

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

TEMA:

**“CONTROL DEL RIESGO DE VIBRACIONES MECÁNICAS EN
CONDUCTORES DE BUSES URBANOS DE LA COOPERATIVA 28 DE
SEPTIEMBRE DEL CANTÓN IBARRA BASADO EN LA NTE INEN ISO-2631”**

AUTOR: Sarahí Svenka Bravomalo Bolaños

DIRECTOR: Ing. Guillermo Neusa Arenas, Esp. MSc.

IBARRA – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

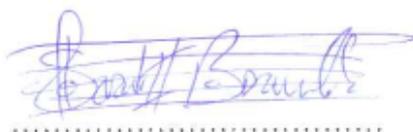
DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003135736		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Bravomalo Bolaños Sarahí Svenka		
DIRECCIÓN:	Av. Atahualpa y Hernán Gonzales de Saa.		
EMAIL:	sbravomalob@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	s/n	TELÉFONO MÓVIL:	0986735148
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	CONTROL DEL RIESGO DE VIBRACIONES MECÁNICAS EN CONDUCTORES DE BUSES URBANOS DE LA COOPERATIVA 28 DE SEPTIEMBRE DEL CANTÓN IBARRA BASADO EN LA NTE INEN ISO-2631.		
AUTOR (ES):	BRAVOMALO BOLAÑOS SARAHÍ SVENKA		
FECHA: AA/MM/DD	23 de octubre de 2020.		
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO INDUSTRIAL		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Guillermo Neusa A. Esp, MSC.		

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 23 días del mes de octubre de 2020

AUTOR



Sarahí Svenka Bravomalo Bolaños

C.C. 100313573-6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN

Ing. Guillermo Neusa Arenas MSc. Director de la Trabajo de Grado desarrollado por la estudiante Sarahí Svenka Bravomalo Bolaños:

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Tesis de grado titulado **“CONTROL DEL RIESGO DE VIBRACIONES MECÁNICAS EN CONDUCTORES DE BUSES URBANOS DE LA COOPERATIVA 28 DE SEPTIEMBRE DEL CANTÓN IBARRA BASADO EN LA NTE INEN ISO-2631”**, ha sido realizado en su totalidad por la estudiante Sarahí Svenka Bravomalo Bolaños, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, a los 23 días del mes de octubre de 2020

Ing. Guillermo Neusa A., Esp.-MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DEDICATORIA

Esta Investigación se la dedico a todas las personas que me acompañaron en este largo camino hacia cumplir uno de mis grandes sueños.

A mi familia, de manera especial a quien es mi mayor apoyo y fuerza, mi madre Herlinda Bolaños, a quien le debo todo lo que soy, ha sido mi ejemplo para seguir adelante sin importar las circunstancias.

Sarahí Evelyn Bravomato Bolaños



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AGRADECIMIENTO

A mi madre, por darme la vida, por todo su amor y dedicación por siempre creer en mí y estar atenta a mi desarrollo como profesional.

A la Universidad Técnica del Norte y a la Carrera de Ingeniería Industrial, por abrirme las puertas y brindarme una educación de calidad.

A todos mis docentes de la carrera de Ingeniería Industrial por el conocimiento impartido en mi formación, y de manera especial a: el Ingeniero Marcelo Puente, por compartir sus conocimientos en el área de higiene y salud ocupacional y brindarme abiertamente su apoyo.

A mi asesor ingeniero Guillermo Neusa, gracias por su tiempo, y todo el apoyo que me ha brindado y sus conocimientos profesionales, durante el desarrollo y culminación de mi trabajo de titulación.

A mis amigos que me han acompañado a lo largo de estos años y me mostraron que existen amistades verdaderas.

A mi novio por motivarme a ser la mejor versión de mi misma y brindarme su apoyo y ánimos cada día.

Sarahí Evelyn Braxomalo Bolaños

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	ii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3 ALCANCE	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. LA VIBRACIÓN.....	5
2.1.1 Vibraciones mecánicas.....	5
2.1.2 Vibraciones en cuerpo entero.....	5
2.1.3 Movimiento armónico simple	6
2.1.4 Señal oscilatoria	6
2.1.5 Frecuencia.....	6
2.1.6 Amplitud	7
2.1.7 Período	8
2.1.8 Aceleración	8
2.1.9 Desplazamiento.....	8

2.1.10 Tiempo de exposición	9
2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS VIBRACIONES	9
2.2.1. Según la parte del cuerpo afectada:	9
2.7.2. Según sus características físicas:	10
2.3 FUENTES DE VIBRACIONES MECÁNICAS	10
2.3.1 Propias del vehículo	10
2.3.2 Otras fuentes	11
2.4 CRITERIOS LEGALES	12
2.4.1 La Constitución	12
2.4.2 Tratados y convenios internacionales	13
2.4.3 Leyes orgánicas.....	14
2.4.4 Decretos y Reglamentos	15
2.5 NORMA ISO NTE INEN 2631-1 VIBRACIONES DE CUERPO COMPLETO.....	16
2.6 IDENTIFICACIÓN, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE VIBRACIONES	17
2.6.1 Identificación	17
2.6.2 Medición	21
2.6.3 Evaluación.....	29
2.7 EFECTOS SOBRE LA SALUD POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	32
2.7.1 Efectos agudos	33
2.7.2 Efectos a largo plazo	35
CAPITULO III	1
3. ANÁLISIS SITUACIONAL.....	1
3.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	1
3.1.1 Misión	1
3.1.2 Visión.....	1
3.1.3 Objetivos	1
3.1.4 Ubicación	2
3.1.5 Estructura Organizacional de la Cooperativa de Transporte Urbano “28 DE SEPTIEMBRE”	3
3.1.6 Cartografía de las rutas en la ciudad de Ibarra.....	3
3.1.7 Rutas existentes en la Cooperativa “28 DE SEPTIEMBRE”	4
3.2 IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO.....	6
3.3 MEDICIÓN DEL RIESGO	7

3.3.1 Selección de la Muestra (muestreo probabilístico estratificado)	7
3.3.2 Identificación de unidades y conductores	9
3.3.3 Identificación vial por tipo de suelo en la ciudad de Ibarra.	14
3.4 RESULTADOS DE MEDICIÓN DEL RIESGO.....	15
3.4.1 Resumen de mediciones de aceleración (A)8	16
3.4.2 Resumen del cálculo de aceleración equivalente diaria (8 horas)	18
3.5 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO	19
3.5.1 Cobertura de rutas por tipo de suelo en el área de la ciudad de Ibarra.	23
CAPITULO IV	25
4. DISEÑO DE LA PROPUESTA.....	25
4.1. INTRODUCCIÓN.....	25
4.2 PROPUESTA	25
4.2.1 Análisis de la empresa.....	26
4.2.2. Evaluación del riesgo	27
4.2.3. Construcción plan de acción	27
4.2.4. Ejecución plan de acción.....	65
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA.....	97
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Categorización del nivel de probabilidad.....	18
Tabla 2	Significado de los diferentes niveles de probabilidad.....	18
Tabla 3	Determinación del nivel de consecuencias.....	19
Tabla 4	Determinación del nivel de riesgo y de intervención.....	20
Tabla 5	Significado del nivel de intervención.....	21
Tabla 6	Analizador de Vibraciones Delta HD 2030.....	26
Tabla 7	Especificaciones de Uso del Instrumento.....	27
Tabla 8	Ponderaciones de la intensidad de la vibración.....	29
Tabla 9	Efectos de la exposición a Vibraciones.....	32
Tabla 10	Matriz de Efectos por exposición a vibraciones.....	1
Tabla 11	Rutas de la Cooperativa “28 DE SEPTIEMBRE” en la ciudad de Ibarra.....	5
Tabla 12	Selección del nivel de intervención del riesgo.....	6
Tabla 13	Muestreo Estratificado de Unidades de Transporte.....	7
Tabla 14	Número de Unidades por marca vehicular.....	10
Tabla 15	Número de Unidades por Modelo.....	11
Tabla 16	Número de Unidades por Modelo.....	12
Tabla 17	Cuadro de Ventajas y Desventajas de los tipos de suelo.....	14
Tabla 18	Resumen de Mediciones de Aceleración en las rutas (Circulando en Carretera) ..	16
Tabla 19	Resumen de Mediciones de Aceleración en las rutas (Parada).....	17
Tabla 20	Resumen de Cálculo de Aceleración equivalente diaria.(Circulando en Carretera)	18
Tabla 21	Nivel de riesgo de la exposición por tipos de suelo. (Adoquinado).....	19
Tabla 22	Nivel de riesgo de la exposición por tipos de suelo (Asfalto).....	20
Tabla 23	Nivel de riesgo de la exposición por tipos de suelo (Empedrado).....	21
Tabla 24	Nivel de riesgo de la exposición por tipos de suelo (Tierra).....	22
Tabla 25	Plan de acción para la cooperativa “28 DE SEPTIEMBRE”.....	64
Tabla 26	Cálculo de tiempos en rutas.....	64
Tabla 27	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Azaya en Asfalto.....	65
Tabla 28	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Chorlaví en Asfalto.....	65
Tabla 29	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Milagro en Asfalto.....	66
Tabla 30	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aduana en Asfalto.....	66
Tabla 31	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Católica en Asfalto.....	67
Tabla 32	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Tanguarín en Asfalto.....	67
Tabla 33	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Santa Rosa, en Asfalto.....	68
Tabla 34	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Palmas- Guayaquil en Asfalto.....	68
Tabla 35	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta La Esperanza en Asfalto.....	69
Tabla 36	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Pugacho en Asfalto.....	69
Tabla 37	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Arcángel en Asfalto.....	70
Tabla 38	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Bellavista en Asfalto.....	70
Tabla 39	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Naranjito en Asfalto.....	70
Tabla 40	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aloburo en Asfalto.....	71
Tabla 41	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Ovalos en Asfalto.....	71
Tabla 42	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Azaya en Adoquinado.....	72

Tabla 43	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Chorlaví en Adoquinado	72
Tabla 44	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Milagro en Adoquinado.....	73
Tabla 45	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aduana en Adoquinado	73
Tabla 46	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Católica en Adoquinado	74
Tabla 47	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Tanguarín en Adoquinado	74
Tabla 48	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Santa Rosa en Adoquinado.....	75
Tabla 49	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Palmas - Guayaquil en Adoquinado.....	75
Tabla 50	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta La Esperanza en Adoquinado.....	76
Tabla 51	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Pugacho en Adoquinado.....	76
Tabla 52	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Arcángel en Adoquinado.....	76
Tabla 53	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Bellavista en Adoquinado	77
Tabla 54	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Naranjito en Adoquinado	77
Tabla 55	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aloburo en Adoquinado	77
Tabla 56	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Ovalos en Adoquinado	78
Tabla 57	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Azaya en Empedrado.....	79
Tabla 58	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Chorlaví en Empedrado.....	79
Tabla 59	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Milagro en Empedrado	80
Tabla 60	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aduana en Empedrado	80
Tabla 61	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Católica en Empedrado	81
Tabla 62	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Tanguarín en Empedrado	81
Tabla 63	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Santa Rosa en Empedrado.....	82
Tabla 64	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Palmas - Guayaquil en Empedrado	82
Tabla 65	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta La Esperanza en Empedrado	82
Tabla 66	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Pugacho en Empedrado	83
Tabla 67	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Arcángel en Empedrado	83
Tabla 68	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Bellavista en Empedrado.....	83
Tabla 69	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Naranjito en Empedrado.....	84
Tabla 70	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aloburo en Empedrado	84
Tabla 71	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Ovalos en Empedrado	84
Tabla 72	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Azaya en Tierra	85
Tabla 73	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Chorlaví en Tierra	85
Tabla 74	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Milagro en Tierra.....	86
Tabla 75	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aduana en Tierra	86
Tabla 76	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Católica en Tierra	87
Tabla 77	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Tanguarín en Tierra	87
Tabla 78	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Santa Rosa en Tierra.....	88
Tabla 79	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Palmas - Guayaquil en Tierra.....	88
Tabla 80	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Pugacho en Tierra.....	89
Tabla 81	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Arcángel en Tierra.....	89
Tabla 82	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Bellavista en Tierra	89
Tabla 83	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Naranjito en Tierra	90
Tabla 84	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aloburo en Tierra	90
Tabla 85	Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Ovalos en Tierra	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Onda sinusoidal en términos de amplitud.....	6
Figura 2 Formas de onda de frecuencia	7
Figura 3 Niveles de vibración de un <u>bus</u> de transporte de pasajeros	11
Figura 4 Principales elementos que influyen ICV (incomodidad cinética vibratoria).....	11
Figura 5 Sistemas de coordenadas basicéntricas pertinentes.	21
Figura 6 Vibración Transmitida por asiento o respaldo.....	22
Figura 7 Localización del dolor en la espalda.....	23
Figura 8 Localización del transductor preferiblemente en el respaldo del asiento.	23
Figura 9 Dirección Basicéntricas de las Vibraciones en Cuerpo Entero.	24
Figura 10 Posibilidad del riesgo por exposición a VCC "Zona de precaución.	24
Figura 11 Ubicación de la Cooperativa de Transportes "28 de SEPTIEMBRE"	2
Figura 12 Organigrama Estructural.....	3
Figura 13 Rutas de Transporte Urbano - Cantón Ibarra.....	4
Figura 14 Intervalo de confianza.....	8
Figura 15 Tamaño de la Muestra	8
Figura 16 Unidad de Transporte de la Cooperativa "28 DE SEPTIEMBRE"	9
Figura 17 Gráfica ilustrativa de porcentajes por marca.	10
Figura 18 Gráfica ilustrativa de porcentajes por modelo	11
Figura 19 Gráfica ilustrativa de porcentajes por Carrocería	12
Figura 20 Gráfica ilustrativa de Rango de Edad	13
Figura 21 Gráfica ilustrativa de Tiempo en el puesto de Trabajo.....	13
Figura 22 Porcentual de Cobertura por tipo de suelo en Ibarra	23
Figura 23 Resultados Niveles de Confort en Asiento	24
Figura 24 Resultados Niveles de Confort en Respaldo.....	24
Figura 25 Medición de Aceleración en Vibrómetro.....	65
Figura 26 Fotografía de Trabajador del Área Transporte	65
Figura 27 Fotografía circulando en carretera.....	65
Figura 28 Medición Circulando en Carretera.....	65
Figura 29 Fotografía Autor Registrando Datos de la Investigación.	66
Figura 30 Fotografía de la Ruta empedrada " El Arcángel"	66
Figura 31 Instrumento de Medición de Vibraciones con Acelerómetro.	66

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CÁLCULO DE TIEMPOS	64
ANEXO 2 Encuesta a conductores de la Coop. “28 DE SEPTIEMBRE”	65
ANEXO 3 MEDICIONES Y CÁLCULOS DE VIBRACIONES EN ASFALTO	65
ANEXO 4 MEDICIONES Y CÁLCULOS DE VIBRACIONES EN ADOQUINADO	72
ANEXO 5 MEDICIONES Y CÁLCULOS DE VIBRACIONES EN EMPEDRADO	79
ANEXO 6 MEDICIONES Y CÁLCULOS DE VIBRACIONES EN TIERRA.....	85
ANEXO 7 FORMATO DE CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN.....	65
ANEXO 8 MATRIZ DE CONTROL DEL RIESGO.....	65
ANEXO 9 EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS	65

RESUMEN

Esta Investigación tiene la finalidad de conocer el nivel de daño que la exposición a vibraciones puede provocar en la salud de los conductores de buses urbanos y así diseñar una propuesta de control de riesgo de vibraciones, con base en la NTE INEN ISO-2631, a partir de los resultados de la evaluación, misma que contribuye en la mejora de toma de decisiones y garantizará la salud de los trabajadores.

El presente trabajo se inició con la identificación del problema y el planteamiento de los objetivos a alcanzar, seguido de la investigación de las bases teóricas, normativas legales, y por último se realizó la medición y evaluación del riesgo. El diagnóstico inicial muestra el desconocimiento del riesgo de vibraciones y sus efectos patológicos por parte de la empresa, y los conductores por lo que se presenta la inexistencia de medidas preventivas y de control.

Como resultados se pudo determinar según los niveles de bienestar que establece la Norma Técnica ISO 263. En asiento y en respaldo, el tipo de suelo en el que más se presentaron niveles altos de molestia es el empedrado, tomando en cuenta su porcentaje de cobertura en la ciudad de Ibarra (pág. 23). Niveles que generan una reducción del rendimiento físico y mental, y que además pueden generar accidentes y enfermedades profesionales. Además, se pudo detectar que, las posturas forzadas en periodos largos de trabajo en posición sentada, causa los trastornos músculo-esqueléticos principalmente en la zona lumbar esta dolencia se debe principalmente a dos factores los cuales son: estrés postural y la exposición a largo plazo a las VCC.

Con base en los datos obtenidos de la evaluación y la información documental de este estudio, se desarrolló una propuesta de control en la cual se presentaron alternativas de prevención y control sobre la fuente, medio y receptor, así como también medidas complementarias, para disminuir el riesgo de vibraciones, proteger la salud y la seguridad de los conductores de buses urbanos de la ciudad de Ibarra.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the level of damage that exposure to vibrations can cause to the health of urban bus drivers and thus design a proposal for controlling the risk of vibrations, based on the NTE INEN ISO-2631, based on the results of the evaluation, which contributes to improving decision-making and will guarantee the health of workers.

The present work began with the identification of the problem and the statement of the objectives to be achieved, followed by the investigation of the theoretical bases, legal regulations, and finally the measurement and evaluation of risk was carried out. The initial diagnosis shows the ignorance of the risk of vibrations and its pathological effects on the part of the company and the drivers, which is because there, is no preventive and control measures.

As results, it could be determined according to the levels of well-being established by the Technical Standard ISO 263. In the seat and backrest, the type of floor in which the highest levels of discomfort were presented is cobblestone, taking into account its percentage of coverage in the city of Ibarra (page. 23). Levels that generate a reduction in physical and mental performance, and that can also cause accidents and occupational diseases. In addition, it was possible to detect that forced postures in long periods of work in a sitting position cause musculoskeletal disorders, mainly in the lower back; this ailment is mainly due to two factors, which are postural stress and long-term exposure to the VCC.

Based on the data obtained from the Evaluation and the documentary information of this study, a control proposal was developed in which prevention and control alternatives were presented on the source, medium and receptor, as well as complementary measures, to reduce the risk of vibrations, protect the health and safety of urban bus drivers in the Ibarra city.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

La Cooperativa 28 de septiembre es una empresa que brinda servicio de transporte urbano en el Cantón Ibarra, empezó su funcionamiento en el año 1967 y actualmente es el principal transporte público de la ciudad. El tiempo de uso de los autobuses y el año de fabricación en conjunto con el estado de las vías, son factores que producen un alto grado de exposición a las vibraciones, las calles de las rutas de recorrido de estos autobuses son asfaltadas, empedradas, adoquinadas y de tierra, y se encontró que en la Cooperativa el año de fabricación de los buses en el rango del 2000 al 2005 están el 70% de las unidades, del 2006 al 2010 el 17% y por último solo el 6% menor al año 2000.

Una reciente revisión de estudios epidemiológicos y de laboratorio indica una relación existente entre la vibración y las lumbalgias y se ha presentado incremento de esta afección en conductores de tractores, camiones de carga, autobuses, así como en pilotos de helicópteros y aviones, estos estudios sugieren que la lumbalgia ocurre en edad temprana en sujetos expuestos a vibración. También encontraron que conducir un camión pesado incrementa el riesgo de hernia de disco. Y cambios radiográficos en la columna, sin embargo, hay que recordar que las cargas posturales en combinación con vibraciones son un factor significativo en los síntomas de lumbalgias. (Valenzuela, 2012)

A pesar de la numerosa población laboral expuesta, la escasa cultura preventiva frente a los riesgos por exposición a vibraciones mecánicas, es hoy en día una realidad. El efecto peligroso de herramientas o máquinas vibrantes es conocido pero subestimado (Kucuk, 2016).

Un diagnóstico inicial mediante la revisión y confirmación de la información con el gerente de la Cooperativa de transporte 28 de septiembre, Se concluyó que, no existe una evaluación ni medidas de control o prevención de riesgos por exposición a vibraciones en la fuente, medio de transmisión y el receptor. Esta situación origina un desconocimiento de como las vibraciones afectan al estado de salud de los conductores y la productividad, por lo que es necesario realizar esta investigación para lograr disminuir las posibles afectaciones a la salud, mejorar la productividad y la calidad de vida de los conductores y sus familias.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de control del riesgo por vibraciones en los conductores de buses de la Cooperativa 28 de septiembre para contribuir a la toma de decisiones que mejoren la salud de los trabajadores.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar la revisión bibliográfica que contenga los conceptos referentes al riesgo por vibraciones para sustentar la investigación propuesta.
- Evaluar el riesgo de vibraciones en el cuerpo entero de los conductores de autobuses de la Cooperativa, en base a la NTE INEN-ISO 2631-1:2014.
- Elaborar una propuesta de control del riesgo de vibraciones a partir de los resultados obtenidos de la evaluación para disminuir las afecciones a la salud y mejorar el desempeño laboral en los conductores de buses urbanos.

1.3 ALCANCE

Este trabajo de grado está encaminado al diseño de una propuesta de control de riesgo de exposición por vibraciones basada en la norma NTE INEN-ISO 2631-1:2014, en la Cooperativa de transportes 28 de septiembre del cantón Ibarra que cuenta con 15 rutas y 160 unidades de transporte a las cuales se les aplicará un muestreo estadístico para la selección de la muestra que se usará en la medición y evaluación. Con el fin de conocer el grado de daño que puede provocar a la salud de los conductores de buses urbanos, y aportar a la toma de decisiones por parte de la administración que busque minimizar los impactos del riesgo desde el punto de vista de la seguridad y salud laboral.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Actualmente existen mejoras en el campo de la seguridad industrial y salud ocupacional, sin embargo, en las industrias se siguen presentando altas tasas de accidentabilidad y afecciones a la salud, según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2018) se considera que 317 millones de accidentes ocurren en relación al trabajo y que cada día fallecen 6300 personas a causa de accidentes o enfermedades laborales. (García, 2017). Por lo general Los conductores de autobuses trabajan expuestos a vibraciones en todo el cuerpo por largos periodos de tiempo, presentando molestias y afecciones a largo o corto plazo en su salud.

La Constitución del Ecuador en el Capítulo VI, Trabajo y Producción, en la sección 3, Art 326 establece que: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio que garantice su salud, seguridad, higiene y bienestar”. (Nacional, 2008). El factor humano es el principal activo de toda empresa y por lo tanto el necesita una mejor y más eficiente gestión, considerando que las actividades productivas son de por sí peligrosas y

que no todo riesgo puede ser sorteado es imprescindible la preocupación real de la protección de los trabajadores en el entorno laboral.

Es importante realizar un estudio de vibraciones mecánicas, ya que se identificará la situación actual de la Coop. 28 de septiembre con respecto a este riesgo físico y la exposición a las vibraciones que experimentan los conductores en su labor diaria, de esta forma permitirá ejemplificar como se debe medir, evaluar y controlar el riesgo para resguardar la salud de los conductores con el fin de minimizar enfermedades laborales por lo que esta investigación estará proporcionando información técnica de acuerdo a las necesidades de la empresa.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. LA VIBRACIÓN

Las vibraciones son agentes físicos generados por energía mecánica, que según la O.I.T. abarcan a todo movimiento transmitido al cuerpo humano por estructuras sólidas capaz de producir un efecto nocivo o cualquier tipo de molestia. Provocan en el organismo de las personas expuestas alteraciones en el cuerpo entero principalmente en la columna vertebral y en el sistema mano – brazo. (Falagan, 2015)

En una definición técnica la vibración se puede definir como todo movimiento oscilatorio de un cuerpo sólido entre dos posiciones extremas respecto a una posición de referencia (situación intermedia de equilibrio) cuando se aplica una fuerza fluctuante a un sistema elástico. (Falagan, 2015)

2.1.1 Vibraciones mecánicas

Una vibración mecánica es el movimiento de una partícula o cuerpo que oscila alrededor de una posición de equilibrio. La mayoría de las vibraciones en máquinas y estructuras son indeseables debido al aumento de los esfuerzos y a las pérdidas de energía que las acompañan. (Cornwell, 2013)

2.1.2 Vibraciones en cuerpo entero

Las vibraciones del cuerpo completo ocurren cuando el cuerpo está apoyado en una superficie vibrante (por ejemplo; cuando se está sentado en un asiento que vibra, de pie sobre un suelo vibrante o recostado sobre una superficie vibrante). Las vibraciones de cuerpo

completo se presentan en todas las formas de transporte y cuando se trabaja cerca de maquinaria industrial. (OIT, 2018)

2.1.3 Movimiento armónico simple

El movimiento armónico simple es la proyección sobre un diámetro de un punto "P" que se mueve sobre una circunferencia con velocidad angular constante. (Falagan, 2015)

2.1.4 Señal oscilatoria

Para poder interpretar de mejor manera la señal oscilatoria, se define los términos y magnitudes de una onda sinusoidal generada por un movimiento armónico simple.

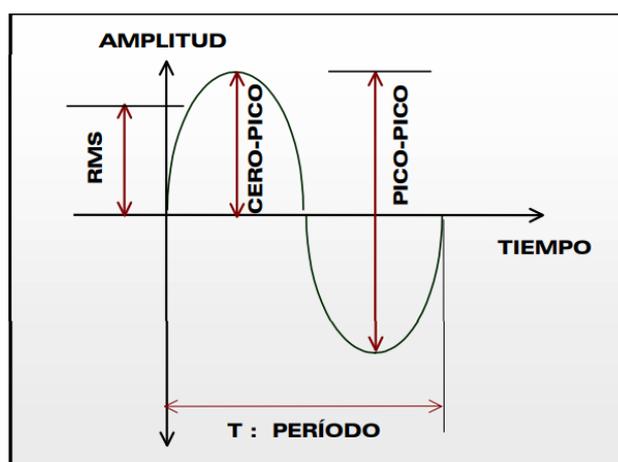


Figura 1 Onda sinusoidal en términos de amplitud

Fuente: A-MAC S.A Análisis de Maquinaria

2.1.5 Frecuencia

Se conoce como la recurrencia con que se genera un evento cíclico o periódico, en física se puede presentar en periodicidad de ondas, oscilaciones y rotación. En una señal de onda sea esta analógica o digital, el período se invierte para obtener una frecuencia, el período y la frecuencia son entonces inversamente proporcionales, Esto se ilustra en la figura 2, donde

podemos apreciar que la forma de onda superior tiene la menor frecuencia y la mayor frecuencia la tiene la forma de onda inferior. (Instruments, 2013)

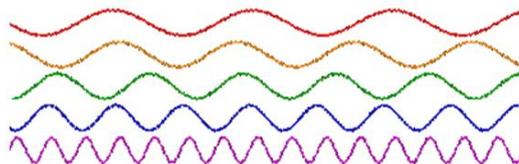


Figura 2 Formas de onda de frecuencia

Fuente: (Instruments, 2013)

Para la determinación de la frecuencia el vibrómetro nos arrojará el dato exacto y para su evaluación existen las siguientes ponderaciones como:

- De muy baja frecuencia, menos de 1 Hz.
- De baja frecuencia, entre 1 Hz y 20 Hz.
- De alta frecuencia, entre 20 Hz y 1000 H

(Falagan, 2015)

2.1.6 Amplitud

Se define como una señal armónica que está relacionada al valor más alto que registra una variable, medida desde el punto medio o de equilibrio. En un movimiento ondulatorio o una señal electromagnética, se conoce a la amplitud de onda como la distancia existente entre el máximo valor del espectro y el punto de equilibrio. (ESPE, 2018)

En conclusión, se puede determinar a la amplitud como el desplazamiento máximo en relación con el punto de equilibrio y está relacionada directamente con la potencia de la vibración.

Se mide en: Aceleración $\frac{m}{s^2}$, Velocidad $\frac{m}{s}$ y Desplazamiento (m).

2.1.7 Período

El periodo es el tiempo que tarda en completarse un ciclo completo, se representa con la letra T y se mide en segundos (s). (Miguel, 1995)

2.1.8 Aceleración

Representa la intensidad de las oscilaciones y está asociada con la transferencia de energía, también la podemos definir como variación de la velocidad desde cero hasta el máximo de cada ciclo esta se mide en: m/s^2 y para su cálculo:

$$A_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \omega^2 X_0 \text{sen}(\omega t) = -A_0 \text{sen}(\omega t + \pi)$$

siendo:

A_t (m/s^2): Aceleración instantánea, medida en un tiempo "t".

A_0 (m/s^2): Aceleración máxima, o valor pico: $\omega^2 x_0$.

Umbral de percepción $10^{-6} m/s^2$.

(Falagan, 2015)

2.1.9 Desplazamiento

La expresión del desplazamiento o elongación puede representarse:

$$X_T = X_0 \text{sen} \left(2\pi \frac{t}{T} \right) = X_0 \text{sen}(2\pi f t) = X_0 \text{sen}(\omega t)$$

donde:

XT (m): Desplazamiento instantáneo, medido en un tiempo t.

XQ (m): Desplazamiento máximo o valor pico.

t (s): Tiempo.

T (s): Periodo total de la oscilación (tiempo que transcurre para el total desarrollo de un ciclo).

f (Hz): Frecuencia; inversa del periodo (número de ciclos que se producen, por unidad de tiempo). ω (Hz): Frecuencia angular = $2\pi f$.

(Falagan, 2015)

2.1.10 Tiempo de exposición

Este es la duración del ciclo de trabajo que se multiplica por las veces que se repite el mismo durante la jornada. (INSHT, 2014)

Tiempo exp. diario = (duración del ciclo de trabajo x frecuencia del ciclo)

2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS VIBRACIONES

Pueden clasificarse de la siguiente manera:

2.2.1. Según la parte del cuerpo afectada:

2.2.1.1 Vibraciones de cuerpo completo

Se presentan cuando el cuerpo se encuentra apoyado a una superficie vibrante como, (sentado en un asiento que transmite la vibración, de pie sobre un suelo que vibra o acostado sobre la superficie vibrante). Estas vibraciones de cuerpo completo ocurren en todas las formas de transporte y en trabajos con maquinaria industrial. (ISO-2631, 2014)

2.7.1.2. Vibración mano-brazo

Son las que ingresan a través de las manos, Son causadas por diferentes procesos en la industria como: la agricultura, la minería y la construcción, en los que se manipula herramientas o piezas vibrantes con las manos o los dedos. La exposición de vibraciones de este tipo puede causar diversos trastornos. (ISO-2631, 2014)

2.7.2. Según sus características físicas:

- **Vibraciones periódicas:** son aquellas en las que se repite periódicamente sin variar los parámetros que las definen. (son las más sencillas).
- **Vibraciones no periódicas:** Son fenómenos transitorios como: golpes, choques, etc en los que se transmite al cuerpo una gran cantidad de energía en un corto período de tiempo.
- **Vibraciones aleatorias:** son las que se generan con un movimiento irregular de las partículas. (Diez, 2008)

2.3 FUENTES DE VIBRACIONES MECÁNICAS

Un transporte al desplazarse en condiciones normales experimenta vibraciones generadas por múltiples fuentes, estas pueden ser:

2.3.1 Propias del vehículo

Son fuentes de excitación de vibraciones que son parte del vehículo y se producen por componentes giratorios como:

- La suspensión

- El motor.
- Sistema de tracción / transmisión.
- Las uniones de las ruedas o neumáticos.

Un estudio realizado por un estudiante de la universidad Politécnica del Ecuador demostró que el 95.38% de los valores obtenidos de vibración tomados en el asiento son provenientes en la suspensión. (Guatoluña, 2016)

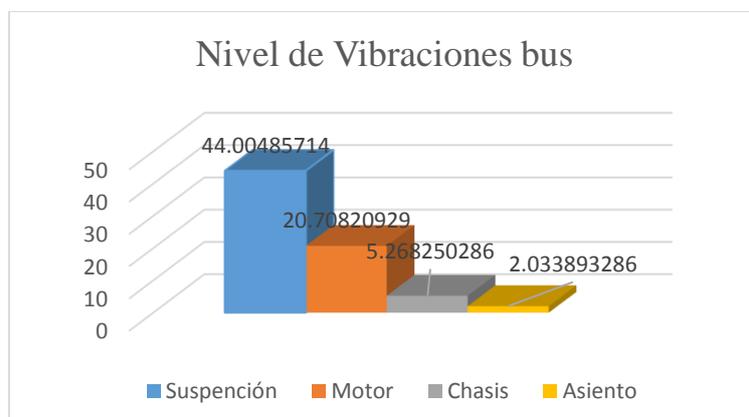


Figura 3 Niveles de vibración de un bus de transporte de pasajeros

Fuente: Tesis Escuela Politécnica Nacional.

2.3.2 Otras fuentes:

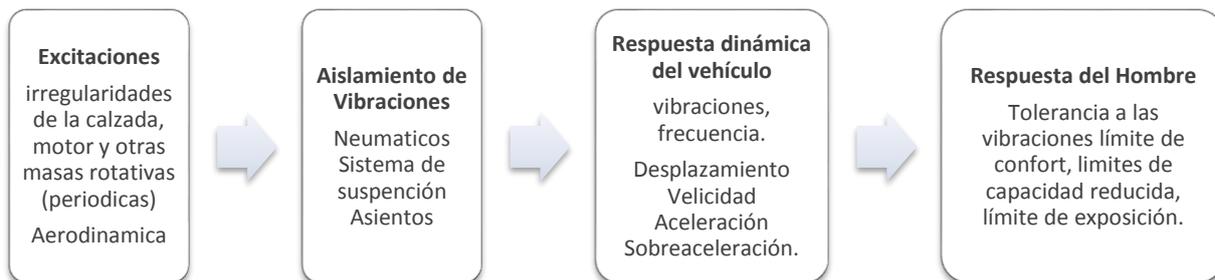


Figura 4 Principales elementos que influyen ICV (incomodidad cinética vibratoria)

Fuente: (Izquierdo, Noviembre, 2001)

- Asientos inapropiados o que han sobrepasado su vida útil.
- Estado del terreno: irregularidades de la carretera, material del que se compone.
- Daño en el sistema de suspensión del vehículo.

2.4 CRITERIOS LEGALES

2.4.1 La Constitución

2.4.1.1 La Salud

La constitución del Ecuador de la Asamblea Constituyente en su Capítulo 2° "Derechos del buen vivir" en su Art 32 (sección séptima) establece que: La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. (Asamblea, 2016)

2.4.1.2 Trabajo y seguridad social

La constitución del Ecuador de la Asamblea Constituyente en su Capítulo 2° "Derechos del buen vivir" en su Art 33 y 34. (Asamblea, 2016) establece que:

Art. 33.- El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado. (Asamblea, 2016)

Art. 34.- El derecho a la seguridad social es un derecho irrenunciable de todas las personas, y será deber y responsabilidad primordial del Estado. La seguridad social se regirá por los principios de solidaridad, obligatoriedad, universalidad, equidad, eficiencia, subsidiaridad, suficiencia, transparencia y participación, para la atención de las necesidades individuales y colectivas. (Asamblea, 2016)

2.4.2 Tratados y convenios internacionales

2.4.2.1 Convenio del Medio Ambiente

En el Convenio N°148 sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones), de la OIT en su Art 3 inciso (c) define que: el término vibraciones comprende toda vibración transmitida al organismo humano por estructuras sólidas que sea nociva para la salud o entrañe cualquier otro tipo de peligro. (O.I.T., 1977)

Disposiciones Generales Art. 7 Parte II. dicta que:

1. Deberá obligarse a los trabajadores a que observen las consignas de seguridad destinadas a prevenir y limitar los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo, y a asegurar la protección contra dichos riesgos. (O.I.T., 1977)

2. Los trabajadores o sus representantes tendrán derecho a presentar propuestas, recibir informaciones y formación, y recurrir ante instancias apropiadas, a fin de asegurar la protección contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo. (O.I.T., 1977)

DECISIÓN 584 Sustitución de la Decisión 547, Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Capítulo IV "los derechos y obligaciones de los trabajadores" dicta que:

Artículo 18.- Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar.

Los derechos de consulta, participación, formación, vigilancia y control de la salud en materia de prevención, forman parte del derecho de los trabajadores a una adecuada protección en materia de seguridad y salud en el trabajo. (Trabajo I. A., 2004)

Artículo 19.- Los trabajadores tienen derecho a estar informados sobre los riesgos laborales vinculados a las actividades que realizan.

Complementariamente, los empleadores comunicarán las informaciones necesarias a los trabajadores y sus representantes sobre las medidas que se ponen en práctica para salvaguardar la seguridad y salud de los mismos. (Trabajo I. A., 2004)

2.4.3 Leyes orgánicas

2.4.3.1 Código de trabajo

En el Capítulo VI: Trabajo en empresas de transporte Art. 325.- Jornadas especiales de trabajo. - Atendida la naturaleza del trabajo de transporte, su duración podrá exceder de las ocho horas diarias, siempre que se establezcan turnos en la forma que acostumbra hacerlos las empresas o propietarios de vehículos, de acuerdo con las necesidades del servicio, incluyéndose como jornadas de trabajo los sábados, domingos y días de descanso obligatorio. (Trabajo C. d., 1978)

2.4.3.2 Transporte Transito y Seguridad Vial

La LEY Orgánica de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial capítulo II del régimen administrativo, sección I de las operadoras del transporte terrestre Art. 77.- Constituye una operadora de transporte terrestre, toda persona jurídica, sea cooperativa o compañía, que habiendo cumplido con todos los requisitos exigidos en esta Ley, su Reglamento y demás normativa aplicable, haya obtenido legalmente el título habilitante para prestar el servicio de

transporte terrestre en cualquiera de sus clases y tipos. Nota: Artículo sustituido por Ley No. 0, publicada en También en su Registro Oficial Suplemento 407 de 31 de diciembre del 2014.

Art. 78.- Toda operadora de transporte terrestre que estuviese autorizada para la prestación del servicio, deberá hacerlo única y exclusivamente en las clases de automotores que el Reglamento determine, dependiendo de su clase y tipo.

En Disposiciones Generales Art. 240 OCTAVA. - Los operadores del servicio de transporte público o quienes en general, para el desarrollo de sus actividades, contraten choferes profesionales para su servicio, deberán afiliarlos obligatoriamente al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). (Vial, 2014)

DECIMAQUINTA. - Los vehículos de servicio público, que hubieren cumplido su vida útil, deberán someterse al proceso de renovación y chatarrización del parque automotor, de acuerdo con lo establecido en el reglamento de la presente Ley. (Vial, 2014)

2.4.4 Decretos y Reglamentos

2.4.4.1 Decreto Ejecutivo 23-93 Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores del IESS Art. 55 dice:

Inciso 8. (Agregado inc. 2 por el Art. 30 del D.E. 4217, R.O. R.O. 997, 10-VIII-88) Las máquinas - herramientas que originen vibraciones tales como martillos neumáticos, apisonadoras, remachadoras, compactadoras y vibradoras o similares, deberán estar provistas de dispositivos amortiguadores y al personal que los utilice se les proveerá de equipo de protección anti vibratorio. (IESS)

Inciso 9. (Reformado por el Art. 35, y agregado inc. 2 por el Art. 30 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Los equipos pesados como tractores, traíllas, excavadoras o análogas que produzcan vibraciones, estarán provistas de asientos con amortiguadores y suficiente apoyo

para la espalda. Los trabajadores sometidos a tales condiciones deben ser anualmente objeto de estudio y control audiométrico. (IESS)

Art 53 inciso 4. En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante. (IESS)

2.5 NORMA ISO NTE INEN 2631-1 VIBRACIONES DE CUERPO COMPLETO.

Esta norma establece los límites permisibles de vibración transmitidas a las edificaciones con el fin de evitar la molestia en sus ocupantes, así como los métodos y procedimientos para su determinación. Esta norma consta de dos partes. La primera establece los requisitos generales para la evaluación de la exposición a vibraciones de cuerpo entero. La segunda parte se centra en las vibraciones en edificios. La primera parte distingue tres tipos de efectos: sobre la salud, sobre el bienestar y la percepción, y sobre el mal del movimiento. En el caso del bienestar y la percepción, no se establece ningún valor de referencia debido a la gran diferencia en la capacidad de percepción y tolerancia de las personas. (ISO-2631, 2014)

A modo de ejemplo, indica una serie de valores obtenidos en un estudio realizado en viajeros de transporte público: Intensidad de la vibración Sensación del viajero. l.lk, Se ha observado también que personas sanas podrían empezar a percibir vibraciones cuando la intensidad de la vibración es de 0,015 m/s². (ISO-2631, 2014)

Esta norma recoge así mismo las vibraciones en frecuencias entre 0,1 Hz y 0,5 Hz, que producen el efecto considerado como mal del movimiento: a mayor tiempo de exposición, mayor probabilidad de que aparezcan síntomas como mareo y estómago revuelto. Estos

síntomas desaparecen al poco tiempo de que desaparezca la exposición a las vibraciones. En este caso, existe la posibilidad de adaptación, pero esto ocurre tras largos periodos de exposición. (ISO-2631, 2014)

2.6 IDENTIFICACIÓN, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO DE VIBRACIONES

2.6.1 Identificación

La identificación del riesgo de vibraciones se realizará mediante el método NTP analizando sus niveles de probabilidad y consecuencias. (INSHT), 2014)

La metodología NTP 330, permite cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y, en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección. Para ello se parte de la detección de las deficiencias existentes en los lugares de trabajo para, a continuación, estimar la probabilidad de que ocurra un accidente y, teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, evaluar el riesgo asociado a cada una de dichas deficiencias. En esta metodología consideraremos, según lo ya expuesto, que el nivel de probabilidad es función del nivel de deficiencia y de la frecuencia o nivel de exposición a la misma. (INSHT), 2014)

El nivel de riesgo (NR) será por su parte función del nivel de probabilidad (NP) y del nivel de consecuencias (NC) y puede expresarse como:

$$NR = NP \times NC$$

Nivel de probabilidad En función del nivel de deficiencia de las medidas preventivas y del nivel de exposición al riesgo, se determinará el nivel de probabilidad (NP), el cual se puede expresar como el producto de ambos términos (INSHT), 2014)

$$NP = ND \times NE$$

Tabla 1 Categorización del nivel de probabilidad

		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	MA-20	MA-10
	6	MA-24	MA-18	MA-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 2 Significado de los diferentes niveles de probabilidad

Nivel de Probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Como puede observarse en la tabla 3: la escala numérica de consecuencias es muy superior a la de probabilidad. Ello es debido a que el factor consecuencias debe tener siempre un mayor peso en la valoración.

Tabla 3 *Determinación del nivel de consecuencias*

Nivel de consecuencias	NC	Significado	
		Daños Personales	Daños materiales
Mortal o Catastrófico (M)	100	1 muerto o más	Dstrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy Grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Dstrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad laboral Transitoria (I.L.T)	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro del proceso

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

2.6.1.1 Nivel de riesgo y nivel de intervención

La tabla 4, permite determinar el nivel de riesgo y, mediante agrupación de los diferentes valores obtenidos, establecer bloques de priorización de las intervenciones, a través del establecimiento también de cuatro niveles (indicados en el cuadro con cifras romanas).

Tabla 4 Determinación del nivel de riesgo y de intervención

		Nivel de exposición (NE)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de deficiencia (ND)	100	4000-2400	2000-1200	MA-20	MA-10
	60	2400-1440	1200-600	MA-12	M-6
	25	1000-600	500-250	B-4	B-2
	10	400-240	40-20	80-60	40-20

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Los niveles de intervención obtenidos tienen un valor orientativo. Para priorizar un programa de inversiones y mejoras, es imprescindible introducir la componente económica y el ámbito de influencia de la intervención. Así, ante unos resultados similares, estará más justificada una intervención prioritaria cuando el coste sea menor y la solución afecte a un colectivo de trabajadores mayor. Por otro lado, no hay que olvidar el sentido de importancia que den los trabajadores a los diferentes problemas. La opinión de los trabajadores no sólo ha de ser considerada, sino que su consideración redundará ineludiblemente en la efectividad del programa de mejoras. El nivel de riesgo viene determinado por el producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencias. (INSHT), 2014)

La tabla 5, establece la agrupación de los niveles de riesgo que originan los niveles de intervención y su significado.

Tabla 5 Significado del nivel de intervención

Nivel de Intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación Crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

2.6.2 Medición

2.6.2.1 Base de la medición

Las vibraciones deben medirse en relación a un sistema de coordenadas que parta desde un punto desde el que se considera que las vibraciones entran en el cuerpo humano. En la figura 5, se muestran los principales sistemas de coordenadas basicéntricas pertinentes.

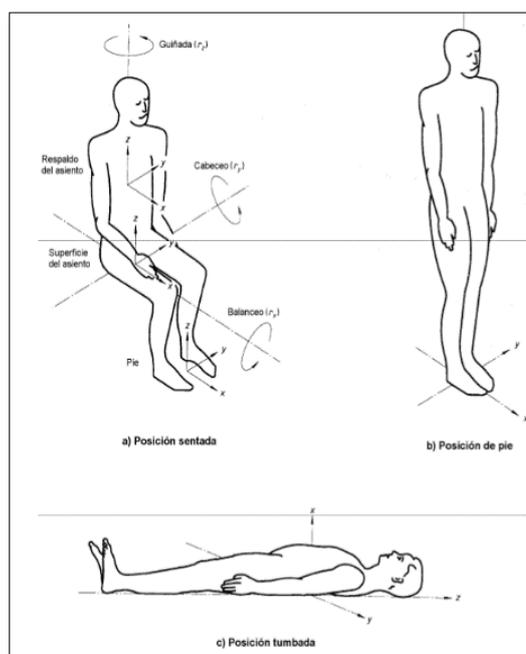


Figura 5 Sistemas de coordenadas basicéntricas pertinentes.

Fuente: (Falagan, 2015)

Los criterios para la medida y evaluación de la vibración del cuerpo completo siguen lo establecido en el proyecto de Norma ISO 26311: 1997. Para cada punto de medida en los tres ejes ortogonales, se hacen simultáneamente medidas continuas de los valores cuadráticos medios de la aceleración, registrando al menos durante un minuto a lo largo de las coordenadas biodinámicas representadas. (Falagan, 2015)

2.6.2.2 Duración de la medición

La duración de la medida debe ser suficiente para asegurar una precisión estadística razonable, y para poder afirmar que la vibración es típica de la exposición. Para obtener un error de medición de menos de 3 dB a un nivel de confianza del 90% se requiere una duración mínima de 108 s. (Falagan, 2015)

Generalmente el periodo de medida es mucho mayor, para que sea representativo de la exposición de la vibración, típicamente de 5 a 20 minutos: por ejemplo, de 5 minutos si se puede acompañar a la máquina, de 10 minutos si el ciclo que se repite es corto y de 15 minutos si es largo. (Falagan, 2015)

2.6.2.3 Lugar y Posicionamiento de la medición

La transición de la vibración tiene lugar fundamentalmente a través del asiento y en ocasiones del respaldo.



Figura 6 Vibración Transmitida por asiento o respaldo.

Fuente: (Falagan, 2015)



Figura 7 Localización del dolor en la espalda.

Fuente: (Falagan, 2015)

La vibración que se transmite al cuerpo debe medirse entre el cuerpo y la superficie que vibrante, es por ello que los transductores deben ubicarse de forma que reflejen la vibración en la interfaz entre el cuerpo y la fuente vibratoria. (Falagan, 2015)

Si consideramos el puesto de un conductor o sea una persona sentada se tienen en cuenta dos áreas de contacto entre el cuerpo y la superficie vibrátil:

- Superficie del asiento: la medida debe realizarse debajo de las posaderas, más específicamente deberán realizarse bajo la tuberosidad isquial. Para la posición del transductor: el eje y debe apuntar hacia el frente.
- Respaldo trasero: la medida debe realizarse en el área de apoyo principal del cuerpo. Para posicionar el transductor el eje y debe apuntar hacia arriba.

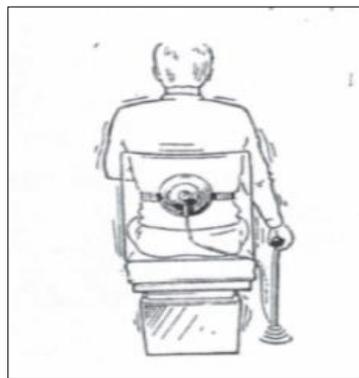


Figura 8 Localización del transductor preferiblemente en el respaldo del asiento.

Fuente: (Falagan, 2015)

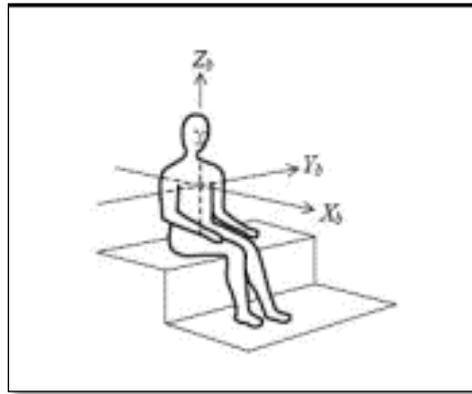


Figura 9 Dirección Basicéntricas de las Vibraciones en Cuerpo Entero.

Fuente: (Falagan, 2015)

2.6.2.4 Variables, Fórmulas y Cálculos en la Medición:

Aceleración equivalente diaria, referida a 8 horas, (A) 8

La aceleración se medirá de acuerdo al sistema de coordenadas basicéntricas en el que el eje “z” corresponde al eje longitudinal del cuerpo, que arranca de los pies y sale por la cabeza, independientemente de que este sea o no vertical. (ISO, 2014)

Dado que en la actualidad hay un consenso sobre la relación causa – efecto, la INEN ISO 2631-1 fija criterios estableciendo una “zona de precaución”. De esta forma el posible riesgo derivado de la exposición se evalúa mediante el siguiente gráfico.

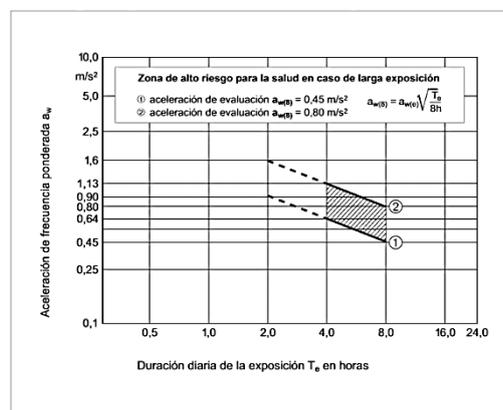


Figura 10 Posibilidad del riesgo por exposición a VCC “Zona de precaución.”

Fuente: (Falagan, 2015)

Para el cálculo de la aceleración equivalente diaria $A(8)$ referida a 8 horas y para cada eje de forma independiente tenemos:

$$A(8)(\text{asiento o respaldo}) = 1,4x \sqrt{\frac{(a_1^2 x t_1) + (a_2^2 x t_2)}{8}} = m/s^2$$

- Frecuencia

En este caso la frecuencia será medida con el equipo analizador de vibraciones DELTA HD 20-30. Por lo cual no requiere cálculos.

- Tiempo de exposición límite

Comparando el valor límite $VL = 1.15/m/s^2$ con respecto al valor límite más alto evidenciado al superarlo se denota que existe riesgo alto y debemos tomar medidas correctoras, para estimar el tiempo máximo permitido (en horas) podemos calcularlo mediante la fórmula:

$$T_{EMP} = \frac{V^2 L X 8}{A^2(8)} = \text{Horas}$$

Donde:

VL = es el valor límite.

$A^2(8)$ = es la aceleración ponderada referida a las 8 horas al cuadrado.

2.6.2.5 Instrumento de Medición

El analizador de vibraciones se usa para medir vibraciones y oscilaciones en muchas máquinas e instalaciones.

El HD2030 es un analizador de vibraciones portátil capaz de realizar análisis espectrales y estadísticos. El aparato cumple con todas las condiciones requeridas por la normativa vigente

en materia de protección de riesgo de los trabajadores relacionado con las vibraciones, además cumple las indicaciones de la INEN ISO 2631-1 y 2 (vibraciones transmitidas a cuerpo entero). (ISO, 2014)

Tabla 6 *Analizador de Vibraciones Delta HD 2030.*

EQUIPO DEL LABORATORIO DE HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL			
FOTO	EQUIPOS DE LABORATORIO	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	ACCESORIOS DISPONIBLES PARA EL EQUIPO
	Delta HD2030 - Vibration Analyzer	Analizador de vibraciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un Triaxial Acelerómetro (miniatura). 2. Un Juego de Conectores (equipo a computadora). 3. Una Memoria 1.0-GB - Ultra II. 4. Un Cable USB. 5. Una Abrazadera. 6. Un Acople de Soporte. 7. Tres Tornillos de Sujeción. 8. Un Tornillo Tipo Niplo. 9. Un Adhesivo Instantáneo. 10. Un Plato Sensor de Vibración. 11. Dos Juegos de Pilas AA.

Fuente: Laboratorios CINDU

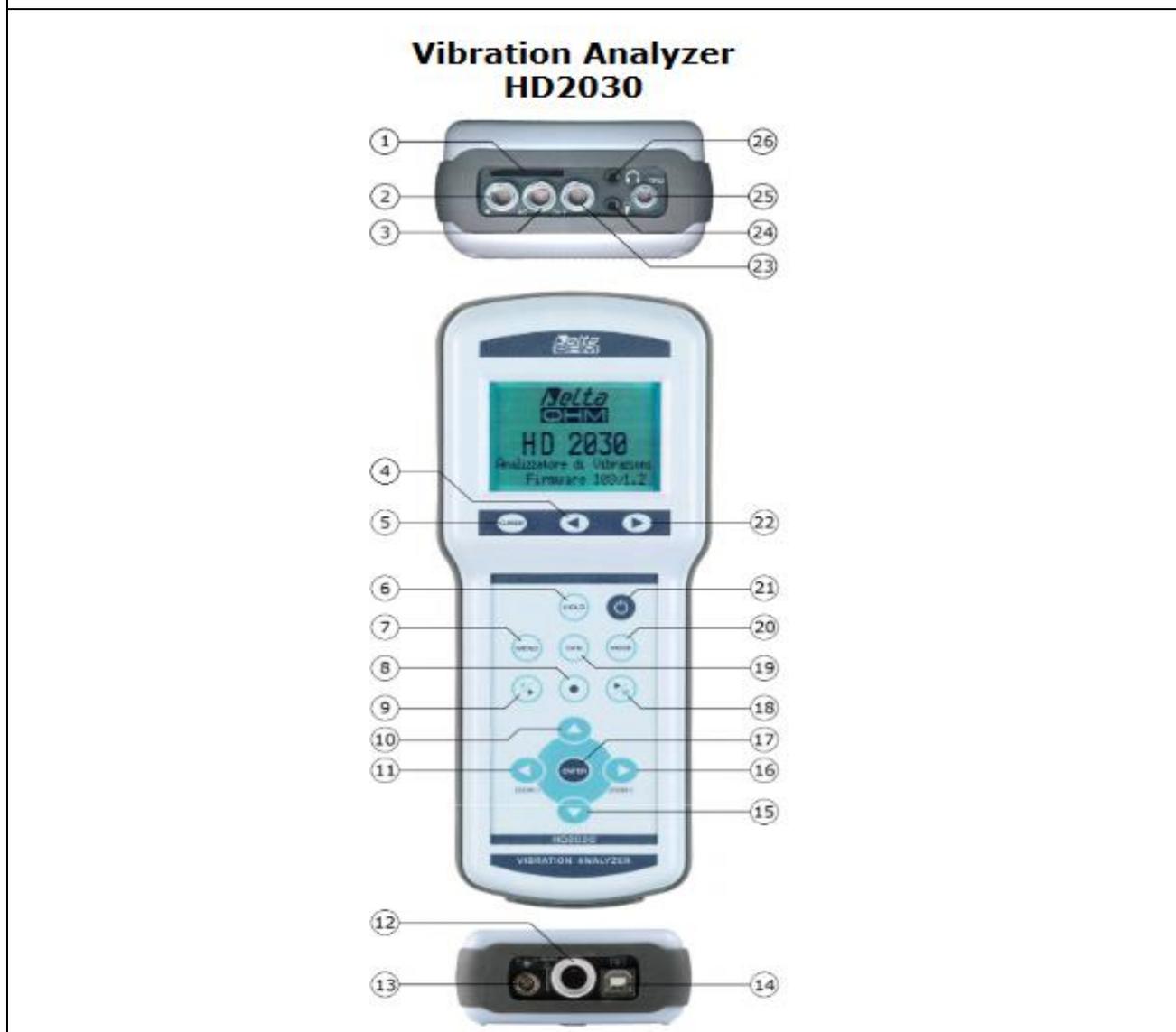
Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 7 Especificaciones de Uso del Instrumento.

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Entrada tarjeta memoria SD capacidad máxima 2G
2	Conector de 4 polos para conexión de acelerómetro Triaxial o mono axial con electrónico integral.
3	Conector de 6 polos para salida analógica tipo (LINE) de los 4 canales del acelerómetro.
4	Botón flecha IZQUIERDA: en grafica da movilidad, en modalidad VLM hace pasar las pantallas, en modalidad espectro permite pasar la visualización de aceleración a velocidad y a la de desplazamiento.
5	Botón CURSOR: en gráfica permite seleccionar un cursor o dos a la vez. Manteniendo presionado el botón a menos 2 segundos en el espectro se activa el trazado de línea de a.
6	El botón HOLD: bloquea temporalmente la actualización del monitor.
7	Botón MENÚ: permite acceder a configuraciones y lista de programas. También se sale y se vuelve a la medida.
8	Botón REC (registro): combinándolo con STAR/STOP/RESET activa el registro continuo de los datos en la memoria.
9	Botón PAUSE Y CONTINUE: pone en pausa las medidas realizadas.
10	Botón flecha ARRIBA: selecciona la línea o aumenta el parámetro. En la pantalla VLM modifica
11	Botón flecha IZQUIERDA: se utiliza para editar los parámetros atribuidos. En VLM cambia la unidad de medida. En modalidad gráfica comprime la escala vertical.
12	Conector tipo MinDin para puerto serial RS232C. o de un PC o a una impresora HD40.1 es necesario usar un cable serial null modem, que posee un conector de 9 polos.
13	Conector macho para la alimentación externa.
14	Conector USB tipo B con el que se conecta a la PC.
15	Botón flecha ABAJO: en el menú selecciona la línea siguiente o disminuye el parámetro. En VML, modifica los límites de la barra horizontal.
16	Botón flecha DERECHA: se utiliza para editar los parámetros atribuidos. En modalidad gráfica agranda la escala vertical. En VLM cambia la unidad de medida.
17	Botón ENTER: confirma la introducción de un dato o la modificación de este parámetro.
18	Botón STAR/STOP/RESET: apretando STOP, inicia la toma de medidas. En modalidad RUN, termina la toma de las medidas. PAUSE, pone a cero el valor de las medidas.
19	Botón CHN: selecciona a rotación los cuatro canales de medida CH1, ...,CH4.
20	Botón MODE: selecciona en secuencia circular las diversas modalidades de visualización del aparato.
21	Botón ON/OFF: enciende o apaga el equipo.

22	Botón flecha DERECHA del teclado: desplaza hacia la derecha el cursor o los dos cursores activos (que parpadean). En VLM desplaza las pantallas. En espectro permite pasar de la visualización de las aceleraciones a la de velocidad y a la de desplazamiento.
23	Conector de 4 polos tipo LEMO-B para la conexión de un acelerómetro mono axial (tipo IEPE o compatible).
24	Conector Jack de 3.5 mm para la conexión de un micrófono para grabación de voz.
25	Conector de 4 polos tipo LEMO-00 para la salida trigger.
26	Conector Jack de 3.5 mm para la conexión de los auriculares.

ILUSTRACIÓN DEL INSTRUMENTO



Fuente: Manual HD 2030

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

2.6.3 Evaluación

La INEN-ISO 2631-1 fija métodos de cuantificación de la vibración del cuerpo completo, bien sean vibraciones periódicas, aleatorias o transitorias, en relación con diferentes grados de afección. (ISO, 2014) El intervalo de frecuencia considerado es:

- 0,5 Hz a 80 Hz para salud, confort y percepción
- 0,1 Hz a 0,5 Hz para mareo.

Para conocer si a la magnitud de la aceleración total ponderada en frecuencia presenta reacciones que afecten el confort, bienestar y la salud de las personas expuestas es necesario realizar una comparación con los valores expuestos en la tabla # donde se exponen valores de referencia en los que el cuerpo humano percibe sensaciones de malestar a diferentes aceleraciones. (ISO, 2014)

Tabla 8 Ponderaciones de la intensidad de la vibración

EVALUACIÓN DEL CONFORT (0,5 Hz a 60 Hz)	
Menos de 0,315 m/s ²	No molesto
De 0,315 m/s ² a 0,63 m/s ²	Un poco molesto
De 0,5 m/s ² a 1 m/s ²	Algo molesto
De 0,8 m/s ² a 1,6 m/s ²	Molesto
De 1,25 m/s ² a 2,5 m/s ²	Muy molesto
Mayor de 2 m/s ²	Extremadamente molesto
PERCEPCIÓN (0,5Hz a 80 Hz)	
0.015 m/s ² (0,01 – 0,02) m/s ²	Una persona sana ya percibe sensaciones
MAREO PRODUCIDOPOR EL MOVIMIENTO (0,1 Hz a 0,5 Hz)	
0,5 m/s ²	Mareos

Fuente: INSHT, (ISO, 2014)

Elaborado por: Sarahi Bravomalo

2.6.3.1 Salud

Para la evaluación de esta, debe realizarse con respecto a la aceleración ponderada en frecuencia obtenida del asiento, y basarse en los niveles límite permitidos que dicta la norma.

Los valores aceptables de magnitudes de vibración dependen de muchos factores que varían con cada aplicación. Por lo tanto, no se define un límite en esta parte de la Norma ISO 2631, sin embargo, se encuentra más adelante el nivel límite permitido. (ISO, 2014)

2.6.3.2 Confort.

No hay evidencias conclusivas para apoyar la existencia de una dependencia universal de los efectos de la vibración sobre el bienestar.

Si el valor total de vibración puntual en un punto es menor que el 25% del máximo valor total de vibración, se puede excluir.

hay estudios que indican que, a mayor tiempo de exposición, mayor malestar, por lo menos durante la primera hora. (Aspectos ergonómicos de las vibraciones). (ISO, 2014)

2.6.3.3 Percepción de la vibración.

La evaluación de la perceptibilidad de la vibración debe realizarse con respecto a la aceleración r.m.s. ponderada determinada en cualquier eje en cualquier punto de contacto en cualquier tiempo.

A un cincuenta por ciento de alerta, las personas aptas solo pueden detectar una vibración ponderada con una magnitud de pico de 0,015 m/s².

Existe una gran variación entre individuos respecto a su capacidad para percibir vibraciones. Cuando el umbral de percepción media es aproximadamente 0,015 m/s², el rango intercuartílico de respuesta puede ampliarse aproximadamente desde un pico de 0,01 m/s² hasta un pico de 0,02 m/s².

El umbral de percepción disminuye ligeramente al aumentar la duración de la vibración hasta un segundo y muy poco para incrementos posteriores de duración. Aunque el umbral de percepción no continúa disminuyendo al incrementar la duración, la sensación producida por las vibraciones a magnitudes por encima del umbral puede continuar aumentando. (ISO, 2014)

La percepción subjetiva de las vibraciones está influida por parámetros físicos como la intensidad y la frecuencia:

- *Intensidad*: la mayoría de los estudios relacionan el aumento de los efectos subjetivos con el aumento en forma lineal de la intensidad, si bien hay algún estudio que indica que esta relación lineal no está totalmente demostrada.
- *Frecuencia*: aunque también hay estudios contradictorios, parece ser que, en el caso de cuerpo entero, la máxima sensibilidad para las vibraciones se produce en el rango de 1 a 80 Hz y en el caso de mano-brazo, en el de 8-1000 Hz.

En el caso del cuerpo entero, exposiciones por debajo de 1 Hz pueden producir el “mal del movimiento”. (ISO, 2014)

2.7 EFECTOS SOBRE LA SALUD POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

Tabla 9 Efectos de la exposición a Vibraciones.

TIPO DE VIBRACIÓN	FRECUENCIA	DAÑO
VIBRACIONES DE CUERPO COMPLETO	Frecuencias bajas de 2 a 20 Hz	Contracción tónica de los músculos de la espalda Lumbalgia y lesiones de la columna vertebral dolor abdominal y/o lumbar, alteraciones digestivas.
	Frecuencia Superior a 10 Hz	reflejo tendinosos disminuido a tiende a desaparecer
	Frecuencias muy bajas	Alteración de la función vestibular
	Frecuencia superior a 40 Hz	Daño y alteración del S.N.C.
	Frecuencia menor a 0.5 Hz	Mareo, náuseas, vómitos
	Frecuencias por debajo de 20 Hz	cefalea, alteraciones del sueño, etc.
	Frecuencias altas de 20 a 1000 Hz	Trastornos periféricos: Síndrome de Raynaud
	Frecuencias altas de 20 a 1000 H	venas varicosas de piernas, hemorroides y varicocele alteraciones neurovasculares.
	Frecuencias de 40 a 50 Hz	Cambios degenerativos de los huesos de los pies
VIBRACIONES TRANSMITIDAS A LAS MANOS	Frecuencias altas de 20 a 1000 Hz	Trastornos vasculares trastornos de huesos y articulaciones trastornos musculares
	Frecuencias bajas de 2 a 20 Hz	trastornos neurológicos periféricos

Fuente: (Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social)

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

En todo caso, los efectos de las vibraciones mecánicas sobre las personas se pueden encuadrar en las categorías siguientes:

- Disminución del bienestar.
- Incremento de la sensación de fatiga física y/o psíquica, con la correspondiente reducción del rendimiento en el trabajo y pérdida de atención.
- Mareos con una secuencia de efectos, como palidez, vértigo, confusión mental, náuseas, vómito, lesiones profesionales, derivadas de una exposición prolongada, como en el caso típico de trabajadores que utilizan máquinas guiadas a mano, que producen vibraciones, cuando los niveles de vibración superan ciertos límites.

- Lesiones de órganos internos, en casos de exposiciones puntuales a vibraciones con fuertes valores de aceleración

2.7.1 Efectos agudos

2.7.1.1 Malestar

Las vibraciones de cuerpo entero pueden causar sensaciones (por ejemplo, malestar e irritación) influir en las aptitudes del comportamiento humano o presentar un riesgo para la seguridad y la salud (por ejemplo, un daño patológico o un cambio fisiológico). La presencia de fuerzas oscilatorias con pequeños movimientos puede ocasionar efectos similares.

(INEN, 2014)

El malestar causado por la aceleración de la vibración depende de la frecuencia de vibración, la dirección de la vibración, el punto de contacto con el cuerpo y la duración de la exposición a la vibración. En la vibración vertical de personas sentadas, el malestar causado por la vibración vertical a cualquier frecuencia aumenta en proporción a la magnitud de la vibración.

(OIT, 2018)

La exposición a vibraciones, incluso por debajo de los límites legales, puede producir en los trabajadores sensación de malestar o incomodidad. Esta sensación dependerá de distintas variables entre las que se encuentran las características personales, la tarea que se realiza y la propia vibración. (INSHT, 2014)

2.7.1.2 Interferencia con la actividad

Las vibraciones pueden deteriorar la adquisición de información (p. ej., por los ojos), la salida de información (p. ej., mediante movimientos de las manos o de los pies) o los procesos centrales complejos que relacionan la entrada con la salida (p. ej., aprendizaje, memoria, toma de decisiones). Los mayores efectos de las vibraciones de cuerpo completo se producen en los

procesos de entrada (principalmente la visión) y en los de salida (principalmente el control continuo de las manos). Los efectos de las vibraciones sobre la visión y el control manual están causados principalmente por el movimiento de la parte del cuerpo afectada (es decir, el ojo o la mano. (OIT, 2018)

2.7.1.3 Alteraciones de las funciones fisiológicas

Las alteraciones en las funciones fisiológicas se producen cuando los sujetos están expuestos a un ambiente de vibraciones de cuerpo completo en condiciones de laboratorio. Las alteraciones típicas de una “respuesta de sobresalto” (p. ej., aumento de la frecuencia cardíaca) se normalizan rápidamente con la exposición continuada, mientras que otras reacciones continúan o se desarrollan de modo gradual. (OIT, 2018)

2.7.1.4 Alteraciones neuromusculares

La fatiga de los músculos de la espalda durante la exposición a las vibraciones puede ser superior a la que se observa en posturas sentadas normales sin vibraciones de cuerpo completo. Los reflejos de los tendones pueden disminuir o desaparecer temporalmente durante la exposición a las vibraciones de cuerpo completo a frecuencias superiores a 10 Hz. Las pequeñas alteraciones del control postural tras la exposición a las vibraciones de cuerpo completo son muy variables, y sus mecanismos e importancia práctica no son bien conocidos. (OIT, 2018)

2.7.1.5 Alteraciones cardiovasculares, respiratorias, endocrinas y metabólicas

Se han comparado las alteraciones observadas que persisten durante la exposición a las vibraciones con las que se producen durante el trabajo físico moderado (es decir, aumentos de la frecuencia cardíaca, presión arterial y consumo de oxígeno), incluso a una magnitud de vibración cercana al límite de tolerancia voluntaria. El aumento de ventilación obedece en parte a oscilaciones del aire en el sistema respiratorio. Las alteraciones respiratorias y metabólicas pueden no corresponderse, lo que posiblemente sugiere una perturbación de los mecanismos de

control de la respiración. Se han comunicado diversos hallazgos, en parte contradictorios, sobre alteraciones de las hormonas adrenocorticotrópicas (ACTH) y las catecolaminas. (OIT, 2018)

2.7.1.6 Alteraciones sensoriales y del sistema nervioso central

Las vibraciones verticales y horizontales impulsivas evocan potenciales cerebrales. También se han detectado alteraciones de la función del sistema nervioso central humano al utilizar potenciales cerebrales evocados por el sistema auditivo. (OIT, 2018)

2.7.2 Efectos a largo plazo

2.7.2.1 Riesgo para la salud de la columna vertebral

Seidel y Heide (1986), Dupuis y Zerlett (1986) y Bongers y Boshuizen (1990) han realizado minuciosos estudios de la literatura. En estas revisiones se llega a la conclusión de que intensas vibraciones de cuerpo completo de larga duración puede afectar negativamente a la columna e incrementar el riesgo de molestias lumbares. Tales molestias pueden ser consecuencia secundaria de una alteración degenerativa primaria de las vértebras y discos intervertebrales. Se descubrió que la parte afectada con más frecuencia es la región lumbar de la columna vertebral, seguida de la región torácica. (OIT, 2018)

En recientes años, se ha reflexionado mucho sobre los efectos de la vibración de cuerpo completo en la columna vertebral, sin embargo, la evidencia no es concluyente pero una reciente revisión de estudios epidemiológicos y de laboratorio indica una relación existente entre la vibración y las lumbalgias a pesar de no contar con una exacta relación dosis-respuesta. Un incremento de riesgo de lumbalgias ha sido encontrado en conductores de tractores, camiones de carga, autobuses, así como en pilotos de helicópteros y aviones, esos estudios sugieren que la lumbalgia ocurre en edad temprana en sujetos expuestos a vibración. Kelsey y Hardy encontraron que conducir un camión pesado incrementa el riesgo de hernia de disco en un factor de 4, mientras manejar un tractor o viajar más de 20 millas por día en un auto incrementa el

riesgo por un factor de 2. Estudios de población expuesta a la vibración también indican cambios radiográficos en la columna de esos sujetos, sin embargo, hay que recordar que las cargas posturales en combinación con vibraciones es un factor significativo en los síntomas de lumbalgias. (Chaffin. Gunnar B.J. Anderson, 2006)

2.7.2.2 Otros riesgos para la salud

Las vibraciones de cuerpo completo intensas a frecuencias superiores a 40 Hz pueden causar daños y alteraciones del sistema nervioso central. Solo en algunos estudios se ha encontrado un aumento de molestias inespecíficas, tales como dolor de cabeza y aumento de la irritabilidad. Un autor ha afirmado la aparición de alteraciones del electroencefalograma (Hamilton, 1918)

Se ha observado un complejo característico de síntomas y alteraciones patológicas del sistema nervioso central, el sistema musculoesquelético y el sistema circulatorio en operarios que trabajan de pie en máquinas utilizadas para la vibrocompactación de hormigón y están expuestos a niveles de vibraciones de cuerpo completo por encima del límite de exposición especificado en la Norma ISO 2631 con frecuencias superiores a 40 Hz. (ISO-5349, 1986)

Se han detectado cuatro grupos principales de alteraciones circulatorias con mayor incidencia entre trabajadores expuestos a vibraciones de cuerpo completo:

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, Alteraciones neurovasculares. Se cree que el aumento del riesgo de aborto, alteraciones menstruales y anomalías posicionales (p. ej., desprendimiento de útero) puede estar relacionado con la exposición de larga duración a las vibraciones de cuerpo completo véase: (Seidel, 1986.)

Tabla 10 Matriz de Efectos por exposición a vibraciones

MATRIZ DE EFECTOS POR RIESGO DE VIBRACIONES			
TIPO	EFECTOS	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
<u>EFFECTOS AGUDOS</u>	Malestar	El malestar causado por la aceleración de la vibración depende de la frecuencia de vibración, la dirección de la vibración, el punto de contacto con el cuerpo y la duración de la exposición a la vibración. En la vibración vertical de personas sentadas, el malestar causado por la vibración vertical a cualquier frecuencia aumenta en proporción a la magnitud de la vibración.	<ul style="list-style-type: none"> • Irritación • Influencia en aptitudes del comportamiento • Daño patológico • Cambio fisiológico
	Interferencia con la actividad	Las vibraciones pueden deteriorar la adquisición y la salida de información o los procesos centrales complejos que relacionan la entrada con la salida. Los efectos de las vibraciones sobre la visión y el control manual están causados principalmente por el movimiento de la parte del cuerpo afectada.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada: Visión (ojos) • Salida: control continuo de las manos Procesos centrales: <ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje • Memoria • Toma de decisiones
	Alteraciones de las funciones fisiológicas	Las alteraciones en las funciones fisiológicas se producen cuando los sujetos están expuestos a un ambiente de vibraciones de cuerpo completo en condiciones de laboratorio.	<ul style="list-style-type: none"> • Respuesta de sobresalto • Aumento de la frecuencia cardíaca
	Alteraciones neuromusculares	En muchas personas las alteraciones neuromusculares son la consecuencia de una mutación genética (enfermedad heredada). Otras causas son, posiblemente, el resultado de una respuesta inmune inflamatoria anormal del cuerpo a una exposición ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> • Fatiga muscular en la espalda • Disminución o desaparición de reflejos en los tendones • Alteraciones en el control postural
	Alteraciones cardiovasculares, respiratorias, endocrinas y metabólicas	Estas alteraciones que persisten durante la exposición a vibraciones se pueden comparar con las que se producen durante el trabajo físico moderado. El aumento de ventilación obedece en parte a oscilaciones del aire en el sistema respiratorio.	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la frecuencia cardíaca • Aumento de la presión arterial • Aumento del consumo de oxígeno • Perturbación de los mecanismos de control de la respiración • Alteraciones hormonales (adrenocorticotrópicas (ACTH) y las catecolaminas.)

	Alteraciones sensoriales y del sistema nervioso central	Las vibraciones verticales y horizontales impulsivas evocan potenciales cerebrales. También se han detectado alteraciones de la función del sistema nervioso central humano al utilizar potenciales cerebrales evocados por el sistema auditivo	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de los sentidos • Alteración en el sentido propioceptivo (músculos y articulaciones) • Alteración en el sentido vestibular (movimiento). • Alteración en la función del sistema nervioso central
<u>EFFECTOS A LARGO PLAZO</u>	Riesgo para la salud de la columna vertebral	Seidel y Heide (1986), Dupuis y Zerlett (1986) y Bongers y Boshuizen (1990) han realizado minuciosos estudios de la literatura. En estas revisiones se llega a la conclusión de que intensas vibraciones de cuerpo completo de larga duración puede afectar negativamente a la columna e incrementar el riesgo de molestias lumbares.	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración degenerativa primaria de las vértebras • Alteración degenerativa primaria de discos intervertebrales • Afección a la región lumbar de la columna vertebral • Afección a la región torácica • Lumbalgias • Hernia de disco
	Otros riesgos para la salud	Se ha observado un complejo característico de síntomas y alteraciones patológicas del sistema nervioso central, el sistema musculoesquelético y el sistema circulatorio en operarios que trabajan de pie en máquinas utilizadas para la vibrocompactación de hormigón y están expuestos a niveles de vibraciones de cuerpo completo por encima del límite de exposición especificado en la Norma ISO 2631	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor de cabeza • Aumento de la irritabilidad. • Alteraciones del electroencefalograma • Trastornos periféricos, tales como el síndrome de Raynaud • Venas varicosas de las piernas, hemorroides y varicocele • Cardiopatía isquémica e hipertensión • Alteraciones neurovasculares • Aumento del riesgo de aborto • Alteraciones menstruales y anomalías posicionales (desprendimiento de útero)

Fuente: Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2018)

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

CAPITULO III

3. ANÁLISIS SITUACIONAL

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

COOPERATIVA DE TRANSPORTE URBANO “28 DE SEPTIEMBRE”

3.1.1 Misión

Somos una Cooperativa de transporte de pasajeros en el Cantón Ibarra, que brinda un servicio de calidad y eficiente a sus usuarios, satisfaciendo sus necesidades de transporte con comodidad y seguridad. (Cooperativa 28 de septiembre)

3.1.2 Visión

Mantener a la Cooperativa de Transportes “28 DE SEPTIEMBRE” como empresa líder en el servicio de transporte urbano de pasajeros en el Cantón Ibarra y que sea una de las instituciones importantes del país, con un compromiso del cuidado del medio ambiente y con responsabilidad social, siendo reconocida por sus usuarios y la sociedad en general. (Cooperativa 28 de septiembre)

3.1.3 Objetivos

- Promover el transporte urbano en la comunidad
- Participación económica de los asociados
- Autonomía e independencia
- Educación, entrenamiento e información cooperativa y del transporte.

3.1.4 Ubicación

Mantener Actualmente la Cooperativa de Transporte “28 de SEPTIEMBRE” tiene su estación de servicios ubicada en: Av. Fray Vacas Galindo y Aurelio Gómez Jurado Erazo.

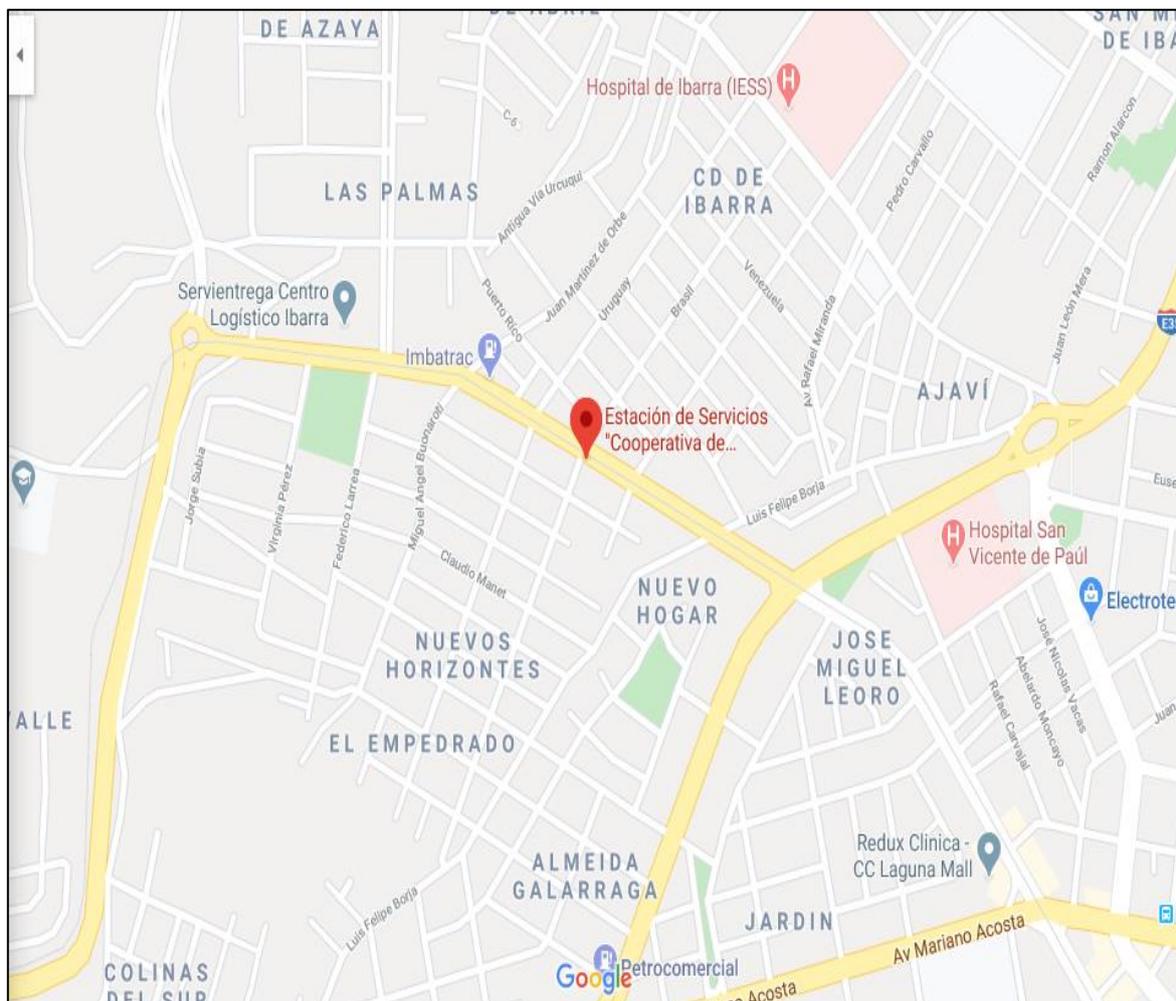


Figura 11 Ubicación de la Cooperativa de Transportes “28 de SEPTIEMBRE”

Fuente: Google Maps

3.1.5 Estructura Organizacional de la Cooperativa de Transporte Urbano “28 DE SEPTIEMBRE”

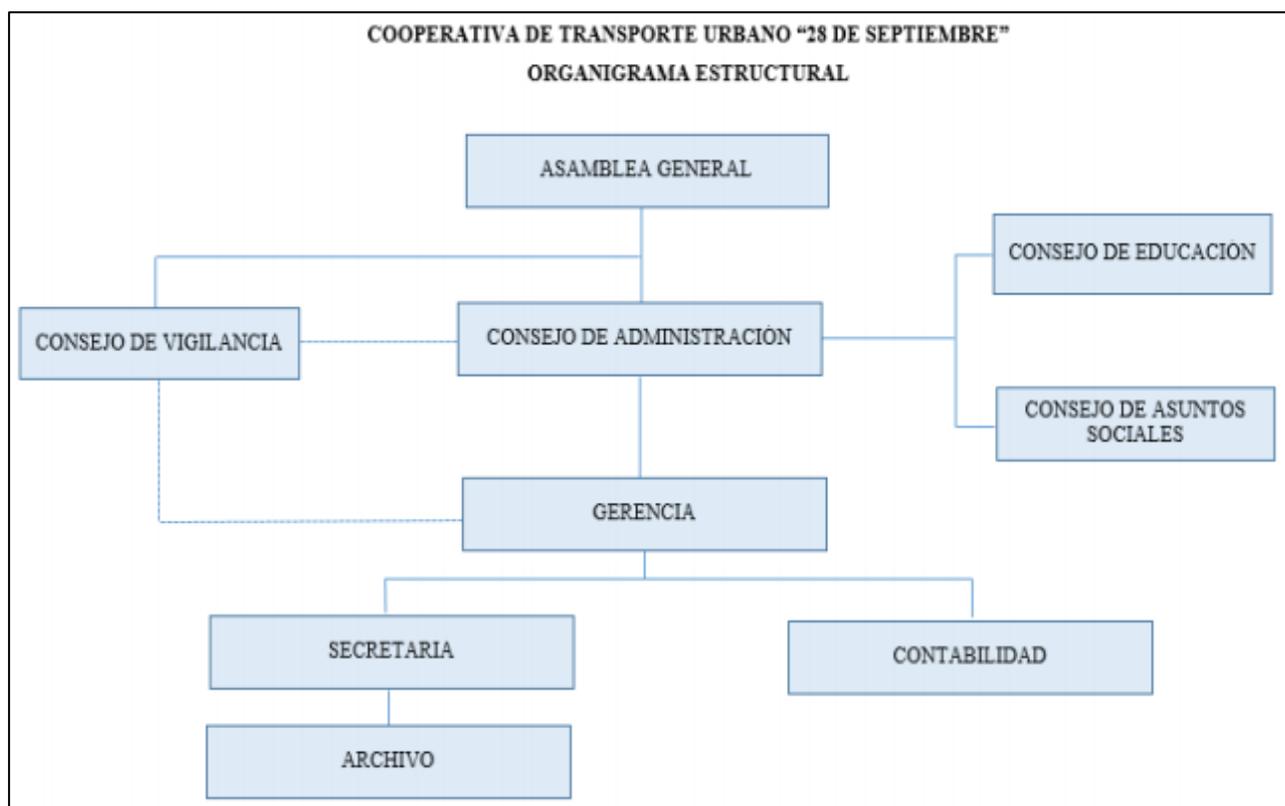


Figura 12 Organigrama Estructural

Fuente: Cooperativa de Transporte Urbano “28 DE SEPTIEMBRE”

3.1.6 Cartografía de las rutas en la ciudad de Ibarra

Las 22 rutas existentes, (2018) están distribuidas por todo el Cantón de Ibarra, con el objetivo de poder brindar el servicio de transporte urbano para toda la población.

La cooperativa “28 DE SEPTIEMBRE” cuenta con 160 unidades de transporte las cuales se distribuyen entre las 15 rutas que maneja la empresa las cuales cubren el 60% de la ciudad de Ibarra.

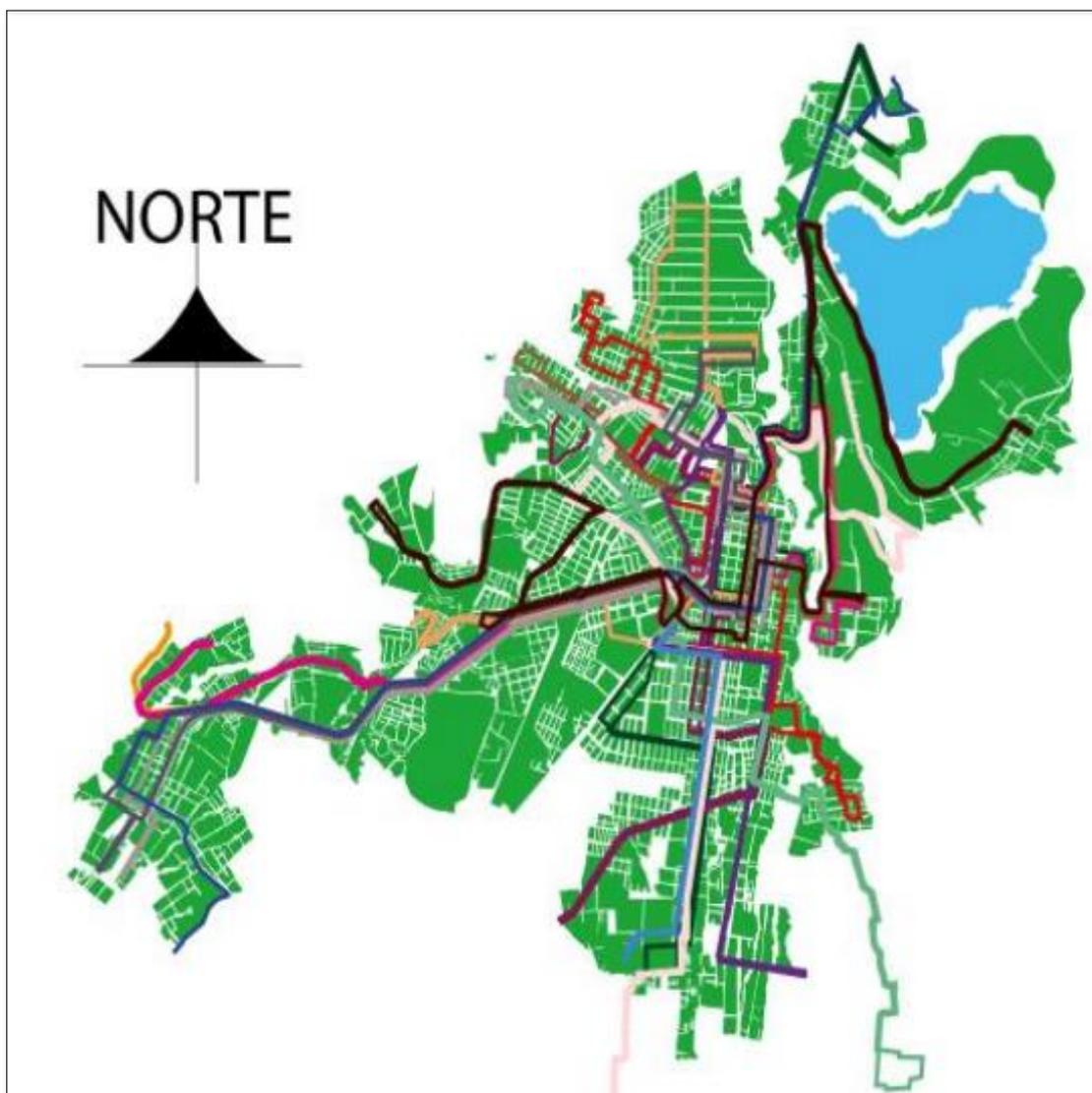


Figura 13 Rutas de Transporte Urbano - Cantón Ibarra

Fuente: (Quilumba, 2015, pág. 87)

3.1.7 Rutas existentes en la Cooperativa “28 DE SEPTIEMBRE”

Existen 15 rutas las cuales cubren el 60% de la población de la ciudad de Ibarra, cada una cuenta con una distancia(km), número de vueltas y tiempo de parada de descanso las cuales se desarrollan en una jornada de 8 horas diarias de trabajo y varían dependiendo de la ruta.

Tabla 11 *Rutas de la Cooperativa "28 DE SEPTIEMBRE" en la ciudad de Ibarra.*

No.	NOMBRE	DISTANCIA IDA Y VUELTA [KM.]	NO. VIAJES	(T) PARADA
1	Azaya - Primavera	17.98	7	0.15
2	Chorlavi-La Victoria	26.71	5	0.25
3	Milagro - Yahuarcocha	37.48	6	0.20
4	Caranqui - Aduana	13.45	6	0.20
5	Católica	16.82	7	0.15
6	Tanguarín - 4 Esquinas	32.48	6	0.20
7	Sta. Teresita - Sta. Rosa	19.5	7	0.15
8	Guayaquil - Palmas	22.7	6	0.15
9	Esperanza	16.25	3	0.30
10	Pugacho - Sta. Teresita	20.93	6	0.12
11	San Cristóbal - Arcángel	30.53	5	0.40
12	El Carmen - Bellavista	17.05	6	0.60
13	Naranjito - Terminal.	14.75	6	1.30
14	Aloburo	20	3	1.00
15	San Antonio-Ovalos - Huertos Familiares	28.3	7	0.20

Fuente: Cooperativa "28 DE SEPTIEMBRE"

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

3.2 IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

Para la identificación del riesgo se ha utilizado el método NTP analizando sus niveles de probabilidad y consecuencia los cuales dieron como resultados lo siguiente:

- Probabilidad: muy alta 40 – 24. Lo cual representa una situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
- Consecuencias: Muy Grave 60. Osea daños personales como: Lesiones graves que pueden ser irreparables. También destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación).

$$NR= NP \times NC; NR= (40-24) \times 60$$

- Nivel de riesgo y de intervención: entre 2400 y 1400 lo cual significa una situación crítica - que necesita corrección urgente.
- Nivel de Riesgo: Dañino – Importante

Tabla 12 Selección del nivel de intervención del riesgo.

Nivel de Intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación Crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

3.3 MEDICIÓN DEL RIESGO

3.3.1 Selección de la Muestra (muestreo probabilístico estratificado)

3.3.1.1 Cálculo del tamaño de muestra estratificada o por estrato

Para el cálculo de la muestra se vio la necesidad de realizarlo por estrato, ya que la Cooperativa cuenta con 160 unidades lo cual es un número significativamente grande, y a su vez cada ruta tiene diferente cantidad de unidades, de las cuales se necesita una muestra por cada una de manera que esta sea estadísticamente representativa. Según (Tamara Otzen, 2017) El muestreo estratificado se realiza determinando los estratos que conforman la población para seleccionar y extraer de ellos la muestra (se define como estrato a los subgrupos de unidades de análisis que difieren en las características que van a ser analizadas). La base de la estratificación se basa en variable como edad, sexo, nivel socioeconómico, etc.

Tabla 13 Muestreo Estratificado de Unidades de Transporte.

RUTAS	N° DE BUSES	MUESTRA	≈
Azaya – Primavera	20	4.17	4
Chorlavi-La Victoria	15	3.13	3
Milagro – Yahuarcocha	12	2.50	3
Caranqui – Aduana	13	2.71	3
Católica	14	2.92	3
Tanguarín - 4 Esquinas	14	2.92	3
Sta. Teresita - Sta. Rosa	8	1.67	2
Guayaquil – Palmas	15	3.13	3
Pugacho - Sta. Teresita	12	2.50	3
San Cristóbal – Arcángel	5	1.04	1
San Antonio-Ovalos - Huertos Familiares	16	3.33	3
Población	144	30	31

RUTAS	N° DE BUSES	MUESTRA
Esperanza	1	1
El Cármen – Bellavista	1	1
Naranjito - Terminal.	1	1
Aloburo	1	1

RUTAS	N° DE BUSES
Reemplazos	4
Descansos	8
Total	160

Fuente: Cooperativa "28 DE SEPTIEMBRE"

Elaborado por: Sarahi Bravomalo

- Cálculo del tamaño de muestra a través del programa MACORR
 - a) Cálculo del intervalo de confianza para la determinación de la muestra

Encontrar el intervalo de confianza

Nivel de confianza: 95% ▼

Tamaño de la muestra: 30

Población: 144

Porcentaje: 50 (%) ?

Calcular Borrar

Intervalo de confianza: 16 (%)

Figura 14 Intervalo de confianza

Fuente: MARCOR

- b) Determinación final del tamaño de muestra.

Determinar el tamaño de la muestra

Nivel de confianza: 95% ▼ ?

Intervalo de confianza: 16 (%) ?

Población: 144 ?

Calcular Borrar

Tamaño de la muestra: 30 ?

Figura 15 Tamaño de la Muestra

Fuente: MARCOR

Resultados:

- Muestra= 30 \approx 31
- Muestra Real + Rutas únicas= 31+4=35
- Población= 144
- Coeficiente= 0.2084

3.3.2 Identificación de unidades y conductores

3.3.2.1 Caracterización de la flota vehicular

La Cooperativa, cuenta con 160 unidades de transporte con sus respectivos conductores. Para determinar la flota vehicular se realizó una encuesta a los conductores mientras se realizaron las mediciones pertinentes de vibraciones en cuerpo entero.



Figura 16 Unidad de Transporte de la Cooperativa "28 DE SEPTIEMBRE"

Fuente: Cooperativa "28 DE SEPTIEMBRE"

La figura 16, muestra el prototipo de una unidad de la Coop. "28 DE SEPTIEMBRE", siendo estos colores los representativos para el servicio de transporte urbano.

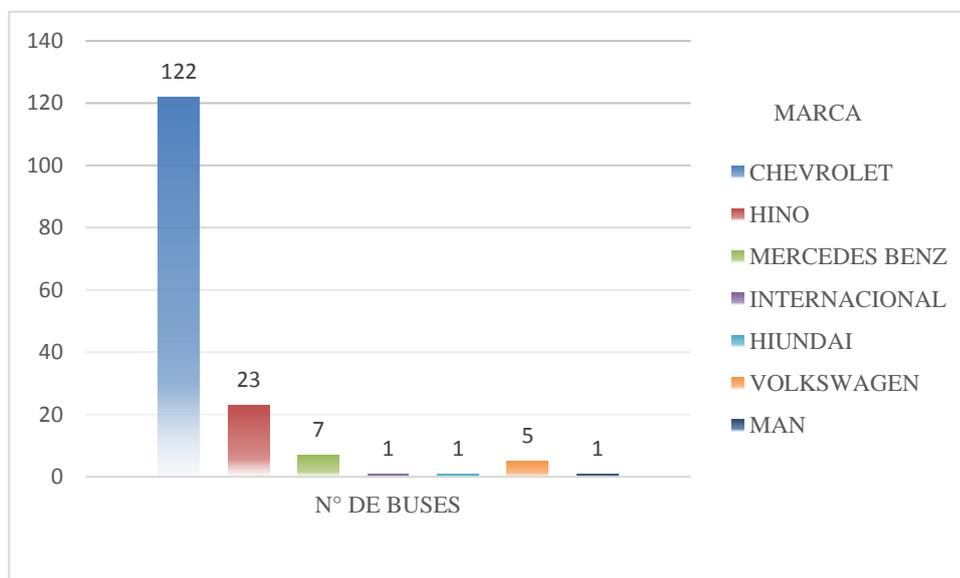
- Según la marca del vehículo

En la Figura 17, se observa que la marca Chevrolet predomina ante las demás marcas, cabe destacar que la marca Hino y Mercedes Benz tiene un número considerable de acuerdo a la cantidad de unidades que dispone la cooperativa.

Tabla 14 Número de Unidades por marca vehicular.

MARCA	N° DE BUSES
CHEVROLET	122
HINO	23
MERCEDEZ BENZ	7
INTERNACIONAL	1
HYUNDAI	1
VOLKSWAGEN	5
MAN	1

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

**Figura 17** Gráfica ilustrativa de porcentajes por marca.

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

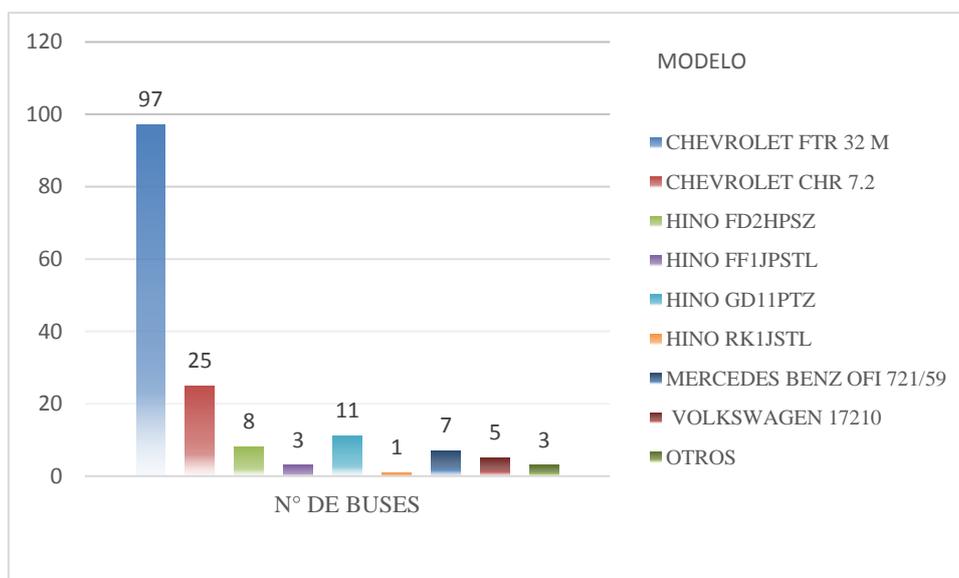
- Según el modelo de la flota

Se puede observar en la Tabla 15, lo siguiente: los modelos Chevrolet FTR 32M, Chevrolet CHR 7.7 y Volkswagen 17210, ocupan la mayor parte en cuanto a su número de vehículos.

Tabla 15 Número de Unidades por Modelo

MODELO	N° DE BUSES
CHEVROLET FTR 32 M	97
CHEVROLET CHR 7.2	25
HINO FD2HPSZ	8
HINO FF1JPSTL	3
HINO GD11PTZ	11
HINO RK1JSTL	1
MERCEDES BENZ OFI 721/59	7
VOLKSWAGEN 17210	5
OTROS	3

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

**Figura 18** Gráfica ilustrativa de porcentajes por modelo

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

- Según la Carrocería

Es importante tomar en cuenta la carrocería de un vehículo ya que está en relación con las vibraciones experimenta un tipo de sacudidas alternas en sentido vertical y horizontal y puede venir acompañada de vibración en los asientos.

De acuerdo a la Tabla 16, se indican los tipos de carrocerías con su respectiva cantidad de unidades de transporte.

Tabla 16 Número de Unidades por Modelo

CARRO CERÍA	N° DE BUSES
IMETAM	16
IMCE	5
PICOSA	2
MIRAL	18
OLIMPICA	15
MARIELBUS	6
VARMA	5
MONCAYO	4
NEOTHOMAS	3
OTRAS	53

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

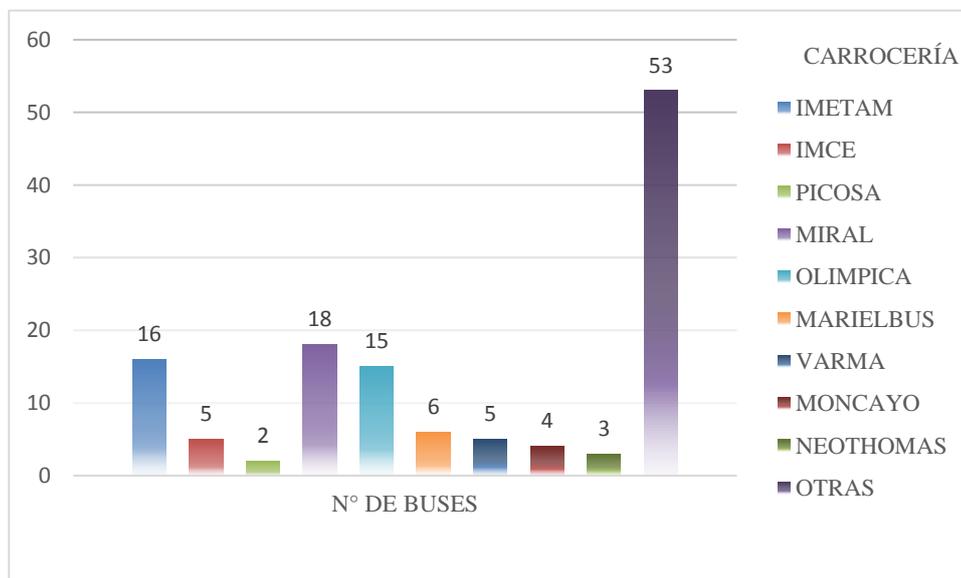


Figura 19 Gráfica ilustrativa de porcentajes por Carrocería

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

3.3.2.2 Identificación de Conductores

- Edad de Conductores

El Rango que predomina en edad de los conductores de la cooperativa “28 DE SEPTIEMBRE” es de 40 a 50 años y el que le sigue es en igual medida los rangos de 30 – 40 y 50 a 60 y por último el de 20 a 30 años, como se puede observar en la Figura 20.

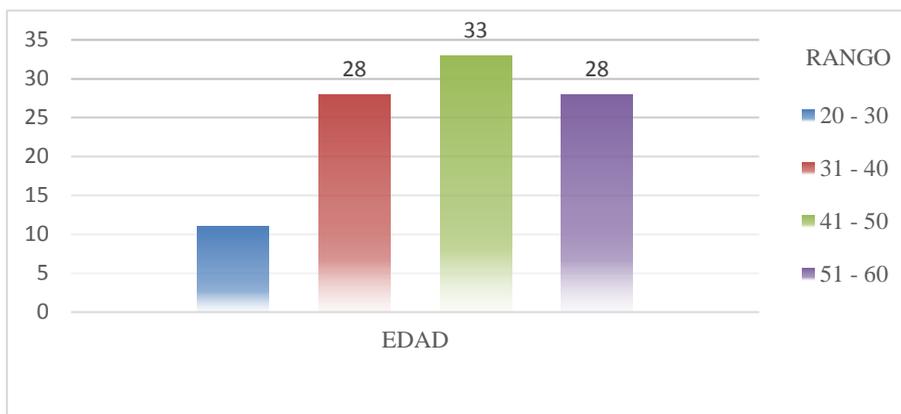


Figura 20 Gráfica ilustrativa de Rango de Edad

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

- Tiempo en el puesto de trabajo

Se ha determinado que el rango con mayor incidencia de tiempo es de 6 a 10 años en los que han trabajado en el puesto de trabajo, como conductores de los medios de transporte urbano en la ciudad de Ibarra, específicamente en la cooperativa.

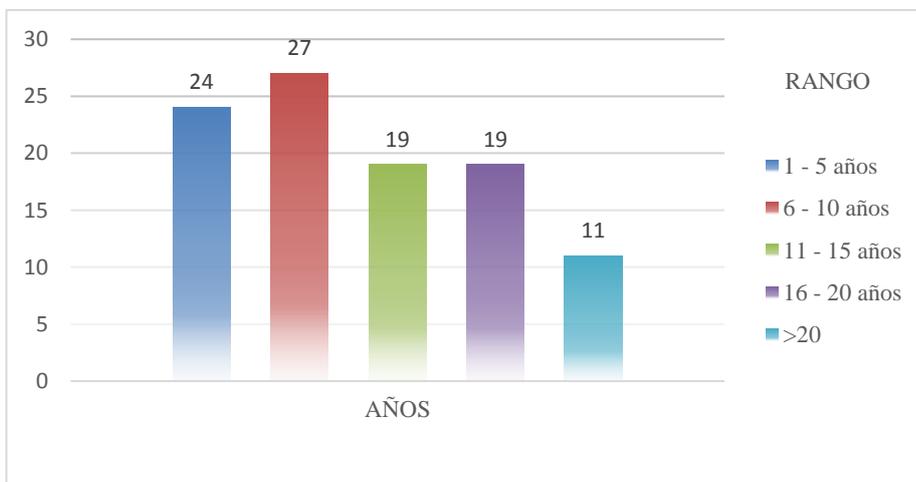


Figura 21 Gráfica ilustrativa de Tiempo en el puesto de Trabajo

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

3.3.3 Identificación vial por tipo de suelo en la ciudad de Ibarra.

Ibarra cuenta con 4 diferentes tipos de suelo en sus vías y carreteras, por los que recorren los vehículos diariamente, los cuales se dividen en: asfalto, adoquinado, empedrado y tierra. Dependiendo del tipo podremos apreciar la variación de la aceleración de vibraciones lo cual representa diferente nivel de daño en la salud de los conductores.

Tabla 17 Cuadro de Ventajas y Desventajas de los tipos de suelo.

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
EMPEDRADO	<ul style="list-style-type: none"> -Clima: Capacidad de absorción, baja absorción térmica y rápido enfriamiento. -Durabilidad: la mayor vida útil entre los pavimentos. -Costo: bajo costo. -Seguridad: inhibe el tránsito a velocidades excesivas 	<ul style="list-style-type: none"> -Reparación: Tiempos de reparación demasiado largos que solo se pueden realizar de manera artesanal con MO. capacitada. -Seguridad: vibraciones muy altas que desgastan amortiguadores y carrocerías. Presenta bajo coeficiente de rose en el frenado.
ASFALTO	<ul style="list-style-type: none"> -Clima: resistentes a variaciones de T, pueden contraerse y expandirse sin sufrir daños. -Flexibilidad: permite adaptarse a los cambios del suelo. Reparación: es el pavimento con mayor facilidad de reparación. -Costo: Son más baratos que el uso de hormigón. -Durabilidad: Puede tener una gran brecha de tiempo: puede ir desde los 5 años hasta 25 	<ul style="list-style-type: none"> -Durabilidad: es inferior a las superficies de adoquinado, (pero incrementa su durabilidad en el tiempo). Resistencia: el derrame de gasolina y diésel provoca daños. -Clima: a altas temperaturas se vuelve pegajoso, y se volatizan algunos de sus ingredientes. -Deformabilidad: en zonas de frenado y arranque tiende a sufrir deformaciones. Seguridad: puede provocar el fenómeno de hidroplano en vehículos.
ADOQUINADO	<ul style="list-style-type: none"> -Físicas: estéticamente tienen un orden. -Seguridad: son rugosos lo que indica que tienen una distancia de frenado menor que otros pavimentos. -Costo: no requiere MO especializada CI. Igual o menor al pavimento de asfalto. -Durabilidad: por lo general debe durar de 20 a 30 años, porque al cabo de este periodo la infraestructura se asienta y degenera y requiere una mayor reparación 	<ul style="list-style-type: none"> -Resistencia: no se debe someter a presiones de agua. -Seguridad: por estar compuesto de un gran número de piezas, el tráfico sobre el adoquín genera más ruido que el de otros tipos de pavimento e induce mayor vibración.
TIERRA	<ul style="list-style-type: none"> - Costo: el menor costo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Físicas: no tiene una presentación estética. -Seguridad: es un suelo irregular por lo general, cuando hay lluvias puede generarse desniveles muy peligrosos, además de generar altos niveles de vibración, además de afectar la salud con las partículas volátiles de esta. -Durabilidad: requiere de constante mantenimiento

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

3.4 RESULTADOS DE MEDICIÓN DEL RIESGO

Se ha utilizado el software Microsoft Excel, como apoyo fundamental para realizar los cálculos pertinentes, tomando en cuenta los dos puntos de medida: asiento y respaldo. También el tiempo de horas por actividad, las cuales son circulando por carretera y tiempo de parada.

- Resumen de mediciones de vibraciones

A continuación, en las Tabla 18 y 19, se muestra el resumen de las mediciones realizadas de riesgo de vibraciones en los conductores de las unidades por operación

3.4.1 Resumen de mediciones de aceleración (A)8

Tabla 18 Resumen de mediciones de aceleración en las rutas (Circulando en Carretera).

RESUMEN DE MEDICIONES DE ACELERACIÓN (A) 8										
Operación Circulando en Carretera		Elaborado por: Sarahí Bravomalo			Revisado por: Ing. Guillermo Neusa				Aprobado por:	
N°	Ruta	N° bus	Adoquinado A(8) m/s ²		Asfalto A(8) m/s ²		Empedrado A(8) m/s ²		Tierra A(8) m/s ²	
			Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo
			15 min	10 min	15 min	10 min	15 min	10 min	15 min	10 min
1	Azaya	160	0.708	1.258	0.765	1.304	2.987	3.046	s/n	s/n
		109	0.8043	1.758	0.708	1.49	2.542	3.203	s/n	s/n
		20	0.8619	1.624	0.878	0.987	3.023	4.03	s/n	s/n
		4	0.7087	1.258	0.875	0.931	2.784	3.371	s/n	s/n
2	Chorlavi	5	0.8231	0.8695	0.6749	0.7893	s/n	s/n	s/n	s/n
		85	0.8417	0.9126	0.7445	0.8113	s/n	s/n	s/n	s/n
		127	0.8065	1.8797	0.6421	0.7378	s/n	s/n	s/n	s/n
3	Milagro	132	1.9103	1.9439	1.7098	1.8115	s/n	s/n	s/n	s/n
		80	0.8661	1.9324	1.7989	1.8507	s/n	s/n	s/n	s/n
		155	1.2237	1.8292	1.7741	1.7819	s/n	s/n	s/n	s/n
4	Aduana	90	1.8667	0.8911	0.8313	0.9884	s/n	s/n	s/n	s/n
		77	0.9845	1.2999	0.7866	0.9291	s/n	s/n	s/n	s/n
		94	0.7886	1.7898	0.7001	0.9221	s/n	s/n	s/n	s/n
5	Católica	112	0.7975	1.2853	0.8063	0.8993	s/n	s/n	s/n	s/n
		108	0.9076	1.89	0.8064	0.8969	s/n	s/n	s/n	s/n
		7	0.7738	1.2988	0.7865	0.8657	s/n	s/n	s/n	s/n
6	Tanguarín	53	0.786	1.7879	0.487	0.547	2.987	3.347	s/n	s/n
		106	0.792	1.8877	0.521	0.643	3.022	4.002	s/n	s/n
		43	0.7767	1.5121	0.573	0.598	2.9121	3.9922	s/n	s/n
7	Sta. Rosa	135	0.9476	1.4876	0.8712	0.9621	2.49	3.44	s/n	s/n
		13	0.9453	1.2372	0.6898	0.7889	3.587	4.008	s/n	s/n
8	Palmas	87	0.9698	1.6231	0.7666	0.8548	s/n	s/n	s/n	s/n
		1	1.2337	1.5124	0.7656	0.9908	s/n	s/n	s/n	s/n
		102	0.901	1.059	0.6803	0.6861	s/n	s/n	s/n	s/n
9	Esperanza	72	0.8878	1.4657	0.384	0.653	2.9349	3.877	s/n	s/n
10	Pugacho	11	0.7323	1.6312	0.5798	0.7754	2.87	3.323	s/n	s/n
		90	0.8443	1.4981	0.6323	0.7867	2.676	3.577	s/n	s/n
		140	0.7103	1.851	0.7012	0.7809	2.904	3.232	s/n	s/n
11	Arcángel	9	0.8103	1.0909	0.7009	0.704	4.8812	5.991	s/n	s/n
12	Bellavista	153	1.2781	1.3819	0.8132	1.1653	2.894	3.781	s/n	s/n
13	Naranjito	157	0.8768	1.4412	s/n	s/n	2.2949	3.443	s/n	s/n
14	Aloburo	83	0.8707	0.9076	s/n	s/n	2.964	3.9205	3.706	4.604
15	Ovalos	65	0.7676	1.9909	0.7232	0.8652	1.784	2.5919	s/n	s/n
		96	0.9091	1.7908	0.7919	0.8302	1.9087	2.7341	s/n	s/n
		151	0.7442	1.8045	0.66	0.7823	2.5077	3.5404	s/n	s/n

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 19 Resumen de mediciones de aceleración en las rutas (Parada).

RESUMEN DE MEDICIONES DE ACELERACIÓN (A)8										
Operación Parada		Elaborado por: Sarahí Bravomalo		Revisado por: Ing. Guillermo Neusa		Aprobado por:				
N°	Ruta	N° bus	Adoquinado A(8) m/s ²		Asfalto A(8) m/s ²		Empedrado A(8) m/s ²		Tierra A(8) m/s ²	
			Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo
			15 min	10 min	15 min	10 min	15 min	10 min	15 min	10 min
1	Azaya	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
		0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
		0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
2	Chorlavi	0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
		0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
		0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
3	Milagro	0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
		0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
		0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
4	Aduana	0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
		0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
		0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
5	Católica	0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
		0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
		0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
6	Tangará	0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
		0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
		0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
7	Sta. Rosa	0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
		0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
8	Palmas	0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
		0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
		0	0	0	0	0	0	s/n	s/n	s/n
9	Esperanza	0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
10	Pugacho	0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
		0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
		0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
11	Arcángel	0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
12	Bellavista	0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
13	Naranjito	0	0	0	s/n	s/n	0	0	0	s/n
14	Aloburo	0	0	0	s/n	s/n	0	0	0	0
15	Ovalos	0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
		0	0	0	0	0	0	0	0	s/n
		0	0	0	0	0	0	0	0	s/n

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

3.4.2 Resumen del cálculo de aceleración equivalente diaria (8 horas)

Tabla 20 Resumen del cálculo de aceleración equivalente diaria. (Circulando en Carretera)

RESUMEN DEL CÁLCULO DE ACELERACIÓN EQUIVALENTE DIARIA (8 HORAS)										
Formula:		Elaborado por:			Revisado por:			Aprobado por:		
$A(8)(a_{or}) = 1,4x \sqrt{\frac{(a_1^2 x t_1) + (a_2^2 x t_2)}{8}} = m/s^2$		Sarahí Bravomalo			Ing. Guillermo Neusa					
		N° bus	Adoquinado A(8) m/s^2		Asfalto A(8) m/s^2		Empedrado A(8) m/s^2		Tierra A(8) m/s^2	
			Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo
N°	Ruta	15 min	10 min	15 min	10 min	15 min	10 min	15 min	10 min	
1	Azaya	160	0.90	1.59	0.97	1.65	3.79	3.86	s/n	s/n
		109	1.02	2.23	0.90	1.89	3.22	4.06	s/n	s/n
		20	1.09	2.06	1.11	1.25	3.83	5.11	s/n	s/n
		4	0.90	1.59	1.11	1.18	3.53	4.27	s/n	s/n
2	Chorlavi	5	1.12	1.19	0.92	1.08	s/n	s/n	s/n	s/n
		85	1.15	1.25	1.02	1.11	s/n	s/n	s/n	s/n
		127	1.10	2.56	0.88	1.01	s/n	s/n	s/n	s/n
3	Milagro	132	2.70	2.74	2.41	2.56	s/n	s/n	s/n	s/n
		80	1.22	2.73	2.54	2.61	s/n	s/n	s/n	s/n
		155	1.73	2.58	2.50	2.52	s/n	s/n	s/n	s/n
4	Aduana	90	2.63	1.26	1.04	1.40	s/n	s/n	s/n	s/n
		77	1.39	1.83	0.98	1.31	s/n	s/n	s/n	s/n
		94	1.11	2.53	0.87	1.30	s/n	s/n	s/n	s/n
5	Católica	112	0.98	1.57	0.99	1.10	s/n	s/n	s/n	s/n
		108	1.11	2.31	0.99	1.10	s/n	s/n	s/n	s/n
		7	0.95	1.59	0.96	1.06	s/n	s/n	s/n	s/n
6	Tanguarín	53	1.18	2.68	0.73	0.82	4.47	5.01	s/n	s/n
		106	1.19	2.83	0.78	0.96	4.52	5.99	s/n	s/n
		43	1.16	2.26	0.86	0.90	4.36	5.98	s/n	s/n
7	Sta. Rosa	135	1.22	1.92	1.12	1.24	3.21	4.44	s/n	s/n
		13	1.22	1.60	0.89	1.02	4.63	5.17	s/n	s/n
8	Palmas	87	1.15	1.93	0.91	1.02	s/n	s/n	s/n	s/n
		1	1.47	1.80	0.91	1.18	s/n	s/n	s/n	s/n
		102	1.07	1.26	0.81	0.82	s/n	s/n	s/n	s/n
9	Esperanza	72	0.90	1.49	0.39	0.66	2.98	3.93	s/n	s/n
10	Pugacho	11	0.89	1.99	0.71	0.95	3.51	4.06	s/n	s/n
		90	1.03	1.83	0.77	0.96	3.27	4.37	s/n	s/n
		140	0.87	2.26	0.86	0.95	3.55	3.95	s/n	s/n
11	Arcángel	9	1.06	1.42	0.91	0.92	6.36	7.80	s/n	s/n
12	Bellavista	153	0.62	0.67	0.39	0.57	1.40	1.83	s/n	s/n
13	Naranjito	157	0.61	1.01	s/n	s/n	1.61	2.41	s/n	s/n
14	Aloburo	83	0.68	0.71	s/n	s/n	2.33	3.08	2.91	3.62
15	Ovalos	65	1.31	3.41	1.24	1.48	3.05	4.44	s/n	s/n
		96	1.56	3.07	1.36	1.42	3.27	4.68	s/n	s/n
		151	1.27	3.09	1.13	1.34	4.29	6.06	s/n	s/n

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

3.5 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO

Tabla 21 Nivel de riesgo de la exposición por tipos de suelo. (Adoquinado)

RESUMEN DEL CÁLCULO DE ACELERACIÓN EQUIVALENTE DIARIA (8 HORAS)						
ADOQUINADO A(8) m/s ²						
Elaborado por: Sarahí Bravomalo			Revisado por: Ing. Guillermo Neusa			Aprobado por:
N°	Ruta	N° bus	Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo
			15 min	10 min	15 min	10 min
1	Azaya	160	0.97	1.65	molesta	muy molesta
		109	0.90	1.89	molesta	extremadamente molesta
		20	1.11	1.25	molesta	extremadamente molesta
		4	1.11	1.18	molesta	muy molesta
2	Chorlavi	5	0.92	1.08	molesta	molesta
		85	1.02	1.11	molesta	muy molesta
		127	0.88	1.01	molesta	extremadamente molesta
3	Milagro	132	2.41	2.56	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		80	2.54	2.61	muy molesta	extremadamente molesta
		155	2.50	2.52	muy molesta	extremadamente molesta
4	Aduana	90	1.04	1.40	extremadamente molesta	muy molesta
		77	0.98	1.31	muy molesta	muy molesta
		94	0.87	1.30	molesta	extremadamente molesta
5	Católica	112	0.99	1.10	molesta	molesta
		108	0.99	1.10	molesta	muy molesta
		7	0.96	1.06	molesta	molesta
6	Tanguarín	53	0.73	0.82	molesta	extremadamente molesta
		106	0.78	0.96	molesta	extremadamente molesta
		43	0.86	0.90	molesta	muy molesta
7	Sta. Rosa	135	1.12	1.24	muy molesta	muy molesta
		13	0.89	1.02	muy molesta	molesta
8	Palmas	87	0.91	1.02	molesta	muy molesta
		1	0.91	1.18	molesta	muy molesta
		102	0.81	0.82	molesta	muy molesta
9	Esperanza	72	0.39	0.66	molesta	muy molesta
10	Pugacho	11	0.71	0.95	molesta	muy molesta
		90	0.77	0.96	molesta	muy molesta
		140	0.86	0.95	molesta	muy molesta
11	Arcángel	9	0.91	0.92	molesta	molesta
12	Bellavista	153	0.39	0.57	algo molesta	algo molesta
13	Naranjito	157	0.61	1.01	un poco molesta	molesta
14	Aloburo	83	0.68	0.71	algo molesta	algo molesta
15	Ovalos	65	1.24	1.48	muy molesta	extremadamente molesta
		96	1.36	1.42	molesta	extremadamente molesta
		151	1.13	1.34	muy molesta	extremadamente molesta

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

En la tabla 22, del cálculo de la aceleración equivalente diaria en Adoquinado se puede observar que: el nivel de riesgo predominante es el de molesto que se encuentra entre los 0,8 m/s² a 1,6 m/s².

Tabla 22 Nivel de riesgo de la exposición por tipos de suelo (Asfalto)

RESUMEN DEL CÁLCULO DE ACELERACIÓN EQUIVALENTE DIARIA (8 HORAS)						
ASFALTO A(8) m/s ²						
Elaborado por: Sarahí Bravomalo			Revisado por: Ing. Guillermo Neusa			Aprobado por:
N°	Ruta	N° bus	Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo
			15 min	10 min	15 min	10 min
1	Azaya	160	0.90	1.59	algo molesta	muy molesta
		109	1.02	2.23	algo molesta	muy molesta
		20	1.09	2.06	molesta	muy molesta
		4	0.90	1.59	molesta	molesta
2	Chorlavi	5	1.12	1.19	algo molesta	molesta
		85	1.15	1.25	molesta	molesta
		127	1.10	2.56	molesta	molesta
3	Milagro	132	2.70	2.74	muy molesta	extremadamente molesta
		80	1.22	2.73	muy molesta	extremadamente molesta
		155	1.73	2.58	muy molesta	muy molesta
4	Aduana	90	2.63	1.26	molesta	molesta
		77	1.39	1.83	algo molesta	muy molesta
		94	1.11	2.53	algo molesta	muy molesta
5	Católica	112	0.98	1.57	algo molesta	molesta
		108	1.11	2.31	algo molesta	molesta
		7	0.95	1.59	algo molesta	molesta
6	Tanguarín	53	1.18	2.68	algo molesta	algo molesta
		106	1.19	2.83	algo molesta	algo molesta
		43	1.16	2.26	algo molesta	algo molesta
7	Sta. Rosa	135	1.22	1.92	molesta	molesta
		13	1.22	1.60	algo molesta	molesta
8	Palmas	87	1.15	1.93	algo molesta	molesta
		1	1.47	1.80	algo molesta	molesta
		102	1.07	1.26	molesta	molesta
9	Esperanza	72	0.90	1.49	un poco molesta	algo molesta
10	Pugacho	11	0.89	1.99	algo molesta	algo molesta
		90	1.03	1.83	algo molesta	algo molesta
		140	0.87	2.26	molesta	molesta
11	Arcángel	9	1.06	1.42	molesta	molesta
12	Bellavista	153	0.62	0.67	un poco molesta	un poco molesta
13	Naranjito	157	0.61	1.01	s/n	s/n
14	Aloburo	83	0.68	0.71	s/n	s/n
15	Ovalos	65	1.31	3.41	molesta	molesta
		96	1.56	3.07	molesta	molesta
		151	1.27	3.09	molesta	molesta

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 23 Nivel de riesgo de la exposición por tipos de suelo (Empedrado)

RESUMEN DEL CÁLCULO DE ACELERACIÓN EQUIVALENTE DIARIA (8 HORAS)						
EMPEDRADO A(8) m/s ²						
Elaborado por: Sarahí Bravomalo			Revisado por: Ing. Guillermo Neusa			Aprobado por:
N°	Ruta	N° bus	Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo
			15 min	10 min	15 min	10 min
1	Azaya	160	3.79	3.86	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		109	3.22	4.06	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		20	3.83	5.11	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		4	3.53	4.27	extremadamente molesta	extremadamente molesta
2	Chorlavi	5	s/n	s/n	s/n	s/n
		85	s/n	s/n	s/n	s/n
		127	s/n	s/n	s/n	s/n
3	Milagro	132	s/n	s/n	s/n	s/n
		80	s/n	s/n	s/n	s/n
		155	s/n	s/n	s/n	s/n
4	Aduana	90	s/n	s/n	s/n	s/n
		77	s/n	s/n	s/n	s/n
		94	s/n	s/n	s/n	s/n
5	Católica	112	s/n	s/n	s/n	s/n
		108	s/n	s/n	s/n	s/n
		7	s/n	s/n	s/n	s/n
6	Tanguarín	53	4.47	5.01	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		106	4.52	5.99	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		43	4.36	5.98	extremadamente molesta	extremadamente molesta
7	Sta. Rosa	135	3.21	4.44	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		13	4.63	5.17	extremadamente molesta	extremadamente molesta
8	Palmas	87	s/n	s/n	s/n	s/n
		1	s/n	s/n	s/n	s/n
		102	s/n	s/n	s/n	s/n
9	Esperanza	72	2.98	3.93	extremadamente molesta	extremadamente molesta
10	Pugacho	11	3.51	4.06	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		90	3.27	4.37	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		140	3.55	3.95	extremadamente molesta	extremadamente molesta
11	Arcángel	9	6.36	7.80	extremadamente molesta	extremadamente molesta
12	Bellavista	153	1.40	1.83	molesta	muy molesta
13	Naranjito	157	1.61	2.41	muy molesta	muy molesta
14	Aloburo	83	2.33	3.08	extremadamente molesta	extremadamente molesta
15	Ovalos	65	3.05	4.44	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		96	3.27	4.68	extremadamente molesta	extremadamente molesta
		151	4.29	6.06	extremadamente molesta	extremadamente molesta

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 24 Nivel de riesgo de la exposición por tipos de suelo (Tierra)

RESUMEN DEL CÁLCULO DE ACELERACIÓN EQUIVALENTE DIARIA (8 HORAS)						
TIERRA A(8) m/s ²						
Elaborado por: Sarahí Bravomalo			Revisado por: Ing. Guillermo Neusa			Aprobado por:
N°	Ruta	N° bus	Asiento	Respaldo	Asiento	Respaldo
			15 min	10 min	15 min	10 min
1	Azaya	160		s/n	s/n	s/n
		109	s/n	s/n	s/n	s/n
		20	s/n	s/n	s/n	s/n
		4	s/n	s/n	s/n	s/n
2	Chorlavi	5	s/n	s/n	s/n	s/n
		85	s/n	s/n	s/n	s/n
		127	s/n	s/n	s/n	s/n
3	Milagro	132	s/n	s/n	s/n	s/n
		80	s/n	s/n	s/n	s/n
		155	s/n	s/n	s/n	s/n
4	Aduana	90	s/n	s/n	s/n	s/n
		77	s/n	s/n	s/n	s/n
		94	s/n	s/n	s/n	s/n
5	Católica	112	s/n	s/n	s/n	s/n
		108	s/n	s/n	s/n	s/n
		7	s/n	s/n	s/n	s/n
6	Tanguarín	53	s/n	s/n	s/n	s/n
		106	s/n	s/n	s/n	s/n
		43	s/n	s/n	s/n	s/n
7	Sta. Rosa	135	s/n	s/n	s/n	s/n
		13	s/n	s/n	s/n	s/n
8	Palmas	87	s/n	s/n	s/n	s/n
		1	s/n	s/n	s/n	s/n
		102	s/n	s/n	s/n	s/n
9	Esperanza	72	s/n	s/n	s/n	s/n
10	Pugacho	11	s/n	s/n	s/n	s/n
		90	s/n	s/n	s/n	s/n
		140	s/n	s/n	s/n	s/n
11	Arcángel	9	s/n	s/n	s/n	s/n
12	Bellavista	153	s/n	s/n	s/n	s/n
13	Naranjito	157	s/n	s/n	s/n	s/n
14	Aloburo	83	2.91	3.62	extremadamente molesta	extremadamente molesta
15	Ovalos	65	s/n	s/n	s/n	s/n
		96	s/n	s/n	s/n	s/n
		151	s/n	s/n	s/n	s/n

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

3.5.1 Cobertura de rutas por tipo de suelo en el área de la ciudad de Ibarra.

Para interpretar de mejor manera los resultados obtenidos de esta investigación se debe tomar en cuenta lo siguiente: en la figura 22, la representación porcentual de cobertura de rutas por tipo de suelo en el área de la ciudad de Ibarra.

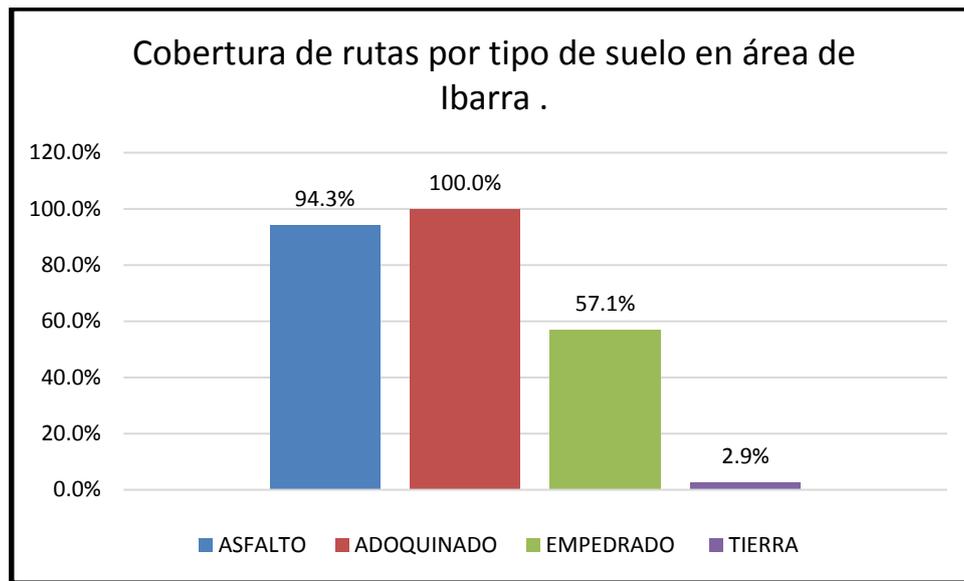


Figura 22 Porcentual de Cobertura por tipo de suelo en Ibarra

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de los cálculos de la evaluación.

Se determinaron los siguientes valores estadísticos de acuerdo a: niveles de bienestar en los diferentes tipos de suelos y zonas las cuales son: respaldo y asiento, resultados que se pueden apreciar en las figuras 22 y 23. En los cuales en resumen se puede observar al empedrado como el más representativo tomando en cuenta el tamaño de cobertura con la cantidad de unidades en ruta que presentan el nivel extremadamente molesto. En conclusión, el empedrado es el suelo que más malestar produce en cuanto al impacto del riesgo por vibraciones.

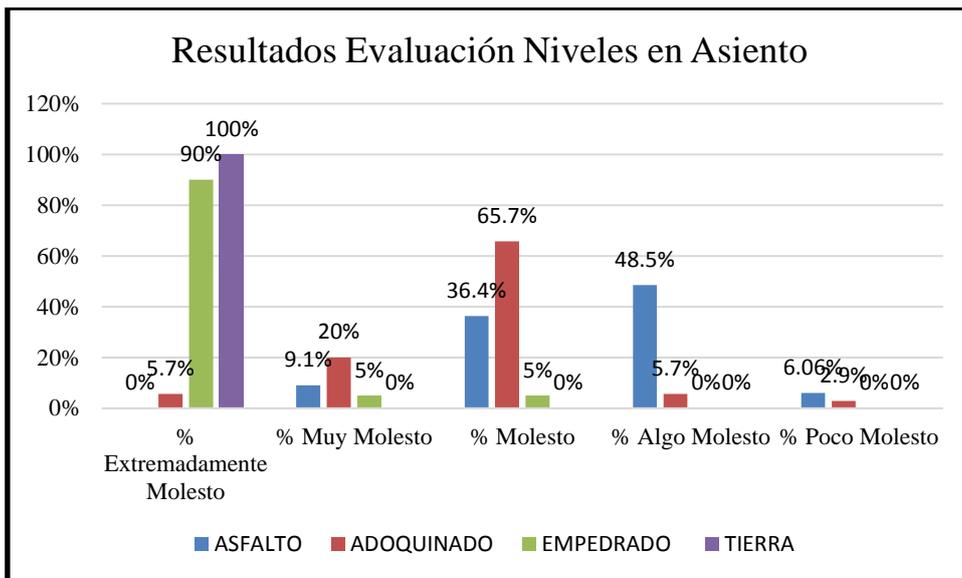


Figura 23 Resultados Niveles de Confort en Asiento

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

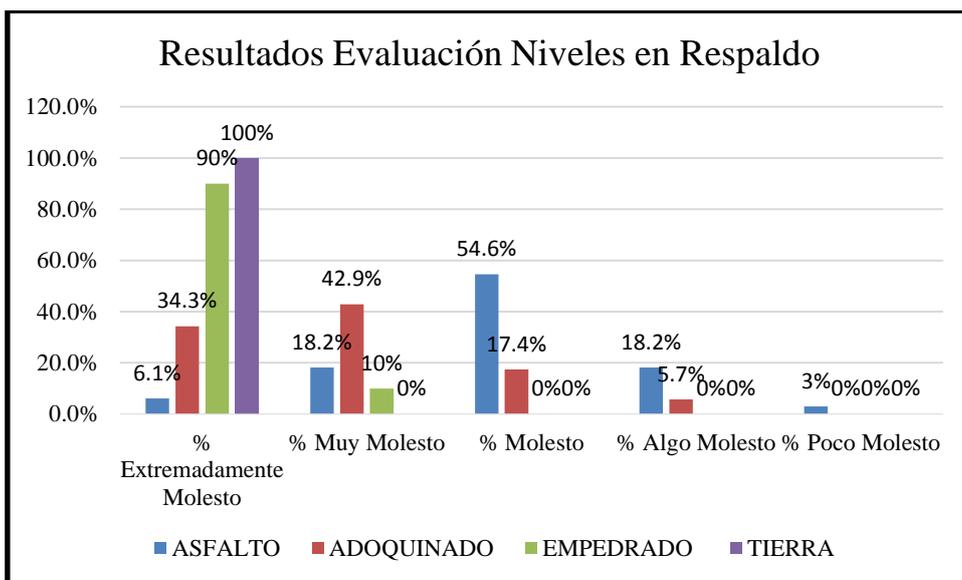


Figura 24 Resultados Niveles de Confort en Respaldo

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

CAPITULO IV

4. DISEÑO DE LA PROPUESTA

4.1. INTRODUCCIÓN

La cultura de la prevención y las expectativas de la misma han ido evolucionando en el tiempo. En un primer momento, se hablaba de seguridad e higiene, después de seguridad y salud y en la actualidad de calidad de vida en el trabajo.

En la totalidad de las rutas de transporte se evidencia la alta exposición a vibraciones a las que están expuestos los conductores, lo cual causa fatiga dolor y tensión muscular, especialmente en la columna.

A partir de los resultados del Capítulo III de este estudio, se puede observar la necesidad de implementar un sistema de prevención y control de patologías que puedan ocasionar en los trabajadores.

4.2 PROPUESTA

Tema: Diseño de un sistema de prevención y control de Riesgo de vibraciones, para la cooperativa “28 DE SEPTIEMBRE”.

Datos informativos:

Institución ejecutoria: Universidad Técnica del Norte – Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas – Carrera de Ingeniería Industrial.

Beneficiario: Cooperativa de transportes “28 DE SEPTIEMBRE”.

Ubicación: Av. Fray Vacas Galindo y Aurelio Gómez Jurado Erazo.

Responsables: Investigador y Tutor.

La evaluación del riesgo en los conductores de la cooperativa “28 DE SEPTIEMBRE” ha evidenciado que existe la presencia de malestar al permanecer sentados por largos periodos, lo que ha originado dolencias en los trabajadores durante la ejecución de las actividades en el puesto de trabajo. Estas afecciones a la salud han sido analizadas a través de estudios epidemiológicos y de laboratorio y expuestas por organizaciones a nivel internacional, motivo por el cual se desarrollarán medidas de control, para beneficio a la salud de los trabajadores y de la empresa a su vez.

4.2.1 Análisis de la empresa

Esta fase tiene como objetivo identificar la situación actual de la empresa específicamente en el tema de Seguridad y salud en el trabajo para lo cual se realizan actividades que aportaran información necesaria que posteriormente definir estrategias a acatar en el proceso del mismo.

Al momento del diagnóstico en la empresa se desarrollará mediante métodos que permitan identificar las diferentes fuentes de riesgo y problemas relacionados con patologías causadas por el mismo en los trabajadores estos datos serán obtenidos mediante:

- Encuestas
- Fotografías
- Consultas
- Observación

4.2.2. Evaluación del riesgo

En esta etapa se encamina en la identificación y evaluación del riesgo en las distintas actividades y en las unidades que han sido seleccionadas. En esta se llevan a cabo metodologías y tareas que aportaran a una mejor identificación, las cuales están a continuación

- Norma Técnica INEN ISO 2631-1: VIBRACIÓN MECÁNICA Y CHOQUE. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DE LOS SERES HUMANOS A LA VIBRACIÓN EN TODO EL CUERPO. -Ponderaciones de la intensidad de la vibración.
- "Determinación de la exposición a vibraciones por cada eje y tiempo máximo permitido según aplicación R.D. 1311/2005"
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INHST): Evaluación de posturas de trabajo estáticas

4.2.3. Construcción plan de acción

En esta se desarrollará un plan contiene medidas propuestas de control y a efectuar tanto para: fuente, medio y receptor.

El plan está conformado por medidas tanto preventivas como de control, acciones a cumplir, responsables, indicadores de control, determinación de tiempos de cumplimiento, así como los recursos a emplear necesarios para la implementación y el desarrollo del plan.

En la tabla 26, se muestra la propuesta del plan de acción para la prevención y control del riesgo de vibraciones en los conductores de la cooperativa "28 DE SEPTIEMBRE".

Tabla 25 Plan de acción para la cooperativa “28 DE SEPTIEMBRE”.

PLAN DE ACCIÓN							
Problema	Objetivo	Responsable	Tipo de medida	Acción a Efectuar	Recursos	Tiempo	Indicador
EXPOSICIÓN A RIESGO DE VIBRACIONES SIN MEDIDAS DE CONTROL DE DURANTE LA REALIZACIÓN DE TAREAS	Reducir y controlar en la medida de lo posible las afecciones y malestares presentados de dolencias en los conjuntos musculo esqueléticos, así como la posibilidad de enfermedades profesionales a corto y largo plazo en los conductores de transportes de la empresa cooperativa “28 DE SEPTIEMBRE”	Comisión de Educación y capacitación	Preventivo	Socializar y capacitar el tema de riesgos de vibraciones.	Tiempo: horas de capacitación Humano: Trabajadores de la empresa.	30 días	Registros de asistencia.
		Comisión de Educación y capacitación	Preventivo	Entregar manual de prevención de riesgo de vibraciones en cuerpo entero.	Tiempo: horas de investigación Humano: trabajadores de la empresa.	30 días	Ficha de indicador.
		Comisión de Educación y capacitación	Control	Definir Medidas de Control en la Fuente	Humano: trabajadores de la empresa.	30 días	Ficha de indicador de control
		Comisión de Educación y capacitación	Control	Determinar Medidas de Control en el Medio	Financiero: inversión en asientos antivibración.	30 días	Ficha de indicador de control
		Comisión de Educación y capacitación	Control	Establecer Medidas de Control en el Receptor.	Humano: trabajadores de la empresa.	30 días	Ficha de control y check list.
		Comisión de Educación y capacitación	Preventivo	Controlar la ejecución del Protocolo de pausas activas y demás medidas.	Humano: trabajadores de la empresa.	30 días	Ficha de indicador

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

4.2.4. Ejecución plan de acción

A partir de la aprobación del plan de acción por parte de la empresa y con la información necesaria obtenida de la investigación en el campo de la Seguridad y Salud Ocupacional, además de los recursos humanos de la misma área, se procederá a aplicar las correcciones necesarias para el control con el objetivo de mitigar las molestias y el riesgo de patologías originadas por las vibraciones en la salud de los conductores.

La ejecución engloba la aplicación de las actividades derivadas de las medidas propuestas, tanto de control como de prevención definidas de acuerdo al plan de acción. Además de un seguimiento de verificación de cumplimiento de las mismas.

Los principales puntos en la ejecución del plan de acción son:

- Socializar y capacitar el tema de riesgos de vibraciones.
- Entregar manual de prevención de riesgo de vibraciones en cuerpo entero.
- Definir medidas de control en la fuente
- Determinar medidas de control en el medio
- Establecer medidas de control en el receptor.
- Controlar la ejecución del Programa de pausas activas y demás medidas.

A partir de los resultados obtenidos a través de la evaluación con base en la NTE INEN ISO-2361-1 se determinaron estos elementos, mismos documentos que serán entregados a la empresa.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

4.2.4.1. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

1. OBJETIVO

Elaborar el programa de capacitación en Seguridad y salud Ocupacional S.S.O en la empresa Cooperativa de Transportes "28 DE SEPTIEMBRE"

2. ALCANCE

Aplicable al personal de servicio de transporte.

3. RESPONSABLE

Asamblea General y Gerente: Dar la aprobación de recursos necesarios para la ejecución de la capacitación del personal de la empresa.

Comisión de educación y capacitación: Planificar la ejecución del programa.

Trabajadores: Asistencia.

4. GLOSARIO

Capacitación: conjunto de actividades didácticas, orientadas a ampliar los conocimientos, habilidades y aptitudes del personal que labora en una empresa.

S.S.O: Seguridad y salud Ocupacional

Inducción: Es una dirigida a otorgar conocimientos e instrucciones al trabajador para que ejecute su labor en forma segura, eficiente y correcta. Consiste en la orientación y ubicación

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

que se efectúa en los trabajadores, dando a conocer sobre los riesgos que se pueden presentar en la empresa.

5. PROCEDIMIENTO

a. Detectar Necesidades de Capacitación

Determinar los temas a tratar con base en los resultados y la evaluación realizada y solicitar el lugar en el que se desarrollará la capacitación con el responsable de seguridad y salud de la empresa.

b. Planificar los temas y el lugar de capacitación para el personal.

c. Elaborar el cronograma de capacitación

Se realizará un cronograma para el cumplimiento, determinando las fechas y detalles de la capacitación a ejecutar con el personal de la empresa y la aprobación de la gerencia. Anexo 7.

d. Inducción y socialización al personal

Una vez aprobado el cronograma, se dará paso a la inducción y socialización del tema de Seguridad y Salud Ocupacional. (Riesgo de Vibraciones) para el personal del área de transporte de la empresa. La capacitación deberá realizarse semestralmente.

Se llevará un registro de asistencia para la verificación del correcto cumplimiento de la capacitación, y presencia del personal que asista.

d. Seguimiento

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

La comisión de educación y capacitación deberá realizar un seguimiento de los temas de capacitación mediante la observación y el apoyo de un check list o registro de ser necesario, en el que se determinen las actividades y su correcto cumplimiento.

4.2.4.2. MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGO DE VIBRACIONES

INTRODUCCIÓN

El efecto de la vibración sobre el cuerpo humano es dependiente de la postura y varía entre individuos y ambientes; es decir, puede no tener las mismas consecuencias en todas las situaciones.

Las vibraciones ingresan al cuerpo por los pies, si el trabajador está de pie, y por la parte del cuerpo que toca la silla si está sentado, es el caso de los equipos de transporte o movimiento de cargas tales como montacargas, retroexcavadoras, motoniveladoras, barcos, vehículos sobre orugas, trenes, puente grúas, conducción de vehículos, tractores, camiones, entre otros.

Los grupos de traumatismos más frecuentes descritos son los espinales y cambios degenerativos, el dolor lumbar es manifestado mucho antes de que se observe radiológicamente y se presentan también desplazamientos de discos intervertebrales.

Otros trastornos atribuidos a las vibraciones son los dolores abdominales, problemas digestivos, dificultades urinarias, prostatitis, incremento de problemas de equilibrio, trastornos visuales, dolores de cabeza, falta de sueño y otros problemas similares, en consecuencia, es necesario ser prudentes antes de atribuir en un caso individual tales síntomas de la exposición profesional a vibraciones, porque pueden tener muy diversos orígenes.

MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGO DE VIBRACIONES				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1. Enfermedades profesionales por riesgo de vibraciones de cuerpo entero

Se denominan las patologías derivadas de efectos de las pulsaciones / vibraciones sobre las asentaderas o la espalda en actividades en posición sentado, sobre los pies en procedimientos de trabajo en posición de pie o sobre la cabeza y la espalda en trabajos en posición acostado. Aquí todo el cuerpo está expuesto a las vibraciones.

1.2. Características de las vibraciones

Se entiende por vibraciones cualquier movimiento oscilante que efectúa una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular o aleatorio en dirección, frecuencia y/o intensidad. Son más habituales aquellas vibraciones aleatorias.

1.3. Posturas Forzadas en Conductores.

Según el documento «El transporte de viajeros urbanos e interurbanos. Libro blanco para el debate de la prevención en materia de seguridad y salud» realizado por el Equipo Técnico del Departamento de Desarrollo de Proyectos e Innovación de SGS Tecnos, SA., «la postura principal del conductor, en términos generales, se puede considerar como una variante de la sedestación, en la cual se mantiene una postura eminentemente estática para el tronco, mientras que la cabeza, el cuello y las extremidades adoptan de una serie de componentes dinámicos. En la región cervical, para dirigir la atención en la vía, en los espejos y retrovisores.

MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGO DE VIBRACIONES				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

En las extremidades, para la manipulación de los diferentes componentes del habitáculo. Los pies actúan como apoyos accesorios para el soporte del peso corporal, dado que se encuentran sujetos al control de los pedales. El apoyo principal recae por tanto sobre la columna dorsal y lumbar baja, y región glútea.

El principal riesgo que se genera como consecuencia de la conducción durante largos periodos de tiempo es la fatiga física, causada por los riesgos ergonómicos de esta actividad, como son los movimientos repetitivos de los sistemas mano-volante, pie-pedal, torsión del cuello, etc.; la eventual manipulación manual de cargas, por ejemplo, a la hora de cambiar una rueda, y las posturas forzadas al pasar largos periodos de trabajo en posición sentada. Todo esto lleva a los temidos trastornos músculo-esqueléticos, focalizados especialmente en la espalda en el que se puede señalar los dos factores más importantes para la aparición de esta dolencia como son el estrés postural y la exposición a largo plazo a las vibraciones de cuerpo entero (Equipo Técnico del Departamento de Desarrollo de Proyectos e Innovación de SGS Tecnos, 2010)

MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGO DE VIBRACIONES				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

1.3.1. Lesiones por posturas forzadas

Las posturas de trabajo inadecuadas es uno de los factores de riesgo más importantes en los trastornos músculoesqueléticos. Sus efectos van desde las molestias ligeras hasta la existencia de una verdadera incapacidad.

Se definen tres etapas en la aparición de los trastornos originados por posturas forzadas:

- En la primera etapa: aparece dolor y cansancio durante las horas de trabajo, desapareciendo fuera de éste, esta etapa puede durar meses o años. A medida se puede eliminar la causa mediante medidas ergonómicas
- En la segunda etapa: los síntomas aparecen al empezar el trabajo y no desaparecen por la noche, alterando el sueño y disminuyendo la capacidad del trabajo. Esta etapa persiste durante meses.
- En la tercera etapa: los síntomas persisten durante el descanso, se hace difícil realizar tareas, incluso las más fáciles

MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGO DE VIBRACIONES

ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

1.3.2. Trastornos

- Trastornos de cuello: los principales síntomas pueden ser dolor frecuente, entumecimiento, rigidez, hormigueo o sensación de calor en la nuca, al término de la jornada laboral o durante la misma.

En los conductores la región cervical, se utiliza para dirigir la atención en la vía, en los espejos y retrovisores, lo que causa:

- Posturas forzadas de la cabeza: cabeza girada, inclinada hacia atrás o a un lado.
- Mantener la cabeza en la misma posición durante muchos minutos.
- Movimientos repetitivos de la cabeza y los brazos.
- Aplicar fuerzas con los brazos o con las manos.
- Trastornos de espalda: sus síntomas suelen ser: dolor localizado en la parte baja de la espalda o irradiado hacia las piernas.

Cuando se conduce el apoyo principal recae sobre la columna dorsal y lumbar baja, y la región glútea. Lo cual se deriva de las siguientes causas:

- Posturas forzadas del tronco: giros e inclinaciones atrás, hacia los lados o adelante.
- Las vibraciones transmitidas al cuerpo a través de los pies o las piernas.
- Levantar, depositar, sostener, empujar o tirar de cargas pesadas.
- El trabajo físico muy intenso.

MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGO DE VIBRACIONES				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

- Trastornos de hombros: los síntomas principales son dolor o rigidez frecuentes.

En conductores las extremidades adoptan el trabajo de componentes dinámicos. Por lo cual sus causas más comunes son:

- Posturas forzadas de los brazos: brazos levantados por delante o a los lados del cuerpo.
- Mantener los brazos en una misma posición durante muchos minutos.
- Aplicar fuerzas con los brazos o con las manos.
- Movimientos muy repetitivos de los brazos.
- Trastornos de muñecas: El más común síntoma es el dolor frecuente. En el "síndrome del túnel carpiano" el dolor se extiende por el antebrazo, acompañado de hormigueos y adormecimiento de los dedos pulgar, índice y medio, sobre todo por la noche.

En la conducción las muñecas usadas para la manipulación de los diferentes componentes del habitáculo como los sistemas mano-volante. y de ahí sus causas:

- El trabajo manual repetitivo haciendo a la vez fuerza con la mano o con los dedos.
- Un trabajo repetitivo de la mano con una postura forzada de la muñeca, o usando sólo dos o tres dedos para agarrar los objetos.

MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGO DE VIBRACIONES				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

1.3.3. Factores de riesgo

- Características antropométricas del individuo: talla, peso, longitud de las extremidades, etc.
- La relación entre el asiento, el volante y los pedales. Los conductores necesitan interactuar y mantener un contacto constante con cada uno de estos componentes. El uso y la combinación de estos componentes influyen la postura del trabajador
- La restricción de movimientos en el interior del habitáculo, que condiciona una dificultad para realizar cambios posturales, especialmente en las piernas.
- Estado físico y ergonomía en el diseño de los diferentes elementos del vehículo como asientos, volante, espejos, aire acondicionado, sistemas de amortiguación, etc.
- Las vibraciones derivadas del vehículo, así como de la presencia en la vía de baches, badenes, y otros obstáculos artificiales. (González, 2015)

2. CONTROL PREVENTIVO DEL RIESGO

Las medidas de control deberán encaminarse por una triple vía: adopción de medidas técnicas preventivas, selección de personal y control médico. Entre las medidas técnicas a adoptar podemos citar como las más importantes las siguientes:

- Actuación sobre los focos productores de las vibraciones mediante la vigilancia del estado de las máquinas (rozamientos, etc.)
- Modificación de la frecuencia de resonancia, variando la masa o rigidez del elemento vibrante.

MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGO DE VIBRACIONES				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

- Utilización de materiales aislantes (soportes de caucho, resortes metálicos, etc.) y o absorbentes de las vibraciones que atenúen la transmisión de éstas al hombre.
- Aislamiento del conductor de maquinaria mediante suspensión del asiento y/o de la cabina respecto al vehículo, etc

2.1. Información y formación.

La empresa proporcionará formación e información necesaria para las medidas de prevención y protección de riesgos laborales.

2.2. Participación y Consulta.

La empresa deberá facilitar la consulta y participación de los trabajadores en todas las cuestiones referentes a la seguridad y salud en el trabajo. Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas dirigidas a la mejora en la prevención de riesgos laborales.

2.3. Vigilancia de la salud

La empresa deberá garantizar la vigilancia periódica en la salud de los trabajadores, El médico ocupacional determinará el procedimiento de evaluación de la salud en función del estado de salud y la exposición del riesgo.

Otras medidas adicionales

- Garantizar el adecuado reposo antes de iniciar la actividad diaria
- Llevar una alimentación saludable
- Realizar los ejercicios sugeridos durante las pausas activas.

CONTROL DE FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

3. FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS

La aplicación de estas medidas se hará según los principios generales de evitar los riesgos, evaluar aquellos que no se pueden evitar, y adaptar el trabajo a la persona.

3.1 Fuente

El control en la fuente se refiere a cambiar el origen o intervenir en el proceso donde está presente el riesgo. La intervención proactiva o preventiva significa reconocer los riesgos potenciales y tomar acción antes de que estos puedan repercutir en la salud de los trabajadores o interfieran en sus actividades diarias.

Las vibraciones mecánicas pueden originarse de varias fuentes, la principal fuente de vibraciones en los vehículos es la suspensión, en segundo lugar, está el motor y después la transmisión o tracción y por último las ruedas o neumáticos.

3.1.2 MEDIDAS DE CONTROL EN LA FUENTE

Como medidas de control sugeridas tenemos las siguientes:

Vehículo:

- ✓ Reemplazar el sistema de suspensión de fábrica por uno de mejor tecnología, más especializado.
- ✓ Reemplazar el sistema de suspensión de fábrica usado o defectuoso por uno nuevo cada 60 000 km.

COTROL DE FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

- ✓ Cumplir con el ABC recomendado por el fabricante para mantener el vehículo en óptimo funcionamiento de todas sus partes cada 20 000 km.
- ✓ Adquirir los repuestos necesarios a tiempo para corregir los fallos en la unidad de transporte.
- ✓ Mantener un engrasado constante en partes móviles para mitigar la fricción entre las piezas. Cada 60 000 km.
- ✓ Verificar el correcto ajuste de todos los componentes para evitar la inestabilidad cada 20 000 km.
- ✓ Usar neumáticos en las condiciones adecuadas según lo establecido por la agencia de tránsito y cambiarlos cada 25 000 km.
- ✓ Llevar a cabo una correcta alineación y balanceo para reducir las vibraciones originadas por las ruedas. 1 vez al año como mínimo.

Administrativo:

- ✓ Elaborar e implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo.
- ✓ Realizar un seguimiento del Plan de Mantenimiento Preventivo a través de un registro o check list.
- ✓ De ser posible realizar cambios en las rutas, evitando vías en malas condiciones ya sea en superficies de tierra y empedrados.

Carretera:

- ✓ Manejar con precaución en vías irregulares evadiendo: baches, desniveles, etc.

CONTROL DE FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

La mejor medida de control es la adquisición de transportes nuevos cuyo diseño incluya la seguridad en el origen, en caso de contar con un presupuesto suficiente, caso contrario la empresa se verá en la obligación de implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo como mínimo. Conviene recordar que el mantenimiento preventivo es una de las mejores medidas para conseguir que los equipos e instalaciones permanezcan seguros.

3.2 Medio

Cuando el riesgo no está controlado por la transmisión de vibraciones provenientes de la fuente se aplicará un programa de medidas organizativas sobre el puesto de trabajo para reducir la exposición, se tratará de impedir que el riesgo se difunda en el ambiente. Los controles en el medio tienden a aumentar la distancia entre las fuentes y el individuo expuesto; encerrar o separar las fuentes generadoras y el trabajador.

3.2.1 MEDIDAS DE CONTROL EN EL MEDIO

Como medidas sugeridas tenemos las siguientes:

Asiento:

- ✓ Adquirir amortiguadores de suspensión de aire para asiento del conductor.
- ✓ Instalar asientos cuyas características amortigüen las vibraciones ocurridas por la falta de calidad de las vías.
- ✓ El ajuste del asiento debe ser fácil, intuitivo, comprensible y rápido. Debe permitir un amplio rango de ajustes, una visibilidad despejada enfrente del parabrisas, un

CONTROL DE FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

alcance confortable de los controles y pedales y diseño ergonómico para permitir una postura correcta.

- ✓ Conseguir accesorios ergonómicos como cojines ortopédicos que se adaptan al asiento del conductor.
- ✓ Siempre que sea posible, escoger los vehículos que incorporen características ergonómicas en su diseño, tanto en los paneles de mandos como en el asiento.

Medio ambiente y temperatura:

- ✓ Adaptar medios que regulen la temperatura ambiente ya sean aire acondicionado y calefactores para evitar la fatiga y otros malestares en la salud.

La mejor medida de control es la adquisición de asientos con suspensión independiente cuyo diseño aisle la fuente del receptor y mitigue la exposición, en caso de contar con un presupuesto suficiente.

CONTROL DE FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

3.2.2 PROTOTIPOS Y MODELOS

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	FOTO DEL PRODUCTO
ASIENTO CONDUCTOR UNIVERSAL BUS CARROCERIAS X-RACING	
MARCA	X-RACING
FABRICANTE	CONCEG
MODELO	ESTÁNDAR
PRECIO	\$330
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Cuatro movimientos	
Arriba - Bajo	
Adelante - Atrás corredizo engranaje	
Izquierda - Derecha	
Reclinación con mecanismo importante	
Tapicería a elección del cliente	
Espaldar y cabecera de esponja inyectada	
Cojín y centro de espaldar tejido piola doble	
Tapicería de cojín acolchonada y bolsillo lateral	
Base con mecanismo de amortiguación	
Protector de base tipo acordeón	
	

CONTROL DE FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	FOTO DEL PRODUCTO
ASIENTO CONDUCTOR UNIVERSAL BUS CARROCERIAS X-RACING	
MARCA	X-RACING
FABRICANTE	CONCEG
MODELO	ESTÁNDAR
PRECIO	\$589
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Cuatro movimientos	
Arriba - Bajo	
Adelante - Atrás corredizo engranaje	
Izquierda - Derecha	
Reclinación con mecanismo importante	
Tapicería a elección del cliente	
Espaldar y cabecera de esponja inyectada	
Cojín y centro de espaldar tejido piola doble	
Tapicería de cojín acolchonada y bolsillo lateral	
Protector de base tipo acordeón	
	

CONTROL DE FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	FOTO DEL PRODUCTO
ASIENTO CONDUCTOR UNIVERSAL BUS CARROCERIAS X-RACING	
MARCA	X-RACING
FABRICANTE	CONCEG
MODELO	ESTÁNDAR
PRECIO	\$589
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Cuatro movimientos	
Arriba - Bajo	
Adelante - Atrás corredizo engranaje	
Izquierda - Derecha	
Reclinación con mecanismo importante	
Tapicería a elección del cliente	
Apoya Brazos regulables	
Espaldar y cabecera de esponja inyectada	
Cojín y centro de espaldar tejido piola doble	
Tapicería de cojín acolchonada y bolsillo lateral	
Base con mecanismo de amortiguación	
Protector de base tipo acordeón	
	

CONTROL DE FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS

ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		FOTO DEL PRODUCTO
Kraco Ergo-Drive Almohadilla ortopédica para asiento de Auto, Gel frio		
MARCA	Ergo Drive	
FABRICANTE	Custom Accessories	
MODELO	Posterior Cushion	
PESO	1.85 libras	
DIMENSIONES	2.36 x 14.96 x 16.54 pulgadas	
CÓDIGO	3903321	
MATERIAL	MEMORY FOAM Y GEL	
PRECIO	\$ 25,45	
CARACTERÍSTICAS GENERALES		
<p>Espuma de memoria Plus Gel, insertar absorbe el calor para un efecto de enfriamiento Premium Targeted posterior comodidad.</p> <p>Alivia presión de puntos para máxima comodidad mientras está sentado</p> <p>Diseño ergonómico con revestimiento antiadherente.</p> <p>Incluye 1 cm. Material (S) de cojín: espuma de poliuretano, poliéster, TPU.</p>		
FUNCIÓN		
Relaja dolores de coxis, ciático y parte inferior de la espalda		
DESCRIPCIÓN		
<p>Cojín de espuma viscoelástica: el cojín lumbar está diseñado para apoyar la curva natural de tu espalda y cuenta con un inserto de gel refrescante que absorbe el calor. Manténgase cómodo durante los viajes diarios y viajes por carretera con esta almohada de espuma viscoelástica.</p> <p>Apoyo lumbar: cuenta con soporte lumbar de alta calidad. Este cojín lumbar alivia los puntos de presión para la máxima comodidad mientras está sentado, y ayuda con la ciática y otros problemas de espalda.</p> <p>Cojines para asiento de coche: cuando necesites más apoyo mientras conduces, utiliza una espuma de memoria o un cojín de asiento de felpa que ayudará con problemas de espalda o columna vertebral, ciática, dolores y más durante las conducciones diarias.</p>		

CONTROL DE FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

3.3 Receptor (Trabajador)

Los controles en el receptor generalmente deben ser la última opción, para proteger la salud del trabajador y se refieren especialmente a las acciones que permitan intervenciones que regulen los periodos de exposición y proporcione medidas como el uso de elementos de protección personal y planes de educación de los trabajadores entre otros.

3.3.1 MEDIDAS DE CONTROL EN EL RECEPTOR

Tenemos las siguientes:

- ✓ Limitar la duración y la intensidad de exposición en los trabajadores a través del cálculo de tiempo máximo permitido o jornada laboral.
- ✓ No sobrepasar los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, que dicta la NTE: INEN-ISO 2631.
- ✓ Implementar prácticas de trabajo seguras para reducir la exposición a las vibraciones mecánicas.
- ✓ Adoptar medidas ergonómicas correctivas e implementar el protocolo de pausas activas.
- ✓ Reforzar la vigilancia de la salud mediante un médico ocupacional, aumentando la periodicidad de la misma.
- ✓ Incorporar programas de capacitación, instrucción, inducción y reinducción acerca del riesgo de vibraciones en la salud de los conductores.

INSTRUCTIVO PARA CONDUCIR EN POSICIÓN ADECUADA

ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

INSTRUCTIVO



01	Se debe situar el punto medio del reposacabezas a la altura de las orejas, de manera que el punto central de la cabeza apoye sobre este. Además, nunca debe quedar la parte superior del mismo por debajo de la parte más alta de la cabeza, pues esta puede irse para atrás, aunque si puede quedar más alto que la misma.
02	El asiento debe estar situado aproximadamente a unos 30 cm del piso del auto, de manera que favorezca la correcta posición de las piernas. Además, debe tener una inclinación hacia atrás de entre 15 y 25 grados, de manera que entre el muslo y la cadera se presente un ángulo de 110 a 120 grados.
03	Se debe regular la distancia al volante, de manera que las piernas queden flexionadas formando un arco de 135 grados aproximadamente.
04	No colocar nada en el Tablero (salpicadero), ni dejar elementos sueltos por el coche, ya que en caso de movimiento brusco nos podemos lesionar con éstos.
05	Para escoger la posición de los brazos debe asegurarse la relajación de hombros y los músculos de la espalda.
06	La parte superior de la cinta del cinturón de seguridad tiene que apoyarse sobre la clavícula y el pecho, sin oprimir, tensándola en la pelvis para no colarnos por debajo de ella en caso de accidente frontal.
07	Si el vehículo cuenta con climatizador, la temperatura ideal es la de 20 grados.

PROTOCOLO DE PAUSAS ACTIVAS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

4.2.4.3. PROTOCOLO DE PAUSAS ACTIVAS

La empresa deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos realizara la prevención de los riesgos laborales mediante la integración de la actividad preventiva en la empresa y la adopción de medidas referidas.

1. OBJETIVO

Realizar un plan de pausas activas para los trabajadores de la empresa "28 DE SEPTIEMBRE"

2. ALCANCE

El procedimiento se aplica a las actividades de los conductores de área de transporte de la empresa.

3. RESPONSABLE

Supervisores (comisión de trabajo): Asegurar el cumplimiento del plan.

Trabajadores de la empresa: Efectuar el programa.

4. GLOSARIO

Pausas activas: Las pausas activas son breves descansos que se realizan durante la jornada laboral y consisten en rutinas de ejercicios y estiramientos que ayudan a prevenir los trastornos osteomusculares como a reducir la fatiga y el estrés laboral a su vez mejoran el desempeño y eficiencia en el trabajo.

PROTOCOLO DE PAUSAS ACTIVAS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

5. PROCESO

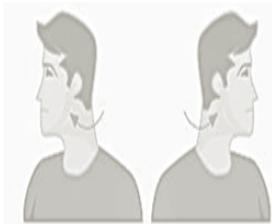
Es recomendable hacerlos dos veces en la jornada de trabajo: Al inicio y mitad de la jornada.

Su duración es de 10 minutos y son ejercicios que varían diariamente.

La rutina comprende ejercicios para el cuello, hombros, brazos, manos, piernas y espalda.

1.2.4.4 PROGRAMA DE EJERCICIOS DE PAUSAS ACTIVAS

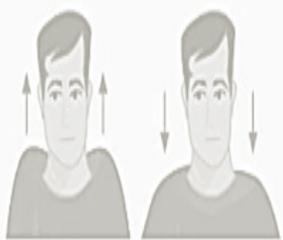
EJERCICIOS PARA EL CUELLO

<p>Gire su cabeza a la derecha, como si tratara de mirar su espalda y sostenga esa posición por cinco segundos, vuelva la cabeza al centro y cambie hacia el lado contrario. Repita el ejercicio tres veces de cada lado.</p>	
<p>Lleve su cabeza hacia atrás, como si tratara de mirar al cielo, sostenga esa posición por cinco segundos, vuelva la cabeza al centro, y baje lentamente la cabeza como si tratara de mirar el suelo sostenga por cinco segundos. Realice tres repeticiones hacia cada lado.</p>	
<p>Lleve su cabeza hacia el lado Derecho, coloque su brazo derecho sobre la cabeza apoyando la mano sobre la oreja izquierda y sostenga esa posición por cinco segundos, Vuelva y sostenga esa posición por cinco segundos, Vuelva al centro y cambie hacia el lado izquierda. Repita tres veces hacia cada lado.</p>	

PROTOCOLO DE PAUSAS ACTIVAS

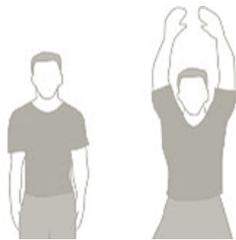
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

EJERCICIOS PARA LOS HOMBROS

<p>Pase los brazos por detrás de la espalda, con la mano derecha tome la muñeca izquierda y tire suavemente hacia abajo. Incline la cabeza hacia el hombro derecho. Sostenga por diez segundos. Cambie de lado, realice tres repeticiones.</p>	
<p>Lleve el brazo derecho por atrás de la cabeza y toque la espalda con su mano, coloque el brazo izquierdo sobre el codo realizando presión hacia abajo, Cambie hacia el lado opuesto, Realice 3 repeticiones de cada lado.</p>	
<p>Suba los hombros hacia las orejas, ahora los contrae por diez segundos, distorsiónelos rápidamente, Repita por tres veces.</p>	
<p>Suba los hombros hacia las orejas, muévelos hacia atrás en círculos. Repita tres repeticiones en cada lado.</p>	

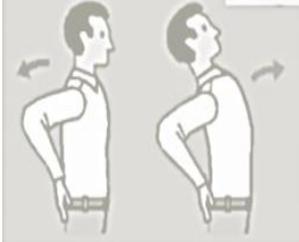
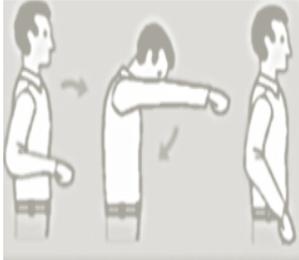
PROTOCOLO DE PAUSAS ACTIVAS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

EJERCICIOS PARA LOS BRAZOS

<p>Sacuda los brazos y manos a los lados del cuerpo durante diez segundos, dejando que los hombros vayan colgando a medida que disminuye la tensión.</p>	
<p>De pie, con los brazos extendidos y dedos entrelazados, girar las palmas por encima de la cabeza a la vez que estira los brazos. Sostener por diez segundos y volver a la posición inicial. Repetir tres veces.</p>	
<p>De pie, con los brazos extendidos y las manos entrelazadas, elevarlas hacia el lado derecho a la altura de los hombros, sostener por diez segundos y cambiar hacia el otro lado. Repetir tres veces.</p>	
<p>Eleve los brazos a los lados y toque las palmas de las manos arriba de la cabeza. Vuelva a la posición inicial. Repita tres veces.</p>	

PROTOCOLO DE PAUSAS ACTIVAS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

EJERCICIOS PARA LA ESPALDA

<p>De pie, con las rodillas firmes y las manos en la cintura, lleve los hombros hacia atrás y contraiga el abdomen, sostenga por diez segundos y vuelva a la posición inicial. Repita tres veces.</p>	
<p>De pie, con las piernas firmes, las rodillas separadas y el abdomen contraído, llevar los codos doblados hacia atrás contar hasta diez, estirar los brazos hacia el frente y curvar la espalda, contar hasta diez, volver a la posición inicial y Repetir tres veces.</p>	
<p>De pie, las piernas ligeramente abiertas y los brazos detrás de la nuca, giramos el torso hacia un lado y luego hacia el otro. Repetir tres veces.</p>	
<p>De pie, con las piernas separadas, y rodillas ligeramente dobladas, lleve la cintura hacia atrás y hacia adelante, hacia la izquierda y hacia atrás adelante, hacia la izquierda y hacia la derecha, alternativamente. Repita tres veces. Ahora realice círculos con la cadera, hacia el lado derecho y hacia el izquierdo, repita tres veces.</p>	

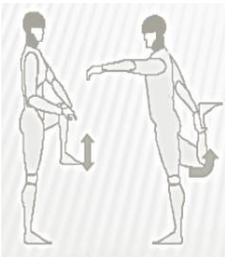
PROTOCOLO DE PAUSAS ACTIVAS

ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

<p>De pie, con las piernas abiertas y los brazos extendidos, inclinarse hacia el costado derecho para tratar de tocar con la mano el pie derecho, volver a la posición inicial y repetir hacia el otro costado.</p>	
<p>De pie, con los brazos extendidos hacia arriba, las rodillas separadas y ligeramente flexionadas, contraer el abdomen y llevar los brazos por entre las piernas hacia atrás, contar diez segundos y volver a la posición inicial.</p>	
<p>Con los brazos extendidos, al lado hacia arriba, flexione ligeramente el tronco hacia el lado. Sostenga por diez segundos y vuelva a la posición inicial.</p>	
<p>Coloque el brazo izquierdo delante de la cintura, y lleve el brazo derecho extendido al lado hacia arriba, flexione ligeramente por diez segundos, vuelva a la posición inicial y cambie de lado.</p>	

PROTOCOLO DE PAUSAS ACTIVAS

ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

<p>De pie, con las piernas separadas, y rodillas ligeramente dobladas, comience a bajar hasta donde resista. Repita tres veces.</p>	
<p>De pie, lleve la rodilla derecha al pecho, sostenga por diez segundos con las manos y cambie de pierna. Ahora, lleve la pierna derecha hacia atrás sostenida por la mano derecha, tratando de tocar el glúteo derecho, por diez segundos.</p>	
<p>Separe las piernas a una distancia un poco mayor que el ancho de los hombros, flexione la rodilla derecha (aprox. 90°) y apoye todo el peso sobre la pierna flexionada, mantenga la pierna izquierda recta. Sostenga por diez segundos y cambie de lado.</p>	
<p>Flexione la rodilla (aprox. 90°) y extienda la pierna izquierda atrás manteniéndola recta, apoyando todo el peso sobre la pierna flexionada. Sostenga por diez segundos y cambie de lado.</p>	

PROTOCOLO DE PAUSAS ACTIVAS				
ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

EJERCICIOS PARA LAS MANOS

<p>Abra y cierre las manos, llevando el pulgar hacia adentro y flexionando los dedos, repita 3 veces.</p>	
<p>Realice círculos con las manos, hacia un lado y luego al otro, Repita 3 veces en cada lado.</p>	
<p>Dirija la mano hacia el lado externo, tratando de llevarla hasta donde alcance.</p>	
<p>Realice círculos con el dedo pulgar, hacia un lado y luego hacia el otro. Repita 3 veces en cada lado.</p>	

PROTOCOLO DE PAUSAS ACTIVAS

ELABORADO POR:	EMPRESA	ÁREA	APROBADO POR:	EDICIÓN
SARAHÍ BRAVOMALO	Coop. "28 DE SEPTIEMBRE"	SERVICIO DE TRANSPORTE	ING. GUILLERMO NEUSA	2020

EJERCICIOS PARA RELAJACIÓN VISUAL

<p>Abrir y cerrar los ojos, manteniendo cada posición por dos segundos. Hacerlo durante 10 segundos.</p>	
<p>Acerque el dedo índice hacia su nariz y aléjelo, siguiéndolo con sus ojos.</p>	
<p>Cubra sus ojos con sus manos sin hacer presión y tendiendo abiertos sus ojos gírelos en todas las direcciones.</p>	

CONCLUSIONES

- Esta investigación se sustentó con base en la normativa nacional e internacional vigente en materia de prevención ergonómica por vibración, con la finalidad de fundamentar el desarrollo, las temáticas y aspectos relacionados con el tema de investigación.
- El nivel de exposición al riesgo, se evaluó mediante la aplicación del método de la Norma Técnica ISO 2631 para Vibraciones y vehículos pesados mecánicos. Sin embargo, la evaluación para la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero, se tuvo en cuenta: Parte 1: Requisitos generales. Con la ayuda del software Excel; donde se pudo determinar que, de acuerdo a los niveles de confort en asiento y respaldo, el tipo de suelo que presenta niveles altos de molestia es el empedrado, tomando en cuenta su porcentaje de cobertura en la ciudad de Ibarra (pág. 23). Estos niveles representan afección directa en la salud en los conductores, generando una reducción del rendimiento tanto físico, psíquico y fisiológico, Por lo tanto, estas exposiciones pueden generar cuadros clínico-ocupacionales o en mucho de los casos, patologías profesionales u ocupacionales por TME, interfiriendo con la actividad y el desempeño en el trabajo. También se pudo detectar que, las posturas forzadas en periodos constantes y largos de trabajo en posición sentada causa los TME principalmente en la zona lumbar, estos cuadros clínicos ocupacionales, se debe principalmente a dos factores; lo tipo stress postural y la exposición a largo plazo a las VCC.
- A partir de estos resultados obtenidos por la evaluación, se diseñó una propuesta, dentro de la cual se presentaron alternativas de control sobre la fuente, medio y receptor, así como también medidas complementarias, para disminuir el riesgo por vibraciones. Pues, proteger la salud y el bienestar físico de los conductores son una de las prioridades para una mejor calidad de vida.

RECOMENDACIONES

- En base a los análisis a cada operador o conductor durante la investigación, es fundamental el seguimiento del control y medidas preventivas a la salud, permitiendo disminuir la exposición a factores patológicos por cuadro clínico lumbar y cervical.
- Para no exceder los niveles de bienestar del límite máximo permitido, es primordial que la empresa implemente medidas de control de vigilancia a la salud, establecidas en la propuesta para todo el personal, esto permitirá una correcta prevención a la salud y al control del riesgo por exposición. Sin embargo, de ser posible, reducir los tiempos de exposición conforme a los ciclos de trabajo, tomando las afecciones que comprometen la parte biomecánica y anatómica del conductor.
- Al instituir el plan propuesto de medicina preventiva dirigido por el médico en salud ocupacional de la organización, permitirá que el control epidemiológico por lumbalgias producidas (espalda baja) y la parte cervical (espalda alta), determinara exámenes específicos de columna vertebral y musculo
- esquelético, que permitan determinar las sintomatologías ocupacionales, y para un adecuado tratamiento de fisioterapia ocupacional.
- Finalmente, el Plan de Prevención propuesto, ver (pág. 25) del presente Trabajo de grado, establece una serie de normas y protocolos como medidas de medicina preventiva ocupacional. Por lo tanto, es importante que el médico en salud ocupacional, haga seguimiento y control médico por traumatología, así como, la atención y seguimiento del técnico en seguridad y salud en el trabajo de la organización. Al mismo tiempo, el monitoreo y vigilancia de la salud de forma periódica, determinará la actualización y valoración del riesgo según lo determine el médico ocupacional; pues, del médico dependerá el éxito del Plan de Prevención propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

- (INSHT), I. N. (2014). *Aspectos Ergonomicos de las Vibraciones*. Madrid: Torrelaguna 73, 28027.
- 5349, I. (1986.). *Mechanical Vibration-Guidelinesfor the Measurement and the Assessment of Human Exposure to Hand-Transmitted Vibration*. Ginebra.
- Asamblea, N. (2016). *La Constitución del Ecuador, Capítulo 2° "Derechos del buen vivir" Art 32*.
- Chaffin. Gunnar B.J. Anderson, B. J. (2006). *OCCUPATIONAL BIOMECHANICS*. . Wiley Interscience.
- Cornwell, B. J. (2013). *Mecánica Vectorial para ingenieros*. México: Subsidiary of the McGraw - Hill.
- Diez, F. M. (2008). *Higene Industrial: Manual para la formación del especialista* . LEX-NOVA.
- Equipo Técnico del Departamento de Desarrollo de Proyectos e Innovación de SGS Tecnos, S. (2010). *El Transporte de viajeros urbanos e interurbanos. LIBRO BLANCO PARA EL DEBATE DE LA PREVENCIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD. Deposito Legal V-4804-2010*. . Valencia.
- ESPE, C. M.-C. (2018). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE VIBRACIONES MECÁNICAS EN EL SISTEMA SCADA DE LOS GRUPOS DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA EN LA CENTRAL ILLUCHI II DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI ELEPCO S.A*. Latacunga.
- Falagan. (2014).
- Falagan. (2015).
- García. (2017). *PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN LA EMPRESA SUMIT A.A.C. A.W*.
- González, R. S. (2015). *Ergonomía Para Conductores*. Valencia.
- Guatoluña. (2016). *MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE VIBRACIONES MECÁNICAS EN UN BUS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD Y EL CONFORT MEDIANTE LA NORMA ISO 2631* . Quito.
- Hamilton, A. (1918). *A Study of Spastic Anemia in theHands of Stonecutters.Industrial Accidents andHygiene Series no. 19*. . Washington, DC: Department of Labor Statistics: Bulletin No. 236.

- IDEARA, S. (2014). *Vibraciones mecánicas. Factores relacionados con la fuente y medidas de control* . España: Confederación de Empresarios de Pontevedra (CEP) .
- IESS. (s.f.). *Decreto Ejecutivo 23-93 Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores del IESS Art. 55* .
- INEN. (2014). *NTE ISO 2631-1 VIBRACIÓN MECÁNICA Y CHOQUE. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DE LOS SERES HUMANOS A LA VIBRACIÓN EN TODO EL CUERPO. PARTE 1. REQUISITOS GENERALES* . Quito.
- INSHT. (2014). *Aspectos ergonómicos de las vibraciones*. Madrid.
- Instruments. (2013).
- ISO 31000. (2018). *ISO 31000 Gestión del riesgo — Directrices*. Ginebra.
- ISO, I. (2014). *NTE ISO 2631 - 1 VIBRACIÓN MECÁNICA Y CHOQUE EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DE LOS SERES HUMANOS A LA VIBRACIÓN EN EL CUERPO. PARTE 1 REQUISITOS GENERALES*. Quito.
- ISO-2631, I. (2014). *Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición*. España.
- ISO-5349. (1986). *Mechanical Vibration-Guidelines for the Measurement and the Assessment of Human Exposure to Hand-Transmitted Vibration*. Ginebra.
- Izquierdo, A. y. (Noviembre, 2001). *Teoría de los Vehículos Automoviles*. Madrid; Universidad Politecnica de Madrid.
- Kucuk, E. K. (2016). *Occupational exposure to hand–arm vibration*. . International Journal of Cardiology, 203, 959. .
- Miguel, P. A. (1995). *Principios fundamentales de Electronica*. España: Thompson Editores SpainParaninfo, S.A.
- Nacional, A. (2008). *La Constitución del Ecuador. Capítulo VI, Sección 3, Art. 326*.
- O.I.T., O. I. (1977). *Convenio N°148 sobre el medio ambiente de trabajo*. Ginebra.
- OIT. (2018).
- Park, M. F. (2013). *Vibraciones en Cuerpo Entero*.
- Seidel, H. R. (1986.). *Long-term effects o fwhole-body vibration: A Critical survey of the literature. Int Arch Occup Environ Health*.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. Quito.
- Tamara Otzen, C. M. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Chile: Int. J. Morphol.

- Trabajo, C. d. (1978). *Capítulo VI: Trabajo en empresas de transporte Art. 325.- Jornadas especiales de trabajo.* . Registro Oficial No. 650,.
- Trabajo, I. A. (2004). *DECISIÓN 584 Sustitución de la Decisión 547, en el Capítulo IV "los derechos y obligaciones de los trabajadores"* . Guayaquil.
- Trabajo, M. d. (2014). *REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO- Decreto Ejecutivo 2393.*
- Valenzuela, D. P. (2012). *Efectos a la salud por la exposición a vibraciones – Situación en México.* Mexico.
- Velasco Sánchez, J. (2010). *Sistemas de Gestión, Teoría y Práctica.* Madrid: Pirámide.
- Vial, L. O. (2014). *La LEY Orgánica de Transporte Terrestre Capítulo II del régimen administrativo, sección I de las operadoras del transporte terrestre Art. 77.*

ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CÁLCULO DE TIEMPOS

Tabla 26 Cálculo de tiempos en rutas

		CÁLCULO DE TIEMPOS										
		DATOS DE LA OFERTA DE LAS LÍNEAS DE TRANSPORTE PÚBLICO										
		COOPERATIVA 28 DE SEPTIEMBRE										
No.	NOMBRE	FLOTA NO. BUSES	NO. VIAJES	(T) VUELTA	(T) EN CARRETERA	(T) PARADA	# DE PARADAS	T.T PARADA	T.T EN CARRETERA	T.TOTAL DE TRABAJO	T EXPOSICIÓN CARRETERA	T EXPOSICIÓN PARADA
1	Azaya - Primavera	20	7	1.40	9.10	0.15	6	0.9	8.20	9.10	6.6	0.2
2	Chorlavi-La Victoria	15	5	2.10	10.50	0.25	4	1.00	9.50	10.50	7.6	0.2
3	Milagro - Yahuarcocha	12	6	2.03	11.165	0.20	5	1.00	10.17	11.17	8.1	0.2
4	Caranqui - Aduana	13	6	1.49	8.94	0.20	5	1.00	7.94	8.94	6.4	0.2
5	Católica	14	7	1.20	8.40	0.15	5	0.75	7.65	8.40	6.1	0.2
6	Tanguarín - 4 Esquinas	14	6	2.26	12.43	0.20	5	1.00	11.43	12.43	9.1	0.2
7	Sta. Teresita - Sta. Rosa	8	7	1.40	9.10	0.15	4	0.6	8.50	9.10	6.8	0.1
8	Guayaquil - Palmas	15	6	1.35	8.10	0.15	6	0.9	7.20	8.10	5.8	0.2
9	Esperanza	1	3	2.05	6.15	0.30	3	0.9	5.25	6.15	4.2	0.2
10	Pugacho - Sta. Teresita	12	6	1.37	8.22	0.12	5	0.6	7.62	8.22	6.1	0.1
11	San Cristóbal - Arcángel	5	5	2.05	10.25	0.40	4	1.6	8.65	10.25	6.9	0.3
12	El Cármen - Bellavista	1	6	1.30	7.80	0.60	11	6.6	1.20	7.80	1.0	1.3
13	Naranjito - Terminal.	1	6	1.50	9.00	1.30	5	6.5	2.50	9.00	2.0	1.3
14	Aloburo	1	3	2.05	6.15	1.00	3	3.00	3.15	6.15	2.5	0.6
15	San Antonio-Ovalos - Huertos Familiares	16	7	2.25	15.75	0.20	4	0.8	14.95	15.75	12.0	0.2

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

DATOS DE LA UNIDAD DE TRANSPORTE

N° de Unidad: _____ Marca: _____ Año: _____

Carrocería: _____ Placa: _____

Descripción Cabina

Material de piso de Cabina: Galvanizado Moqueta Tol Tamaño de Cabina: Amplia Estándar Pequeña

Tipo de Asiento

Material: Esponja Tela Fibras de plástico Amortiguación independiente: SI NO _____
Firma Encuestado

ANEXO 3 MEDICIONES Y CÁLCULOS DE VIBRACIONES EN ASFALTO

Tabla 27 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Azaya en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		25/06/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
AZAYA	N°: 160	asiento	15 min	0.765	0	0.97	1.15	3.87
		respaldo	10 min	1.304	0	1.65		
	N°: 109	asiento	15 min	0.708	0	0.90	1.15	2.97
		respaldo	10 min	1.49	0	1.89		
	N°: 20	asiento	15 min	0.878	0	1.11	1.15	6.76
		respaldo	10 min	0.987	0	1.25		
	N°: 4	asiento	15 min	0.875	0	1.11	1.15	7.59
		respaldo	10 min	0.931	0	1.18		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 28 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Chorlavi en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		26/06/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
CHORLAVÍ	N°: 5	asiento	15 min	0.6749	0	0.92	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.7893	0	1.08		
	N°: 85	asiento	15 min	0.7445	0	1.02	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.8113	0	1.11		
	N°: 127	asiento	15 min	0.6421	0	0.88	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.7378	0	1.01		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 29 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Milagro en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		27/06/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
MILAGRO	N°: 132	asiento	15 min	1.7098	0	2.41	1.15	1.82
		respald o	10 min	1.8115	0	2.56	1.15	1.62
	N°: 80	asiento	15 min	1.7989	0	2.54	1.15	1.64
		respald o	10 min	1.8507	0	2.61	1.15	1.55
	N°: 155	asiento	15 min	1.7741	0	2.50	1.15	1.69
		respald o	10 min	1.7819	0	2.52	1.15	1.67

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 30 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aduana en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		28/06/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ADUANA	N°: 90	asiento	15 min	0.8313	0	1.04	1.15	5.44
		respald o	10 min	0.9884	0	1.40		
	N°: 77	asiento	15 min	0.7866	0	0.98	1.15	6.15
		respald o	10 min	0.9291	0	1.31		
	N°: 94	asiento	15 min	0.7001	0	0.87	1.15	6.25
		respald o	10 min	0.9221	0	1.30		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 31 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Católica en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		29/06/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
CATÓLICA	N°: 112	asiento	15 min	0.8063	0	0.99	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.8993	0	1.10		
	N°: 108	asiento	15 min	0.8064	0	0.99	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.8969	0	1.10		
	N°: 7	asiento	15 min	0.7865	0	0.96	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.8657	0	1.06		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 32 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Tanguarín en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		20/07/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
TANGUARÍN	N°: 53	asiento	15 min	0.487	0	0.73	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.547	0	0.82		
	N°: 106	asiento	15 min	0.521	0	0.78	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.643	0	0.96		
	N°: 43	asiento	15 min	0.573	0	0.86	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.598	0	0.90		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 33 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Santa Rosa, en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		22/07/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
SANTA ROSA	N°: 135	asiento	15 min	0.8712	0	1.12	1.15	6.86
		respaldo	10 min	0.9621	0	1.24		
	N°: 13	asiento	15 min	0.6898	0	0.89	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.7889	0	1.02		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 34 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Palmas- Guayaquil en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		23/07/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
PALMAS GUAYAQUIL	N°: 87	asiento	15 min	0.7666	0	0.91	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.8548	0	1.02		
	N°: 1	asiento	15 min	0.7656	0	0.91	1.15	7.64
		respaldo	10 min	0.9908	0	1.18		
	N°: 102	asiento	15 min	0.6803	0	0.81	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.6861	0	0.82		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 35 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta La Esperanza en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES							
		Fecha:		Área:		Elaborado por:		Revisado por:	
		24/07/2019		Transporte		Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)	
LA ESPERANZA	N°: 72	asiento	15 min	0.384	0	0.39	1.15	NO APLICA	
		respaldo	10 min	0.653	0	0.66			

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 36 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Pugacho en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES							
		Fecha:		Área:		Elaborado por:		Revisado por:	
		25/07/2019		Transporte		Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)	
PUGACHO	N°: 11	asiento	15 min	0.5798	0	0.71	1.15	NO APLICA	
		respaldo	10 min	0.7754	0	0.95			
	N°: 90	asiento	15 min	0.6323	0	0.77	1.15	NO APLICA	
		respaldo	10 min	0.7867	0	0.96			
	N°: 140	asiento	15 min	0.7012	0	0.86	1.15	NO APLICA	
		respaldo	10 min	0.7809	0	0.95			

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 37 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Arcángel en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		25/07/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ARCÁNGEL	Nº: 9	asiento	15 min	0.7009	0	0.91	1.15	NO APLICA
		respaldado	10 min	0.704	0	0.92		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 38 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Bellavista en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		26/07/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bu s	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
BELLAVISTA	Nº: 153	asiento	15 min	0.8132	0	0.39	1.15	NO APLICA
		respaldado	10 min	1.1653	0	0.57		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 39 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Naranjito en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bu s	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
NARANJITO	Nº: 157	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldado	10 min	s/n	0	s/n		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 40 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aloburo en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ALOBUR O	N°: 83	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 41 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Ovalos en Asfalto

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		29/07/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
OVALOS	N°: 65	asiento	15 min	0.7232	0	1.24	1.15	6.90
		respaldo	10 min	0.8652	0	1.48	1.15	4.82
	N°: 96	asiento	15 min	0.7919	0	1.36	1.15	5.76
		respaldo	10 min	0.8302	0	1.42	1.15	5.24
	N°: 151	asiento	15 min	0.660	0	1.13	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	0.782	0	1.34	1.15	5.90

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

ANEXO 4 MEDICIONES Y CÁLCULOS DE VIBRACIONES EN ADOQUINADO

Tabla 42 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Azaya en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		03/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
AZAYA	N°: 160	asiento	15 min	0.708	0	0.90	1.15	4.16
		respaldo	10 min	1.258	0	1.59		
	N°: 109	asiento	15 min	0.8043	0	1.02	1.15	2.13
		respaldo	10 min	1.758	0	2.23		
	N°: 20	asiento	15 min	0.8619	0	1.09	1.15	2.50
		respaldo	10 min	1.624	0	2.06		
	N°: 4	asiento	15 min	0.7087	0	0.90	1.15	4.16
		respaldo	10 min	1.258	0	1.59		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 43 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Chorlaví en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		05/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
CHORLAVÍ	N°: 5	asiento	15 min	0.8231	0	1.12	1.15	7.52
		respaldo	10 min	0.8695	0	1.19		
	N°: 85	asiento	15 min	0.8417	0	1.15	1.15	6.82
		respaldo	10 min	0.9126	0	1.25		
	N°: 127	asiento	15 min	0.8065	0	1.10	1.15	1.61
		respaldo	10 min	1.8797	0	2.56		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 44 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Milagro en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		07/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
MILAGRO	N°: 132	asiento	15 min	1.9103	0	2.70	1.15	1.46
		respaldo	10 min	1.9439	0	2.74	1.15	1.41
	N°: 80	asiento	15 min	0.8661	0	1.22	1.15	7.08
		respaldo	10 min	1.9324	0	2.73	1.15	1.42
	N°: 155	asiento	15 min	1.2237	0	1.73	1.15	3.55
		respaldo	10 min	1.8292	0	2.58	1.15	1.59

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 45 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aduana en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		08/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ADUANA	N°: 90	asiento	15 min	1.8667	0	2.63	1.15	1.52
		respaldo	10 min	0.8911	0	1.26	1.15	6.69
	N°: 77	asiento	15 min	0.9845	0	1.39	1.15	5.48
		respaldo	10 min	1.2999	0	1.83	1.15	3.14
	N°: 94	asiento	15 min	0.7886	0	1.11	1.15	1.66
		respaldo	10 min	1.7898	0	2.53	1.15	1.66

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 46 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Católica en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		10/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
CATÓLICA	N°: 112	asiento	15 min	0.7975	0	0.98	1.15	4.27
		respaldo	10 min	1.2853	0	1.57		
	N°: 108	asiento	15 min	0.9076	0	1.11	1.15	1.98
		respaldo	10 min	1.890	0	2.31		
	N°: 7	asiento	15 min	0.7738	0	0.95	1.15	4.18
		respaldo	10 min	1.2988	0	1.59		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 47 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Tanguarín en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		11/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
TANGUARÍN	N°: 53	asiento	15 min	0.786	0	1.18	1.15	1.48
		respaldo	10 min	1.7879	0	2.68		
	N°: 106	asiento	15 min	0.792	0	1.19	1.15	1.33
		respaldo	10 min	1.8877	0	2.83		
	N°: 43	asiento	15 min	0.7767	0	1.16	1.15	2.07
		respaldo	10 min	1.5121	0	2.26		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 48 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Santa Rosa en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		12/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
SANTA ROSA	Nº: 135	asiento	15 min	0.9476	0	1.22	1.15	2.87
		respaldo	10 min	1.4876	0	1.92		
	Nº: 13	asiento	15 min	0.9453	0	1.22	1.15	4.15
		respaldo	10 min	1.2372	0	1.60		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 49 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Palmas - Guayaquil en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		13/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
PALMAS GUAYAQUIL	Nº: 87	asiento	15 min	0.9698	0	1.15	1.15	2.85
		respaldo	10 min	1.6231	0	1.93		
	Nº: 1	asiento	15 min	1.2337	0	1.47	1.15	3.28
		respaldo	10 min	1.5124	0	1.80		
	Nº: 102	asiento	15 min	0.901	0	1.07	1.15	6.69
		respaldo	10 min	1.059	0	1.26		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 50 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta La Esperanza en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		14/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
LA ESPERANZA	N°: 72	asiento	15 min	0.8878	0	0.90	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	1.4657	0	1.49		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 51 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Pugacho en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		15/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
PUGACHO	N°: 11	asiento	15 min	0.7323	0	0.89	1.15	2.66
		respaldo	10 min	1.6312	0	1.99		
	N°: 90	asiento	15 min	0.8443	0	1.03	1.15	3.16
		respaldo	10 min	1.4981	0	1.83		
	N°: 140	asiento	15 min	0.7103	0	0.87	1.15	2.07
		respaldo	10 min	1.851	0	2.26		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 52 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Arcángel en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		19/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ARCÁNGEL	N°: 9	asiento	15 min	0.8103	0	1.06	1.15	5.24
		respaldo	10 min	1.0909	0	1.42		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 53 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Bellavista en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		20/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
BELLAVISTA A	N°: 153	asiento	15 min	1.2781	0	0.62	1.15	NO APLICA
		respaldado	10 min	1.3819	0	0.67		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 54 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Naranjito en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		21/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
NARANJITO	N°: 157	asiento	15 min	0.8768	0	0.61	1.15	NO APLICA
		respaldado	10 min	1.4412	0	1.01		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 55 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aloburo en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		22/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ALOBURO	N°: 83	asiento	15 min	0.8707	0	0.68	1.15	0.00
		respaldado	10 min	0.9076	0	0.71		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 56 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Ovalos en Adoquinado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		23/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
SOYVAO	Nº: 65	asiento	15 min	0.7676	0	1.31	1.15	6.13
		respaldo	10 min	1.9909	0	3.41	1.15	0.91
	Nº: 96	asiento	15 min	0.9091	0	1.56	1.15	4.37
		respaldo	10 min	1.7908	0	3.07	1.15	1.13
	Nº: 151	asiento	15 min	0.7442	0	1.27	1.15	6.52
		respaldo	10 min	1.8045	0	3.09	1.15	1.11

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

ANEXO 5 MEDICIONES Y CÁLCULOS DE VIBRACIONES EN EMPEDRADO

Tabla 57 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Azaya en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		29/08/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
AZAYA	N°: 160	asiento	15 min	2.987	0	3.79	1.15	0.74
		respaldo	10 min	3.046	0	3.86	1.15	0.71
	N°: 109	asiento	15 min	2.542	0	3.22	1.15	1.02
		respaldo	10 min	3.203	0	4.06	1.15	0.64
	N°: 20	asiento	15 min	3.023	0	3.83	1.15	0.72
		respaldo	10 min	4.03	0	5.11	1.15	0.41
	N°: 4	asiento	15 min	2.784	0	3.53	1.15	0.85
		respaldo	10 min	3.371	0	4.27	1.15	0.58

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 58 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Chorlavi en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
CHORLAVÍ	N°: 5	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 85	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 127	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 59 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Milagro en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
MILAGRO	N°: 132	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respald o	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 80	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respald o	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 155	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respald o	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 60 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aduana en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ADUANA	N°: 90	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respald o	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 77	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respald o	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 94	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respald o	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 61 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Católica en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
CATÓLICA	N°: 112	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n		
	N°: 108	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n		
	N°: 7	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 62 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Tanguarín en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		14/10/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
TANGUARÍN	N°: 53	asiento	15 min	2.987	0	4.47	1.15	0.53
		respaldo	10 min	3.347	0	5.01	1.15	0.42
	N°: 106	asiento	15 min	3.022	0	4.52	1.15	0.52
		respaldo	10 min	4.002	0	5.99	1.15	0.29
	N°: 43	asiento	15 min	2.9121	0	4.36	1.15	0.56
		respaldo	10 min	3.9922	0	5.98	1.15	0.30

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 63 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Santa Rosa en Empedrado

		RESGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		15/10/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ROSA SANTA	Nº: 135	asiento	15 min	2.49	0	3.21	1.15	1.02
		respaldo	10 min	3.44	0	4.44	1.15	0.54
	Nº: 13	asiento	15 min	3.587	0	4.63	1.15	0.49
		respaldo	10 min	4.008	0	5.17	1.15	0.40

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 64 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Palmas - Guayaquil en Empedrado

		RESGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES							
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:		
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa		
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)	
GUAYAQUIL PALMAS	Nº: 87	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA	
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n			
	Nº: 1	asiento	15 min	s/n	0	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	0	s/n		
	Nº: 102	asiento	15 min	s/n	0	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	0	s/n		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 65 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta La Esperanza en Empedrado

		RESGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		20/10/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
LA ESPERANZA	Nº: 72	asiento	15 min	2.9349	0	2.98	1.15	1.19
		respaldo	10 min	3.877	0	3.93	1.15	0.68

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 66 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Pugacho en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		21/10/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
PUGACHO	Nº: 11	asiento	15 min	2.87	0	3.51	1.15	0.86
		respaldo	10 min	3.323	0	4.06	1.15	0.64
	Nº: 90	asiento	15 min	2.676	0	3.27	1.15	0.99
		respaldo	10 min	3.577	0	4.37	1.15	0.55
	Nº: 140	asiento	15 min	2.904	0	3.55	1.15	0.84
		respaldo	10 min	3.232	0	3.95	1.15	0.68

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 67 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Arcángel en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		22/10/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ARCÁNGEL	Nº: 9	asiento	15 min	4.8812	0	6.36	1.15	0.26
		respaldo	10 min	5.9908	0	7.80	1.15	0.17

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 68 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Bellavista en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		23/10/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
BELLAVISTA	Nº: 153	asiento	15 min	2.894	0	1.40	1.15	5.37
		respaldo	10 min	3.781	0	1.83	1.15	3.15

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 69 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Naranjito en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		24/10/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
NARANJITO	Nº: 157	asiento	15 min	2.2949	0	1.61	1.15	4.10
		respaldo	10 min	3.443	0	2.41	1.15	1.82

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 70 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aloburo en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		25/10/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ALOBURO	Nº: 83	asiento	15 min	2.964	0	2.33	1.15	1.95
		respaldo	10 min	3.9205	0	3.08	1.15	1.11

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 71 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Ovalos en Empedrado

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		26/10/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
SOVALOS	Nº: 65	asiento	15 min	1.784	0	3.05	1.15	1.13
		respaldo	10 min	2.5919	0	4.44	1.15	0.54
	Nº: 96	asiento	15 min	1.9087	0	3.27	1.15	0.99
		respaldo	10 min	2.7341	0	4.68	1.15	0.48
	Nº: 151	asiento	15 min	2.5077	0	4.29	1.15	0.57
		respaldo	10 min	3.5404	0	6.06	1.15	0.29

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

ANEXO 6 MEDICIONES Y CÁLCULOS DE VIBRACIONES EN TIERRA

Tabla 72 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Azaya en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
AZAYA	N°: 160	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 109	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 20	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 4	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 73 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Chorlaví en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
CHORLAVÍ	N°: 5	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 85	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 127	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 74 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Milagro en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
MILAGRO	N°: 132	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 80	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 155	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 75 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aduana en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ADUANA	N°: 90	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 77	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 94	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 76 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Católica en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
CATÓLICA	N°: 112	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 108	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 7	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 77 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Tanguarín en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
TANGUARÍN	N°: 53	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 106	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 43	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 78 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Santa Rosa en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
SANTA ROSA	N°: 135	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 13	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 79 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Palmas - Guayaquil en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
PALMAS GUAYAQUIL	N°: 87	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n		
	N°: 1	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n		
	N°: 102	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n		

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 80 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Pugacho en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
PUGACHO	N°: 11	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 90	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	N°: 140	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 81 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Arcángel en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ARCÁNGEL	N°: 9	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 82 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Bellavista en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
BELLAVISTA	N°: 153	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 83 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Naranjito en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
NARANJITO	Nº: 157	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 84 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Aloburo en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		29/10/2019		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
ALOBURO	Nº: 83	asiento	15 min	3.706	0	2.91	1.15	1.25
		respaldo	10 min	4.604	0	3.62	1.15	0.81

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Tabla 85 Registro de Mediciones y Cálculos - Ruta Ovalos en Tierra

		REGISTRO DE MEDICION Y CÁLCULOS - EXPOSICIÓN A VIBRACIONES						
		Fecha:		Área:	Elaborado por:		Revisado por:	
		s/n		Transporte	Sarahí Bravomalo		Ing. Guillermo Neusa	
Ruta	Bus	Zona	Tiempo de medida	Circulando en Carretera A(8) m/s ²	Parada descanso A(8) m/s ²	Cálculo de la aceleración Eq. Diaria	Valor límite (VL)	Cálculo del tiempo máximo permitido (horas)
SOVALOS	Nº: 65	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	Nº: 96	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
	Nº: 151	asiento	15 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA
		respaldo	10 min	s/n	0	s/n	1.15	NO APLICA

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

ANEXO 7 FORMATO DE CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN

	CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN												Código:	
													Versión:	
													Fecha de Elaboración:	
Objetivo														
BUSCAR EL AUMENTO DE LA CAPACIDAD HUMANA Y TÉCNICA DEL PERSONAL MEDIANTE ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN														
CRONOGRAMA														
ACTIVIDADES	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		RESPONSABLE	DIRIGIDO A:
	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F		
Socialización del plan de prevención de riesgo de vibraciones													Comisión de educación y capacitación	Personal de área de transporte
Qué es el riesgo de vibraciones, importancia													Comisión de educación y capacitación	Personal de área de transporte
Efectos a la salud, tipos.													Comisión de educación y capacitación	Personal de área de transporte
Posturas forzadas en conductores													Comisión de educación y capacitación	Personal de área de transporte
Identificación del riesgo													Comisión de educación y capacitación	Personal de área de transporte
Qué es la Medicina preventiva													Comisión de educación y capacitación	Personal de área de transporte
Qué son las medidas de control importancia y conformación													Comisión de educación y capacitación	Personal de área de transporte
Estilos de Vida saludable													Comisión de educación y capacitación	Personal de área de transporte
Capacitación en Posturas más adecuada para conducir													Comisión de educación y capacitación	Personal de área de transporte
Pausas Activas													Comisión de educación y capacitación	Personal de área de transporte
RECURSOS NECESARIOS												Observaciones		
Facilitadores competentes para el desarrollo de las capacitaciones														
Material audiovisual para el desarrollo de capacitaciones														
Instalaciones locativas adecuadas para el desarrollo de las actividades de capacitación														

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

ANEXO 8 MATRIZ DE CONTROL DEL RIESGO

CONTROL DE RIESGO DE VIBRACIONES						
CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	FACTOR DE RIESGO	ÁREA	MEDIDAS ALTERNATIVAS DE CONTROL			
			FUENTE	MEDIO	RECEPTOR	COMPLEMENTARIAS
FÍSICO	VIBRACIONES	TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar el sistema de suspensión de fábrica por uno de mejor tecnología, más especializado. • Reemplazar el sistema de suspensión de fábrica usado o defectuoso por uno nuevo cada 60 000 km. • Cumplir con el ABC recomendado por el fabricante para mantener el vehículo en óptimo funcionamiento de todas sus partes, cada 20000 km• • Adquirir los repuestos necesarios a tiempo para corregir los fallos en la unidad de transporte. • Mantener un engrasado constante en partes móviles para mitigar la fricción entre las piezas cada 60000 km. • Verificar el correcto ajuste de todos los componentes para evitar la inestabilidad, cada 20000 km. • Usar neumáticos en las condiciones adecuadas según lo establecido por la agencia de tránsito. Cambiarlos cada 25000 km. • Llevar a cabo una correcta alineación y balanceo para reducir las vibraciones originadas por las ruedas mínimo 1 vez al año. • Elaborar e implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo. • Realizar un seguimiento del Plan de Mantenimiento Preventivo a través de un registro o check list. • De ser posible realizar cambios en las rutas, evitando vías en malas condiciones ya sea en superficies de tierra y empedrados. • Manejar con precaución en vías irregulares evadiendo: baches, desniveles, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir amortiguadores de suspensión de aire para asiento del conductor. • Instalar asientos cuyas características amortigüen las vibraciones ocurridas por la falta de calidad de las vías. • El ajuste del asiento debe ser fácil, intuitivo, comprensible y rápido. Debe permitir un amplio rango de ajustes, una visibilidad despejada enfrente del parabrisas, un alcance confortable de los controles y pedales, y diseño ergonómico para permitir una postura correcta. • Adaptar medios que regulen la temperatura ambiente ya sean aire acondicionado y calefactores para evitar la fatiga y otros malestares en la salud. • Conseguir accesorios ergonómicos como cojines ortopédicos que se adaptan al asiento del conductor. • Siempre que sea posible, escoger los vehículos que incorporen características ergonómicas en su diseño, tanto en los paneles de mandos como en el asiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitar la duración y la intensidad de exposición en los trabajadores a través del cálculo de tiempo máximo permitido. • No sobrepasar los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, que dicta la NTE: INEN-ISO 2631. • Implementar prácticas de trabajo seguras para reducir la exposición a las vibraciones mecánicas. • Adoptar medidas ergonómicas correctivas e implementar el programa de pausas activas. • Reforzar la vigilancia de la salud mediante un médico ocupacional, aumentando la periodicidad de la misma. • Incorporar programas de capacitación, instrucción, inducción y reinducción acerca del riesgo de vibraciones en la salud de los trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar el adecuado reposo antes de iniciar la actividad diaria • Llevar una alimentación saludable • Realizar los ejercicios sugeridos durante las pausas activas. • Los desniveles en las vías de tránsito, ej. en caminos no pavimentados, en obras de construcción, en calles en fábricas o empresas, en entradas por portones, deben ser reducidos o eliminados. Realizar una revisión de los Criterios Legales (pág. 12) adjuntados en este trabajo.

Elaborado por: Sarahí Bravomalo

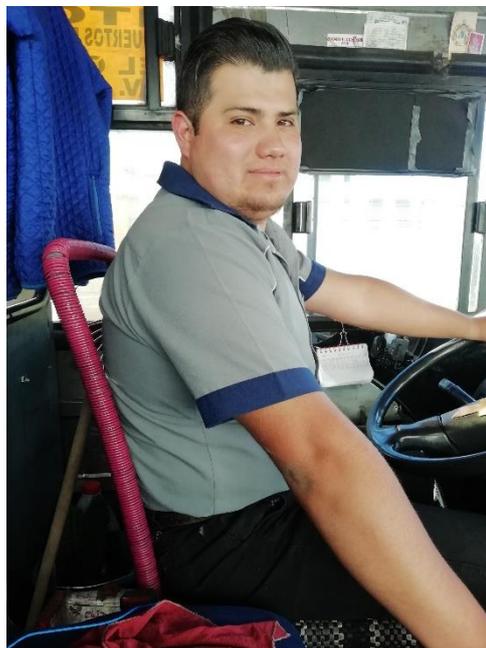
ANEXO 9 EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

Figura 25 Medición de Aceleración en Vibrómetro.



Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Figura 26 Fotografía de Trabajador del Área Transporte



Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Figura 27 Fotografía circulando en carretera



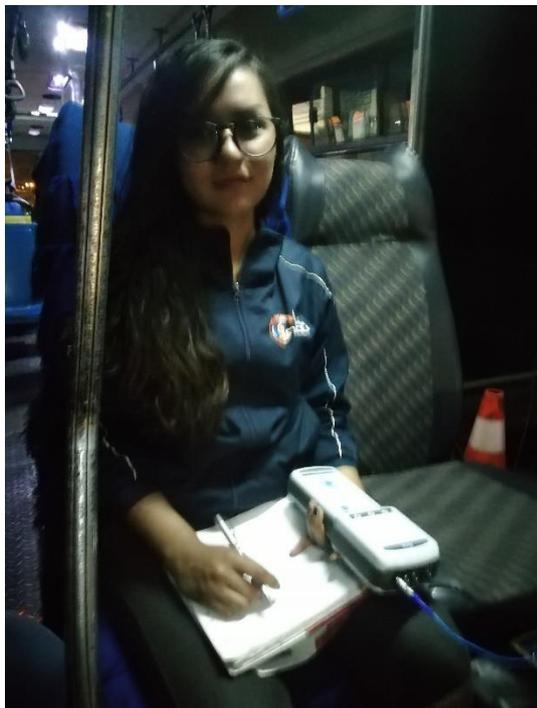
Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Figura 28 Medición Circulando en Carretera



Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Figura 29 Fotografía Autor Registrando Datos de la Investigación.



Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Figura 30 Fotografía de la Ruta empedrada " El Arcángel"



Elaborado por: Sarahí Bravomalo

Figura 31 Instrumento de Medición de Vibraciones con Acelerómetro.



Elaborado por: Sarahí Bravomalo