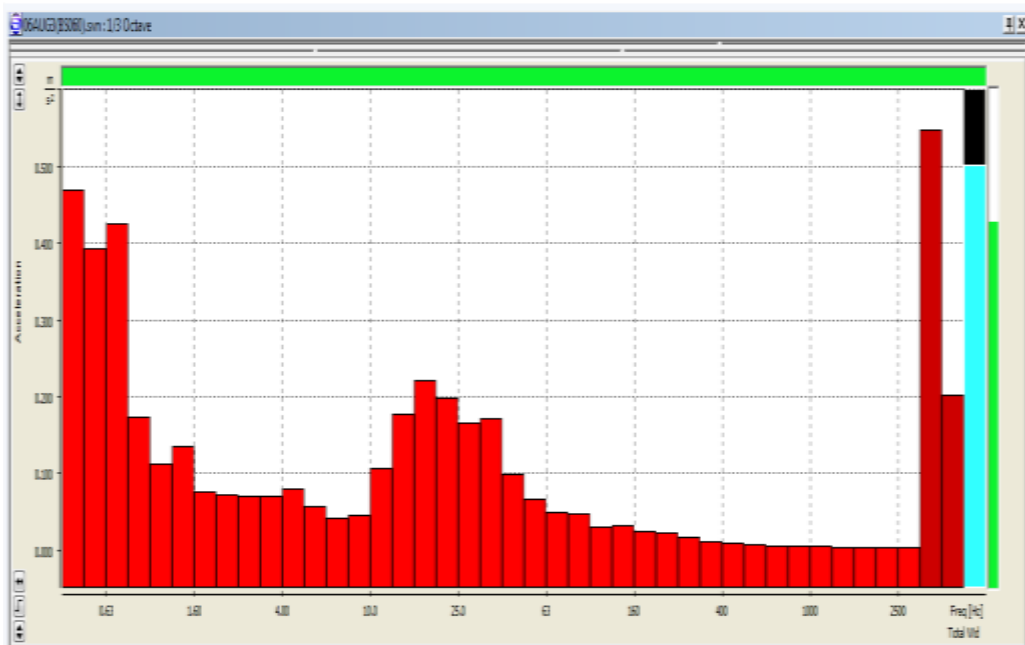
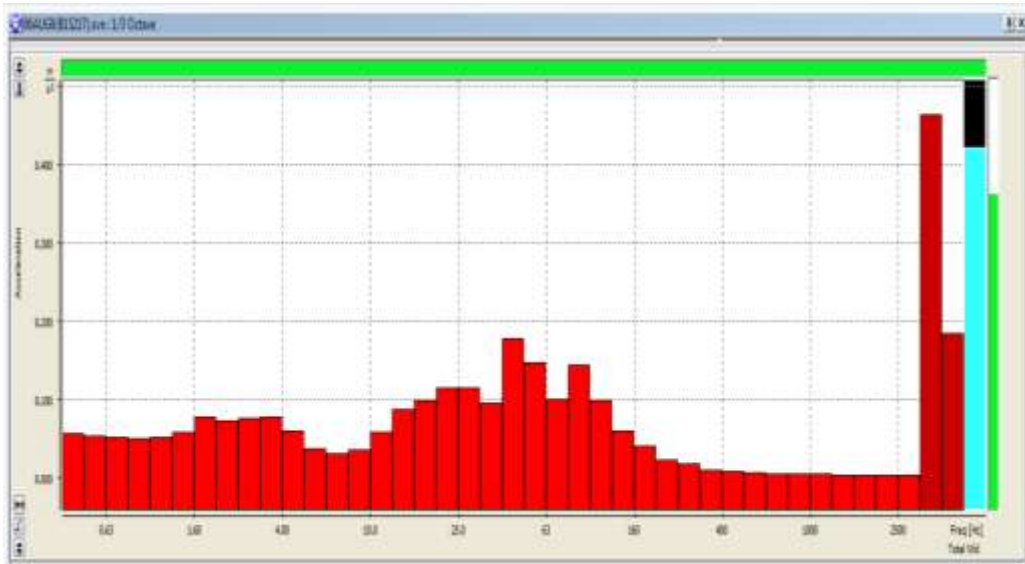
VARIABLES													
Cantidad de los trabajadores evaluados	Antigüedad en el cargo actual	Antigüedad en la empresa	Antecedentes personales (salud)	Fuma		Ingiere alcohol		Condiciones de salud el último año			Dolor durante la jornada laboral		
				Si	No	Si	No	Molestias	Buena	Mala	No	Durante	Después
Tecnico SENA	2 años	2 años	Diabetico	X		X		X				X	
Bachiller	6 años	6 años	Normal	X		X			X			X	
Bachiller	3 años	3 años	Normal		X		X		X			X	
Bachiller	11 meses	11 meses	Normal	X		X			X			X	
Tecnologo	4 años	4 años	Hipertenso	X		X				X			X
Bachiller	7 meses	7 meses	Molestias en la espalda		X		X	X				X	X
Bachiller	2 años 1/2	2 años 1/2	Normal		X		X		X			X	
Tecnologo	3 años	3 años	Gastritis	X		X				X			X
Bachiller	9 meses	9 meses	Molestias en la espalda		X		X	X				X	X

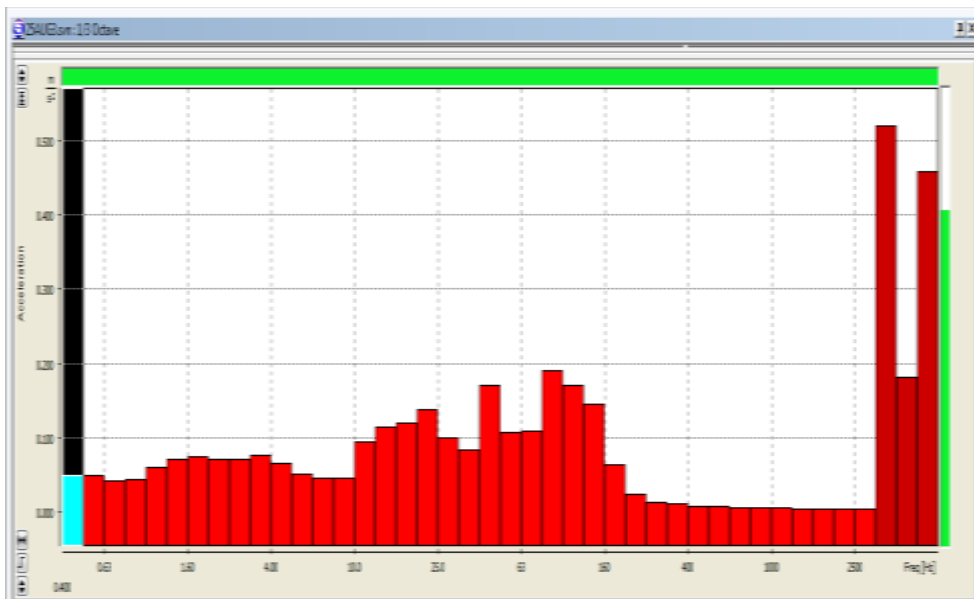
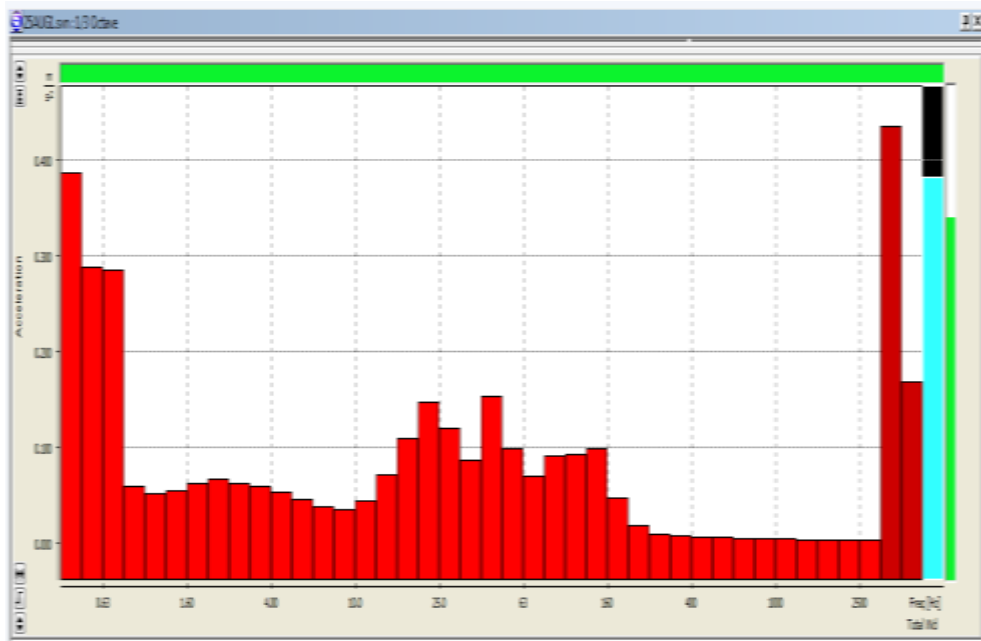
Como resultado se puede determinar que del total de trabajadores de la muestra (9 – 100%) hay presencia de afectaciones iniciales en salud en el 56% (5 personas) las cuales en asocio con la exposición a vibraciones, pueden ser determinantes en la propagación de afectaciones en los trabajadores.

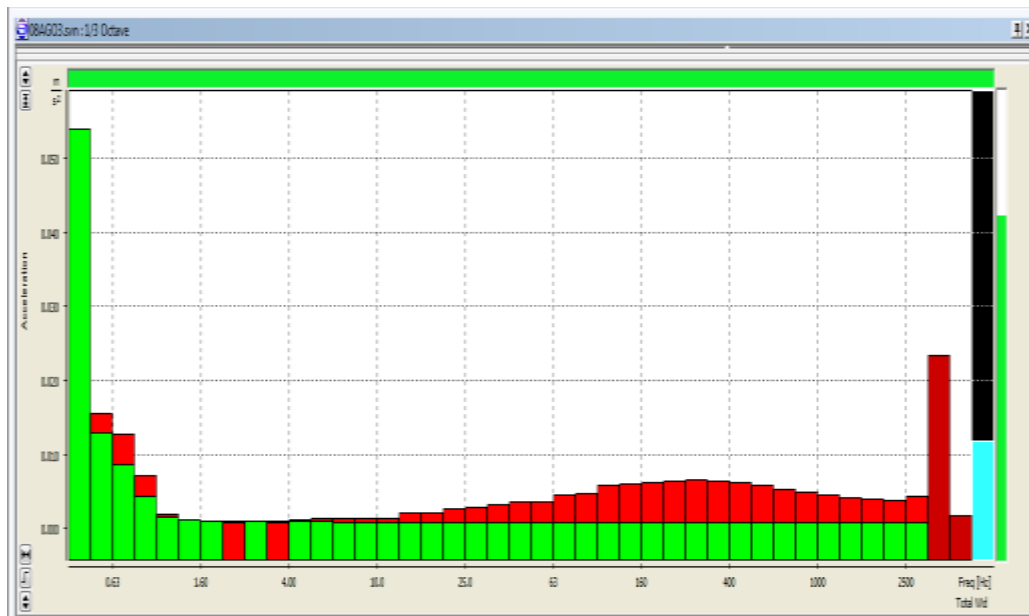
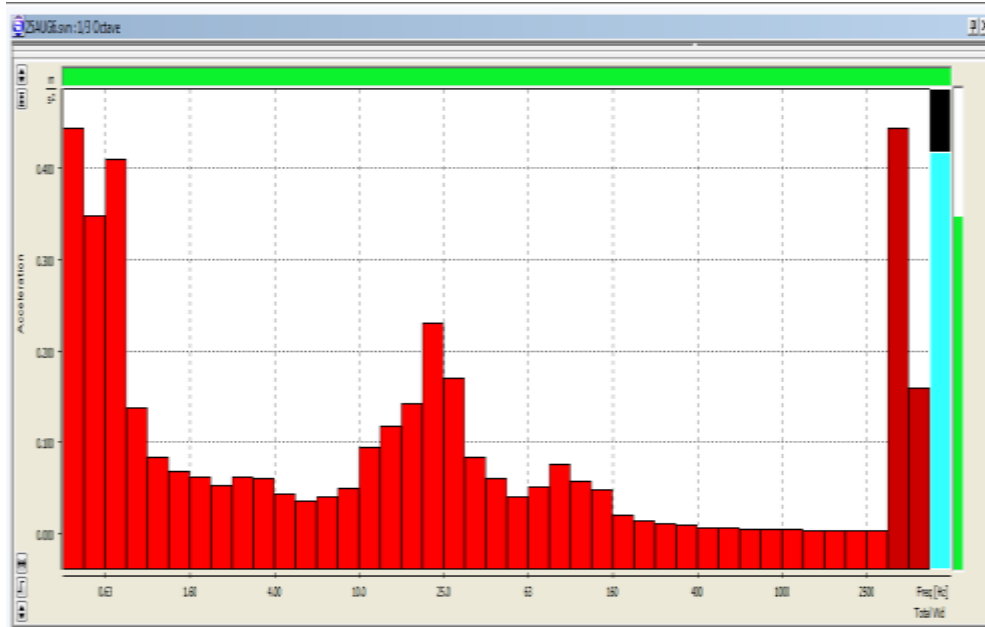
- Análisis de datos obtenidos de los muestreos de vibración

Realizando las mediciones higiénicas a la población de muestreo, se identificaron las diferentes graficas de picos de aceleración, lo que se traduce en vibraciones, de esta manera:

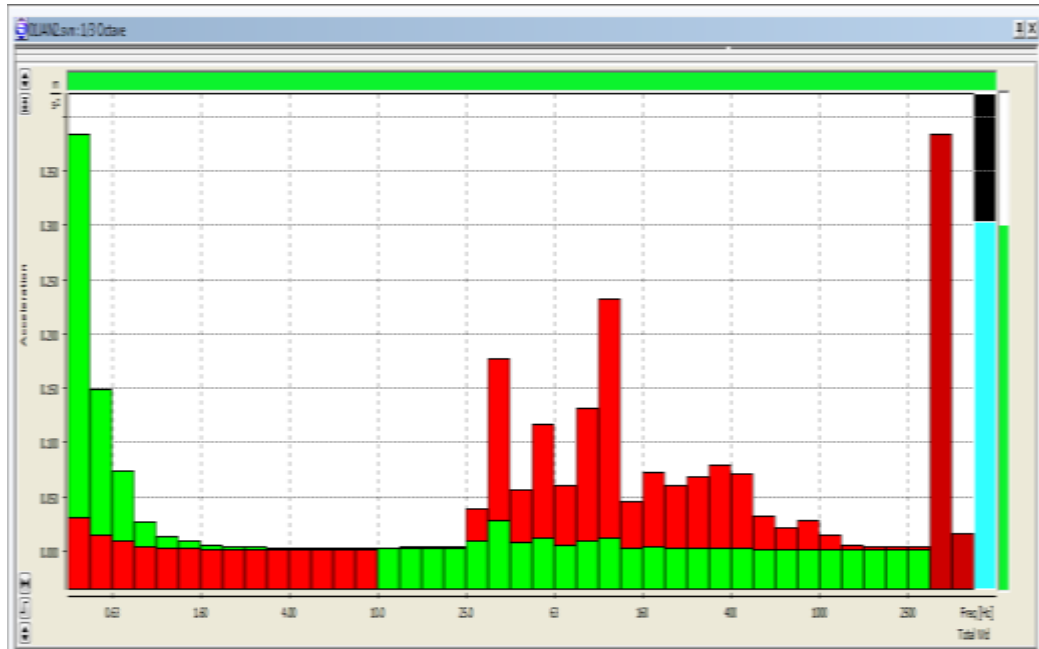








	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



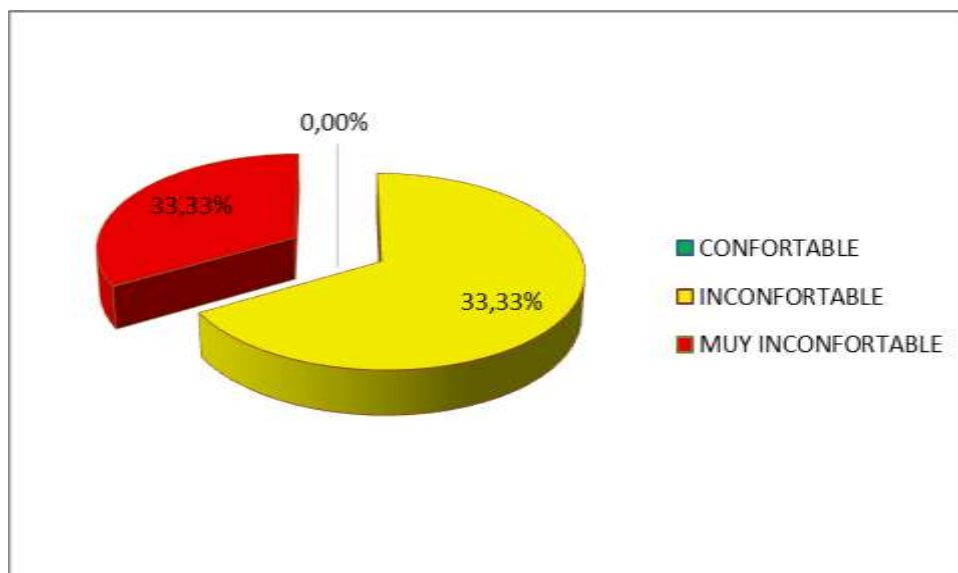
Visualizando las gráficas anteriores se puede identificar como en determinadas frecuencias se identifican picos de aceleración por encima de 1,2 que es el nivel máximo permisible lo que permite identificar a simple vista que en todos los muestreos hay presencia de vibraciones a gran nivel lo que se traduce en afectaciones sobre los trabajadores.

A continuación relacionamos una tabla donde se identifican los principales picos ponderados de vibración (RMS), en las rutas donde se presentaron, los cuales demuestran afectación en los operadores de buses del sistema de transporte masivo de las ciudades:

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

RUTA	TIPO DE RUTA	TIPO DE HORA	RMS	CLASIFICACIÓN
PORTAL SUBA - AMERICAS - PORTAL SUBA	EXPRESO	NO PICO	1,68	INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - AMERICAS - PORTAL SUBA	EXPRESO	NO PICO	1,84	MUY INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - AMERICAS - PORTAL SUBA	EXPRESO	NO PICO	1,76	INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL NORTE - BANDERAS - PORTAL SUBA	EXPRESO	PICO	1,81	MUY INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL NORTE - BANDERAS - PORTAL SUBA	EXPRESO	PICO	1,64	INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL NORTE - BANDERAS - PORTAL SUBA	EXPRESO	PICO	1,73	INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL USME - PORTAL SUBA	RUTA FACIL	NO PICO	1,60	INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL USME - PORTAL SUBA	RUTA FACIL	NO PICO	1,54	INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL USME - PORTAL SUBA	RUTA FACIL	NO PICO	1,65	INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL TUNAL - PORTAL SUBA	RUTA FACIL	PICO	2,02	MUY INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL TUNAL - PORTAL SUBA	RUTA FACIL	PICO	2,07	MUY INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL TUNAL - PORTAL SUBA	RUTA FACIL	PICO	2,05	MUY INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL SUR - PORTAL SUBA	EXPRESO	NO PICO	1,61	INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL SUR - PORTAL SUBA	EXPRESO	NO PICO	1,68	INCONFORTABLE
PORTAL SUBA - PORTAL SUR - PORTAL SUBA	EXPRESO	NO PICO	1,64	INCONFORTABLE

CLASIFICACION	CANTIDAD	PORCENTAJE
CONFORTABLE	0	0,00%
INCONFORTABLE	10	66,66%
MUY INCONFORTABLE	5	33,33%



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Los siguientes resultados de orden sociodemográfico, evidencian que la población está distribuida en los siguientes rangos:

De los 80 trabajadores encuestados el 91% de la población son hombres, hay una muestra representativa de 42% en rango de edad de 41 a 50 años, el 55% informa tener de 1 – 5 años de experiencia como conductores en la empresa y el 34% de 6 – 10 años, el 43% cuentan con más de 10 años de experiencia como conductores en otras empresas lo que indica que la exposición a vibraciones de baja frecuencia ha estado la mayor parte de su vida profesional.

El 60% de los trabajadores informa que la carrocería que más usan es comil, el 34% maneja modelo 2004 y el 34% maneja modelo 2007, por lo que se identifica que los modelos más usados dentro de la compañía son 2004 – 2007; la jornada de trabajo predominante es rotativa con un porcentaje del 52%; el 75% cuenta con periodos de descanso en su jornada laboral, de los cuales el 54% tiene de 1 – 2 horas y el 31% 3 – 4 horas al día, lo cual se convierten en horas representativas dentro de su jornada de trabajo en las que no deben realizar ninguna actividad.

En el rango de información médica, el 7% ha sufrido un accidente de trabajo con afectación física, del cual el 80% de las lesiones más predominantes en la población es en miembros superiores y el 20% en la espalda. El 100% refieren haber tenido atención médica durante el último año, del cual el 56% fue al médico de su EPS y su motivo de consulta fue con médico general de acuerdo al 45%, mientras el siguiente 43% fue a consulta de medicina laboral.

El 47% de la población informa que consume bebidas alcohólicas, del cual el 42% lo hace ocasionalmente; el 15% de la población informa que fuma, de los cuales el 84% fuma menos de cinco (5) al día, el 8% fuma de 5 – 10 al día y el otro 8% fuma más de 10 al día; El 75% de la población no realiza ninguna actividad física, solo el 25% realiza

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

actividad, de la cual el 41% se enfoca en la caminata y el 21% de la población se enfoca en el baloncesto.

Continuando con el rango de información médica, centrada más a molestias, el 4% de la población encuestada informa siempre presenta hormigueo en la espalda, seguido del 10% que lo presenta algunas veces; el 1% informa siempre sentir sensación de ardor y el 13% algunas veces; el 1% informa siempre presentar pérdida de sensibilidad y el 9% algunas veces; el 1% informa siempre presentar espasmos y el 34% algunas veces; el 3% informa siempre presentar dolor en el cuello y el 30% algunas veces.

En cuanto a medidas que los trabajadores toman al presentar alguna molestia, el 26% de la población informa que no hace nada y el 22% de la población toma algún medicamento; Seguido a las medidas preventivas como pausas activas en la jornada laboral el 62% realiza pausas activas y en 38% no realiza ningún pausa activa, las personas que realizan pausas activas el 50% lo realiza una (1) vez al día, el 36% de la población lo realiza dos (2) veces al día.

- Conclusiones

- Como factor importante es el cuidado de la salud de los trabajadores por lo cual se debe tener importancia sobre el perfil clínico de los operadores, toda vez que las vibraciones pueden propagar afectaciones tales como Aumento de la incidencia de enfermedades estomacales, mareos y vómitos, dolores de cabeza entre otros.
- La evaluación realizada en los diversos Automotores, indican que lo valores de vibraciones no se encuentran dentro de los niveles permisibles con base en los criterios de la norma ISO 2631-1, arrojando como valoración incomfortabilidad en la mayoría de casos y en algunos muy inconfortable hacia el personal de la empresa.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Por lo cual se determina que los Conductores evaluados presentan exposición a vibraciones, emitidas por los diversos Automotores que conducen en el momento de los estudios técnicos y en las rutas evaluadas.
- No se evidencio que los sistemas de amortiguación de las sillas sean uniformes al momento de ajustarlos o ser utilizados los conductores, se evidencio un sistema rígido para algunas de estas o que los ajustes no servían y esto afecta la correcta prevención contra el impacto de exposición a vibración que pueda sufrir los operadores de los buses.
- Se evidencia que la silla no cumple con el biotipo de conductores que realizan actividades de conducción de los buses, estas no permiten que ellos tengan una adecuada higiene postural. Sus piernas no logran la posición correcta de 90 grados que sería la adecuada posición para operar los buses.
- Dentro del personal evaluado su movimiento del eje vertical fue muy elevado lo que nos podría determinar que su peso puede superior al que la silla logra soportar sin registrar incomfortabilidad. Se evidencia personal con sobrepeso siendo un factor muy importante al que se necesita controlar para que disminuya unos de los factores que generan exposición a vibración.
- El peso que debe soportar los buses es superior a lo estipulado por el fabricante, convirtiéndose en un factor muy importante al momento de incrementar la fuerza de aceleración que puede desarrollar el bus. Esto puede incrementar la frecuencia o la severidad un accidente al intentar frenar el bus de manera inesperada, puesto que su aceleración puede ser mayor a lo que marca el tacómetro del vehiculo.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- El factor de vibración puede verse influenciado en aumentar o disminuir a causa del estado de calibración de las llantas del vehículo, al realizar la adecuada calibración permitirá reducir el impacto del vehículo cuando el peso de este impacte los huecos o fisuras que pueden encontrar en la vía.

9. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

- COLFECAR Y SEGURO SOCIAL. Condiciones de salud y trabajo en conductores. Pág. 3
- PUJOL, Senobilla Luis. Exposición a Vibraciones Mecánicas – Nota técnica preventiva 839
- UNE-ISO 2631-1. Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 1: Requisitos generales. Julio 2008.
- ANTONIO D. Aguilar Soto Procedimiento de evaluación de riesgo ergonómico. <http://ual.es/Gruposinv/prevención/evaluación>.
- ROBERT Herrick; Higiene industrial herramientas y enfoques; Enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo. Pag 2
- <http://www.forotransportes.com/showthread.php>(consultado 21 junio 2013)
- TARJE, Benjamín William. Organización Internacional del Trabajo. Por una Globalización Justa: Crear Oportunidades para Todos: Comisión Mundial sobre la Dimensión Social de la Globalización. 2004 (consultado 5 Junio 2013)
- RICO, José María FUNDAMENTOS DE VIBRACIONES MECÁNICAS, Definiciones y Terminología, Mex., Pag. 1
- DÍAZ, Del Castillo Felipe, LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES, Vibraciones Mecánicas, Mex. Pag. 2
- DÍAZ, Del Castillo Felipe, LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES, Vibraciones Mecánicas, Mex Págs 19-20

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- UNIVERSIDAD DE NAVARRA, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES, Tema 7 Normativa sobre Vibraciones
- DÍAZ, José. RODRÍGUEZ, Jairo. BAYÓN, Efrén. Estudio de la exposición a vibraciones mano-brazo en el trabajo con máquinas-herramientas portátiles. Mayo de 2006. Oviedo España.
- GOMEZ CANO, María. Evaluación de las vibraciones de cuerpo completo sobre el confort, percepción y mareo producido por el movimiento.
- ZARZA ALVAREZ, Carlos. Estudio del análisis de las vibraciones de los motores eléctricos de dos polos. Febrero de 2005. Comunidad Catalunya, España.
- FABELA, Manuel de Jesús. LOZANO GUZMAN, Alejandro. Vibración durante el transporte y su efecto en perecederos. 2002. México.
- ASINTRA. Federación Española Empresarial de Transportes de Viajeros. Depósito Legal: M-38145-2012. 1ª Edición: 11/2012.
- GRIFFIN, Michael, ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO, Vibraciones, Riesgos Generales, Pág. 50.2
- ACOSTA PARRADO, Gina Alexandra. MORENO CÁCERES, Mónica Andrea. Síndrome de Raynaud ocasionado por el uso de herramientas que emiten vibraciones. Noviembre 4 de 2008, Bogotá D.C.
- CARDONA MORALES, Oscar. Análisis tiempo-frecuencia de señales de vibraciones mecánicas para la detección de fallos en máquinas rotativas. 2011. Manizales Colombia
- PYTEL, Andrew. KIUSALASS, Jaan. Ingeniería Mecánica, Dinámica. 2da edición. Pág. 527.