

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Sede Central

Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente

**PROGRAMA INTEGRAL DE ERGONOMÍA PARA TRABAJADORES DE UN
TALLER AUTOMOTRIZ**

**Trabajo final de graduación como requisito para optar por el grado
académico de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente**

Estudiantes:

Andrés González Chaves

Natalia Quirós Barquero

José Sequeira Chaves

Alajuela, Abril 2023

Aprobación del Tribunal Evaluador

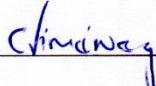


Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente
Sede Central

ACTA

En la ciudad de Alajuela, a los 18 días del mes de abril del año 2023, estando presentes en la Sede Central de la Universidad Técnica Nacional, las siguientes personas: Sr. Carlos Mora Sánchez, Sr. Gustavo González Vargas, Sr. Erick Méndez Rodríguez, Sra. Grettel Jiménez Jiménez, en su condición de miembros del Tribunal Evaluador, para evaluar el Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente de los estudiantes: Andrés Gerardo González Chaves; cédula 113010820, Natalia Quirós Barquero; cédula 116250479 y José Sequeira Chaves; cédula 113630908.

Reunido el Tribunal Evaluador y los aspirantes, estos procedieron a defender su Trabajo Final de graduación "Programa integral de ergonomía para trabajadores de un taller automotriz". Concluida la defensa del Trabajo Final de Graduación, el Tribunal Evaluador consideró que, de conformidad con la normativa en la materia, los estudiantes obtuvieron una calificación de ocho punto cinco, cumpliendo con las exigencias requeridas para la aprobación del Trabajo Final de Graduación y le es conferido el grado de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente.


Sr. Andrés González Chaves
Estudiante
Sra. Natalia Quirós Barquero
Estudiante
Sr. José Sequeira Chaves
Estudiante
Sra. Grettel Jiménez Jiménez
Miembro del Tribunal
Evaluador
Lector
Sr. Luis Gustavo González
Vargas
Miembro del Tribunal
Evaluador, Tutor
Sr. Erick Méndez Rodríguez
Evaluador, Lector
Carlos Mora Sánchez
Director de Carrera
Presidente Tribunal Evaluador

Dedicatoria

A mis padres por apoyarme desde pequeño para lograr alcanzar mis sueños y recordarme que con paciencia y esfuerzo todo es posible.

A mi esposa e hija, por estar conmigo en todo momento y tener comprensión ante la ausencia que el desarrollo de este trabajo implicó para ellas, pero aun así su apoyo fue incondicional.

-Andrés González Chaves-

A mis Padres que me han inculcado el valor del estudio, por todo el apoyo y soporte que he recibido a largo de mi vida, con lo cual el día de hoy puedo ver culminada una etapa más con éxito.

-Natalia Quirós Barquero-

A mi madre y hermana Cris, por ser ese motor que me ha impulsado a alcanzar mis sueños, con el apoyo y oraciones que me han brindado concluyo una etapa más de mi vida académica con éxito.

-José Sequeira Chaves-

Agradecimiento

A Dios que me bendice día a día y me permite culminar esta licenciatura a pesar de las pruebas y dificultades, a mi familia por siempre estar allí, a mis compañeros de tesis porque hemos logrado culminar el proyecto y a todos los docentes y director de la carrera de Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente por compartir su conocimiento en este proceso de aprendizaje.

-Andrés González Chaves-

A Dios que nos da el don de la sabiduría y la fortaleza para salir adelante cada día y mi jefe Allan Mairena, por su apoyo incondicional en todo mi proceso.

-Natalia Quirós Barquero-

A Dios por permitirme cumplir una meta más, porque sus bendiciones me han alcanzado día con día, a mi familia, a DARG y amigos que de una u otra forma siempre me han apoyado, a mis compañeros de proyecto por esta etapa recorrida, a mi profesor tutor y profesores lectores por ser esa guía que nos permitió culminar este trabajo, a todos los profesores de carrera que han aportado conocimiento en este proceso de aprendizaje y al Sr. Allan Mairena de FACO que nos dio la oportunidad de desarrollar este trabajo final de graduación.

-José Sequeira Chaves-

TABLA DE CONTENIDO

Aprobación del Tribunal Evaluador.....	2
Dedicatoria.....	3
Agradecimiento.....	4
Índice de Tablas	8
Índice de Figuras	10
RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I: ÁREA DE ESTUDIO, DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	14
Área de estudio: delimitación del problema y justificación.....	15
CAPÍTULO II: SITUACIÓN ACTUAL DEL CONOCIMIENTO DEL TEMA	18
Estado del arte.....	19
CAPÍTULO III: OBJETIVOS.....	23
Objetivo general.....	24
Objetivos específicos.....	24
CAPÍTULO IV: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	25
Conceptualización de la Salud Ocupacional: Antecedentes históricos de los problemas de salud, por causa del trabajo.....	26
Finalidad de la Salud Ocupacional	28
Principios Orientadores de la Salud Ocupacional	28
Concepto de Salud Ocupacional.....	29
Relación Salud, Trabajo y Ambiente	29
Principales campos de acción.....	31
Trabajo multi e interdisciplinario.....	36
Conceptualización de la Ergonomía.....	38
Métodos de evaluación ergonómica.....	39
Método OCRA (Occupational Repetitive Action).....	42
Método REBA (Rapid Entire Body Assessment).....	46
Ecuación de NIOSH.....	47
CAPÍTULO V: MARCO METODOLÓGICO.....	49

Estrategia metodológica.....	50
Enfoque.....	52
Tipo de investigación	52
Población y muestra.....	52
Técnicas de recolección de datos.....	53
Formulación de hipótesis y preguntas generadoras	54
Métodos ergonómicos	57
Método OCRA.....	57
Introducción	57
Cálculo del Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo	58
Cálculo del Factor de Recuperación (FR)	59
Cálculo del Factor de Frecuencia (FF).....	61
Cálculo del Factor de Fuerza (FFz).....	64
Cálculo del Factor de Posturas y Movimientos (FP).....	66
Cálculo del Factor de Riesgos Adicionales (FC)	69
Cálculo del Multiplicador de Duración (MD)	71
Determinación del Nivel de Riesgo.....	72
Múltiples puestos y análisis multitarea.....	73
Limitaciones del método.....	74
Método REBA (Rapid Entire Body Assessment).....	76
Introducción	76
Objetivos	77
Desarrollo.....	78
Método Ecuación de NIOSH.....	85
Introducción	85
Criterios	87
Criterio biomecánico	87
Criterio fisiológico	88
Criterio psicofísico	89
Componentes de la ecuación	89
Establecimiento de la constante de carga.....	90
Obtención de los coeficientes de la ecuación.....	91

Factor de distancia horizontal, HM (horizontal multiplier)	91
Factor de altura, VM (vertical multiplier)	92
Factor de desplazamiento vertical, DM (distance multiplier)	93
Factor de asimetría, AM (asymetric multiplier)	94
Factor de frecuencia, FM (frequency multiplier)	95
Factor de agarre, CM (coupling multiplier)	97
Identificación del riesgo a través del índice de levantamiento	100
Principales limitaciones de la ecuación	101
Cálculo del índice compuesto para tareas múltiples.....	102
CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	105
Introducción	106
Comparación entre los métodos utilizados	114
Resultados de la aplicación del método: OCRA.....	116
Resultados de la aplicación del método: REBA.	121
Resultados de la aplicación del método: Ecuación de NIOSH.	125
CAPÍTULO VII: PROPUESTA DEL PROGRAMA INTEGRAL DE ERGONOMÍA PARA TRABAJADORES DE UN TALLER AUTOMOTRIZ	135
Introducción a la Propuesta del Programa Integral de Ergonomía.....	136
Propuesta del Programa Integral de Ergonomía para Trabajadores de un Taller Automotriz	139
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	145
Conclusiones.....	146
Recomendaciones.....	149
BIBLIOGRAFÍA.....	151
CARTA DEL PROFESOR-TUTOR Y LECTORES AVALANDO EL ANTEPROYECTO DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN	156
CARTA DE ACEPTACIÓN PARA REALIZAR EL PROYECTO DE GRADUACIÓN POR PARTE DE LA EMPRESA	157
OFICIO ISOA-046-2021 RESPUESTA ANTEPROYECTO DE TFG	158
OFICIO ISOA-105-2021 APROBACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE TFG.....	159

Índice de Tablas

Tabla 1 Definición de variables.....	55
Tabla 2 Puntuación del Factor de Recuperación (FR).....	60
Tabla 3 Puntuación de acciones técnicas dinámicas (ATD).....	62
Tabla 4 Puntuación de acciones técnicas estáticas (ATE).....	62
Tabla 5 Tipos y definiciones de algunas acciones técnicas.....	63
Tabla 6 Puntuación de las acciones que requieren esfuerzo	65
Tabla 7 Puntuación del hombro (PHo)	67
Tabla 8 Puntuación del codo (PCo)	68
Tabla 9 Puntuación de la muñeca (PMu)	68
Tabla 10 Puntuación de la mano (PMa)	68
Tabla 11 Puntuación de movimientos estereotipados (PEs)	69
Tabla 12 Puntuación de factores físico-mecánicos (Pfm).....	70
Tabla 13 Puntuación factores Socio organizativos (Pso).....	70
Tabla 14 Multiplicador de Duración (MD).....	72
Tabla 15 Nivel del Riesgo, Acción Recomendada e Índice OCRA equivalente	73
Tabla 16 Niveles de Riesgo y Acción Método REBA.....	84
Tabla 17 Ecuación de NIOSH.....	87
Tabla 18 Cálculo del factor de frecuencia (FM).....	96
Tabla 19 Clasificación del agarre de una carga.....	98
Tabla 20 Determinación del factor de agarre (CM).....	98
Tabla 21 Cronograma de Trabajo.....	104
Tabla 22 Caracterización de los puestos de trabajo	109
Tabla 23 Comparación de Métodos	115

Tabla 24 Resultados General Método OCRA.....	120
Tabla 25 Porcentaje de distribución puntuación final grupo A.....	122
Tabla 26 Porcentaje de distribución puntuación final grupo B.....	124
Tabla 27 Porcentaje del resultado final.....	124
Tabla 28 Cálculo del Factor de Distancia Horizontal.....	127
Tabla 29 Cálculo del Factor de Altura.....	128
Tabla 30 Cálculo del Factor de Desplazamiento Horizontal.....	129
Tabla 31 Cálculo del Factor de Asimetría.....	130
Tabla 32 Cálculo del Factor de Frecuencia.....	131
Tabla 33 Cálculo del Factor de Agarre	131
Tabla 34 Cálculo del Límite de Peso Recomendado (LPR)	132
Tabla 35 Cálculo del Índice de Levantamiento.....	133
Tabla 36 Resultados de la Aplicación de los Métodos de Evaluación Ergonómica.....	134

Índice de Figuras

Figura 1 Escala de Borg CR-10.....	65
Figura 2 Grupo A.	79
Figura 3 Grupo B.	80
Figura 4 Tabla A y Tabla Carga/Fuerza.	82
Figura 5 Tabla B y Tabla Agarre.	82
Figura 6 Tabla C y Puntuación de la Actividad.	83
Figura 7 Localización estándar del levantamiento.	90
Figura 8 Representación gráfica del ángulo de asimetría del levantamiento (A)	94

RESUMEN

Las lesiones musculo esqueléticas, constituyen uno de los principales problemas de salud a nivel laboral, en un taller automotriz, los mecánicos trabajan manipulando diversos tipos de herramientas, baterías, ruedas, entre otras piezas y elementos que pueden obligar al trabajador a optar por posturas inadecuadas, levantar mal una carga entre otros riesgos.

Debido a la problemática anterior, el presente trabajo final de graduación desarrolla una propuesta basada en la aplicación de tres métodos ergonómicos para evaluar a esta población de trabajadores en diferentes ámbitos, como lo son: posturas, trabajos repetitivos y levantamiento manual de cargas, los métodos utilizados fueron REBA, OCRA Check List y Ecuación de NIOSH respectivamente, con el fin de evaluar el riesgo en cada uno de estos aspectos.

Este proyecto presenta un análisis global, evaluando a esta población de trabajadores con el fin de determinar el riesgo ergonómico que mayor prevalece a la hora de desempeñar este tipo de puesto.

La Ergonomía, como rama que estudia la interacción del ser humano con los elementos de su entorno laboral, busca mejorar los puestos de trabajo en cuanto al diseño y tareas desempeñadas, por lo que este trabajo como producto final presenta un programa de ergonomía integral para un taller automotriz, el cual puede llegar a ser aplicable para la industria automotriz.

INTRODUCCIÓN

En la industria automotriz, las labores de mantenimiento y reparación implican una serie de factores de riesgos asociados al puesto de trabajo. Los riesgos ergonómicos son uno de estos que poco se analizan y que sus consecuencias se ven reflejadas en trastornos músculo esqueléticos, lo cual genera enfermedades a largo plazo. Estas se caracterizan por presentar afecciones en los tendones, los ligamentos, el sistema nervioso, los huesos y sistema circulatorio.

Ante este panorama, el presente proyecto de investigación pretende realizar una evaluación integral ergonómica para identificar los riesgos asociados a la repetitividad, la evaluación postural y la evaluación del riesgo de lumbalgia por levantamiento de cargas. Lo anterior, se genera, comúnmente, en el área de trabajo de una industria automotriz.

Los métodos de evaluación ergonómica nos indica los riesgos que sufren los trabajadores a la hora de realizar dichas tareas. Por ejemplo, en la industria automotriz uno de los riesgos más importante es la postura y la fuerza ejercida, debido a que muchas veces el cuerpo se encuentra fuera de una apostura neutra por un importante lapso, lo cual ocasiona en la persona mucho dolor, inflamación, parestesias y limitaciones para realizar su trabajo. De acuerdo con lo expuesto, la situación genera inconformidad laboral, por parte del empleado. En el año 2018, el Centro de Ergonomía Aplicada, en el artículo *¿Qué impacto tiene no hacer la evaluación de riesgos por movimientos repetitivos de extremidades superiores?*,

afirma que en Costa Rica el 49% de los trabajadores están expuestos a movimientos repetitivos de mano o brazo y que más del 21% de los trabajadores sufre algún tipo de lesión provocada por los movimientos repetitivos de las extremidades superiores.

Asimismo, se debe tener en cuenta que las adecuadas condiciones ergonómicas de trabajo están vinculadas con la satisfacción de los empleados, lo que propicia una mejor producción y menos costos por enfermedades y accidentes.

El análisis tiene como finalidad llevar a cabo la aplicación de tres metodologías de evaluación ergonómica: REBA, OCRA check List y ecuación de NIOSH en una población de mecánicos automotrices.

Con base en la información obtenida, se pretende brindar un programa integral ergonómico que incluye el reconocimiento del riesgo, la identificación de los factores de riesgo ergonómico, el reconocimiento del puesto, la evaluación de los factores de riesgos localizados, la clasificación del riesgo y las acciones que permitan la prevención de lesiones de origen músculo esqueléticos. De esta manera, ofrecer un aporte a la empresa de la industria automotriz.

CAPÍTULO I: ÁREA DE ESTUDIO, DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Área de estudio: delimitación del problema y justificación

La ergonomía cobra gran interés para el ámbito de la Salud Ocupacional porque, en general, los trabajadores realizan sus tareas interactuando con el entorno a través de movimientos, posturas y en algunos casos mediante el uso de herramientas o equipos las que no son adecuadas para las capacidades y las necesidades de la persona, lo que podría ocasionar daños a la salud y, de esta forma, influir negativamente en el desempeño del trabajador.

En puestos operativos, la carga de trabajo suele ser más demandante porque hay mayor desgaste físico durante largas jornadas y ciclos de trabajo más marcados. En el caso de un mecánico automotriz, este se ve envuelto en entornos bajo esas características, sumándole además la aplicación de fuerza y manejo de herramientas, según Salazar y Cardona (2017).

Los riesgos ergonómicos o biomecánicos, implican carga dinámica por movimientos repetitivos, carga estática de pie y carga dinámica por esfuerzos, estas actividades tienen grandes implicaciones en la eficiencia de los trabajadores de las organizaciones, ya que ocasionan sintomatología y limitaciones del trabajador que impiden el desarrollo óptimo de cada uno de los procesos, ocasionando aumento en el ausentismo laboral de los empleados, provocando de esta forma costos directos e indirectos en las empresas, debido a la disminución de la productividad, pérdidas económicas y daños en la salud.(p.14)

Por consiguiente, además de la prevalencia de casos por enfermedades y padecimientos de lumbalgias, epicondilitis y otros, nos trae a profundizar en el tema de la ergonomía en este tipo de industrias y poder llevar acabo un buen programa

de salud para la prevención y abordaje de estos riesgos que son poco tangibles, o bien, que sus consecuencias, por lo general, no se materializan en el momento, sino a lo largo del tiempo.

No obstante, se ha demostrado que la salud ocupacional representa una inversión para las empresas y las organizaciones porque, con ello, se reducen los costos, aumenta la calidad y la capacidad productiva de los procesos. De esta manera, la ergonomía bien aplicada va más allá de mantener el confort y de reducir el riesgo de lesiones. Esta tiene un impacto importante en los colaboradores y, por lo tanto, el proceso se ve reflejado en los resultados y en el logro de objetivos de la empresa.

Por lo tanto, implementar un buen programa ergonómico, es una forma de aumentar estos activos. Según un estudio realizado en una empresa de manufactura de envases, donde se realiza una evaluación ergonómica para medir la productividad de los colaboradores, durante la ejecución de sus tareas en las líneas de producción, se obtuvieron los siguientes resultados mediante la aplicación del método REBA. Aquí se demostró que la productividad de la mano de obra ascendía a un promedio de 339,7 láminas por hora hombre. Finalmente, también se pudo identificar que la puntuación REBA promedio se redujo de 11.5 puntos a 9,25 puntos. Se concluyó que el programa ergonómico impactaba en la productividad incrementándose con respecto a la medición inicial pasando de 339,7 láminas por hora hombre a 346,3 láminas por horas hombre, lo cual representa un incremento del 1,95%.

En efecto, también se determinó que un programa ergonómico debe considerar la capacitación de los colaboradores y las auditorías periódicas como dos aspectos fundamentales para garantizar resultados y, se calculó, que llevar a cabo un programa de esta índole representa una inversión de 1100 soles, aproximadamente unos 300 dólares mensuales. (2016) J. Vinicio., Carril., E. Yrene., Sánchez., L. Bracamonte., W. Cruz., A. Monzón., Córdova., & C, Moreno.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, esto debido a que las empresas que invierten en ergonomía pueden llegar a visualizar cambios que impactan, tanto en la parte económica y en la calidad porque se minimizan problemas en los colaboradores, por ejemplo, el ausentismo laboral, y se reducen los costos relacionados con las enfermedades.

Esta investigación reviste gran importancia para un mejor aprendizaje y entendimiento de la aplicación de métodos de evaluación ergonómica, porque nos llevará a dar otra perspectiva de estas evaluaciones a los profesionales del área de la salud ocupacional.

CAPÍTULO II: SITUACIÓN ACTUAL DEL CONOCIMIENTO DEL TEMA

Estado del arte

Se han realizado diferentes estudios e investigaciones en el área de la ergonomía desde diferentes aristas, por ejemplo, la evaluación del riesgo musculoesquelético derivado de la realización de tareas repetitivas, a partir de un método de evaluación MOVE Human-Forces (Pertenece al Instituto de investigación en ingeniería de Aragón de la Universidad de Zaragoza, Boné Pina, M.J (2016)) y valorar el riesgo asociado que se tiene en cada articulación. También, el poder rediseñar puestos de trabajo en un área de producción. FORCES, en los aspectos de fiabilidad en la medida de la exposición al riesgo, la instrumentación y la usabilidad, supera algunas de las limitaciones que presentan los métodos actuales, proporcionando ventajas como las siguientes:

- Dispone de una instrumentación (sensores de movimiento) y de un software que permite una recogida y tratamiento de los datos del puesto de trabajo de forma objetiva.
- Capacidad de medir la carga postural.

De esta forma, se determinó la correlación entre el método FORCES y el método OCRA, que permite clasificar el nivel de exposición derivada de la combinación de factores de riesgo presentes en el puesto de trabajo, esto, a su vez, ayuda a priorizar la intervención

Por otra parte, Jones y Kumar (2007) analizaron la exposición física de 15 trabajadores con tareas repetitivas del sector de la madera (aserrado) al comparar

los resultados de cinco métodos de evaluación de riesgos ergonómicos (RULA, REBA, INSHT, Strain Index y OCRA) y al examinar el efecto de las diferentes definiciones de la variable postura y de la variable de esfuerzo en cada uno de los métodos. Todos ellos, encontraron acuerdo en la presencia de riesgo asociado con el desempeño del trabajo de aserrado. Se observó que la definición de las variables “postura” y “esfuerzo” tienen un efecto significativo en la valoración del riesgo de todos los métodos evaluados. (p.276)

Asimismo, Chiasson (2012), estudiaron 224 Puestos de trabajo industriales (567 tareas) con ocho métodos ergonómicos (QEC/ FIOH/ ACGIH HAL/ SI/ OCRA Index/ EN 1005-3 Standard/ RULA/ REBA), de sus resultados podemos destacar una correlación entre OCRA y SI moderada-débil (0,32); y un porcentaje de acuerdo entre OCRA y QEC del 57% (p. 187).

Román Liu (2013), publicaron un estudio transversal de 18 puestos de trabajo repetitivos, valorados con OCRA y ULRA (168), utilizaron video, electrogoniometría y dinamometría, encontraron una correlación bastante fuerte entre ambos ($r_{sp} = 0,84$) (p. 277).

Como resumen, en relación con la validación del método OCRA, y tal como manifiesta Takala (2010) su revisión de métodos ergonómicos observacionales de no se encuentran estudios sobre la repetibilidad del método y, en cuanto a la validez concurrente, se hallaron correspondencia moderada con ACGIH HAL y SI (p.119).

Del resto de estudios citados se puede deducir la presencia de correlación fuerte de OCRA con los métodos ULRA Y EAWS y el acuerdo moderado con el método QEC.

Por su parte, en Colombia, la Universidad Católica de Manizales, llevó a cabo un estudio en trabajadores de la industria mecánica automotriz, y la relación de posturas y la aparición de desórdenes músculo esqueléticos, realizado en una población de 33 trabajadores al aplicar la metodología REBA, dando resultados como la aparición de dolor dorsal y lumbar en un 43%, seguido de dolencias en el cuello en un 37%.¹

Por otra parte, también se han realizado evaluaciones ergonómicas en Arequipa Perú de las operaciones y procesos de ensamble de la empresa textil Franky y Ricky S.A. Por medio del método JSI donde se concluyó luego de la evaluación in situ de los puestos de trabajo se determinó que los métodos que más se ajustan para la evaluación de movimientos repetitivos y posturas inadecuadas para el proceso de ensamble son los métodos de evaluación JSI y RULA, debido a que su enfoque de evaluación está relacionado directamente a la parte superior del cuerpo, donde hay más en las operaciones que realizan los trabajadores del proceso de ensamble.

Según Zegarra (2019) en el año 2016, mediante la aplicación de los métodos ergonómicos RULA y JSI, se realizó una evaluación ergonómica en el área de producción de una empresa textil Franky y Ricky S.A. para realizar la evaluación

¹ Universidad Católica de Manizales, Colombia.

inicial se aplicó un cuestionario Nórdico que pudiera determinar la cantidad de personas que puedan estar sufriendo algún tipo de malestar originado por movimientos repetitivos y posturas inadecuadas. De esta forma, para facilitar el trabajo se utilizó el software de evaluación ergonómica RULA y JSI que proporciona Ergonautas. Gracias a la recolección de datos y conclusiones que brindan los métodos ergonómicos se determinó que existe gran cantidad de riesgos en la actividad textil por movimientos repetitivos y posturas de trabajo, se recomendó cambios de rutina, rotación de personal y capacitaciones en temas de seguridad y salud con el fin de reducir el riesgo de lesiones en el trabajo (p.7).

CAPÍTULO III: OBJETIVOS

Objetivo general

Proponer un programa integral ergonómico basado en la identificación de riesgos y la evaluación ergonómica, mediante la aplicación de los métodos ergonómicos OCRA, REBA y la Ecuación de NIOSH.

Objetivos específicos

- Caracterizar las condiciones y los métodos de trabajo que se realizan en el taller mecánico automotriz.
- Aplicar los métodos ergonómicos de Checklist OCRA (Occupational Repetitive Action), REBA (Rapid Entire Body Assessment) y la Ecuación de NIOSH.
- Elaborar un programa integral ergonómico para la prevención de lesiones de origen músculo esqueléticos.

CAPÍTULO IV: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Conceptualización de la Salud Ocupacional: Antecedentes históricos de los problemas de salud, por causa del trabajo.

“Los hechos que ponen en riesgo la vida o la salud del hombre han existido desde siempre. En consecuencia, también desde siempre, el hombre ha tenido la necesidad de protegerse. Pero cuando estos hechos o condiciones de riesgo se circunscriben al trabajo, históricamente, el tema de la producción ha recibido mayor importancia que el de la seguridad, ya que es sólo recientemente que el hombre, como persona natural y como persona jurídica, ha tomado conciencia de la importancia que reviste la salud ocupacional y la seguridad en el trabajo.” Según: Arias Gallegos (2012, p. 45)

“El alemán Georgius Agricola del siglo XVI publicó una obra sobre el valor de la vida y de la salud del trabajador y analiza el peligro de la muerte prematura en los trabajos de minería. Bernardino Ramazzini, padre de la medicina laboral y médico italiano, da a conocer alrededor de 1700 su obra titulada “DE MORBIS ARTIFICUM DIATRIBA” (Tratado de las enfermedades de los trabajadores), donde menciona cientos de enfermedades que son asociadas a más de cincuenta oficios, por ejemplo: el asma, los trastornos visuales, las intoxicaciones de mercurio, entre otras. Lo importante de Ramazzini en su obra, fue que relacionó la salud con el trabajo y asocio enfermedades específicas con oficios determinados, principio fundamental de la medicina del trabajo.

La primera revolución industrial, se constituyó en un desafío para la protección de la vida y la salud del trabajador. En 1776 con el descubrimiento de James Watt (motor de vapor), se inició un proceso de mecanización incontrolada, mientras que existía entre los trabajadores una situación de hambre y de desgracia, la abundante mano de obra barata de hombres, mujeres y niños en cualquier tarea y horario, utilizando lugares de trabajo bajo condiciones insalubres y pésimas en cuanto al mantenimiento, orden y limpieza.

A la industria solo le importaba pagar lo mínimo por una jornada de trabajo lo más larga posible bajo tales condiciones. A partir de 1833 surgen los primeros intentos por regular normas de seguridad en el sector industrial de Inglaterra, creándose la “LEY DE FÁBRICA”. Muchos países de Europa y América empiezan en la segunda mitad del siglo XIX a incluir en las leyes de fábricas el concepto de seguridad con normas de mantenimiento, orden y limpieza de la maquinaria.

En 1877 en Massachusetts, se impone una jornada de siete horas para la mujer, en 1880 aparece por primera vez el concepto de Seguridad Social en la legislación germana, donde se define la enfermedad profesional con responsabilidad patronal sobre ellas. En 1910 se establece la jornada nacional de ocho horas en Rusia.

A medida que se hacían leyes sobre la responsabilidad de los empresarios por los accidentes de sus trabajadores, se creaban las compañías de seguros, que gradualmente iban asumiendo dicha responsabilidad. Estas tenían cuerpos de inspectores para garantizar la efectividad de las medidas de seguridad en las

empresas aseguradas y de esta manera ingresaban en el campo de la prevención de accidentes.” Según Pinto Molina (1993, pág. 1 y 2)

Finalidad de la Salud Ocupacional

- Promover el más alto grado de bienestar físico, mental y social del trabajador.
- Prevenir todo daño causado a la salud por las condiciones del ambiente.
- Proteger al trabajador en su empleo contra riesgos resultantes de agentes nocivos.
- Adaptar el trabajo a cada hombre y cada hombre a su trabajo.
- Colocar y mantener al trabajador en un empleo conveniente a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas.

Principios Orientadores de la Salud Ocupacional

- Respeto a la vida y a la salud del trabajador.
- El tiempo libre disponerlo para el descanso y distracción del trabajador.
- Una actividad laboral que permita al trabajador una satisfacción personal y el desarrollo de sus potencialidades al servir a la sociedad con su esfuerzo.

Concepto de Salud Ocupacional

Para conceptualizar la Salud Ocupacional nos encontramos con múltiples definiciones, pero en sí, podemos basarnos en la definición de OMS (Organización Mundial de la Salud), en cuanto a la finalidad de la Salud Ocupacional.

La OMS expresa el siguiente concepto sobre Salud Ocupacional:

“Tratar de promover el mayor grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores de todas las profesiones, prevenir todo daño causado a la salud de estos por las condiciones de su trabajo, protegerlos en el empleo contra riesgos resultantes de la presencia de agentes perjudiciales a su salud, colocar y mantener al trabajador en un empleo adecuado a sus actividades fisiológicas y psicológicas en suma de adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo.”²

Relación Salud, Trabajo y Ambiente

El medio ambiente en el que se desarrolla el trabajo contiene innumerables condiciones o elementos que actúan sobre el hombre causando el deterioro de su salud.

Salud: según la OMS, la salud es: “El estado completo de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de enfermedad o de un daño.”

² OMS: Organización Mundial de la Salud

Trabajo: es la acción mediante la cual el hombre modifica la naturaleza para ponerla a su servicio y que, a la vez, transforma al hombre.

Ambiente: Es la totalidad de factores físicos, químicos, biológicos y socioculturales que rodean a un individuo o un grupo, por lo tanto, es algo dinámico.

Existe una relación entre tres factores esenciales que interactúan en el lugar de trabajo:

- Agente: Elemento que actúa sobre el huésped. Algunos tipos de agentes son:
 - Agentes físicos: como la temperatura, radiaciones, vibraciones, ruidos e iluminación.
 - Agentes Químicos: como polvos, gases, vapores, humos y neblinas.
 - Agentes Biológicos: como virus, bacterias, gusanos, protozoos y hongos.
 - Agentes Psicosociales: como inadaptación al trabajo, salarios, jornadas de trabajo, entre otros.
 - Agentes Ergonómicos: como sobreesfuerzos, levantamientos de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas, entre otros.
 - Agentes Mecánicos: como partes móviles de las máquinas, engranajes, bandas transportadoras, entre otras.
 - Agentes de Superficie: como el almacenamiento de material, el orden y la limpieza, utilización de las herramientas manuales, caídas del mismo y distinto nivel.

- Huésped: es el hombre, el trabajador, sobre el cual actúa el agente, produciendo daños ocupacionales. No todas las personas reaccionan igual o de la misma manera, ante la presencia de un agente, o sea, algunos trabajadores pueden ser afectados más fácilmente por un determinado producto o condiciones ambientales. A esto se le denomina susceptibilidad personal.
- Ambiente: a diferencia de la primera definición, bajo este concepto manejamos que el ambiente es el lugar donde van a interactuar el huésped con el ambiente, es el lugar de trabajo más todas las condiciones físicas, materiales y condiciones psicosociales.

Principales campos de acción

Seguridad:

La Seguridad Ocupacional es el conjunto de conocimientos, técnicas y métodos destinados al reconocimiento, a la evaluación, a la prevención y al control de aquellas situaciones riesgosas presentes en el ambiente de trabajo, que pueden concretarse en accidentes de trabajo.

Higiene:

La Higiene Ocupacional es el conjunto de conocimientos, técnicas y métodos destinados al reconocimiento, a la evaluación, a la prevención y al control de aquellas situaciones riesgosas presentes en el ambiente de trabajo, que pueden concretarse en enfermedades de trabajo.

Como metodología de actuación la higiene ocupacional lleva a cabo:

Evaluación ambiental.

Evaluación biológica.

La determinación de los límites de exposición se lleva a cabo a través de estudios epidemiológicos, analogía química o estudios de experimentación animal y humana.

Ramas de la higiene:

Higiene teórica: es la rama de la higiene industrial que se ocupa de estudiar la relación dosis respuesta de cada tipo de agente contaminante. Establece unos valores de referencia, según el tiempo de exposición de los trabajadores, que garanticen que la mayoría de las personas afectadas no sufrirán ninguna alteración. Los estudios se llevan a cabo a nivel de campo, recopilando y analizando información médica existente en estudios epidemiológicos o por actividades industriales y en laboratorio experimentando sobre seres vivos los efectos de los agentes contaminantes.

Criterios de evaluación:

- Concentración máxima tolerable (MAC)
- Valor límites umbral (TLV)
- Límite exposición permisible (PEL)
- Concentración promedio permisible (CPP)

Higiene de campo: rama de la higiene industrial a la cual compete el estudio de la situación higiénica EN EL LUGAR DE TRABAJO. Se trata de detectar el problema por reconocimiento, encuesta higiénica (tipo de contaminante, tiempo de exposición, personas afectadas) para, finalmente, determinar el sistema a usar para la medición y la toma de muestras, así como la forma de llevar a cabo estas labores (estrategias de muestreo).

Higiene analítica: es aquella que se encarga de realizar el estudio cuantitativo y cualitativo de los contaminantes presentes en el ambiente laboral. Su actividad se concentra en el análisis de laboratorio se analizan las muestras que facilitan la higiene de campo, proyectando, y aplicando las técnicas que den los mejores resultados.

Higiene operativa: proyecta, selecciona y señala los métodos de control que eliminen o disminuyan las causas del problema una vez comprobada su existencia. La actuación puede llevarse a cabo estableciendo y/o estudiando prioridades sobre el proceso, la fuente (foco emisor), sobre el medio (fuente de propagación de los agentes contaminantes) o sobre el trabajador afectado (receptor).

Psicosociología:

Como técnica preventiva, la Psicosociología se centra en aquellos aspectos de las relaciones laborales que se refieren a las características organizativas de las empresas (clima laboral, comunicación, estilos de mando, entre otros).

La psicología se centra en aquellos aspectos de las relaciones laborales que se refieren a las características organizativas de las empresas. La OIT define los factores psicosociales como:

"interacciones entre el trabajo, su medio ambiente, la satisfacción en el trabajo y las condiciones de su organización por una parte y, por otra, las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera del trabajo, todo lo cual, a través de percepciones y experiencias, puede influir en la salud, en el rendimiento y la satisfacción en el trabajo".³

Podemos clasificar los factores a estudiar en psicología, según estén más relacionados con:

- La tarea:
- Monotonía.
- Autonomía.
- Ritmo de trabajo.
- Responsabilidad.
- Status del puesto.

La organización del tiempo de trabajo:

- Duración de la jornada.
- Trabajo nocturno.

³ OIT: Organización Internacional del Trabajo

- Trabajo a turnos.
- Pausas y descansos.

La estructura de la organización de la empresa:

- Relaciones humanas.
- Participación.
- Funciones del trabajador.
- Otras características de la empresa (tamaño, estructura jerárquica, formación, promoción, entre otros).

De este modo, para evaluar los riesgos la psicología requiere que se haga un planteamiento sistemático y riguroso porque las variables que estudia y la valoración que hace, admiten gran pluralidad de interpretaciones.

Se requiere la formalización de hipótesis sobre los posibles efectos de los riesgos, planificar de forma adecuada el trabajo y recabar la participación de los trabajadores, los técnicos y los delegados de prevención, a fin de consensuar las posibles variables e interpretaciones.

Podemos utilizar dos métodos de análisis:

- Cuantitativo: permite la posibilidad de conocer y describir cómo se distribuye el efecto de un riesgo determinado por el conjunto de los trabajadores, y determinar cuáles son los factores que influyen en las diferencias observadas. La técnica más utilizada es la encuesta (los métodos RNUR, LEST y ANACT, son métodos de evaluación global de las condiciones de

trabajo que incluyen apartados sobre los factores psicosociales y, que podrían servir de guía de análisis).

- Cualitativo: se centra en las motivaciones y explicaciones que ofrecen los trabajadores ante un hecho determinado. Las técnicas más utilizadas son el grupo de discusión y las entrevistas.

Las acciones preventivas que se pueden desarrollar en el campo de los factores psicosociales son las siguientes:

- Sobre el trabajador:
 - Información sobre los riesgos psicosociales.
 - Formación para cambiar la actitud de los trabajadores en el trabajo.
 - Capacitación de los mandos (en aspectos psicosociales)
 - Adiestramiento en técnicas de resolución de problemas.
- Sobre la organización del trabajo:
 - Rotación de puestos de trabajo.
 - Ampliación de tareas.
 - Enriquecimiento de las tareas.
 - Establecimiento de grupos semiautónomos.

Trabajo multi e interdisciplinario.

La Salud Ocupacional es una ciencia multidisciplinaria porque tiene múltiples ramas como:

- Gestión Empresarial: es aquella que comprende las nociones básicas de la gestión administrativa.

- Seguridad Ocupacional: conjunto de conocimientos, técnicas y métodos destinados al reconocimiento, evaluación, prevención y control de aquellas situaciones riesgosas presentes en el ambiente de trabajo, que pueden concretarse en accidentes de trabajo.
- Higiene Ocupacional: conjunto de actividades destinadas a la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo del ambiente de trabajo que puedan alterar la salud de los trabajadores, generando enfermedades profesionales. Su campo cubre los ambientes laborales mediante el panorama de factores de riesgo tanto cualitativo como cuantitativo, así como el estudio de la toxicología industrial.
- Medicina de Trabajo: es la parte de la medicina que se ocupa del diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades ocupacionales.
- Ergonomía: por su propia concepción engloba a las demás ramas de la prevención, incide sobre todos los riesgos profesionales, ya que su objetivo es conseguir un trabajo más eficaz, confortable y seguro. La ergonomía diseña los medios materiales y métodos buscando adaptar el trabajo a las capacidades de las personas que lo realizan. Orienta al análisis de la actividad hacia un encadenamiento de acciones consecuentes y lógicas acordes con las capacidades y necesidades del trabajador y de la empresa. Su propósito fundamental es procurar que el diseño del puesto de trabajo, la organización de la tarea, la disposición de los elementos de trabajo y la capacitación del trabajador estén de acuerdo con este concepto de bienestar, que supone un bien intrínseco para el trabajador y que además proporciona beneficios económicos para la empresa.

- **Psicosociología:** su objeto es el control de los riesgos psicosociales, es decir, aquellos derivados de las características organizativas y la estructura de la empresa, evitando situaciones de estrés, insatisfacción, depresiones, entre otros.
- **Toxicología:** parte de la medicina que estudia los efectos nocivos de los agentes químicos sobre los organismos vivos, su mecanismo de acción y su tratamiento.
- **Epidemiología:** es el estudio colectivo y no individual de la salud de los trabajadores o de una comunidad en general, cuyos estudios se encaminan al análisis para la prevención de enfermedades ocupacionales.

Y, también, se conoce como ciencia interdisciplinaria porque las anteriores ramas mencionadas se relacionan e interactúan entre sí, dando origen a una sola ciencia: la Salud Ocupacional.

Conceptualización de la Ergonomía

La ergonomía es la rama de la salud ocupacional que estudia y evalúa el diseño de los puestos de trabajo y la interacción, de la persona trabajadora con las herramientas o equipos de trabajo, que lo rodean, de tal forma que estas coincidan con las características físicas y anatómicas del mismo, por otro lado, el siguiente autor describe la ergonomía como “Ergonomía significa literalmente el estudio o la medida del trabajo” (Singleton 2000, p. 29)

Derivado del griego *ἔργον* (*ergon*, ‘trabajo’) y *νόμος* (*nomos*, ‘ley’), el término denota la ciencia del trabajo. Es una disciplina sistemáticamente orientada, que ahora se aplica a todos los aspectos de la actividad humana con las máquinas.

El Consejo de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA), que agrupa a todas las sociedades científicas a nivel mundial, estableció desde el año 2000 la siguiente definición, que abarca la interdisciplinariedad que fundamenta a esta disciplina:

“Ergonomía (o factores humanos) es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño del sistema”.⁴

Métodos de evaluación ergonómica

“Los métodos de evaluación ergonómica permiten identificar y valorar los factores de riesgo presentes en los puestos de trabajo para, posteriormente, con base en los resultados obtenidos, plantear opciones de rediseño que reduzcan el riesgo y lo sitúen en niveles aceptables de exposición para el trabajador. (Diego Mas & José Antonio Ergonautas 2015)

Sin duda, una dificultad importante a la hora de realizar la evaluación ergonómica de un puesto para prevenir los trastornos músculo-esqueléticos (TME) es la gran

⁴ IEA: Asociación Internacional de Ergonomía

cantidad de factores de riesgo que deben ser considerados (movimientos repetitivos, levantamientos de carga, mantenimiento de posturas forzadas, posturas estáticas, exigencia mental, monotonía, vibraciones, condiciones ambientales).

Idealmente, en la evaluación de los riesgos asociados con los TME, todos los posibles factores de riesgo deberían ser medidos; sin embargo, resulta problemático considerar todos los riesgos simultáneamente puesto que se conoce poco sobre la importancia relativa de cada factor y de sus interacciones. Por tanto, es complejo determinar el peso o importancia de los diferentes factores de riesgo para establecer un nivel global del mismo. Además, los métodos de evaluación ergonómica generalmente se centran en el análisis de un determinado factor de riesgo (las posturas forzadas, los levantamientos de carga o la repetitividad de movimientos), y no parece hasta el momento que exista consenso sobre la utilización de escalas homogéneas para la clasificación del riesgo que permitieran obtener un resultado global que considerase todos los factores de riesgo. En todo caso, la ponderación del riesgo asociado a cada factor en dicho resultado global estaría pendiente de validación por la comunidad científica.

Cabe destacar que, en la actualidad existen un gran número de métodos de evaluación que tratan de asistir al ergónomo en la tarea de identificación de los diferentes riesgos ergonómicos. La selección del método adecuado para medir cada tipo de riesgo, así como, la garantía de fidelidad a la fuente de la herramienta o documentación utilizada se ha identificado como un problema importante al que se enfrentan los ergónomos a la hora de iniciar un estudio ergonómico, la labor

realizada por un trabajador en un puesto puede ser diversa, es decir, el trabajador puede llevar a cabo tareas muy distintas en un mismo puesto. Una consecuencia directa de esto es que lo que debe ser evaluado son las tareas realizadas, más que el puesto en su conjunto.

Así pues, se debe llevar a cabo un desglose del trabajo realizado por el trabajador en distintas tareas, evaluando por separado cada una de ellas, aunque manteniendo una visión del conjunto. Desglosando el trabajo en tareas se establecerán los factores de riesgo presentes y, finalmente, qué métodos son de aplicación para la valoración de cada tarea.

Para evaluar un puesto de trabajo, es recomendable la aplicación de varios métodos de evaluación, ya que en algunos casos, en un mismo puesto, pueden estar presentes diversas tareas y en ellas diferentes riesgos.

Algunos métodos de evaluación ergonómica que existen según la necesidad de evaluación son los siguientes:

- Manipulación de cargas
 - Ecuación de NIOSH
 - Guía de levantamiento de carga de INSHT
 - Tablas de Snook y Ciriello
- Evaluación de posturas
 - Método RULA
 - Método REBA
 - Método OWAS
 - Evaluación Postural Rápida

- Evaluación de fuerzas y biomecánica
 - Fuerzas – EN 1005-3 (Riesgo por fuerzas ejercidas)
 - Bio-Mec (Biomecánica estática coplanar)
- Repetitividad de movimientos
 - Método JSI
 - OCRA Checklist
- Evaluación de oficinas
 - Método ROSA
- Evaluación global
 - Método LEST
- Ambiente térmico
 - Método FANGER

Método OCRA (Occupational Repetitive Action)

“Check List OCRA permite valorar el riesgo asociado al trabajo repetitivo. El método mide el nivel de riesgo en función de la probabilidad de aparición de trastornos musculoesqueléticos en un determinado tiempo, centrándose en la valoración del riesgo en los miembros superiores del cuerpo.

Check List OCRA es una herramienta derivada del método OCRA desarrollado por los mismos autores. El método OCRA (Occupational Repetitive Action) considera en la valoración los factores de riesgo recomendados por la IEA (International Ergonomics Association): repetitividad, posturas inadecuadas o estáticas, fuerzas,

movimientos forzados y la falta de descansos o periodos de recuperación, valorándolos a lo largo del tiempo de actividad del trabajador. Considera otros factores influyentes como las vibraciones, la exposición al frío o los ritmos de trabajo. Por ello, existe consenso internacional en emplear el método OCRA para la valoración del riesgo por trabajo repetitivo en los miembros superiores, y su uso es recomendado en las normas ISO 11228-3 y EN 1005-5.⁵

A pesar de resultar el método de referencia para la valoración del trabajo repetitivo, la aplicación del método OCRA es complicada y laboriosa. El nivel de detalle de los resultados de OCRA, es directamente proporcional a la cantidad de información requerida y a la complejidad de los cálculos necesarios.

Por lo anterior, el método abreviado Check List OCRA permite, con menor esfuerzo, obtener un resultado básico de valoración del riesgo por movimientos repetitivos de los miembros superiores, previniendo sobre la urgencia de realizar estudios más detallados.

Existe una elevada correlación entre los resultados obtenidos por los dos métodos, por lo que Check List OCRA se ha convertido en la herramienta más adecuada para realizar una primera evaluación del riesgo y así queda recogido en la ISO/NP TR 12295.

⁵ Norma ISO: Organización Internacional de Normalización.

Características

El Check List OCRA realiza un detallado análisis de los factores de riesgo relacionados con el puesto de trabajo. Para obtener este nivel de riesgo se analizan los diferentes factores de riesgo de forma independiente, ponderando su valoración por el tiempo durante el cual cada factor de riesgo está presente dentro del tiempo total de la tarea. De esta forma se puntúan los diferentes factores de riesgo, empleando escalas que pueden ser distintas para cada uno.

Las más frecuentes oscilan entre 1 y 10, pero otras pueden alcanzar valores superiores. A partir de los valores de las puntuaciones de cada factor se obtiene el Índice Check List OCRA (ICKL), valor numérico que permite clasificar el riesgo como Optimo, Aceptable, Muy Ligero, Ligero, Medio o Alto. A partir de esta clasificación del riesgo, se sugieren acciones correctivas como llevar a cabo mejoras del puesto, la necesidad de supervisión médica o el entrenamiento específico de los trabajadores para ocupar el puesto.

En general, el método analiza el riesgo de los puestos con una ocupación genérica de 8 horas por jornada (riesgo del puesto a jornada completa), sin embargo, un trabajador puede ocupar el puesto un número menor de horas, puede ocupar varios puestos en una jornada o rotar entre varios puestos.

En estos casos puede obtenerse el riesgo al que se somete el trabajador calculando el riesgo a jornada completa de los puestos que ocupa y ponderándolos por el

tiempo que ocupa cada uno de ellos. Así pues, el método permite evaluar el riesgo asociado a un puesto, a un conjunto de puestos y, por extensión, el riesgo de exposición para un trabajador que ocupa un sólo puesto o bien que rota entre varios puestos.

A partir de esto, la consideración del tiempo es fundamental en el método Check List OCRA. La importancia de los factores de riesgo se valora considerando el tiempo durante el cual están presentes en la actividad desarrollada en el puesto. Además, no todos los trabajos llevados a cabo en el puesto han de ser necesariamente repetitivos, por lo que el método considera la duración real neta del trabajo repetitivo. Por otra parte, el tiempo de ocupación real del puesto por el trabajador y la duración de las pausas y descansos también son consideradas en el análisis.

Otra característica importante del Check List OCRA es su sencillez y rapidez de aplicación frente al método OCRA. La evaluación de un puesto con un ciclo de trabajo de unos 15 segundos puede realizarse en 3-4 minutos. Para un ciclo de 15 minutos, el tiempo de evaluación puede aproximarse a 30 minutos incluyendo tareas adicionales de registro de la información (mapas de riesgo, software, videos).

Por otra parte, el cálculo de los factores de riesgo de forma independiente ofrece puntuaciones para cada uno de ellos, lo que permite al evaluador conocer cuánto aportan al riesgo total y guiarle en el proceso de mejora de las condiciones del puesto.”

Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

“El método REBA evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutral.

Para ello, el primer paso consiste en la observación de las tareas que desempeña el trabajador. Se observarán varios ciclos de trabajo y se determinarán las posturas que se evaluarán. Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura.

REBA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye las piernas, el tronco y el cuello y el Grupo B, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas). Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

En este sentido, la clave para la asignación de puntuaciones a los miembros es la medición de los ángulos que forman las diferentes partes del cuerpo del operario. El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo.

Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, el tipo y calidad del agarre de objetos con la mano, así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados.

A raíz de lo anterior, el valor final proporcionado por el método REBA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculoesqueléticas. El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 0, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4, que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad.”

Ecuación de NIOSH

“Con la Ecuación de Niosh es posible evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga. El resultado de la aplicación de la ecuación es el Peso Máximo Recomendado (*RWL: Recommended Weight Limit*) que se define como el peso máximo que es recomendable levantar en las condiciones del puesto para evitar el riesgo de lumbalgias o problemas de espalda.

Además, a partir del resultado de la aplicación de la ecuación, se obtiene una valoración de la posibilidad de aparición de trastornos como los citados dadas las

condiciones del levantamiento y el peso levantado. Los resultados intermedios obtenidos durante la aplicación de la ecuación sirven de guía para establecer los cambios a introducir en el puesto para mejorar las condiciones del levantamiento.

Según la página web de Ergonautas, varios estudios afirman que cerca del 20% de todas las lesiones producidas en los puestos de trabajo son lesiones de espalda, y que cerca del 30% son debidas a sobreesfuerzos. Estos datos proporcionan una idea de la importancia de una correcta evaluación de las tareas que implican levantamiento de carga y del adecuado acondicionamiento de los puestos implicados.

En 1981 el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de los Estados Unidos, publicó una primera versión de la ecuación NIOSH; posteriormente, en 1991 hizo pública una segunda versión en la que se recogían los nuevos avances en la materia, permitiendo evaluar levantamientos asimétricos, con agarres de la carga no óptimos y con un mayor rango de tiempos y frecuencias de levantamiento. Introdujo además el Índice de Levantamiento (LI), un indicador que permite identificar levantamientos peligrosos.”

CAPÍTULO V: MARCO METODOLÓGICO

Estrategia metodológica

Para Jesús Gutiérrez (Sarabia Sánchez, 1999, 57) *“en las ciencias sociales, los estudios descriptivos se proponen realizar esencialmente una medición precisa de una o más variables en alguna población definida o en una muestra de dicha población. La descripción es, pues un discurso que evidencia y significa el ser de una realidad a través de sus partes, sus rasgos estructurales, sus cualidades, sus propiedades, sus caracteres estructurales o sus circunstancias”*

Por lo tanto, el tipo de estudio descriptivo en esta investigación nos permitirá conocer y entender el proceso que se lleva a cabo dentro de un taller automotriz por parte de los trabajadores en su jornada laboral y la relación de trastornos musculoesqueléticos por estar expuestos a la manipulación manual de cargas, la adopción de posturas forzadas y los movimientos repetitivos en este personal.

De esta manera, teniendo en cuenta todos los factores que influyen de manera adversa en la salud y la seguridad de los trabajadores que laboran en el taller, están perfectamente identificadas las medidas de control que se adoptan para mitigar los peligros detectados, los cuales, probablemente, sean más eficaces y permiten, de este modo, que queden controlados los riesgos en la fuente.

Por ende, es necesario evaluar por medio de indicadores la presencia de dichos riesgos, por ejemplo: la presencia de lesiones agudas (lumbalgias, fatiga física, hernias discales, ciáticas...), lesiones crónicas (epicondilitis o enfermedades profesionales entre los trabajadores de un determinado puesto). Y poder así obtener

una prevalencia de estos factores que puedan estar afectando la salud de estos trabajadores.

Por consiguiente, el análisis estadístico de los registros médicos de la empresa puede ser de gran ayuda para esta detección inicial de riesgos. Sin embargo, para la población expuesta al problema no existe antecedentes estadísticos, es por eso que se pretende llevar a cabo el análisis ergonómico.

Además, el estudio inicial para la evaluación de riesgos en el taller automotriz debe contemplar una lista detallada de las actividades laborales, clasificarlas por prioridades cada una y agrupar toda la información necesaria sobre ellas (actividades rutinarias y no rutinarias de mantenimiento) Por ejemplo:

- Áreas geográficas dentro o fuera de las instalaciones de la empresa.
- Etapas en el proceso de producción o en la prestación de un servicio.
- Trabajo planificado y reactivo (tiempos y ritmo de producción).
- Fases en el ciclo de los equipos de trabajo: diseño, instalación, mantenimiento, reparación y disposición.
- Generación de riesgos debido a una distribución particular de equipos o instalaciones.
- Manejo de cargas.

En el actual proyecto, la metodología fundamenta un proceso de etapas basadas en la recolección de información a nivel general, además de una investigación en el campo de aplicación.

Enfoque

El enfoque por emplear en este trabajo final de graduación es de campo y documental, la información y los datos serán tomados del puesto de trabajo, que profundizan en el conocimiento con el apoyo de registros impresos, videos e imágenes donde se observarán ampliamente los movimientos y procesos del personal técnico que realiza las actividades dentro del taller automotriz.

Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptivo porque recoge información sobre variables cualitativas que luego se codificarán y analizarán mediante las herramientas de evaluación ergonómicas aplicadas. Además, se hace un análisis bibliográfico de otras investigaciones y de las diferentes variables que requieren los métodos para evaluar la población de riesgo.

Población y muestra

La unidad de análisis la constituye el puesto de trabajo seleccionado, en este caso un grupo de trabajadores de la industria automotriz, quienes desempeñan labores de mantenimiento de vehículos automotores, los cuales realizan tareas comunes como: cambios de aceite, reparación, cambio y lubricación de piezas, mantenimiento del motor, trabajos de enderezado y pintura, etc. Por tanto, la muestra es de un total de 17 mecánicos, distribuidos en 3 talleres de servicio, sin

embargo, cabe mencionar que las recomendaciones y conclusiones de esta investigación se extrapolan a cualquier trabajador que desempeñe las mismas actividades en alguna área adicional ya que se analiza por puesto de trabajo.

En cuanto a las condiciones laborales, es un taller automotriz, con piso liso, paredes de concreto, ventilación natural, iluminación natural y artificial, elevadores mecánicos, estaciones de trabajo y área de tramado.

Técnicas de recolección de datos

Técnica de observación:

La observación es una técnica muy utilizada en la recolección de información, consiste en examinar directamente algún hecho o fenómeno tal y como se presenta naturalmente, esta técnica responde a un propósito conforme a un plan determinado y que recopila los datos en una forma sistemática, usualmente, esta técnica se acompaña de una guía o lista de cotejo que apoya al proceso de observación.

Características de la observación científica

La primera consideración en cualquier observación consiste en determinar con exactitud y delimitar con precisión y sin ambigüedades a lo que se quiere llegar mediante la observación. En este caso específico esta técnica será aplicada para recoger información sobre el puesto de los mecánicos, en su entorno de trabajo y durante la ejecución de sus labores diarias.

Se debe tener presente además cuatro puntos fundamentales:

- Debe existir un objetivo específico de investigación para realizar la observación. (Como se plantea en este estudio ante el problema de investigación)
- Se planifica sistemáticamente.
- Se registra también sistemáticamente.
- Se llevan a cabo controles metodológicos para garantizar la fiabilidad y validez.

Formulación de hipótesis y preguntas generadoras

La prevalencia de enfermedades y trastornos musculoesqueléticas en la industria automotriz amerita el abordaje de estos riesgos mediante la implementación de programas enfocados desde la prevención. Es por ello que esto nos trae ahondar en el tema porque encontramos la necesidad de realizar investigaciones enfocadas en este tipo de poblaciones.

Dado lo anterior, se genera la siguiente pregunta como problema de investigación:
¿Existe riesgo ergonómico asociado a movimiento repetitivo, posturas de trabajo y levantamiento de cargas en los mecánicos automotrices?

Tabla 1
Definición de variables

OBJETIVOS ESPECIFICOS	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	VARIABLES	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN
• Caracterizar las condiciones y los métodos de trabajo que se realizan en el taller mecánico automotriz.	• Entrevistas semi estructuradas. • Matriz de riesgos. • Evaluación de riesgos. • Plan de Salud Ocupacional.	• Condiciones y actos inseguros en el entorno de trabajo. • Tipos de riesgo expuestos. • Uso de equipos o herramientas. • Horario y ritmo del trabajo. • Materiales adicionales.	• Análisis de las condiciones laborales. • Evidencias, mediante fotografías y videos.
• Aplicar el método ergonómico de Checklist OCRA (Occupational Repetitive Action).	• Aplicación de las tablas de evaluación ergonómicas OCRA.	• Trabajo repetitivo • Miembros superiores del cuerpo • Posturas inadecuadas o estáticas • Fuerza • Movimientos forzados	• Conocer la importancia de los factores de riesgo, se valora considerando el tiempo durante el cual están presentes en la actividad desarrollada en el puesto.
• Aplicar el método ergonómico de Checklist REBA (Rapid Entire Body Assessment).	• Aplicación de las tablas de evaluación ergonómicas REBA.	• Adopción de posturas forzadas. • Carga postural • Manipulación de cargas inestables o impredecibles • Cambios inesperados • Miembros superiores e inferiores.	• Determinar los niveles de riesgo ergonómico del puesto de trabajo. • Conocer el nivel de actuación sobre el puesto evaluado.

• Aplicar el método ergonómico la Ecuación de NIOSH.	• Aplicación de las tablas de evaluación de la ecuación de NIOSH.	• Criterio biomecánico al manejar una carga pesada • Criterio fisiológico al levantamiento de cargas. • Criterio psicofísico sobre la resistencia y capacidad de manejo por parte del trabajador.	• Conocer a partir de la evaluación cual es el levantamiento ideal (localización estándar de levantamiento).
• Elaborar un programa integral ergonómico a raíz de los resultados obtenidos en la aplicación de los tres métodos ergonómicos para la empresa.	• Resultados de la aplicación de métodos OCRA, REBA y ecuación de NIOSH.	• Reconocimiento del problema. • Evaluación de los riesgos a los trabajadores por medio de los métodos elegidos. • Identificación y evaluación de los factores de los puestos de trabajo evaluados. • Construcción de un plan de acción (realizar un involucramiento de los trabajadores). • Ejecución del plan de acción, verificando la implementación de las medidas propuestas. • Verificación y control (Mantener vigilancia y evaluación anual de los puestos).	• Análisis de los resultados. • Tabulación de la información.

Fuente: Elaboración propia.

Métodos ergonómicos

Los siguientes métodos serán aplicados en esta investigación:

Método OCRA

Introducción

La aplicación del método persigue determinar el valor del Índice Check List OCRA (ICKL) y, a partir de este valor, clasificar el riesgo como Optimo, Aceptable, Muy Ligero, Ligero, Medio o Alto. El ICKL se calcula empleando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} &\text{Índice Check List OCRA (ICKL)} \\ &\text{ICKL} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \cdot \text{MD} \end{aligned}$$

El valor de ICKL es el resultado de la suma de cinco de factores posteriormente modificada por el multiplicador de duración (MD). Como paso previo al cálculo de cada factor y del multiplicador de duración, es necesario conocer, a partir de los datos organizativos del trabajo, tanto el tiempo neto de trabajo repetitivo, como el tiempo neto de ciclo de trabajo.

En los apartados siguientes se expondrá cómo calcular el tiempo neto de trabajo repetitivo (TNTR), el tiempo neto de ciclo (TNC) y cada uno de los factores y multiplicadores de la ecuación.

Cálculo del Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo

Como paso previo al cálculo de los diferentes factores y multiplicadores para obtener el Índice Check List OCRA, es necesario calcular el Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) y el Tiempo Neto del Ciclo de trabajo (TNC).

El Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo es el tiempo durante el que el trabajador está realizando actividades repetitivas en el puesto y permite obtener el índice real de riesgo por movimientos repetitivos. El TNTR es el tiempo o duración del turno de trabajo en el puesto menos las pausas, las tareas no repetitivas que se realicen en el puesto, los periodos de descanso y otros tiempos de inactividad.

Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR)

$$TNTR = DT - [TNR + P + A]$$

En esta ecuación, DT es la duración en minutos del turno o el tiempo que el trabajador ocupa el puesto en la jornada. TNR es el tiempo de trabajo no repetitivo en minutos. Este tiempo es el dedicado por el trabajador en tareas no repetitivas como limpiar, reponer, entre otras. P es la duración en minutos de las pausas que realiza el trabajador mientras ocupa el puesto. A es la duración del descanso para el almuerzo en minutos.

Una vez conocido el TNTR es posible calcular el Tiempo Neto del Ciclo de trabajo.

El TNC podría definirse como el tiempo de ciclo de trabajo si sólo se consideraran las tareas repetitivas realizadas en puesto.

Tiempo Neto del Ciclo de trabajo (TNC)

$$TNC = 60 \cdot TNTR / NC$$

El TNC vendrá expresado en segundos, y en esta ecuación, NC es el número de ciclos de trabajo que el trabajador realiza en el puesto.

Una vez conocidos TNTR y TNC se procederá a calcular los factores y multiplicadores de la ecuación de cálculo del ICKL.

Cálculo del Factor de Recuperación (FR)

La existencia de periodos de recuperación adecuados tras un periodo de actividad permite la recuperación de los tejidos óseos y musculares. Si no existe suficiente tiempo de recuperación tras la actividad aumenta el riesgo de padecer trastornos de tipo musculoesquelético. Este factor de la ecuación de cálculo del Índice Check List OCRA valora si los periodos de recuperación en el puesto evaluado son suficientes y están convenientemente distribuidos. La frecuencia de los perdidos de recuperación y su duración y distribución a lo largo de la tarea repetitiva, determinarán el riesgo debido a la falta de reposo y por consecuencia al aumento de la fatiga.

Para valorar los periodos de recuperación Check List OCRA mide la desviación de la situación real en el puesto respecto a una situación ideal. Se considera situación ideal a aquella en la que existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (contando el descanso del almuerzo) o el periodo de recuperación está incluido en el ciclo de trabajo, es decir, la proporción entre trabajo repetitivo y recuperación es de 50 minutos de tarea repetitiva por cada 10 minutos de recuperación (la proporción entre trabajo repetitivo y periodo de recuperación es de 5:1).

Para calcular el valor del FR debe emplearse la tabla 2. Esta tabla presenta posibles situaciones respecto a los periodos de recuperación, debiendo escogerse la más parecida a la situación real del puesto.

Tabla 2.
Puntuación del Factor de Recuperación (FR)

Situación de los periodos de recuperación	Puntuación
- Existe una interrupción de al menos 8 minutos cada hora de trabajo (contando el descanso del almuerzo). - El periodo de recuperación está incluido en el ciclo de trabajo (al menos 10 segundos consecutivos de cada 60, en todos los ciclos de todo el turno)	0
- Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas. - Existen 4 interrupciones de al menos 8 minutos en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).	2
- Existen 3 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas. - Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).	3
- Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas. - Existen 3 pausas (sin descanso para el almuerzo), de al menos 8 minutos, en un turno de 7-8 horas. - Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas.	4
- Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 7 horas sin descanso para almorzar. - En 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).	6
- No existen pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de turno.	10

Fuente: Ergonautas

A diferencia de lo que ocurre con el resto de factores de la ecuación, en los que la puntuación depende del tiempo empleado en la realización de la actividad, la puntuación de este factor depende de la duración total de la ocupación del puesto. Si no es posible encontrar la situación específica del puesto evaluado entre las que se proponen en la Tabla 1 deberá escogerse la más aproximada.

Cálculo del Factor de Frecuencia (FF)

La frecuencia con la que se realizan movimientos repetitivos influye en el riesgo que suponen sobre la salud del trabajador. De esta manera, un mayor número de acciones por unidad de tiempo, o un menor tiempo para realizar un número determinado de acciones, supone un incremento del riesgo.

Para determinar el valor del Factor Frecuencia es necesario identificar el tipo de las acciones técnicas realizadas en el puesto. Se distinguen dos tipos de acciones técnicas: estáticas y dinámicas. Las acciones técnicas dinámicas se caracterizan por ser breves y repetidas (sucesión periódica de tensiones y relajamientos de los músculos actuantes de corta duración). Las acciones técnicas estáticas se caracterizan por tener una mayor duración (contracción de los músculos continua y mantenida 5 segundos o más). Deberán analizarse por separado los dos tipos de acción técnicas. Además, se analizarán por separado las acciones realizadas por ambos brazos, debiendo realizar una evaluación diferente para cada brazo si es necesario.

Por consiguiente, tras el análisis de ambos tipos de acciones técnicas se empleará la tabla 3 para obtener la puntuación de acciones técnicas dinámicas (ATD), y la tabla 4 para obtener la puntuación de las acciones técnicas estáticas (ATE):

Tabla 3
Puntuación de acciones técnicas dinámicas (ATD)

Acciones técnicas dinámicas	ATD
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	6
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo.	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permiten las pausas.	10

Fuente: Ergonautas.

Tabla 4
Puntuación de Acciones Técnicas Estáticas (ATE)

Acciones técnicas estáticas	ATE
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	2,5
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	4,5

Fuente: Ergonautas.

Conocidos los valores de ATD y ATE, la puntuación del factor FF se obtendrá como el máximo de los dos valores:

Factor Frecuencia (FF)

$$FF = \text{Max} (ATD ; ATE)$$

Aunque en la aplicación del Check List OCRA las acciones técnicas se valoran de forma general, la tabla 5 recopila algunas acciones técnicas habituales que puede servir de guía para su identificación:

Tabla 5
Tipos y definición de algunas acciones técnicas

Acción Técnica	Definición y criterios
MOVER	Transportar un objeto a un determinado sitio usando los miembros superiores (sin caminar). <i>Mover un objeto debería considerarse como una acción exclusivamente cuando el objeto pese más de 2 kg (con el agarre de fuerza) o 1 kg (con la mano en pinza) y el brazo haga un amplio movimiento de hombro abarcando una distancia superior a 1 un metro.</i>
ALCANZAR	Llevar la mano a un lugar preestablecido. <i>Alcanzar un objeto debería considerarse una acción sólo cuando el objeto está colocado más allá de la longitud de la extremidad superior extendida y no es alcanzable andando, por lo que el operador debe mover el tronco y los hombros para alcanzar el objeto. Si el lugar de trabajo es usado por hombres y mujeres, o sólo por mujeres, la medida de la longitud de la extremidad superior extendida corresponde a 50 cm (5 percentil de mujeres), y esta longitud debe usarse como referencia. Alternativamente, se considerará acción técnica cuando el objeto está situado fuera del alcance de los límites de la zona de trabajo (A2, B2, C2) especificados en la Norma ISO 14738:2002.</i>
AGARRAR/TOMAR	Asir un objeto con la mano o los dedos para realizar una actividad o tarea.
TOMAR DE UNA MANO A LA OTRA	Las acciones de asir con una mano un objeto, pasarlo a la otra mano y asirlo de nuevo con ella, se considerarán dos acciones técnicas separadas: una para la mano derecha y otra para la mano izquierda.
COLOCAR	Posicionar un objeto o una herramienta en un punto preestablecido. <i>SINONIMOS: posicionar, apoyar, poner, disponer, dejar, reposicionar, volver a poner.</i>
INTRODUCIR/SACAR	La acción de introducir o sacar debe considerarse como una acción técnica cuando se requiere el uso de fuerza. <i>SINONIMOS: Extraer, insertar.</i>
EMPUJAR/TIRAR	Deben contarse como acciones pues resultan de la aplicación de fuerza, aunque sea poca, con la intención de obtener un resultado específico. <i>SINONIMOS: Presionar, desconectar piezas.</i>
PONER EN MARCHA	Debe considerarse una acción cuando la puesta en marcha de una herramienta requiere el uso de un botón o palanca por partes de la mano, o por uno o más dedos. Si la puesta en marcha se hace repetidamente sin cambiar la herramienta, considera una acción por cada puesta en marcha. <i>SINONIMOS: presionar botón, bajar palanca.</i>
TRANSPORTAR	Si un objeto que pesa 3 Kg o más es transportado al menos 1 metro, la extremidad superior que soporta el peso es la realiza la acción técnica de "transportar". Un metro significa una verdadera acción de transporte (dos pasos).
ACCIONES ESPECÍFICAS	Acciones específicas que forman parte de un proceso determinado, por ejemplo: Doblar, plegar, curvar, desviar, estrujar, rotar, girar, ajustar, moldear, bajar, alcanzar, golpear, pasar la brocha (contar cada paso de la brocha sobre la parte a ser pintada), rallar (contar cada paso en la parte a ser rallada), alisar, pulir (contar cada paso en la parte a ser pulida), limpiar (contar cada paso en la parte a ser limpiada), martillar (contar cada uno de los golpes), arrojar, etc. <i>Cada una de estas acciones debe ser descrita y contada una vez por cada repetición, por ejemplo, girar dos veces = 2 acciones técnicas.</i>
No son acciones técnicas	
SOLTAR	Si un objeto que ya no es necesario, simplemente se suelta abriendo la mano, o los dedos, entonces la acción no debe ser considerada una acción técnica (es una restitución pasiva, o un dejar caer).
ANDAR, CONTROL VISUAL	No deben ser considerados como acciones técnicas pues no implican ninguna actividad de la extremidad superior.
<i>Adaptado de: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Tareas repetitivas II: evaluación del riesgo para la extremidad superior.</i>	

Fuente: Ergonautas.

Cálculo del Factor de Fuerza (FFz)

Check List OCRA considera significativo este factor únicamente si se ejerce fuerza con los brazos y/o manos al menos una vez cada pocos ciclos. Además, la aplicación de dicha fuerza debe estar presente durante todo el movimiento repetitivo. En caso contrario no será necesario calcular FFz, dándole el valor 0.

El cálculo del Factor de Fuerza se basa en cuantificar el esfuerzo necesario para llevar a cabo las acciones técnicas en el puesto. Para ello, en primer lugar, se identificarán las acciones que requieren el uso de fuerza de entre las siguientes:

- Empujar o tirar de palancas.
- Pulsar botones.
- Cerrar o abrir.
- Manejar o apretar componentes.
- Utilizar herramientas.
- Elevar o sujetar objetos.

Identificadas las acciones que se realizan en el puesto se determinará el esfuerzo requerido para realizar cada una. Para ello puede emplearse una equivalencia con la escala de esfuerzo percibido CR-10 de Borg. Si no se percibe esfuerzo o éste es débil, no se considerará. Si el esfuerzo es moderado (3 o 4 en la escala CR-10), se considerará Fuerza Moderada. Si el esfuerzo percibido es fuerte o muy fuerte (de 5 a 7 en la escala CR-10), la fuerza se considerará Intensa. Si el esfuerzo es mayor (más de 7 en la escala CR-10 de Borg), la fuerza se considerará Casi Máxima.

A continuación, se obtendrá una puntuación para cada una de las acciones detectadas en función de la intensidad del esfuerzo (moderado, intenso, casi máximo), y del porcentaje del tiempo del ciclo de trabajo en el que se realiza el esfuerzo. Para ello se empleará la Tabla 5. Finalmente, se obtendrá el valor del Factor Fuerza (FFz) sumando todas las puntuaciones obtenidas.

Figura 1
Escala de Borg CR-10

Esfuerzo	Puntuación	OCRA FFz
Nulo	0	No se considera
Muy débil	1	
Débil	2	
Moderado	3	Fuerza moderada
	4	
Fuerte	5	Fuerza intensa
	6	
Muy fuerte	7	
Cercano al máximo	8	Fuerza casi máxima
	9	
	10	

Fuente: Ergonautas

Tabla 6
Puntuación de las acciones que requieren esfuerzo

Fuerza moderada		Fuerza Intensa		Fuerza casi Máxima	
Duración	Puntos	Duración	Puntos	Duración	Puntos
1/3 del tiempo	2	2 seg. cada 10 min.	4	2 seg. cada 10 min.	6
50% del tiempo	4	1% del tiempo	8	1% del tiempo	12
> 50% del tiempo	6	5% del tiempo	16	5% del tiempo	24
Casi todo el tiempo	8	> 10% del tiempo	24	> 10% del tiempo	32

Fuente: Ergonautas

Cálculo del Factor de Posturas y Movimientos (FP)

Check List OCRA considera el mantenimiento de posturas forzadas y la realización de movimientos forzados en las extremidades superiores. En el análisis se incluyen el hombro, el codo, la muñeca y la mano. Además, se considera la existencia de movimientos que se repiten de forma idéntica dentro del ciclo de trabajo (movimientos estereotipados).

Respecto al hombro, debe valorarse la posición del brazo en cuanto a flexión, extensión y abducción empleando la Tabla 6, obteniendo la puntuación PHo. Del codo se valorarán movimientos (flexión, extensión y pronosupinación) empleando la Tabla 7, obteniendo la puntuación PCo.

La Tabla 8 permite valorar la existencia de posturas y movimientos forzados de la muñeca (flexiones, extensiones y desviaciones radio-cubitales), determinando la puntuación PMu. Por último, el tipo de agarre realizado por la mano se lleva a cabo consultando la Tabla 9 que permite obtener la puntuación PMa. El agarre realizado se considerará cuando sea de alguno de estos tipos: agarre en pinza o pellizco, agarre en gancho o agarre palmar.

En este punto se habrá obtenido una puntuación para cada articulación (PHo, PCo, PMu, PMa). Para valorar la existencia de movimientos estereotipados se emplea la Tabla 10, mediante la que se obtiene la puntuación PEs. Esta puntuación depende

del porcentaje del tiempo de ciclo que ocupan estos movimientos y de la duración del tiempo de ciclo.

Obtenidas las 5 puntuaciones anteriores puede calcularse el valor del Factor de Posturas y Movimientos (FP). Para ello, a la mayor de las puntuaciones obtenidas para el hombro, el codo, la muñeca y la mano, se le sumará la puntuación obtenida para los factores estereotipados según la ecuación:

Factor Posturas y Movimientos (FP)

$$FP = \text{Max} (P_{Ho} ; P_{Co} ; P_{Mu} ; P_{Ma}) + P_{Es}$$

Tabla 7
Puntuación del hombro (PHo)

Posturas y movimientos del hombro	PHo
El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo	1
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo	2
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo	6
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo	12
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo	24
<i>(*) Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones.</i>	

Fuente: Ergonautas.

Tabla 8
Puntuación del codo (PCo)

Posturas y movimientos del codo	PCo
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo	8

Fuente: Ergonautas.

Tabla 9
Puntuación de la muñeca (PMu)

Posturas y movimientos de la muñeca	PMu
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo	8

Fuente: Ergonautas.

Tabla 10
Puntuación de la mano (PMa)

Duración del Agarre	PMa
Alrededor de 1/3 del tiempo	2
Más de la mitad del tiempo	4
Casi todo el tiempo.	8
(*) El agarre se considerará solo cuando sea de alguno de estos tipos: agarre en pinza o pellizco, agarre en gancho o agarre palmar..	

Fuente: Ergonautas

Tabla 11
Puntuación de movimientos estereotipados (PEs)

Movimientos estereotipados	PEs
- Existe repetición de movimientos idénticos del hombro, codo, muñeca, o dedos, al menos 2/3 del tiempo - O bien el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos.	1.5
- Existe repetición de movimientos idénticos del hombro, codo, muñeca o dedos, casi todo el tiempo - O bien el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos	3

Fuente: Ergonautas

Cálculo del Factor de Riesgos Adicionales (FC)

Además de los factores de riesgo considerados hasta el momento, Check List OCRA considera otros posibles factores complementarios que pueden afectar al riesgo global dependiendo de su duración o frecuencia. Factores de riesgo de este tipo pueden ser el uso de dispositivos de protección individual como el uso de guantes, el uso de herramientas que provocan vibraciones o contracciones en la piel, el tipo de ritmo de trabajo (impuesto por la máquina).

Los factores adicionales se engloban en dos tipos, los de tipo físico-mecánico y los derivados de aspectos socio-organizativos del trabajo. Para obtener la puntuación del Factor de Riesgos Adicionales (FC) se escogerá una opción de la tabla 12 para obtener la puntuación F_{fm} de los factores físico-mecánicos. Posteriormente, se buscará la opción adecuada para los factores socio-organizativos en la tabla 13 obteniendo la puntuación F_{so}. Por último, se sumarán ambas puntuaciones para obtener FC:

Factor de Riesgos Adicionales (FC)

$$FC = F_{fm} + F_{so}$$

Tabla 12
Puntuación de factores físico-mecánicos (Pfm)

Factores físico-mecánicos	F _{fm}
Se utilizan guantes inadecuados (que interfieren en la destreza de sujeción requerida por la tarea) más de la mitad del tiempo	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 2 veces por minuto o más	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 10 veces por hora o más	2
Existe exposición al frío (menos de 0°) más de la mitad del tiempo	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel bajo/medio 1/3 del tiempo o más	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel alto 1/3 del tiempo o más	2
Las herramientas utilizadas causan compresiones en la piel (enrojecimiento, callosidades, ampollas, etc.)	2
Se realizan tareas de precisión más de la mitad del tiempo (tareas sobre áreas de menos de 2 o 3 mm.)	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo	3
(*) Si concurren varios factores se escogerá alguna de las dos últimas opciones..	

Fuente: Ergonautas

Tabla 13
Puntuación factores Socio organizativos (Pso)

$$FC = F_{fm} + F_{so}$$

Factor de Riesgos Adicionales (FC)

Factores socio-organizativos	F _{so}
El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede disminuirse o acelerarse	1
El ritmo de trabajo está totalmente determinado por la máquina	2

Fuente: Ergonautas

Cálculo del Multiplicador de Duración (MD)

En el cálculo de todos los factores anteriores se ha considerado un tiempo de exposición al riesgo de 8 horas. Es decir, el riesgo se ha valorado para un turno de 8 horas en el puesto evaluado en el que todo el tiempo de ciclo de trabajo se dedica a trabajo repetitivo. Sin embargo, el nivel de riesgo por trabajo repetitivo varía con el tiempo de exposición. En general, el turno de trabajo puede tener una duración inferior a 8 horas y no todo el tiempo se dedica a trabajo repetitivo si existen pausas, descansos y trabajo no repetitivo. Para obtener el nivel de riesgo considerando el tiempo de exposición debe calcularse el multiplicador de duración (MD). A diferencia del resto de factores, que se suman, MD se multiplicará por el resultado de la suma del resto de factores.

MD se calcula empleando la Tabla 14 y depende del valor del Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) calculado anteriormente. Como puede observarse en la Tabla 13, si TNTR es igual a 480 minutos (8 horas) MD toma el valor 1. Si el Tiempo Neto del Trabajo Repetitivo es inferior a 480 minutos, MD disminuye, por lo que el Índice Check List OCRA será menor, mientras que aumentará si TNTR es superior a 8 horas.

Tabla 14
Multiplicador de Duración (MD)

Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) en minutos	MD
60-120	0.5
121-180	0.65
181-240	0.75
241-300	0.85
301-360	0.925
361-420	0.95
421-480	1
481-539	1.2
540-599	1.5
600-659	2
660-719	2.8
≥720	4

Fuente: Ergonautas

Determinación del Nivel de Riesgo

Una vez calculados todos los factores y el multiplicador de duración es posible conocer el Índice Check List OCRA empleando la ecuación:

Índice Check List OCRA (ICKL)

$$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) \cdot MD$$

Con el valor calculado del Índice Check List OCRA puede obtenerse el Nivel de Riesgo y la Acción recomendada mediante la Tabla 15.

Tabla 15
Nivel del Riesgo, Acción Recomendada e Índice OCRA equivalente

Índice Check List OCRA	Nivel de Riesgo	Acción recomendada	Índice OCRA equivalente
≤ 5	Óptimo	No se requiere	≤ 1.5
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere	1.6 - 2.2
7.6 - 11	Incierto	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto	2.3 - 3.5
11.1 - 14	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	3.6 - 4.5
14.1 - 22.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	4.6 - 9
> 22.5	Inaceptable Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	> 9

Fuente: Ergonautas.

Existe una correlación demostrada entre el índice de riesgo obtenido mediante el Checklist OCRA y el Índice OCRA (obtenido con el método OCRA). El Índice OCRA Equivalente mostrado en la Tabla 14 es el valor del índice del método OCRA equivalente al obtenido con el Check List OCRA.

Múltiples puestos y análisis multitarea

Puede resultar conveniente calcular el Índice Check List OCRA para un conjunto de puestos o para un trabajador que rota entre diversos puestos. En el primer caso, para el cálculo del Índice Check List OCRA para un conjunto de puestos, es necesario calcular el Índice para cada uno de los puestos de forma individual, y tras ello calcular la media de los valores obtenidos.

Índice Check List OCRA medio de n puestos

$$ICKL_{medio} = (ICKL1 + ICKL2 + \dots + ICKLn) / n$$

Cuando un trabajador rota entre varios puestos es posible calcular el Índice Check List OCRA conociendo el Índice de cada puesto y el porcentaje de la jornada que ocupa cada uno. En este caso hay que distinguir dos situaciones. Cuando el trabajador cambia de puesto al menos una vez cada hora se empleará la siguiente ecuación:

Índice Check List OCRA multitarea de n puestos

$$ICKL_{mult} = (ICKL1 \cdot \%P1 + ICKL2 \cdot \%P2 + \dots + ICKLn \cdot \%Pn)$$

Cuando los turnos en cada puesto son de duración superior a una hora la ecuación anterior no es aplicable porque provoca una subestimación del riesgo real, debiendo realizarse un procedimiento más complejo de cálculo.

Limitaciones del método

A pesar de tratarse de un método de referencia para la evaluación del riesgo por trabajo repetitivo, el Check List OCRA tiene ciertas limitaciones que deben considerarse en su aplicación.

Su limitación fundamental es su carácter preliminar. Si la evaluación realizada detectara la presencia de riesgos, ésta debe ser completada con la elaboración de un análisis más exhaustivo, por ejemplo, empleando la versión completa del método OCRA.

Además de esta limitación fundamental, existen algunas consideraciones menores:

- El método es aplicable a puestos ocupados durante un máximo de 8 horas. Si el tiempo de ocupación es mayor, la fiabilidad de los resultados decrece.
- Puntuaciones intermedias. El método asigna puntuaciones en función de situaciones predefinidas. En ocasiones la situación real no se ajusta a ninguna de las situaciones predefinidas, y el método sugiere la posibilidad de asignar puntuaciones intermedias a los factores, lo que introduce cierto grado de subjetividad en el análisis al quedar a criterio del evaluador.
- Posturas forzadas. Las posturas forzadas son consideradas para los miembros superiores, sin considerar la cabeza/cuello, tronco ni las extremidades inferiores. Por otra parte, se consideran todas las posturas de igual riesgo y sólo el tiempo que son mantenidas va a afectar al riesgo.
- Factores adicionales de riesgo Sólo es posible considerar un factor adicional de riesgo (el más significativo).
- Fuerzas ejercidas. La realización de esfuerzos sólo se considera si se ejercen en pocos ciclos de trabajo y está presente durante todo el movimiento repetitivo. El manejo puntual de alguna carga importante es un factor de riesgo que queda fuera del análisis.
- Pausas. No se consideran las pausas de muy corta duración (micropausas) como periodos de recuperación que disminuyen el riesgo.
- Agarres. Todos los tipos de agarre son valorados de la misma forma. Sólo la duración del mismo influye en el incremento del riesgo. sin embargo, los agarres en pinza son, por lo general, más propensos a provocar trastornos musculoesqueléticos que los agarres palmares o en gancho.

Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Introducción

Las técnicas que se utilizan para realizar un análisis postural tienen dos características importantes, la sensibilidad y la generalidad. Una alta generalidad quiere decir que es aplicable en muchos casos, pero probablemente tenga una baja sensibilidad, es decir, los resultados que se obtengan pueden ser pobres en detalles. En cambio, aquellas técnicas con alta sensibilidad en la que es necesaria una información muy precisa sobre los parámetros específicos que se miden, suelen tener una aplicación bastante limitada. Pero de las conocidas hasta hoy en día, ninguna es especialmente sensible para valorar la cantidad de posturas forzadas que se dan con mucha frecuencia en las tareas en las que se han de manipular personas o cualquier tipo de carga animada.

El método que se presenta es una nueva herramienta para analizar este tipo de posturas; es de reciente aparición y está en fase de validación, aunque la fiabilidad de la codificación de las partes del cuerpo es alta.

De esta manera, guarda una gran similitud con el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) pero, así como éste está dirigido al análisis de la extremidad superior y a trabajos en los que se realizan movimientos repetitivos, el REBA es más general. Además, se trata de un nuevo sistema de análisis que incluye factores de carga postural dinámicos y estáticos, la interacción persona-carga, y un nuevo concepto

que incorpora tener en cuenta lo que llaman "la gravedad asistida" para el mantenimiento de la postura de las extremidades superiores, es decir, la ayuda que puede suponer la propia gravedad para mantener la postura del brazo, por ejemplo, es más costoso mantener el brazo levantado que tenerlo colgando hacia abajo aunque la postura esté forzada.

A pesar de que, inicialmente, fue concebido para ser aplicado para analizar el tipo de posturas forzadas que suelen darse entre el personal sanitario, cuidadores, fisioterapeutas. (lo que en anglosajón llamaríamos health care) y otras actividades del sector servicios, es aplicable a cualquier sector o actividad laboral. Tal como afirman las autoras, este método tiene las siguientes características: se ha desarrollado para dar respuesta a la necesidad de disponer de una herramienta que sea capaz de medir los aspectos referentes a la carga física de los trabajadores; el análisis puede realizarse antes o después de una intervención para demostrar que se ha rebajado el riesgo de padecer una lesión; da una valoración rápida y sistemática del riesgo postural del cuerpo entero que puede tener el trabajador debido a su trabajo.

Objetivos

El desarrollo del REBA pretende:

- Desarrollar un sistema de análisis postural sensible para riesgos musculoesqueléticos en una variedad de tareas.

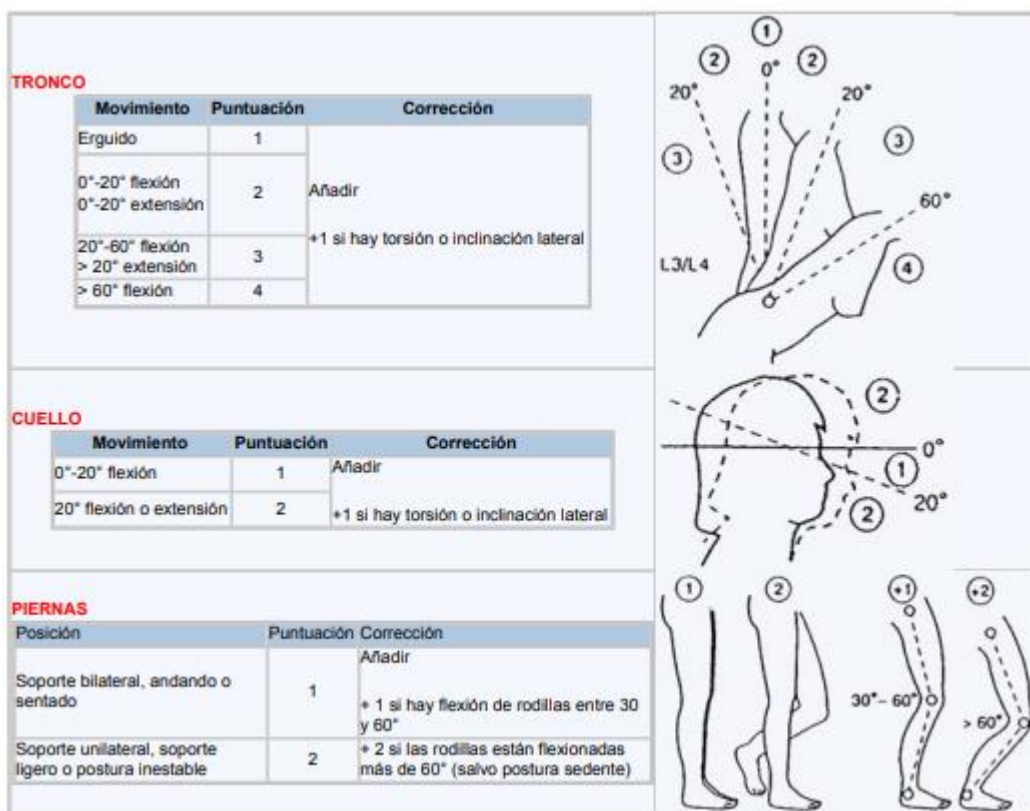
- Dividir el cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente, con referencia a los planos de movimiento.
- Suministrar un sistema de puntuación para la actividad muscular debida a posturas estáticas (segmento corporal o una parte del cuerpo), dinámicas (acciones repetidas, por ejemplo, repeticiones superiores a 4 veces/minuto, excepto andar), inestables o por cambios rápidos de la postura.
- Reflejar que la interacción o conexión entre la persona y la carga es importante en la manipulación manual pero que no siempre puede ser realizada con las manos.
- Incluir también una variable de agarre para evaluar la manipulación manual de cargas.
- Dar un nivel de acción a través de la puntuación final con una indicación de urgencia.
- Requerir el mínimo equipamiento (es un método de observación basado en lápiz y papel).

Desarrollo

Para definir inicialmente los códigos de los segmentos corporales, se analizaron tareas simples y específicas con variaciones en la carga, distancia de movimiento y peso. Los datos se recogieron usando varias técnicas NIOSH (Waters et al., 1993), Proporción de Esfuerzo Percibida (Borg 1985), OWAS, Inspección de las partes del cuerpo (Corlett and Bishop, 1976) y RULA (McAtamney and Corlett, 1993). Se utilizaron los resultados de estos análisis para establecer los rangos de las partes

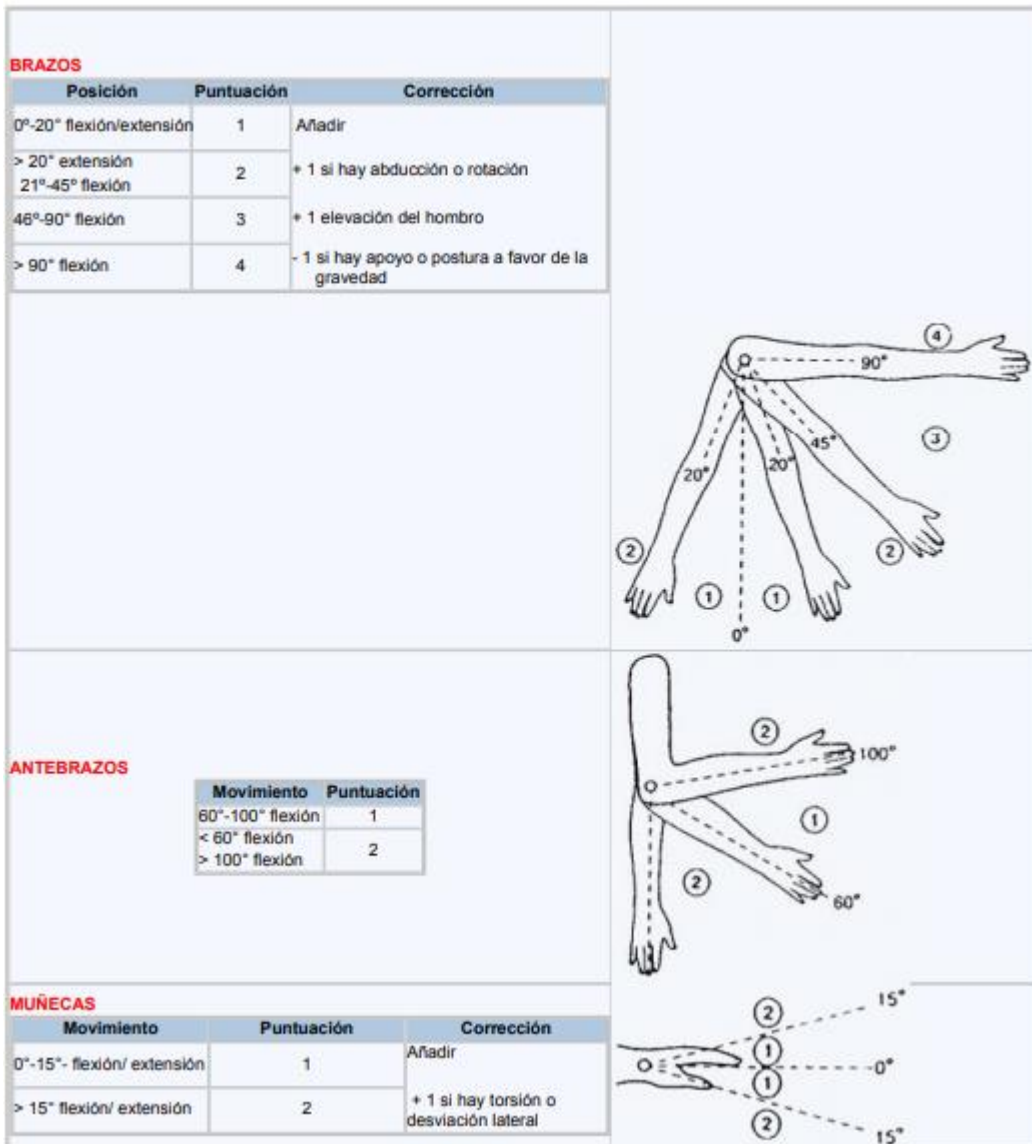
del cuerpo mostrados en los diagramas del grupo A y B basado en los diagramas de las partes del cuerpo del método RULA (McAtamney and Corlett, 1993); el grupo A (Fig. 2) incluye tronco, cuello y piernas y el grupo B está formado por los brazos y las muñecas. (Fig. 3).

Figura 2. Grupo A.



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

Figura 3. Grupo B.



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

El grupo A tiene un total de 60 combinaciones posturales para el tronco, cuello y piernas. La puntuación obtenida de la tabla A estará comprendida entre 1 y 9; a este valor se le debe añadir la puntuación resultante de la carga/ fuerza cuyo rango está entre 0 y 3. (Fig. 4).

El grupo B tiene un total de 36 combinaciones posturales para la parte superior del brazo, parte inferior del brazo y muñecas, la puntuación final de este grupo, tal como se recoge en la tabla B, está entre 0 y 9; a este resultado se le debe añadir el obtenido de la tabla de agarre, es decir, de 0 a 3 puntos. (Fig. 5).

Los resultados A y B se combinan en la Tabla C para dar un total de 144 posibles combinaciones, y finalmente se añade el resultado de la actividad para dar el resultado final BEBA que indicará el nivel de riesgo y el nivel de acción. (Fig. 6).

La puntuación que hace referencia a la actividad (+1) se añade cuando:

- Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas: por ejemplo, sostenidas durante más de 1 minuto.
- Repeticiones cortas de una tarea: por ejemplo, más de cuatro veces por minuto (no se incluye el caminar).
- Acciones que causen grandes y rápidos cambios posturales.
- Cuando la postura sea inestable.

Figura 4.

Tabla A y Tabla Carga/Fuerza.

TABLA A

		Cuello											
		1				2				3			
Piernas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

TABLA CARGA/FUERZA

0	1	2	+1
inferior a 5 kg	5-10 kg	10 kg	instauración rápida o brusca

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

Figura 5.

Tabla B y Tabla Agarre.

TABLA B							
	Antebrazo						
	1			2			
Muñeca	1	2	3	1	2	3	
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

AGARRE							
0 - Bueno		1- Regular		2 - Malo		3 - Inaceptable	
Buen agarre y fuerza de agarre.		Agarre aceptable.		Agarre posible pero no aceptable		Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.	

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

Figura 6.

Tabla C y Puntuación de la Actividad.

TABLA C													
Puntuación A	Puntuación B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.												
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto.												
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.												

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

Puntuación final: Tal como se ha comentado anteriormente, a las 144 combinaciones posturales finales hay que sumarle las puntuaciones correspondientes al concepto de puntuaciones de carga, al acoplamiento y a las actividades; ello nos dará la puntuación final REBA que estará comprendida en un rango de 1-15, lo que nos indicará el riesgo que supone desarrollar el tipo de tarea analizado y nos indicará los niveles de acción necesarios en cada caso.

Tabla 16.

Niveles de Riesgo y Acción Método REBA

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

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

Método Ecuación de NIOSH.

Introducción

El manejo y el levantamiento de cargas son las principales causas de lumbalgias. Éstas pueden aparecer por sobreesfuerzo o como resultado de esfuerzos repetitivos. Otros factores como son el empujar o tirar de cargas, las posturas inadecuadas y forzadas o la vibración están directamente relacionadas con la aparición de este trauma.

El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) desarrolló en 1981 una ecuación para evaluar el manejo de cargas en el trabajo. Su intención era crear una herramienta para poder identificar los riesgos de lumbalgias asociados a la carga física a la que estaba sometido el trabajador y recomendar un límite de peso adecuado para cada tarea en cuestión; de manera que un determinado porcentaje de la población -a fijar por el usuario de la ecuación- pudiera realizar la tarea sin riesgo elevado de desarrollar lumbalgias. En 1991 se revisó dicha ecuación introduciendo nuevos factores: el manejo asimétrico de cargas, la duración de la tarea, la frecuencia de los levantamientos y la calidad del agarre. Así mismo, se discutieron las limitaciones de dicha ecuación y el uso de un índice para la identificación de riesgos.

Tanto la ecuación de 1981 como su modificación en 1991 fueron elaboradas teniendo en cuenta tres criterios: el biomecánico, que limita el estrés en la región

lumbosacra, que es más importante en levantamientos poco frecuentes pero que requieren un sobreesfuerzo; el criterio fisiológico, que limita el estrés metabólico y la fatiga asociada a tareas de carácter repetitivo; y el criterio psicofísico, que limita la carga basándose en la percepción que tiene el trabajador de su propia capacidad, aplicable a todo tipo de tareas, excepto a aquellas en las que se da una frecuencia de levantamiento elevada (de más de 6 levantamientos por minuto).

La revisión de la ecuación llevada a cabo por el comité del NIOSH en el año 1994 completa la descripción del método y las limitaciones de su aplicación (ver tabla 16). Tras esta última revisión, la ecuación NIOSH para el levantamiento de cargas determina el límite de peso recomendado (LPR), a partir del cociente de siete factores, que serán explicados más adelante, siendo el índice de riesgo asociado al levantamiento, el cociente entre el peso de la carga levantada y el límite de peso recomendado para esas condiciones concretas de levantamiento, carga levantada

Índice de levantamiento

$$\text{Índice de levantamiento} = \frac{\text{Carga levantada}}{\text{Límite de peso recomendado}}$$

Tabla 17.

Ecuación de NIOSH

NIOSH 1994
$LPR = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$
LC : constante de carga
HM : factor de distancia horizontal
VM : factor de altura
DM : factor de desplazamiento vertical
AM : factor de asimetría
FM : factor de frecuencia
CM : factor de agarre

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

Criterios

Los criterios para establecer los límites de carga son de carácter biomecánico, fisiológico y psicofísico.

Criterio biomecánico

Al manejar una carga pesada o al hacerlo incorrectamente, aparecen unos momentos mecánicos en la zona de la columna vertebral - concretamente en la unión de los segmentos vertebrales L5/S1- que dan lugar a un acusado estrés lumbar. De las fuerzas de compresión, torsión y cizalladura que aparecen, se considera la de compresión del disco L5/S1 como principal causa de riesgo de lumbalgia.

A través de modelos biomecánicos, y usando datos recogidos en estudios sobre la resistencia de dichas vértebras, se llegó a considerar una fuerza de 3,4 kN como fuerza límite de compresión para la aparición de riesgo de lumbalgia.

Criterio fisiológico

Aunque se dispone de pocos datos empíricos que demuestren que la fatiga incrementa el riesgo de daños musculoesqueléticos, se ha reconocido que las tareas con levantamientos repetitivos pueden fácilmente exceder las capacidades normales de energía del trabajador, provocando una prematura disminución de su resistencia y un aumento de la probabilidad de lesión.

El comité del NIOSH en 1991 recogió unos límites de la máxima capacidad aeróbica para el cálculo del gasto energético, que son los siguientes:

En levantamientos repetitivos, 9,5 Kcal/min será la máxima capacidad aeróbica de levantamiento.

En levantamientos que requieren levantar los brazos a más de 75 cm, no se superará el 70% de la máxima capacidad aeróbica.

No se superarán el 50%, 40% y 30% de la máxima capacidad aeróbica al calcular el gasto energético de tareas de duración de 1 hora, de 1 a 2 horas y de 2 a 8 horas respectivamente.

Criterio psicofísico

El criterio psicofísico se basa en datos sobre la resistencia y la capacidad de los trabajadores que manejan cargas con diferentes frecuencias y duraciones. Se basa en el límite de peso aceptable para una persona que trabaja unas condiciones determinadas e integra el criterio biomecánico y el fisiológico, pero tiende a sobreestimar la capacidad de los trabajadores para tareas repetitivas de duración prolongada.

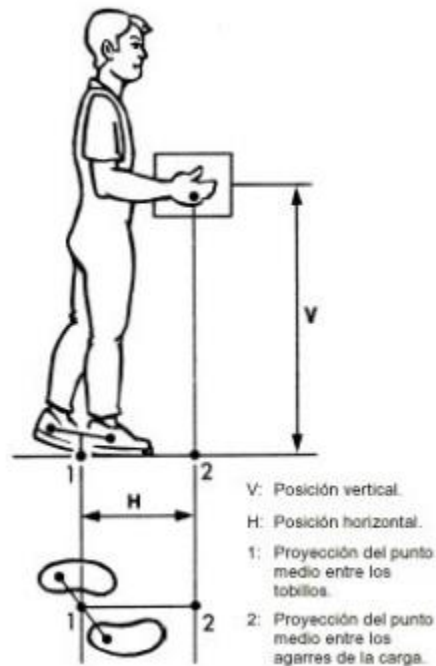
Componentes de la ecuación

Antes de empezar a definir los factores de la ecuación debe definirse ¿qué se entiende por localización estándar de levantamiento?. Se trata de una referencia en el espacio tridimensional para evaluar la postura de levantamiento.

La distancia vertical del agarre de la carga al suelo es de 75 cm y la distancia horizontal del agarre al punto medio entre los tobillos es de 25 cm. Cualquier desviación respecto a esta referencia implica un alejamiento de las condiciones ideales de levantamiento. (Ver fig. 7).

Figura 7.

Localización estándar del levantamiento.



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

Establecimiento de la constante de carga

La constante de carga (LC, load constant) es el peso máximo recomendado para un levantamiento desde la localización estándar y bajo condiciones óptimas; es decir, en posición sagital (sin giros de torso ni posturas asimétricas), haciendo un levantamiento ocasional, con un buen asimiento de la carga y levantando la carga menos de 25 cm. El valor de la constante quedó fijado en 23 kg. La elección del valor de esta constante está hecha según criterios biomecánicos y fisiológicos.

El levantamiento de una carga igual al valor de la constante de carga bajo condiciones ideales sería realizado por el 75% de la población femenina y por el 90% de la masculina, de manera que la fuerza de compresión en el disco L5/S1, producto del levantamiento, no superara los 3,4 kN.

Obtención de los coeficientes de la ecuación

La ecuación emplea 6 coeficientes que pueden variar entre 0 y 1, según las condiciones en las que se dé el levantamiento.

El carácter multiplicativo de la ecuación hace que el valor límite de peso recomendado vaya disminuyendo a medida que nos alejamos de las condiciones óptimas de levantamiento.

Factor de distancia horizontal, HM (horizontal multiplier)

Estudios biomecánicos y psicofísicos indican que la fuerza de compresión en el disco aumenta con la distancia entre la carga y la columna. El estrés por compresión (axial) que aparece en la zona lumbar está, por tanto, directamente relacionado con dicha distancia horizontal (H en cm) que se define como la distancia horizontal entre la proyección sobre el suelo del punto medio entre los agarres de la carga y la proyección del punto medio entre los tobillos.

Cuando H no pueda medirse, se puede obtener un valor aproximado mediante la ecuación:

$$H = 20 + w/2 \text{ si } V \geq 25\text{cm}$$

$$H = 25 + w/2 \text{ si } V < 25\text{cm}$$

Donde w es la anchura de la carga en el plano sagital y V la altura de las manos respecto al suelo. El factor de distancia horizontal (HM) se determina como sigue:

$$HM = 25 / H$$

Penaliza los levantamientos en los que el centro de gravedad de la carga está separado del cuerpo. Si la carga se levanta pegada al cuerpo o a menos de 25 cm del mismo, el factor toma el valor 1. Se considera que $H > 63$ cm dará lugar a un levantamiento con pérdida de equilibrio, por lo que asignaremos $HM = 0$ (el límite de peso recomendado será igual a cero).

Factor de altura, VM (vertical multiplier)

Penaliza los levantamientos en los que las cargas deben cogerse desde una posición baja o demasiado elevada.

El comité del NIOSH escogió un 22,5% de disminución del peso respecto a la constante de carga para el levantamiento hasta el nivel de los hombros y para el levantamiento desde el nivel del suelo.

Este factor valdrá 1 cuando la carga esté situada a 75 cm del suelo y disminuirá a medida que nos alejemos de dicho valor.

Se determina:

$$VM = (1 - 0,003 IV - 75I)$$

donde V es la distancia vertical del punto de agarre al suelo. Si $V > 175$ cm, tomaremos $VM = 0$.

Factor de desplazamiento vertical, DM (distance multiplier)

Se refiere a la diferencia entre la altura inicial y final de la carga. El comité definió un 15% de disminución en la carga cuando el desplazamiento se realice desde el suelo hasta más allá de la altura de los hombros.

Se determina:

$$DM = (0,82 + 4,5/D)$$

$$D = V1 - V2$$

Donde V1 es la altura de la carga respecto al suelo en el origen del movimiento y V2, la altura al final del mismo.

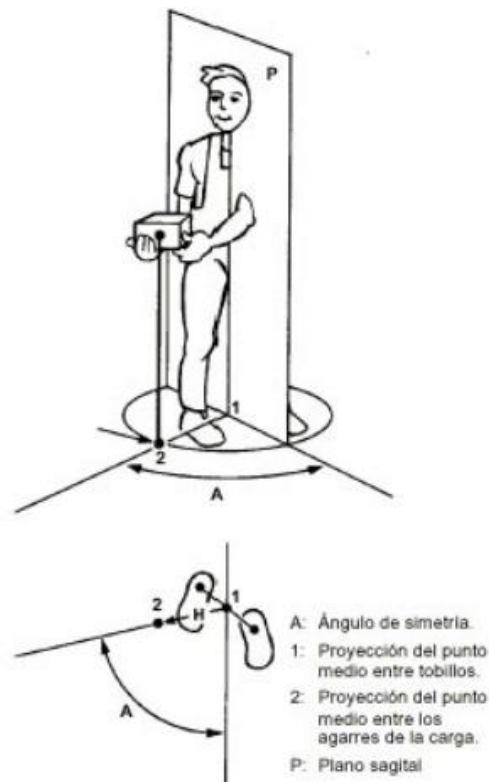
Cuando $D < 25$ cm, tendremos $DM = 1$, valor que irá disminuyendo a medida que aumente la distancia de desplazamiento, cuyo valor máximo aceptable se considera 175 cm.

Factor de asimetría, AM (asymetric multiplier)

Se considera un movimiento asimétrico aquel que empieza o termina fuera del plano medio-sagital, como muestra la figura 8. Este movimiento deberá evitarse siempre que sea posible. El ángulo de giro (A) deberá medirse en el origen del movimiento y si la tarea requiere un control significativo de la carga (es decir, si el trabajador debe colocar la carga de una forma determinada en su punto de destino), también deberá medirse el ángulo de giro al final del movimiento.

Figura 8.

Representación gráfica del ángulo de asimetría del levantamiento (A).



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

Se establece:

$$AM = 1 - (0,0032A)$$

El comité escogió un 30% de disminución para levantamientos que impliquen giros del tronco de 90°. Si el ángulo de giro es superior a 135°, tomaremos $AM = 0$.

Podemos encontrarnos con levantamientos asimétricos en distintas circunstancias de trabajo:

- Cuando entre el origen y el destino del levantamiento existe un ángulo.
- Cuando se utiliza el cuerpo como vía del levantamiento, como ocurre al levantar sacos o cajas.
- En espacios reducidos o suelos inestables.
- Cuando por motivos de productividad se fuerza una reducción del tiempo de levantamiento.

Factor de frecuencia, FM (frequency multiplier)

Este factor queda definido por el número de levantamientos por minuto, por la duración de la tarea de levantamiento y por la altura de los mismos.

La tabla de frecuencia se elaboró basándose en dos grupos de datos. Los levantamientos con frecuencias superiores a cuatro levantamientos por minuto se estudiaron bajo un criterio psicofísico, los casos de frecuencias inferiores se determinaron a través de las ecuaciones de gasto energético. (Ver tabla 18). El

número medio de levantamientos por minuto debe calcularse en un período de 15 minutos y en aquellos trabajos donde la frecuencia de levantamiento varía de una tarea a otra, o de una sesión a otra, deberá estudiarse cada caso independientemente.

Tabla 18.
Cálculo del factor de frecuencia (FM).

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2 - 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Los valores de V están en cm. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevaciones por minuto.						

Fuente: Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

En cuanto a la duración de la tarea, se considera de corta duración cuando se trata de una hora o menos de trabajo (seguida de un tiempo de recuperación de 1,2 veces el tiempo de trabajo), de duración moderada, cuando es de una a dos horas (seguida de un tiempo de recuperación de 0,3 veces el tiempo de trabajo), y de larga duración, cuando es de más de dos horas.

Si, por ejemplo, una tarea dura 45 minutos, debería estar seguida de $45 \cdot 1,2 = 54$ minutos, si no es así, se considerará de duración moderada. Si otra tarea dura 90 minutos, debería estar seguida de un periodo de recuperación de $90 \cdot 0,3 = 27$ minutos, si no es así se considerará de larga duración.

Factor de agarre, CM (coupling multiplier)

Se obtiene según la facilidad del agarre y la altura vertical del manejo de la carga. Estudios psicofísicos demostraron que la capacidad de levantamiento se veía disminuida por un mal agarre en la carga y esto implicaba la reducción del peso entre un 7% y un 11%. (Ver tablas 19 y 20)

Tabla 19.

Clasificación del agarre de una carga.

BUENO	REGULAR	MALO
1 Recipientes de diseño óptimo en los que las asas o asideros perforados en el recipiente hayan sido diseñados optimizando el agarre (ver definiciones 1, 2 y 3).	1 Recipientes de diseño óptimo con asas o asideros perforados en el recipiente de diseño subóptimo (ver definiciones 1, 2, 3 y 4).	1 Recipientes de diseño subóptimo, objetos irregulares o piezas sueltas que sean voluminosas, difíciles de asir o con bordes afilados (ver definición 5).
2 Objetos irregulares o piezas sueltas cuando se puedan agarrar confortablemente; es decir, cuando la mano pueda envolver fácilmente el objeto (ver definición 6).	2 Recipientes de diseño óptimo sin asas ni asideros perforados en el recipiente, objetos irregulares o piezas sueltas donde el agarre permita una flexión de 90° en la palma de la mano (ver definición 4)	2 Recipientes deformables.

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

Tabla 20.

Determinación del factor de agarre (CM).

TIPO DE AGARRE	FACTOR DE AGARRE (CM)	
	v < 75	v ≥ 75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Definiciones:

- Asa de diseño óptimo: es aquella de longitud mayor de 11,5 cm, de diámetro entre 2 y 4 cm, con una holgura de 5 cm para meter la mano, de forma cilíndrica y de superficie suave pero no resbaladiza.
- Asidero perforado de diseño óptimo: es aquel de longitud mayor de 11,5 cm, anchura de más de 4 cm, de holgura superior a 5 cm, con un espesor de más de 0,6 cm en la zona de agarre y de superficie no rugosa.
- Recipiente de diseño óptimo: es aquel cuya longitud frontal no supera los 40 cm, su altura no es superior a 30 cm y es suave y no resbaladizo al tacto.
- El agarre de la carga debe ser tal que la palma de la mano quede flexionada 90°; en el caso de una caja, debe ser posible colocar los dedos en la base de la misma.
- Recipiente de diseño subóptimo: es aquel cuyas dimensiones no se ajustan a las descritas en el punto 3), o su superficie es rugosa o resbaladiza, su centro de gravedad es asimétrico, posee bordes afilados, su manejo implica el uso de guantes o su contenido es inestable.
- Pieza suelta de fácil agarre: es aquella que permite ser cómodamente abarcada con la mano sin provocar desviaciones de la muñeca y sin precisar de una fuerza de agarre excesiva.

Identificación del riesgo a través del índice de levantamiento

La ecuación NIOSH está basada en el concepto de que el riesgo de lumbalgias aumenta con la demanda de levantamientos en la tarea.

El índice de levantamiento que se propone es el cociente entre el peso de la carga levantada y el peso de la carga recomendada según la ecuación NIOSH.

La función riesgo no está definida, por lo que no es posible cuantificar de manera precisa el grado de riesgo asociado a los incrementos del índice de levantamiento; sin embargo, se pueden considerar tres zonas de riesgo según los valores del índice de levantamiento obtenidos para la tarea:

- Riesgo limitado (Índice de levantamiento < 1). La mayoría de trabajadores que realicen este tipo de tareas no deberían tener problemas.
- Incremento moderado del riesgo ($1 < \text{Índice de levantamiento} < 3$). Algunos trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones si realizan estas tareas. Las tareas de este tipo deben rediseñarse o asignarse a trabajadores seleccionados que se someterán a un control.
- Incremento acusado del riesgo (Índice de levantamiento > 3). Este tipo de tarea es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.

Principales limitaciones de la ecuación

La ecuación NIOSH ha sido diseñada para evaluar el riesgo asociado al levantamiento de cargas en unas determinadas condiciones, por lo que se ha creído conveniente mencionar sus limitaciones para que no se haga un mal uso de la misma:

- No tiene en cuenta el riesgo potencial asociado con los efectos acumulativos de los levantamientos repetitivos.
- No considera eventos imprevistos como deslizamientos, caídas ni sobrecargas inesperadas.
- Tampoco está diseñada para evaluar tareas en las que la carga se levante con una sola mano, sentado o arrodillado o cuando se trate de cargar personas, objetos fríos, calientes o sucios, ni en las que el levantamiento se haga de forma rápida y brusca.
- Considera un rozamiento razonable entre el calzado y el suelo ($\mu > 0,4$).
- Si la temperatura o la humedad están fuera de rango $-(19^{\circ}\text{C}, 26^{\circ}\text{C})$ y $(35\%, 50\%)$ respectivamente- sería necesario añadir al estudio evaluaciones del metabolismo con el fin de tener en cuenta el efecto de dichas variables en el consumo energético y en la frecuencia cardíaca.
- No es tampoco posible aplicar la ecuación cuando la carga levantada sea inestable, debido a que la localización del centro de masas varía significativamente durante el levantamiento. Este es el caso de los bidones que contienen líquidos o sacos semillenos.

Cálculo del índice compuesto para tareas múltiples

Cuando el trabajador realiza varias tareas en las que se dan levantamientos de cargas, se hace necesario el cálculo de un índice compuesto de levantamiento para estimar el riesgo asociado a su trabajo. Una simple media de los distintos índices daría lugar a una compensación de efectos que no valoraría el riesgo real.

La selección del mayor índice no tendría en cuenta el incremento de riesgo que aportan el resto de las tareas.

NIOSH recomienda el cálculo de un índice de levantamiento compuesto (ILC), cuya fórmula es la siguiente:

$$\sum_{i=2}^n \text{ILC} = \text{ILT}_1 + \sum_{i=2}^n \delta \text{ILT}_i$$
$$\sum_{i=2}^n \delta \text{ILT}_i = (\text{ILT}_2(F_1 + F_2) - \text{ILT}_2(F_1)) + (\text{ILT}_3(F_1 + F_2 + F_3) - \text{ILT}_3(F_1 + F_2)) + \dots + (\text{ILT}_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) - (\text{ILT}_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{(n-1)})))$$

donde:

ILT_1 es el mayor índice de levantamiento obtenido de entre todas las tareas simples.

$\text{ILT}_i(F_j)$ es el índice de levantamiento de la tarea i , calculado a la frecuencia de la tarea j .

$\text{ILT}_i(F_j + F_k)$ es el índice de levantamiento de la tarea i , calculado a la frecuencia de la tarea j , más la frecuencia de la tarea k .

El proceso de cálculo es el siguiente:

- Cálculo de los índices de levantamiento de las tareas simples (ILT_i).
- Ordenación de mayor a menor de los índices simples ($ILT_1, ILT_2, ILT_3 \dots, ILT_n$).
- Cálculo del acumulado de incrementos de riesgo asociados a las diferentes tareas simples. Este incremento es la diferencia entre el riesgo de la tarea simple a la frecuencia de todas las tareas simples consideradas hasta el momento incluida la actual y el riesgo de la tarea simple a la frecuencia de todas las tareas consideradas hasta el momento, menos la actual ($ILT_i (F_1+F_2+F_3 + \dots + F_i) - ILT_i (F_1+F_2+F_3+ \dots + F_{(i-1)})$).

Tabla 21

CRONOGRAMA DE TRABAJO

#	Actividad	2021																													
		Mayo				Junio					Julio				Agosto				Septiembre					Octubre				Noviembre			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30
1	Diseño de tablas de evaluación ergonómicas (OCRA, REBA y NIOSH).																														
2	Revisión y validación de las tablas de evaluación ergonómicas.																														
3	Análisis del entorno laboral y determinación de factores de riesgo.																														
4	Aplicación de la evaluación OCRA.																														
5	Aplicación de la evaluación REBA.																														
6	Aplicación de la evaluación NIOSH.																														
7	Recopilación y tabulación de datos.																														
8	Análisis de los resultados.																														
9	Conclusiones.																														
10	Elaboración de la propuesta de conservación de la salud.																														
11	Elaboración del informe final para la empresa.																														
12	Conclusión del informe del proyecto de graduación.																														

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Introducción

Para el desarrollo de las evaluaciones se trabajó con una muestra de 17 mecánicos de la empresa HONDA FACO S.A, estas se llevaron a cabo mediante la observación de las tareas de los técnicos, en reparaciones de tipo A y B, las cuales consisten en cambios de aceite e inspección general del mantenimiento automotriz y cambio de llantas.

El listado completo de las tareas que se realizan en cada revisión se detalla a continuación:

- Revisión A
 - Cambio de aceite de motor
 - Cambio del filtro del aceite
 - Cambio del tapón de cárter
 - Cambio de la arandela del tapón de cárter
 - Ajuste del freno de mano
 - Diagnóstico de batería
 - Revisión de escobillas y tira chorritos
 - Revisión de luces
 - Diagnóstico multipuntos
 - Reseteo de luz de mantenimiento
 - Revisión de funcionamiento de pito
 - Diagnóstico general de suspensión

- Resoque general de suspensión
 - Medición de la presión de las llantas
 - Lubricación de puertas y ventanas
 - Revisión de todos los niveles de aceite
 - Limpieza de bornes de la batería
 - Rotación y balanceo de las llantas
 - Medición de taco de las llantas
-
- Revisión B
 - Cambio de aceite de transmisión
 - Cambio de líquido de freno
 - Cambio de líquido de dirección hidráulica
 - Cambio de líquido de radiador
 - Cambio del aceite de motor
 - Cambio de aceite diferencial trasero
 - Revisión y ajuste de freno de estacionamiento
 - Revisión, limpieza, engrase y ajuste de frenos en general
 - Cambio de fibras de freno
 - Limpieza de sistemas de inyección
 - Limpieza de sistemas de admisión
 - Cambio del filtro de aire del motor
 - Cambio de bujías
 - Puesta a punto del motor con escáner
 - Medición de presión de las llantas

- Medición de taco de las llantas
- Rotación y balanceo de las llantas
- Diagnóstico de batería
- Limpieza de bornes de la batería
- Cambio del filtro del aire acondicionado
- Diagnostico general de suspensión
- Resoque general de suspensión
- Revisión de luces internas y externas
- Revisión de pito, escobillas y tira chorritos
- Lubricación de puertas y ventanas
- Diagnóstico con hoja multipuntos

Estas evaluaciones se realizaron en coordinación con las jefaturas respectivas y la responsable de Salud Ocupacional de la empresa, cabe mencionar que por temas de la pandemia del COVID-19 la afluencia de vehículos es menor y se coordina con citas, proceso que no se tenía antes de la declaración de pandemia.

La muestra consta de 17 hombres en edades entre los 21 y 44 años, sin ningún tipo de restricción médica conocida.

Tabla 22

Caracterización de los puestos de trabajo

Puesto	Duración y frecuencia de las tareas	Medios de trabajo	Características de las instalaciones	Procedimientos de trabajo	Equipo de protección personal
Mecánicos	Constante, durante toda la jornada laboral	Elevadores mecánicos, Maquinaria, Herramientas manuales y neumáticas	Taller mecánico, Paredes de concreto, piso de cerámica, 2 salidas laterales, cortinas metálicas	Reparación y mantenimiento de vehículos	Zapatos, guantes, lentes de seguridad y Cinturón lumbar
Asesor de servicio	Constante, durante toda la jornada laboral	Equipos electrónicos básicos tablet, computadora, impresora etc., Sillas y escritorios	Pisos de cerámica, paredes de concreto, Ventilado e iluminación natural	Atención y servicio al cliente, Recepción de vehículos	N/A
Auxiliar de bodega	Constante, durante toda la jornada laboral	Monta carga, Escaleras, Carretillas manuales	Bodega de repuestos, iluminación artificial, poca ventilación, Pisos de cerámica, paredes de concreto, Portones cortinas metálicas.	Almacenaje, inventario y despacho de productos	Zapatos y guantes de seguridad

Choferes de reparto	Constante, durante toda la jornada laboral	Medio de transporte rodante (Camiones repartidores)	Vía publica	Transporte de estañones (lubricantes) y repartición a diferentes puntos de país, Carga y descarga del producto desde los camiones repartidores.	Guantes, Cinturón lumbar.
Vendedores de ruta	Constante, durante toda la jornada laboral	Medio de transporte rodante (Vehículos)	Vía publica	Venta de estaños de lubricantes a diferentes clientes como lubricentros y otros puntos de ventas de estos productos importados por la empresa.	N/A
Lavador de vehículos	Constante, durante toda la jornada laboral	Hidrolavadora, Sopladora de aire y aspiradora, Productos para la limpieza de los autos	Lugar bajo techo, Superficie de asfalto, luz natural.	Lavado y pulido de autos	Orejas y tapones auditivos, Botas de hule y zapatos de seguridad, guantes y lentes.
Enderezador automotriz	Constante, durante toda la jornada laboral	Elevadores mecánicos, Soldadora, Herramientas manuales y eléctricas.	Entrada de luz natural, Poca ventilación, Paredes y pisos de concreto.	Enderezado de piezas o partes de los vehículos.	Zapatos y guantes de seguridad, Orejas, Careta para soldar.

Pintor de vehículos	Constante, durante toda la jornada laboral	Lijadoras/ pulidoras. Pistolas para pintar. Cabina de pintura.	Entrada de luz natural, Poca ventilación, Paredes y pisos de concreto.	Pintar y alistar vehículos	Zapatos y guantes de seguridad, Respiradores para polvo y pintura, Gabacha para pintar.
Polarizador	Constante, durante toda la jornada laboral	Tijeras/cúter, Pistola de calor	Paredes y pisos de concreto, Poca ventilación, entrada de luz natural.	Colocación de polarizado al vehículo	Guantes de seguridad
Preparador de pintura	Constante, durante toda la jornada laboral	Pistolas para pintar, Extractor de aire	Paredes y pisos de concreto, Poca ventilación, luz artificial	Preparar y realizar muestras de los diferentes colores de pintura para carros	Protección respiratoria para pintura
Pulidor/Alistador	Constante, durante toda la jornada laboral	Pistola sopladora de aire, Lijadoras/ pulidoras	Paredes y pisos de concreto, Poca ventilación, entrada de luz natural	Pulir y alistar vehículos	Zapatos y guantes de seguridad, Protección respiratoria para polvo
Armador	Constante, durante toda la jornada laboral	Herramientas manuales	Paredes y pisos de concreto Poca ventilación, entrada de luz natural	Armado y desarmado y vehículos	Guantes y zapatos de seguridad
Perito automotriz	Constante, durante toda la jornada laboral	Cámara fotográfica y de video, Equipo de computación	Paredes y pisos de concreto, Entrada de luz natural	Avalúos y diagnósticos del estado de los vehículos	Zapatos y guantes de seguridad
Conductor de grúa	Constante, durante toda la jornada laboral	Grúa	Vía publica	Manejo de la grúa, trámites del INS	N/A

Ejecutivo de ventas	Constante, durante toda la jornada laboral	Equipo de cómputo e impresión, Sillas y escritorios	Oficinas, entrada de luz y ventilación artificial	Atención al público, venta de autos nuevos y usados	N/A
Administrativos	Constante, durante toda la jornada laboral	Equipo de cómputo e impresión, Sillas y escritorios	Oficinas, entrada de luz y ventilación artificial	Soporte a las diferentes áreas de la empresa en contabilidad, finanzas, RRHH, computación, servicio al cliente y otras	N/A
Misceláneos	Constante, durante toda la jornada laboral	Instrumentos y productos para limpieza	Todas las instalaciones de la empresa	Orden y aseo de las diferentes áreas y departamentos de la empresa, así como de los baños y comedores	Guantes de látex
Mantenimiento	Constante, durante toda la jornada laboral	Herramientas varias	Todas las instalaciones de la empresa	Mantenimiento general a toda la empresa, en cuanto instalaciones, equipos y maquinaria etc.	Zapatos y guantes de seguridad
Mensajero Repartidor	Constante, durante toda la jornada laboral	Motocicleta	Vía publica	Traslado de repuestos y otros requeridos entre sucursales.	Zapatos de seguridad guantes y casco, Bloqueador solar.

Mensajero	Constante, durante toda la jornada laboral	Motocicleta/Automóvil	Vía publica	Mensajería varia, trámites bancarios, documentación y otros requeridos entre sucursales.	Zapatos de seguridad guantes y casco, Bloqueador solar.
Oficiales de seguridad	Constante, durante toda la jornada laboral	Equipo de computación, pantallas y cámara de vigilancia, Armas de fuego, gas lacrimógeno, esposas.	Casetas de seguridad	Vigilancia y control del ingreso y salida de visitantes, clientes y empleados	N/A

Fuente: Elaboración propia

Comparación entre los métodos utilizados

Los métodos utilizados en este trabajo de investigación pretenden dar una evaluación completa desde el punto de vista ergonómico al evaluar movimiento repetitivo, miembros superiores y levantamiento de cargas, al no tener una referencia en el taller mecánico de evaluaciones ergonómicas previas, se busca generar un insumo completo para tener una mayor claridad de la propuesta del programa ergonómico integral que se vaya a elaborar.

Si bien los tres métodos de evaluación utilizados evalúan diferentes escenarios en el taller, estos se complementan entre sí, permitiendo obtener conclusiones integrales de los posibles factores de riesgos que se vayan a identificar en cada una de las tareas evaluadas.

A continuación se presenta una tabla con las principales características de cada uno de los métodos de evaluación ergonómica utilizados para el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla 23

Comparación de Métodos

Método OCRA	Método REBA	Método Ecuación NIOSH
Este método permite valorar el riesgo asociado al trabajo repetitivo. El método mide el nivel de riesgo en función de la probabilidad de aparición de trastornos músculo-esqueléticos en un determinado tiempo, centrándose en la valoración del riesgo en los miembros superiores del cuerpo. Considera en la valoración los factores de riesgo recomendados por la IEA (International Ergonomics Association): repetitividad, posturas inadecuadas o estáticas, fuerzas, movimientos forzados y la falta de descansos o periodos de recuperación, valorándolos a lo largo del tiempo de actividad del trabajador. Considera otros factores influyentes como las vibraciones, la exposición al frío o los ritmos de trabajo. Existe consenso internacional en emplear el método OCRA para la valoración del riesgo por trabajo repetitivo en los miembros superiores, y su uso es recomendado en las normas ISO 11228-3 y EN 1005-5.	Este método está indicado para la evaluación de riesgo de lesiones musculoesqueléticas relacionadas con las posturas por sobreesfuerzo impredecibles, adoptadas durante el desarrollo de una tarea. El método ha sido elaborado a partir del método RULA que, además de analizar el efecto de los factores posturales dinámicos y estáticos de los miembros superiores (valorando hombros, codos, antebrazos y muñecas), la columna (cervical, lumbar) y la posición de las piernas (pierna y rodilla). También analiza la interface hombre-tarea (en función de la fuerza-carga necesaria en su ejecución y el acoplamiento) e incorpora un nuevo concepto: el de posición asistida por la gravedad del miembro superior.	Con la Ecuación de NIOSH es posible evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga. El resultado de la aplicación de la ecuación es el Peso Máximo Recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que se define como el peso máximo que es recomendable levantar en las condiciones del puesto para evitar el riesgo de lumbalgias o problemas de espalda. Varios estudios afirman que cerca del 20% de todas las lesiones producidas en los puestos de trabajo son lesiones de espalda, y que cerca del 30% son debidas a sobreesfuerzos. Los datos proporcionan una idea de la importancia de una correcta evaluación de las tareas que implican levantamiento de carga y del adecuado acondicionamiento de los puestos implicados.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la aplicación del método: OCRA.

Cálculo del tiempo neto de trabajo repetitivo.

$$TNTR = DT - [TNR + P + A]$$

TNTR=Tiempo neto de trabajo repetitivo.

DT= Duración en minutos de la jornada.

TNR= Trabajo no repetitivo, en minutos.

P= Duración en minutos de las pausas que realiza el trabajador mientras ocupa el puesto.

A=Duración en minutos para el tiempo de almuerzo.

Una vez que se obtenga el TNTR, es posible calcular el TNC, mediante la siguiente fórmula.

$$TNC = 60 \cdot TNTR/NC$$

NC= Número de ciclos de trabajo que realiza el trabajador en el puesto.

Una vez conocidos TNTR y TNC se procederá a calcular los factores y multiplicadores de la ecuación de cálculo del ICKL.

Por lo tanto, para el caso del puesto mecánico automotriz, el TNTR sería:

DT= 540 min.

TNR= 120 min.

P=120 min.

A=60 min.

$$TNRT = 540 - [120 + 120 + 60]$$

$$TNRT = 240$$

NC= 5 ciclos o vehículos que ve cada mecánico al día aproximadamente.

$$TNC = 60 . 240/5$$

$$TNC= 2880$$

Factor recuperación.

Para efectos del puesto analizado:

Puesto: mecánico.

Actividad: revisión de mantenimiento tipo A y B.

Duración del ciclo: de 30 minutos a 1 hora.

El tiempo de recuperación está dentro del ciclo de trabajo, ya que durante este cuentan con el tiempo de alimentación, ir a ventilla a solicitar un repuesto, hacer tareas de control visual al vehículo, ir al servicio sanitario de ser necesario.

El factor de recuperación obtenido es 0.

Factor frecuencia.

Para efectos del puesto mecánico automotriz, para las ATD se la da puntuación 0 ya que los movimiento realizados en extremidades superiores no son demasiados rápidos y se permiten pausas, así mismo para las ATE se la da puntuación de 2,5 para las acciones como quitar tuercas de las llantas, cambiar filtros de aceite, u otras tareas que duran poca más de unos 5 segundos aproximadamente.

Factor Fuerza:

Para el puesto mecánico automotriz, la aplicación de fuerza es moderada en la utilización de herramientas como por ejemplo el "ratchet" para quitar tuerca la cual es una tarea que puede representar el 1/3 del tiempo del ciclo de trabajo, obteniendo un valor para el factor de fuerza de 2.

Factor postura:

Para efectos del puesto aquí analizado, mecánico automotriz, las puntuaciones serían:

- Hombro: La mayor parte del tiempo los brazos no poseen apoyo en ninguna superficie de trabajo y se mantiene a una altura normal o ligeramente elevados, además se considera cuando los brazos se elevan por encima de la altura de la cabeza, esto cuando deben posicionarse debajo del vehículo y hacer cambios de aceite, lo cual es una actividad que predomina durante el ciclo de trabajo, por tanto, la puntuación sería de 2.
- Codo y muñeca: Para el caso de codo y muñeca los movimientos de flexión-extensión se observa en la utilización de herramientas manuales varias para lo que sería actividades de mantenimiento general, por tanto, ambas reciben una puntuación de 4.
- Duración del agarre: El agarre en pinza y agarre palmar se observa en estas actividades mantenimiento para colocar piezas, repuestos y herramientas, por lo cual se le brinda una puntuación de 4.

- Movimientos estereotipados: En este caso se da una puntuación de 1,5 para tareas de mantenimiento en general, por la frecuencia en que estos movimientos se realizan durante la actividad.

El valor del factor de postura es de 5,5.

Factor riesgos adicionales:

Para este caso, no se le asigna ninguna puntuación para factores socio-organizativos ya que el ritmo de trabajo no depende de una máquina y como factores físico-mecánicos encontramos la exposición a vibraciones por el uso de herramientas neumáticas (pistola de impacto), para el puesto analizado Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel bajo/medio 1/3 del tiempo o más obteniendo un valor de 2.

Multiplicador de duración:

Dado que el valor obtenido del TNTR es igual a 240 minutos, el multiplicador de duración (MD) toma el valor de 0,85 obtenido anteriormente.

Tabla 24
Resultados General Método OCRA

Técnicos Analizados	Factor de Recuperación	Factor de Frecuencia	Factor de Fuerza	Factor de Postura	Riesgos Adicionales	Multiplicador de Duración
Mecánico 1	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 2	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 3	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 5	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 6	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 7	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 8	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 9	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 10	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 11	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 12	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 13	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 14	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 15	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 16	0	2,5	2	5,5	2	0,85
Mecánico 17	0	2,5	2	5,5	2	0,85

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

El resultado obtenido de acuerdo con los valores de cada factor es de 10,2 lo que significa que el nivel de riesgo es leve o incierto, ya que de acuerdo con la escala de valoración del riesgo este valor está entre 7,6 y 11.

Resultados de la aplicación del método: REBA.

El método clasifica la puntuación final en cinco rangos de valores. A su vez cada rango corresponde con un nivel de acción. Cada nivel de acción determina un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. Luego de la aplicación del método a los mecánicos del taller automotriz procedemos a compartir los resultados obtenidos en ambas zonas analizadas como se expone en el método.

Zonas analizadas

El método se divide en dos grupos (A y B)

Grupo A

El grupo A evalúa el cuello, las piernas, el tronco y la fuerza que se aplica a una carga.

El resultado de la puntuación del cuello es entre 1 – 3 donde se evalúa la flexión de $0^\circ > 20^\circ$, teniendo como resultado once mecánicos con puntuación 1 y seis mecánicos con puntuación 2, siendo un 65% de los mecánicos que realizan una flexión mínima de su cuello.

Resultado de la evaluación en piernas es entre 1 – 4, se evalúa el soporte bilateral, unilateral y flexión de las rodillas, teniendo como resultado dos mecánicos con

puntuación 1 (Mec1 y Mec2) y 15 mecánicos con puntuación 2, teniendo un 88% de los mecánicos con soporte unilateral (soporte ligero).

La evaluación del tronco es entre 1 – 4, se evalúa el movimiento erguido hasta una flexión > 60°, teniendo como resultado trece mecánicos con puntuación 1 y cuatro mecánicos con puntuación 2 (Mec3, 4, 9 y 15), el 76% de los mecánicos realizan sus labores en la posición erguidos sin tener ninguna flexión sobre el tronco.

Con respecto a la carga / fuerza solo un mecánico (Mec3) cuando realizaba una reparación en específico cargó un material de 5 a 10 kg. Los demás mecánicos no realizan cargas superiores a los 5 kg.

La puntuación final del grupo A se distribuyó de la siguiente manera:

Tabla 25

Porcentaje de distribución puntuación final grupo A

Puntuación Mecánicos Porcentaje

1	2	12%
2	11	65%
4	3	18%
5	1	6%

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

El 65% de los mecánicos obtuvo una puntuación baja de 2 donde se debe de valorar el grupo B para obtener el resultado final, pero se evidencia buenas posturas en las tareas realizadas por los mecánicos al evaluar el cuello, el tronco, las piernas y las cargas y fuerza.

Grupo B

El grupo B evalúa el antebrazo, las muñecas, los brazos y el agarre.

El resultado de la puntuación del antebrazo es entre 1 – 2 donde se evalúa la flexión de $60^\circ > 100^\circ$, teniendo como resultado dieciséis mecánicos con puntuación 1 y un mecánico (Mec3) con puntuación 2, siendo un 94% de los mecánicos que realizan una flexión mínima de su antebrazo.

Resultado de la evaluación en muñecas es entre 1 – 3, se evalúa la flexión de $0^\circ > 15^\circ$ y si hay torsión o desviación lateral se suma a la puntuación final, teniendo como resultado el 100% de los mecánicos con puntuación 1.

La evaluación de los brazos es entre 1 – 6, se evalúa el movimiento hasta una flexión $> 90^\circ$, teniendo como resultado diez mecánicos (Mec2, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14 y Mec16, 17) con puntuación 1 y siete mecánicos (Mec1, 3, 4, 5, 7, 9, 15) con puntuación 2, el 59% de los mecánicos realizan una flexión entre $0^\circ > 20^\circ$.

Con respecto al agarre catorce mecánicos realizan un buen agarre y aplica una fuerza de agarre al realizar sus labores en el taller esto representa un 82%.

La puntuación final del grupo B se distribuyó de la siguiente manera:

Tabla 26

Porcentaje de distribución puntuación final grupo B

Puntuación Mecánicos Porcentaje

1	13	76%
2	4	24%

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

El 76% de los mecánicos obtuvo una puntuación baja en el grupo B que evalúa los miembros superiores del cuerpo.

Tabla 27

Porcentaje del resultado final

Puntuación Mecánicos Porcentaje

1	13	76%
4	4	24%

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

Resultados de la aplicación del método: Ecuación de NIOSH.

El manejo y el levantamiento de cargas son las principales causas de lumbalgias, éstas pueden aparecer por sobre esfuerzo o como resultado de esfuerzos repetitivos, otros factores como son el empujar o tirar de cargas, las posturas inadecuadas y forzadas o la vibración están directamente relacionados con la aparición de este trauma.

Para efectos de siguiente trabajo de investigación se han obtenido los siguientes resultados del análisis de la tarea: cambio de llantas.

$$\text{Índice de levantamiento} = \frac{\text{Carga levantada}}{\text{Límite de peso recomendado}} = \frac{9}{19} = 0,47$$

Tomando en cuenta que el peso máximo de una llanta es de 9 kg y el promedio del límite de peso recomendado es de 19, obtenemos un índice de levantamiento de 0,47 lo que sería <1, lo que indica un riesgo limitado, por lo que la mayoría de trabajadores que realicen este tipo de tareas no deberían tener problemas.

Los resultados obtenidos para cada una de las variables para obtener el límite de peso recomendado son los siguientes:

Constante de carga (LC):

La constante de carga es el peso máximo recomendado para un levantamiento desde la localización estándar y bajo condiciones óptimas; es decir, en posición sagital (sin giros de torso ni posturas asimétricas), haciendo un levantamiento ocasional, con un buen asimiento de la carga y levantando la carga menos de 25 cm.

El valor de la constante quedó fijado en 23 kg. La elección del valor de esta constante está hecha según criterios biomecánicos y fisiológicos.

Factor de distancia horizontal (HM):

Para el cálculo de HM, se debe primero realizar el cálculo de H, que se define como la distancia horizontal entre la proyección sobre el suelo del punto medio entre los agarres de la carga y la proyección del punto medio entre los tobillos.

El factor de distancia horizontal (HM) se calcula con la siguiente fórmula:

$$HM = 25 / H$$

Los resultados obtenidos para esta variable son los siguientes:

Tabla 28

Cálculo del Factor de Distancia Horizontal

Puesto	Distancia Horizontal	
	H	HM
1	50	0,50
2	51	0,49
3	48	0,52
4	47	0,53
5	49	0,51
6	52	0,48
7	48	0,52
8	48	0,52
9	49	0,51
10	53	0,47
11	48	0,52
12	49	0,51
13	50	0,50
14	51	0,49
15	51	0,49
16	51	0,49
17	49	0,51

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

Factor de altura (VM):

Los resultados obtenidos para esta variable son los siguientes:

Tabla 29

Cálculo del Factor de Altura

Puesto	VM	
	V	$VM = (1-0,003* V-75)$
1	138	62,81
2	140	64,38
3	133	58,09
4	130	54,95
5	134	58,88
6	143	67,53
7	132	57,31
8	132	57,31
9	134	58,88
10	147	71,46
11	132	57,31
12	134	58,88
13	137	62,02
14	140	65,17
15	140	65,17
16	140	65,17
17	134	58,88

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

Factor de desplazamiento horizontal (DM):

El factor de desplazamiento horizontal (DM) se calcula con la siguiente fórmula:

$$DM = (0,82 + 4,5/D)$$

Los resultados obtenidos para esta variable son los siguientes:

Tabla 30

Cálculo del Factor de Desplazamiento Horizontal

Puesto	DM			
	V1	V2	D = V1-V2	DM = $0,82+4,5/D$
1	200	80	120	0,044
2	202	81	121	0,044
3	193	77	116	0,046
4	189	75	114	0,047
5	194	78	116	0,046
6	207	83	124	0,043
7	192	77	115	0,046
8	192	77	115	0,046
9	194	78	116	0,046
10	213	85	128	0,042
11	192	77	115	0,046
12	194	78	116	0,046
13	199	80	119	0,045
14	203	81	122	0,044
15	203	81	122	0,044
16	203	81	122	0,044
17	194	78	116	0,046

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

Factor de asimetría (AM):

Para el cálculo de AM, se debe primero determinar el ángulo de asimetría (A), que para efectos de la siguiente investigación el mismo es de 90° para los 17 puestos estudiados. El factor de asimetría (AM) se calcula con la siguiente fórmula: $AM = 1 - (0,0032 * A)$

Los resultados obtenidos para esta variable son los siguientes:

Tabla 31

Cálculo del Factor de Asimetría

Puesto	AM	
	A	$AM = 1 - (0,0032 * A)$
Del 1 al 17	90	0,712

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

Factor de frecuencia (FM):

Para el cálculo de FM, se debe primero establecer el número de elevaciones por minuto, en este caso el valor es 1, seguidamente se debe determinar la duración de la tarea, en este caso es de menor a 1 hora. Por último se debe de verificar el valor de V que está determinado en el factor de altura, siendo este mayor a 75 (cm), por lo que el valor del factor de frecuencia según la table del método es de 0,94. Este valor es el mismo para todos los puestos.

Los resultados obtenidos para esta variable son los siguientes:

Tabla 32

Cálculo del Factor de Frecuencia

Puesto	FM			
	Elevaciones/Min	Duración de la tarea	V	FM
Del 1 al 17	1	≤ 1	≥ 75	0,94

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

Factor de agarre (CM):

Se obtiene según la facilidad del agarre y la altura vertical del manejo de la carga. En esta investigación el agarre es bueno, ya que los neumáticos tienen un diseño que optimiza el agarre y la altura vertical (V) es mayor a 75 cm, estos valores son los mismos para todos los puestos.

Los resultados obtenidos para esta variable son los siguientes:

Tabla 33

Cálculo del Factor de Agarre

Puesto	CM		
	Agarre	V	CM
Del 1 al 17	Bueno	≥ 75	1

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

Cálculo del Límite de Peso Recomendado:

Tabla 34

Cálculo del Límite de Peso Recomendado (LPR)

Puesto	LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM	LPR
1	23	0,50	62,81	0,044	0,712	0,84	1	19,2
2	23	0,49	64,38	0,044	0,712	0,84	1	19,2
3	23	0,52	58,09	0,046	0,712	0,84	1	19,0
4	23	0,53	54,95	0,047	0,712	0,84	1	18,8
5	23	0,51	58,88	0,046	0,712	0,84	1	19,0
6	23	0,48	67,53	0,043	0,712	0,84	1	19,2
7	23	0,52	57,31	0,046	0,712	0,84	1	19,0
8	23	0,52	57,31	0,046	0,712	0,84	1	19,0
9	23	0,51	58,88	0,046	0,712	0,84	1	19,0
10	23	0,47	71,46	0,042	0,712	0,84	1	19,3
11	23	0,52	57,31	0,046	0,712	0,84	1	19,0
12	23	0,51	58,88	0,046	0,712	0,84	1	19,0
13	23	0,50	62,02	0,045	0,712	0,84	1	19,1
14	23	0,49	65,17	0,044	0,712	0,84	1	19,2
15	23	0,49	65,17	0,044	0,712	0,84	1	19,2
16	23	0,49	65,17	0,044	0,712	0,84	1	19,2
17	23	0,51	58,88	0,046	0,712	0,84	1	19,0

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

Cálculo del Índice de Levantamiento:

Tabla 35

Cálculo del Índice de Levantamiento

Puesto	LPR	Peso del neumático	Índice de levantamiento	Nivel de Riesgo
1	19,2	9	0,470	Riesgo Limitado < 1
2	19,2	9	0,469	Riesgo Limitado < 1
3	19	9	0,474	Riesgo Limitado < 1
4	18,8	9	0,478	Riesgo Limitado < 1
5	19	9	0,473	Riesgo Limitado < 1
6	19,2	9	0,468	Riesgo Limitado < 1
7	19	9	0,475	Riesgo Limitado < 1
8	19	9	0,475	Riesgo Limitado < 1
9	19	9	0,473	Riesgo Limitado < 1
10	19,3	9	0,467	Riesgo Limitado < 1
11	19	9	0,475	Riesgo Limitado < 1
12	19	9	0,473	Riesgo Limitado < 1
13	19,1	9	0,470	Riesgo Limitado < 1
14	19,2	9	0,469	Riesgo Limitado < 1
15	19,2	9	0,469	Riesgo Limitado < 1
16	19,2	9	0,469	Riesgo Limitado < 1
17	19	9	0,473	Riesgo Limitado < 1

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

Tabla 36

Resultados de la Aplicación de los Métodos de Evaluación Ergonómica

Método de Evaluación	% de Población	Resultado	Nivel de Riesgo
Método OCRA	100	10,2	Leve o Incierto
Método REBA	76	1	Inapreciable
Método REBA	24	4	Medio
Ecuación de NIOSH	100	0,4	Riesgo Limitado

Fuente: Datos recolectados por los investigadores

CAPÍTULO VII: PROPUESTA DEL PROGRAMA INTEGRAL DE ERGONOMÍA PARA TRABAJADORES DE UN TALLER AUTOMOTRIZ

Introducción a la Propuesta del Programa Integral de Ergonomía

Una vez hecho el diagnóstico y el análisis de las causas de los daños a la salud y las exposiciones a riesgos de origen ergonómico al interior de los mecánicos del taller automotriz evaluado, se propone aplicar la integralidad de acciones como incluir acciones como gimnasio funcional, adaptación de los puestos de trabajo, capacitación al personal e incluso incluir el valor nutricional, son acciones a desarrollar que se incluyen en el programa logrando así implementar una ergonomía participativa como una estrategia para la mejora de las condiciones de trabajo a nivel ergonómico, la participación de los trabajadores en la propuesta de las estrategias antes mencionadas debe ser ejecutado de forma permanente para lograr el éxito esperado.

Este programa deberá de estar integrado de los siguientes elementos:

- Permanencia: La permanencia del programa integral de ergonomía también dependerá de la practicidad de su aplicación; pero hace falta más apoyo por parte de las directivas en cuanto a la disposición para realizar cambios, disponibilidad de tiempo y recursos económicos lo que pone en riesgo la continuidad del proceso.
- Nivel de influencia: Según las características y complejidad de la empresa el ámbito de la intervención se puede centrar inicialmente en uno o varios puestos de trabajo, en una sección o departamento, o bien plantearse como estrategia del conjunto en la empresa.

- Toma de decisión: La dirección se reserva el derecho de llevarlas o no a cabo, decisión que depende en gran parte de la inversión de recursos económicos ya que algunas de las estrategias propuestas se requiere de inversión inicial, se debe sensibilizar a los directivos respecto a que las pérdidas económicas por gastos de compensación, días de trabajo perdidos por incapacidad, absentismo laboral y baja productividad laboral, pueden llegar a ser mayores a los recursos que se invierten en la mejora de las condiciones de trabajo; Una evaluación sistemática de la calidad, cantidad y consistencia de la evidencia de la efectividad del programa integral de ergonomía para mejorar los resultados en salud de los trabajadores y poder así reducir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos y las lesiones.
- Requerimiento de participación: La participación de los mecánicos en el programa debe ser elemental y que se puedan involucrar en parte del proceso; Cuanto más amplia y generalizada sea dicha participación más oportunidades de éxito tendrá la experiencia de la implementación del programa.
- Tipo de intervención: El análisis y resolución de situaciones de riesgo ergonómico tendrá en cuenta el conjunto de condiciones de trabajo del puesto, ya sean derivadas de la organización y procesos de trabajo, equipos y herramientas, o de cualquier otro factor de riesgo ambiental o del entorno de trabajo.
- Alcance: La empresa deberá definir el alcance del programa analizando las causas de exposición de los factores de riesgo en conjunto a sus medidas preventivas.

Algunas recomendaciones

- El carácter permanente de la estrategia integral del programa condiciona la obtención de resultados favorables en la prevención del factor de riesgo ergonómico, para lo cual se hace necesario un compromiso firme por parte de las directivas de la empresa en cuanto a la disposición de cambio, disponibilidad de tiempo y recursos económicos.
- Se recomienda tener en cuenta otras metodologías o instrumentos para la evaluación de la carga física en el trabajo.
- Para que el programa de ergonomía sea sostenible dentro de la empresa, se requiere que el encargado de la seguridad y salud en el trabajo mantenga el interés tanto de trabajadores como de los directivos en la prevención de los factores de riesgo, garantizando la continuidad de las diferentes actividades incluidas en el programa y buscando un especialista en ergonomía que brinde asesoría continua.
- Se recomienda a la empresa realizar la evaluación de las medidas preventivas que lograron ser ejecutadas dentro del programa con el fin de comprobar que realmente cumplieron su objetivo.

Propuesta del Programa Integral de Ergonomía para Trabajadores de un Taller Automotriz

Objetivo general:

Desarrollar acciones que contribuyen a la prevención, actuación y mitigación de lesiones musculo – esqueléticas en un plazo de 12 meses.

Objetivos específicos:

- Realizar la implementación de actividades definidas dentro del plan estratégico.
- Implementar controles de seguimiento para el estudio de las lesiones musculo – esqueléticas.

Resultados esperados:

- Concientización del personal en la prevención de lesiones musculo – esqueléticas.
- Posturas adecuadas y manipulación de cargas adecuadas.
- Educación en el tema de ergonomía.

Recursos necesarios:

- Humanos:
 - Profesional en Salud Ocupacional.
 - Médico especialista en Medicina del Trabajo.
 - Profesional en Terapia Física.

- Nutricionista
- Financieros:
 - Destinar un capex para el año para la compra de equipos y programas de educación.

Estrategias de Implementación

Estrategia: Gimnasio funcional			
Actividades	Responsable	Recursos	Fecha de implementación
Realización de rutinas de ejercicios de estiramiento y fortalecimiento en un gimnasio funcional	Fisioterapeuta.	Construcción de un gimnasio funcional en las instalaciones de la compañía. Compra de equipos básicos para el gimnasio: ligas de estiramiento, balón fitness, bicicletas estacionarias, bandas para caminar, barras de ejercicios, entre otros.	Primer trimestre del plan estratégico.
Implementación de 10 a 15 minutos de ejercicios antes del inicio de las labores como medida de calentamiento.	Supervisores de cada área.	Ligas de estiramiento. Diseño de rutinas de estiramiento de acuerdo a las necesidades de cada área.	Primer mes del plan estratégico.

Estrategia: Ajuste ambiental laboral al tamaño del trabajador			
Actividades	Responsable	Recursos	Fecha de implementación
Realizar una cédula ergonómica de cada puesto de trabajo con el fin de identificar las medidas antropométricas de cada puesto y trabajador con el objetivo de asignar el puesto de trabajo a trabajadores que cumplan las medidas antropométricas.	Profesional en Salud Ocupacional	Cédula ergonómica. Cinta métrica. Báscula	Primer trimestre del plan estratégico.
Estrategia: Capacitación sobre posturas de trabajo.			

Actividades	Responsable	Recursos	Fecha de implementación
Realizar una capacitación sobre posturas de trabajo, la importancia de tener posturas correctas al momento de realizar las diferentes tareas en el taller automotriz y la prevención de lesiones por DTA (desordenes de trauma acumulado) que se pueden presentar por posturas incorrectas.	Fisioterapeuta y Profesional en Salud Ocupacional	Sala de capacitación Material didáctico Evaluación Proyector	Primer cuatrimestre del plan estratégico.

Estrategia: Análisis anatómico y patológico

Actividades	Responsable	Recursos	Fecha de implementación
Realizar exámenes pre empleos y de seguimiento para detectar patologías que no pongan en riesgo la salud de los candidatos al momento de realizar las funciones propias del trabajo de manipulación de cargas.	Médico Especialista en Medicina del Trabajo	Formularios de exámenes pre empleos Formularios de seguimiento de lesiones.	Primer mes del plan estratégico y se mantiene durante los 12 meses del plan.

Estrategia: Valoración nutricional

Actividades	Responsable	Recursos	Fecha de implementación
Iniciar consultas nutricionales a los trabajadores para mejorar y promover estilos de vida más saludables que contribuyan con la reducción de lesiones de origen musculo – esqueléticos.	Nutricionista	Consultorio para consultas nutricionales.	Primer mes del plan estratégico y se mantiene durante los 12 meses del plan.

Estrategia: Creación de la brigada ergonómica

Actividades	Responsable	Recursos	Fecha de implementación
Creación de la brigada ergonómica. Definir roles y funciones de la brigada ergonómica. Concientizar en la importancia de la fiscalización de las adecuadas posturas para trabajar y la adecuada manipulación de cargas.	Profesional en Salud Ocupacional	Capacitación ergonómica. Entrenamiento	Segundo cuatrimestre del plan estratégico.

Estrategia: Establecer políticas y procedimientos internos			
Actividades	Responsable	Recursos	Fecha de implementación
Diseñar políticas y procedimientos encaminados a la concientización y mantenimiento del plan estratégico para la reducción de lesiones musculo – esqueléticas.	Profesional en Salud Ocupacional	Computadora Impresora	Tercer cuatrimestre del plan estratégico.

Estrategia: Instalación de alfombra antifatiga en las estaciones de trabajo.			
Actividades	Responsable	Recursos	Fecha de implementación
Instalar en cada uno de los puestos de trabajo alfombras anti fatiga con el objetivo de reducir la fatiga y las molestias en la espalda y en los pies de los mecánicos que durante su jornada de trabajo permanecen de pie.	Profesional en Salud Ocupacional	Alfombras anti fatiga	Segundo semestre del plan estratégico.

Cronograma de actividades

PROGRAMA INTEGRAL DE ERGONOMÍA PARA TRABAJADORES DE UN TALLER AUTOMOTRIZ														
#	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	Gimnasio funcional	Terapeuta Físico												
2	Ajuste ambiental laboral al tamaño del trabajador	Profesional en Salud Ocupacional												
3	Capacitación sobre posturas de trabajo.	Terapeuta Físico y Profesional en Salud Ocupacional												
4	Análisis anatómico y patológico	Médico Especialista en Medicina del Trabajo												
5	Valoración nutricional	Nutricionista												
6	Creación de la brigada ergonómica	Profesional en Salud Ocupacional												
7	Establecer políticas y procedimientos internos	Profesional en Salud Ocupacional												
8	Instalación de alfombra anti fatiga en las estaciones de trabajo.	Profesional en Salud Ocupacional												

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Una vez finalizada la investigación anterior, se puede concluir que:

- La aplicación de los tres métodos de evaluación utilizados permitió tener una evaluación ergonómica integral al evaluar aspectos como movimientos repetitivos, posturas por sobreesfuerzos y levantamiento de cargas.
- Los resultados de los métodos brindaron el insumo necesario para el desarrollo de la propuesta programa integral de ergonomía para trabajadores de un taller automotriz.
- Se concluye que de los métodos ergonómicos aplicados, solo el método REBA arrojó riesgo ergonómico, los métodos OCRA y Ecuación de NIOSH no determinó riesgo ergonómico para los trabajadores del taller automotriz.
- El método Ocra Check List permite valorar el riesgo asociado a trabajos repetitivos, refiriéndose aquellos donde las actividades se repiten y generalmente existen ciclos de trabajo muy marcados, los cuales generan mantener posturas prolongadas durante el ciclo o en otros casos, el ritmo depende de una máquina. Tras el análisis y puesta en práctica del método Ocra Check List en el ámbito de un taller automotriz, podemos concluir los siguientes aspectos:
 - Los trabajos en el área automotriz pueden ser muy diversos y dinámicos, así como prolongados, y depende de la tarea asignada según las diferentes órdenes de trabajo, es decir un mecánico puede durar en una revisión más de un día, por lo que las tareas se vuelven

poco monótonas, permitiendo al técnico realizar pausas a lo largo de su jornada.

- Los trabajos se enfocan en un gran porcentaje en la inspección del automóvil, a través de scanner o revisiones al funcionamiento del motor, por lo cual se relaciona más a carga física, permanecer mucho de pie y posturas inadecuadas del torso y extremidades inferiores.
- Para las revisiones rápidas de mantenimiento general y cambios de aceite, son ciclos de trabajo cortos, pero las actividades son dinámicas, por lo cual no persiste la prolongación de posturas y agarres forzados y sostenidos.
- Según los resultados arrojados, para labores de mantenimiento general el riesgo es leve o incierto de acuerdo con la clasificación del método, por tanto, los trabajadores de la industria automotriz no presentan riesgo por repetitividad de movimientos en las tareas, o bien el método OCRA es limitado para dicho análisis.
- Para efectos de Ergonomía en un taller mecánico se podría considerar un tema de posturas y carga física de trabajo, ya que estos trabajadores si permanecen varias horas de pie, trabajando con elevación de brazos por encima de los hombros, trabajos en sitios de difícil acceso en los cuales se ve involucrado en su mayoría piernas y torso o bien el uso de herramientas neumáticas que generan vibraciones.
- Desde la aplicación del método REBA se concluye luego de realizar el análisis del método REBA en el taller automotriz a los 17 mecánicos que el 76% tiene un resultado de puntuación de 1 donde el nivel de riesgo como lo

expone la literatura es inapreciable y el nivel de acción es cero, es decir no es necesario una actuación y más bien se pudo observar que dentro de los trabajos que ellos llevan a cabo no existe mayor riesgo para los mecánicos y se debe trabajar en seguir realizando estas labores manteniendo buenas posturas.

- En cambio, para el 24% de los mecánicos cuando estuvo de por medio una reparación específica o un cambio de alguna pieza el resultado fue de la puntuación fue de 4 teniendo como resultado del nivel de acción de 2 siendo un nivel de riesgo medio teniendo en ellos una intervención necesaria.
- Por lo anteriormente expuesto, se considera que se dio cumplimiento al objetivo establecido al inicio de la investigación, que fue realizar la aplicación del método REBA acerca de sobrecarga postural en trabajadores, mediante la identificación y observación en el lugar de trabajo.
- En cuanto a la aplicación de la Ecuación de NIOSH se concluye que no hay riesgo al tener un índice de levantamiento menor a 1, lo que indica que el riesgo es limitado y que la mayoría de los trabajadores que realicen este tipo de tareas no deberían tener problemas.
- Los pesos que se levantan en el taller automotriz no exceden los 15 kilogramos y su desplazamiento no implica grandes distancias, por lo que la aplicación del método permitió documentar el proceso, evaluarlo y analizarlo desde la perspectiva profesional.

Recomendaciones

Después de analizar los resultados obtenidos y las conclusiones establecidas, se ha considerado que el Riesgo Ergonómico en la población trabajadora es menor, sin embargo, se requiere concientizar la estrategia de salud ocupacional y es por eso que se brindan las siguientes recomendaciones:

- Lograr una mayor concientización en los trabajadores del taller automotriz, en la aplicación de posturas ergonómicas en el desarrollo de su trabajo, para ellos es importante continuar con los talleres y capacitaciones que se le brinde al personal.
- Mejorar aspectos de la organización del tiempo en el trabajo, el cual incluye hacer pausas o tareas no repetitivas y con ello mejorar los periodos de recuperación, los cuales son importantes para evitar futuros trastornos músculos esqueléticos (TME) de los grupos musculares involucrados para poder llevar a cabo cierta acción o tarea.
- El método Ocra Check List, es más funcional para evaluar riesgos en trabajos que son más monótonos o que lleva una secuencia, como una línea de producción o un proceso más marcado.
- El departamento de salud y seguridad debe continuar la ejecución de los estudios de los puestos de trabajo y valorar si hay alguna herramienta adicional a las aquí expuestas que también puedan ayudar en la detección de los riesgos que se puedan presentar en las diferentes tareas que desarrollan los mecánicos automotrices para poder así tomar las medidas correctivas y preventivas y, así mejorar, las condiciones del personal.

- Dedicar 5 minutos en los cuales los colaboradores puedan dejar la tarea que están realizando, para poder estirar miembros superiores que se encuentran en constante tensión. Estos ejercicios podrían estar guiados y recomendados por especialistas de la mano con medicina del trabajo para poder realizarlo de la forma más efectiva sin llegar a generar otras lesiones por malos movimientos.
- Verificar el estado de las herramientas mecánicas y manuales como también de los equipos de protección personal, ya que, por el deterioro de estos equipos, el personal puede llegar a sufrir lesiones. También es importante mantener un control periódico de estos riesgos, el cual incluye estar atentos a cualquier cambio en las tareas o el ritmo de la jornada, lo cual podría implicar un cambio en las condiciones y con ello aumentar el nivel de riesgo.
- Por último, es importante, capacitar al personal sobre los principales riesgos ergonómicos a los cuales se pueden ver expuestos y las consecuencias de no tomar ciertas medidas para preservar nuestra salud en el trabajo.
- Se debe de realizar una exploración a profundidad que permita aplicar otros métodos de evaluación ergonómica que permita identificar el riesgo ergonómico desde otra perspectiva que no sea el movimiento repetitivo y levantamiento de cargas.
- Para efectos académicos se recomienda replicar esta evaluación en otro taller automotriz que no tengas las mismas características del taller automotriz del estudio con el objetivo de comparar los resultados de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Arandes, J. A. T. (2013). El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizado para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto país de origen. *Provincia*, (29), 135-173.

Arias Gallegos. (2012) *Revisión Histórica de la Salud Ocupacional y La Seguridad Industrial*. Revista Cubana de Salud y Trabajo:
<https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubsaltra/cst-2012/cst123g.pdf>

Barrantes R. (2007). Investigación: un camino al conocimiento. Un enfoque cualitativo y cuantitativo. San José. Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Boné Pina, M.J (2016). Método de evaluación ergonómica de tareas repetitivas, basado en simulación de esfuerzos con modelos humanos [Tesis de doctorado, Universidad de Zaragoza] <http://zaguan.unizar.es/record/48297>

Celín Ortega, F.A (2014). Implementación de medidas preventivas básicas e intervención ergonómica primaria, para disminuir la ocurrencia de enfermedades ocupacionales por movimientos repetitivos de mano y muñeca, en trabajadores de la línea de producción de una empresa de

perfumes [Tesis de maestría, Escuela Politécnica]

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8122>

Centro de Ergonomía Aplicada. (2018). ¿Qué impacto tiene no hacer la evaluación de riesgos por movimientos repetitivos de extremidades superiores?. Consultado el 07 de noviembre del 2020 de:
<https://www.cenea.eu/evaluacion-riesgos-movimientos-repetitivos/>

Diego-Mas, Jose Antonio. ¿Cómo evaluar un puesto de trabajo?. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015.
<http://www.ergonautas.upv.es/ergonomia/evaluacion.html>

Diego-Mas, Jose Antonio. Selección de métodos de evaluación ergonómica de puestos de trabajo. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015.
<http://www.ergonautas.upv.es/herramientas/select/select.php>

Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015.
<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación ergonómica del levantamiento de carga
Valencia, 2015. <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

Días L. (2011) La observación en la investigación, Universidad Nacional Autónoma de México facultad de psicología.
http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf

Gutiérrez, A; Cuellar, C; & Ortiz S. (2016) Trastornos musculo esqueléticos en la industria automotriz.
[https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/12744/Articulo%20TME.pdf?sequence=1#:~:text=Los%20trastornos%20musculoesquel%C3%A9ticos%20\(TME\)%20tienen,lumbar%20y%20lumbalgias%2C%20entre%20otros.](https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/12744/Articulo%20TME.pdf?sequence=1#:~:text=Los%20trastornos%20musculoesquel%C3%A9ticos%20(TME)%20tienen,lumbar%20y%20lumbalgias%2C%20entre%20otros.)

Hidalgo Pinto, G.A (2020). Gestión de riesgos ergonómicos para el personal operativo de maquinaria pesada del gobierno autónomo descentralizado de Chimborazo [Tesis de bachillerato, Universidad Nacional de Chimborazo]
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6443>

Instituto Nacional del Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. NTP 477:
Levantamiento manual de cargas: ecuación del NIOSH.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. NTP 601:
Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA
(Rapid Entire Body Assessment).

Morillas Siccha, P.A (2015). Método Evaluación ergonómica de las actividades del
fraccionamiento de alimentos en el área de almacén del programa social - la
libertad [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Trujillo]
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2852>

Peña, B. (2015). La observación como herramienta científica
https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=yDt2CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=la+observacion+cientifica+articulos&ots=OcISBFpY2d&sig=uAnuRfWqMUV_JjFdo3kz4wX7YIM#v=onepage&q&f=false

Pinto, A. (1993) Antología de Salud Ocupacional. San José. Consejo de Salud
Ocupacional.

Pinto Retamal, R. (2015). Programa de ergonomía participativa para la prevención
de trastornos musculoesqueléticos: Aplicación en una empresa del Sector
Industrial. Ciencia & trabajo, 17(53), 128-136.

Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid. (2016). Métodos de evaluación
ergonómica. Madrid: Unigraficas GPS.

William T. Singleton (2000) Naturaleza y Objetivos de la Ergonomía, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.

<https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+29.+Ergonom%C3%ADa>

Zegarra Jiménez M.M (2019). Investigación y evaluación ergonómica de las operaciones y procesos de ensamble de una empresa textil en Arequipa, Perú. Caso: Franky & Ricky S. A. [Tesis de bachillerato, Universidad Tecnológica del Perú] <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/2170>

CARTA DEL PROFESOR-TUTOR Y LECTORES AVALANDO EL ANTEPROYECTO DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Alajuela, 26 de mayo del 2021

Comisión de Trabajos de Graduación
Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente, Sede Central
Universidad Técnica Nacional

Estimados señores:

Por este medio nosotros los firmantes aceptamos ser participantes en el Trabajo Final de Graduación denominado: **Programa Integral de Ergonomía para Trabajadores de un Taller Automotriz**, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente, y consecuentemente, sus deberes y funciones con respecto a este proceso, según las funciones indicadas en la normativa aplicable, para ello declaro que cuento con el nivel mínimo de Licenciatura y comprobada afinidad con la temática.

Profesor Tutor

Nombre completo del docente	Número de Cédula
Luis Gustavo González Vargas	2 0607 0123

Profesores Lectores

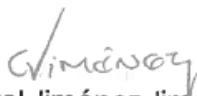
Nombre completo del docente	Número de Cédula
Grettel Jiménez Jiménez	1 1172 0361
Erick Méndez Rodríguez	2 0574 0422

Atentamente,

LUIS GUSTAVO
GONZALEZ
VARGAS (FIRMA)

Firmado digitalmente por
LUIS GUSTAVO GONZALEZ
VARGAS (FIRMA)
Fecha: 2021.05.26 15:10:31
-06'00'

Luis Gustavo González Vargas
Profesor Tutor


Grettel Jiménez Jiménez
Profesor Lector

Erick
Méndez
Rodríguez

Firmado digitalmente por
Erick Méndez
Rodríguez
Fecha: 2021.05.26
16:10:07 -06'00'

Erick Méndez Rodríguez
Profesor Lector

CARTA DE ACEPTACIÓN PARA REALIZAR EL PROYECTO DE GRADUACIÓN POR PARTE DE LA EMPRESA



San José, 20 de abril de 2021

Señores
Comité Evaluador Trabajos Finales de Graduación
Universidad Técnica Nacional, Sede Central.

Por este medio, yo Allan Mairena Chavarria, cédula 800850064 en calidad de Jefe de Recursos Humanos de la empresa Honda FACO, hago de su conocimiento que hemos aprobado la realización del trabajo: *Evaluación Ergonómica Integral para Trabajadores de un Taller Automotriz* en nuestra compañía, proyecto que realizarán los estudiantes Andrés González Chaves, cédula 1 1301 0820; Natalia Quirós Barquero, cédula 1 1625 0479 y José Sequeira Chaves, cédula 1 1363 0908; como parte de los requisitos de graduación de la carrera de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente.

Saludos cordiales,

Allan Mairena Chavarria
Jefe de RRHH

Fecha: _____

OFICIO ISOA-046-2021 RESPUESTA ANTEPROYECTO DE TFG



Sede Central

Carrera de Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente

18 de febrero, 2021
ISOA-046-2021

CARLOS
ANTONIO
MORA
SANCHEZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
CARLOS ANTONIO
MORA SANCHEZ
(FIRMA)
Fecha: 2021.02.23
10:23:38 -06'00'

Señor (a)
González Chaves Andrés Gerardo
Quirós Barquero Natalia María
Sequeira Chaves José

Estimado (a) señor (a):

Reciban un cordial saludo de parte de la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Carrera de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente.

Por este medio se comunica que la Comisión de Trabajos Finales de Graduación, el pasado 15 de febrero, 2021, según lo indicado en la Normativa Universitaria vigente estableció:

1. Aprobar el tema que se presenta, sin embargo, se debe delimitar su alcance, se nombra como tutor al señor Luis Gustavo Vargas González y como lectores a los señores Erick Méndez Rodríguez y Grettel Jiménez Jiménez.
2. El Anteproyecto debe de cumplir en todos sus extremos con las Normas APA Sexta Edición, según lo establecido por la normativa Universitaria, lo anterior para el establecimiento de márgenes y formato del documento, puntuación y abreviaciones, tamaños de letra, construcción de tablas y figuras, citación de referencias, bibliografía entre otros. Por ello el anteproyecto en su totalidad debe de cumplir con las normas APA Sexta Edición.
3. La Modalidad del TFG es de Proyecto de Graduación, que consiste en un proyecto aplicado en una empresa, organización o institución, y el trabajo debe de basarse en un estudio que permita elaborar un plan de acción para el abordaje de una problemática, que incluye el diagnóstico, la identificación de las oportunidades de mejora, la determinación de medios válidos para resolver el planteamiento y las estrategias de intervención en contextos determinados.
4. Recordar que el Reglamento de Trabajos Finales de Graduación, Aprobado por el Consejo Universitario, establece los lineamientos generales para todos los Trabajos Finales de Graduación (TFG) y se encuentra disponible para su consulta en <https://www.utn.ac.cr/sites/default/files/attachments/Reglamento%20Trabajos%20Finales%20de%20Graduacio%CC%81n%2020-10-2020%20%283%29.pdf>

Atentamente,

Carlos Mora Sánchez
Director de Carrera

Copia: Comisión de Trabajos Finales de Graduación ISOA.

OFICIO ISOA-105-2021 APROBACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE TFG



Sede Central

Carrera de Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente

06 de mayo, 2021
ISOA-105-2021

Señor (a)
González Chaves Andrés Gerardo
Quirós Barquero Natalia María
Sequeira Chaves José

CARLOS
ANTONIO MORA
SANCHEZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por CARLOS
ANTONIO MORA
SANCHEZ (FIRMA)
Fecha: 2021.05.06
15:23:23 -06'00'

Estimados (a) estudiantes:

Reciban un cordial saludo de parte de la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Carrera de Licenciatura en Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente, por este medio se comunica que la Comisión de Trabajos Finales de Graduación, el pasado 28 de abril de 2021, según lo indicado en la Normativa Universitaria vigente estableció:

1. Aprobar con observaciones el anteproyecto y ratificar como tutor al señor Luis Gustavo Vargas González y como lectores a los señores Erick Méndez Rodríguez y Grettel Jiménez Jiménez, dada la condición de aprobación del anteproyecto este debe de ser revisado integralmente con tutor y lectores, para ello conforme al Reglamento tienen un plazo de 15 días hábiles, en caso de no realizar las observaciones requeridas su anteproyecto será rechazado y deberán generar un nuevo planteamiento.
2. El Anteproyecto debe de cumplir en todos sus extremos con las Normas APA Sexta Edición, según lo establecido por la normativa Universitaria, lo anterior para el establecimiento de márgenes y formato del documento, puntuación y abreviaciones, tamaños de letra, construcción de tablas y figuras, citación de referencias, bibliografía entre otros.
3. La Modalidad del TFG es de Proyecto de Graduación, que consiste en un proyecto aplicado en una empresa, organización o institución, y el trabajo debe de basarse en un estudio que permita elaborar un plan de acción para el abordaje de una problemática, que incluye el diagnóstico, la identificación de las oportunidades de mejora, la determinación de medios válidos para resolver el planteamiento y las estrategias de intervención en contextos determinados.
4. Recordar que el Reglamento de Trabajos Finales de Graduación, establece los lineamientos generales para todos los Trabajos Finales de Graduación (TFG) que realizan los estudiantes de la Universidad Técnica Nacional (UTN) para optar por el grado académico de licenciatura, lo dispuesto en esta normativa es de carácter obligatorio para todos los actores del proceso.
5. Como parte de los elementos que deben de revisar y fortalecer se encuentra: Título: se debe de revisar conforme a la modalidad de TFG por desarrollar, además el programa de conservación de salud no se limita a aspectos ergonómicos por lo tanto se debe de plantear lo que efectivamente se pretende desarrollar en el proyecto, el cálculo de incidencia según lo descrito no procede, ya que técnicamente se hace referencia a prevalencia, por ello se deben de realizar los ajustes necesarios en el Marco Teórico y Metodología.
6. Finalmente, el anteproyecto debe de ser enviado nuevamente a la Comisión de Trabajos Finales de Graduación con la aprobación de tutor y lectores en el formato establecido para verificar su cumplimiento, incluyendo la carta de aprobación de tutor y lectores.

Atentamente,

Carlos Mora Sánchez
Director de Carrera

Copia: Comisión de Trabajos Finales de Graduación ISOA.