



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO

TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN SEGURIDAD Y RIESGOS DEL TRABAJO

TÍTULO:

**FACTORES DE RIESGOS MECÁNICOS Y FÍSICOS EN EQUIPO
CAMINERO PESADO Y LOS TRASTORNOS LUMBARES DE
LOS OPERADORES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS
PÚBLICAS DEL GOBIERNO MUNICIPAL DE LATACUNGA,
PROPUESTA DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
PARA EL MANEJO SEGURO.**

Autor:
Ing. José Raúl Lagla Chicaiza

Tutora:
Dra. Lilián Gutiérrez R. MSc.

LATACUNGA – ECUADOR

Octubre del 2011

CERTIFICACIÓN DE LA TUTORA

En mi calidad de Tutora del programa de Maestría en Seguridad y Riesgos del Trabajo, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Dirección de Postgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

CERTIFICO:

Que he analizado el trabajo de investigación para optar por el grado de Magister en Seguridad y Riesgos Laborales con el título “FACTORES DE RIESGOS MECÁNICOS Y FÍSICOS EN EQUIPO CAMINERO PESADO Y LOS TRASTORNOS LUMBARES DE LOS OPERADORES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS DEL GOBIERNO MUNICIPAL DE LATACUNGA, PROPUESTA DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANEJO SEGURO DE EQUIPO CAMINERO PESADO”. Por lo que autorizo su presentación al Tribunal de Grado de la Dirección de Posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi para su correspondiente aprobación.

Presentado por:

Ing. Lagla Chicaiza José Raúl
C.C. Nro. 050177038-2

Tutora: Dra. Lilián Gutiérrez R. MSc.

Latacunga, octubre del 2011



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
Latacunga – Ecuador

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado de la Dirección de Posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi aprueban el presente Informe; por cuanto, el maestrante Lagla Chicaiza José Raúl, con el título de tesis: FACTORES DE RIESGOS MECÁNICOS Y FÍSICOS EN EQUIPO CAMINERO PESADO Y LOS TRASTORNOS LUMBARES DE LOS OPERADORES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS DEL GOBIERNO MUNICIPAL DE LATACUNGA, PROPUESTA DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANEJO SEGURO DE EQUIPO CAMINERO PESADO, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Junio del 2011

Para constancia firman:

.....
Lic. Msc. Rosa Terán
PRESIDENTE

.....
Dr. Msc. Richard Pérez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Msc. Paulina Freire
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Msc. Manuel Torres
OPOSITOR

RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS

El contenido de la presente investigación para el desarrollo de esta Tesis, así como de los resultados y conclusiones es de absoluta responsabilidad del autor.

.....
Ing. José Raúl Lagla Chicaiza
C.C. 050177038-2

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud especial y profunda al Dr. Oscar Betancourt por su consejo y dirección en la etapa más importante del inicio de este estudio. También mi especial agradecimiento a la Dra. Lilian Gutiérrez por su ayuda constante a través del desarrollo de la presente tesis.

Mis sinceros agradecimientos van al Alcalde del Gobierno Municipal de Latacunga y la Dirección de Obras Públicas por permitir la realización de la investigación en el equipo caminero así como al personal de la maquinaria por su cooperación e interés en el desarrollo de este trabajo.

También mis agradecimientos a la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ESPOSCH y su personal, por su valiosa colaboración en las mediciones de las vibraciones; parte fundamental de esta Tesis.

Finalmente aprovecho esta oportunidad para agradecer a mi querida esposa, a mis hijos Steeven e Ismael y a todos mis amigos y colegas por el estímulo desinteresado que me llevó al feliz término de esta etapa académica.

DEDICATORIA

Los resultados de esta tesis los dedico de manera especial a Escuela de Formación Profesional de Operadores de Equipo Caminero de Cotopaxi, con el interés de que a través de ésta se difundan estos conocimientos entre los profesionales de la maquinaria pesada y sea el inicio de nuevas investigaciones para la seguridad y la salud de los operadores.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DE LA TUTORA.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iii
RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
CERTIFICACIÓN DE LOS CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
Problema.....	4
Planteamiento del problema.....	6
Formulación del problema.....	6
Causas y consecuencias del problema.....	6
Delimitación del problema.....	7
Evaluación del problema.....	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
Justificación.....	9
CAPÍTULO II	
Marco teórico.....	12
Antecedentes.....	12
Seguridad y Salud Ocupacional.....	15
El trabajo.....	15
Puesto de trabajo.....	16
Riesgo de trabajo.....	17
Factores de riesgo.....	17
Clasificación de los Factores de Riesgo Laboral.....	18
Factores Físicos.....	18
Factores Químicos.....	18
Factores Biológicos.....	19
Factores Ergonómicos.....	20

Factores Individuales	20
Factores Mecánicos	21
Factores Generales.....	21
Factores Humanos	21
Factores de Riesgo Mecánico en Maquinaria Pesada.....	22
Equipo de trabajo.....	22
Máquina.....	22
Órganos de control.....	23
Órganos e transmisión de energía.....	24
Elementos de transportación.....	25
Implementos de trabajo.....	25
Factores de Riesgo físicos en Maquinaria Pesada.....	29
El Ruido	29
Sonido y ruido.....	31
Incidencia del ruido en los trastornos lumbares.....	34
Altas Temperaturas	35
El estrés térmico.....	37
Incidencia del calor en los trastornos lumbares.....	37
Vibraciones	38
Clasificación de las vibraciones.....	39
La parte del cuerpo a la que afectan.....	39
Sus características físicas.....	40
Su origen.....	40
Su rango de frecuencia.....	40
Afecciones de las vibraciones en operadores de maquinaria.....	42
La columna vertebral.....	42
Daños sobre la columna vertebral.....	44
Lumbalgia.....	46
Daños específicos a la columna lumbar por conducir equipo caminero.....	47
Exposición a las vibraciones de cuerpo entero.....	48
Medición y valoración de las vibraciones.....	49
Normas de apoyo para tratar las vibraciones.....	51
Medidas de prevención de riesgos.....	55
Organización y distribución de espacios de trabajo...	55
Control de problemas lumbares.....	56
Equipos de protección individual.....	57
Fundamentación Legal.....	58
Preguntas Directrices.....	61
Caracterización de las variables.....	62

Definiciones Conceptuales.....	63
---------------------------------------	-----------

CAPITULO III.

Marco Metodológico.....	69
Investigación.....	69
Método de investigación.....	69
Tipo de investigación.....	70
Población y muestra.....	70
Matriz de operacionalización de variables.....	71
Instrumentos de la investigación.....	73
Validez y confiabilidad.....	73
Procedimientos de la investigación.....	74
Recolección de la información.....	75

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Pregunta Nro. 1.....	79
Pregunta Nro. 2.....	80
Pregunta Nro. 3.....	81
Pregunta Nro. 4.....	82
Pregunta Nro. 5.....	83
Pregunta Nro. 6.....	84
Pregunta Nro. 7.....	85
Pregunta Nro. 8.....	86
Pregunta Nro. 9.....	87
Pregunta Nro.10.....	88
Pregunta Nro. 11.....	89
Pregunta Nro. 12.....	90
Pregunta Nro. 13.....	91
Pregunta Nro. 14.....	92
Pregunta Nro. 15.....	93
Pregunta Nro. 16.....	94
Pregunta Nro. 17.....	95
Pregunta Nro. 18.....	96
Pregunta Nro. 19.....	97

Pregunta Nro. 20.....	98
Pregunta Nro. 21.....	99
Pregunta Nro. 22.....	100
Análisis de datos de la medición de las vibraciones	
Bulldozer de Orugas D4H.....	101
Excavadora Dossan 225.....	102
Motoniveladora Mitsubishi MG430.....	103
Minicargadora CASE.....	104
Motoniveladora Caterpillar 120G.....	105
Rodillo compactador.....	106
Cuadro de resumen de mediciones de vibraciones de la maquinaria pesada de la Dirección de Obras Públicas de Gobierno Municipal de Latacunga.....	111
CONCLUSIONES.....	114
RECOMENDACIONES.....	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	119
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	120

CAPÍTULO V

PROPUESTA

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MANEJO SEGURO DE EQUIPO CAMINERO PESADO.....	122
Introducción.....	123
Objetivos.....	124
Contenido.....	125
1. Cumplimiento de Normas por Parte del Empleador.....	127
De la obligación de implantación de gestión en Seguridad y Salud Ocupacional.....	127
De los exámenes médicos ocupacionales para operadores.....	128
Del cumplimiento del perfil profesional de operador.....	128
Del acondicionamiento y ambientación segura de trabajo.....	128
2. Procedimientos y normas de seguridad para operación.....	129
Inspecciones y lista de chequeo de maquinaria.....	129
Máquinas con tren de rodaje (bulldozers, excavadoras).....	129
Cargadoras frontales.....	130
Motoniveladoras.....	130

Rodillos.....	130
Equipamiento de dispositivos de seguridad.....	131
Uso de acceso de máquinas.....	131
Bulldozers.....	131
Cargadora frontal, retroexcavadoras, moroniveladoras.....	132
Excavadoras.....	133
Rodillos compactadores.....	134
Mantenimiento y ajuste de trenes de rodaje y neumáticos.....	135
Mantenimiento y calibración de asientos.....	135
Tiempo de exposición por jornada/hora.....	136
Señales de comunicación entre ayudante y operador.....	137
3. Señalización a usarse siempre en maquinaria pesada.....	138
4. Reglas de seguridad en manejo de equipo caminero.....	140
Reglas de seguridad para operadores de maquinaria pesada.....	140
Reglas de seguridad para trabajar alrededor de maquinaria pesada.....	141
Normas generales.....	142
5. Bibliografía.....	144

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro Nro. 1:

Criterios para la evaluación de la exposición de las vibraciones..... 53

Cuadro Nro. 2:

Nivel de exposición permisible en tiempo de trabajo..... 54

Cuadro Nro. 3.1:

Listado de maquinaria a la que se realizó el análisis de vibraciones..... 78

Cuadro 3.2 – 3.23:

Nivel de respuesta y número de frecuencia de las respuestas..... 79
100

Cuadro Nro. 3.24:

Resumen de los valores de vibración obtenidos en la maquinaria, analizada en velocidad de desplazamiento a una frecuencia de 30 Hz..... 111

Cuadro Nro. 3.25:

Límites asociados con diferentes niveles de riesgos para la salud de acuerdo a los valores de la ACGIH descritos en ISO 2631 (Eger et al 2088)..... 112

Cuadro Nro. 3.26:

Conversión de velocidad de desplazamiento (mm/s) a unidades de aceleración (m/s^2). Comparación de los niveles de vibración obtenidos con los límites de permisividad ACGIH e ISO 2631-1. Estimación del riesgo y acción..... 113

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nro. 1:	
Esquema de división de la maquinaria.....	23
Gráfico Nro. 2:	
Órganos de control de cargadora frontal.	24
Gráfico Nro. 3	
Motoniveladora Mitsubishi del Gobierno municipal de Latacunga.....	25
Gráfico Nro. 4:	
Operador de cargadora frontal disponiéndose a saltar de media escalerilla.....	27
Gráfico Nro. 5:	
Escalerillas cortas para ingreso a cabina de motoniveladora.....	27
Gráfico Nro. 6:	
Escalerillas ausentes en excavadora.....	28
Gráfico Nro. 7:	
<i>Cabina de mando</i> de motoniveladora Mitsubishi.....	32
Gráfico Nro. 8:	
Cargadora frontal Hyundai con cabina cerrada para evitar el polvo.....	36
Gráfico Nro. 9:	
Interior de cabina de mando de cargadora frontal	37
Gráfico Nro. 10:	
Amplitud y frecuencia de las vibraciones.....	39
Gráfico Nro. 11:	
Transmisión de vibraciones por asientos duros.....	41
Gráfico Nro. 12	
Estructura de la columna vertebral.....	43
Gráfico Nro. 13:	
Detalle de un disco intervertebral.....	43
Gráfico Nro. 14:	
Efectos de posturas y fuerzas sobre los discos intervertebrales.....	44

Grafico Nro. 15:	
Bulldozer Caterpillar del Gobierno Municipal de Latacunga.....	45
Grafico Nro. 16:	
Operador de motoniveladora Komatsu con lumbalgia aguda.....	47
Grafico Nro. 17:	
Ejes para medición de exposiciones a la vibración en personas sentadas	51
Grafico Nro. 18:	
Factores que definen la intensidad de la vibración.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo Nro. 1:

Cuestionario de preguntas aplicadas a los operadores.

Anexo Nro. 2:

Hoja de observación de campo de riesgos mecánicos.

Anexo Nro. 3:

Hoja de observación de campo de riesgos físicos.

Anexo Nro. 4:

Solicitud a la Dirección de Posgrados de la aprobación del tema de tesis.

Anexo Nro. 5:

Solicitud al señor Alcalde para la realización de la investigación.

Anexo Nro. 7:

Solicitud a la ESPOCH de equipos para la medición de vibraciones.

Anexo Nro. 8:

Solicitud al Dr. Guido Rojas Msc. para validación del instrumento para recolección de datos de investigación

Anexo Nro. 9:

Solicitud a la Ing. Eliana Zambrano para validación del instrumento para la recolección de datos de investigación

Anexo Nro. 10:

Solicitud al Dr Guido Rojas Msc. Para validación de la propuesta.

Anexo Nro. 11:

Solicitud a la Ing. Eliana Zambrano para validación de la propuesta.

Anexo Nro. 12:

Aprobación de Alcaldía de realización de Investigación para la tesis

Anexo Nro. 13:

Autorización de la Dirección del talento Humano para la realización de la investigación de tesis

Anexo Nro. 14:

Memorándum de Dirección de Obras públicas con autorización para la investigación de tesis.

Anexo Nro. 15:

Calificación y aprobación del instrumento para la recolección de datos de investigación por el Dr. Guido Rojas MSc.

Anexo Nro.16:

Calificación y aprobación del instrumento para la recolección de datos de investigación por la Ing. Eliana Zambrano

Anexo Nro. 17:

Calificación y aprobación de la propuesta por el Dr. Guido Rojas MSc..

Anexo Nro. 18:

Calificación y aprobación de la propuesta por la Ing. Eliana Zambrano

Anexo Nro. 19:

Certificación de revisión del Abstract

Anexo Nro. 20

Firma de responsabilidad de medición de vibraciones Ing. Manuel Morocho

Anexo Nro. 21:

Hoja de datos técnicos del equipo de medición de vibraciones.

Anexo Nro. 22:

Hoja de datos preliminar de informe de mediciones de vibraciones a la maquinaria.

Anexo Nro. 23:

Certificación y fotografías de Conferencia de Socialización del Manual de Procedimientos para el Manejo Seguro en la Escuela de Capacitación de Operadores de equipo caminero de Cotopaxi.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y RIESGOS DEL TRABAJO

FACTORES DE RIESGOS MECÁNICOS Y FÍSICOS EN EQUIPO CAMINERO PESADO Y LOS TRASTORNOS LUMBARES DE LOS OPERADORES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS DEL GOBIERNO MUNICIPAL DE LATACUNGA, PROPUESTA DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MANEJO SEGURO DE EQUIPO CAMINERO PESADO.

Autor: Ing. Lagla Chicaiza José Raúl
Tutora: Dra. Lilián Gutiérrez MSc.

RESUMEN

El equipo caminero pesado desarrolla sus actividades rodeado de diversos factores de riesgos que influyen directa e indirectamente sobre la estructura musculoesquelética de los operadores de maquinaria, elementos que deben ser materia de análisis con el objetivo de determinar el grado de peligrosidad. La presencia de algunas enfermedades en los operadores de maquinaria pesada siempre han atadas a la consecuencia de la profesión, quienes trabajan en este campo, padecen dolencias en la espalda baja a temprana edad. La identificación de los riesgos que afectan a esta parte del cuerpo es indispensable a fin de detectar posibles orígenes y relaciones con el problema y poner en manifiesto la definición de las causas y prevenirlas. Este estudio enfocó la relación existente entre los riesgos mecánicos y físicos con los trastornos lumbares de los operadores de equipo caminero pesado, a través de la identificación de riesgos y la medición del nivel de las vibraciones mecánicas en los asientos de las máquinas. Para determinar la existencia del problema en los operadores, se procedió a través del método deductivo haciendo uso de la encuesta por medio de un cuestionario estructurado. La importancia de este trabajo radica en la necesidad de prevenir los problemas lumbares que aquejan un importante grupo de operadores en esta Institución. Finalmente se elaboró algunos procedimientos de manejo seguro a través de un manual dirigido a la prevención de los riesgos detectados en esta investigación.

DESCRIPTORES: Maquinaria pesada, identificación de riesgos, dolores de la espalda baja, vibraciones mecánicas.

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
POSTGRADUATE DIRECTION
SAFETY AND JOB RISKS MASTER'S DEGREE**

MECHANICS AND PHYSICS RISK FACTORS IN HEAVY ROAD EQUIPMENT IN THE WORKERS LUMBAR DISORDERS TO THE PUBLIC WORKERS IN LATACUNGA MUNICIPALITY GOVERNMENT; PROPOSAL TO A GUIDE OF PROCESS FOR SAFETY DRIVING.

**Author: Ing. Lagla Chicaiza José Raúl
Tutor: Dra. Lilian Gutiérrez MSc.**

ABSTRACT

The heavy road equipment develops its activities surrounded by different risk factors that influence direct and indirect way on the skeletal muscle. To the machinery workers, these elements should be analyzed with the objective to determine the dangerous grade. The presence of some diseases in the heavy machinery workers have been joining with the profession results, people who work in this field have some backaches in a young age. The identification of the risks that effect to this part of the body is necessary to take in account the root and relation with the problem to avoid it. This study focused on the relation between mechanical and physical risks with the lumbar disorders to the heavy roads workers trough the identification of risks and level measuring. To mechanical vibrations in the machines seats. To identify the problem existence in the workers we used the deductive method applying survey through a questionnaire. The importance to this researching is in the necessity to avoid the lumbar disorders in a important group of workers to this institution finally was doing some procedures for save driving through a guide directed to prevent the risks identified in this.

DESCRIPTORS: Heavy machinery, risks identification, backache, mechanical vibration.