

Revista Científica y Tecnológica UPSE

Riesgo ergonómico por levantamiento de cargas: Caso de estudio “Talleres de mantenimiento vehicular de maquinaria pesada”



Ergonomic risk associated to lifting loads: Case study “Vehicle maintenance workshops for heavy machinery”

Luis Morales Perrazo^{1*}, Marlon Ramón Díaz¹, Santiago Collantes Vaca¹, Darwin Aldás Salazar¹

¹Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Resumen

*El sobreesfuerzo por actividades en las que existe manipulación manual de cargas es una de las principales causas para la aparición de afectaciones músculo-esqueléticas. La presente investigación tiene por objetivo la evaluación ergonómica de actividades de manejo y transporte de cargas en trabajadores de mantenimiento vehicular pesado. La valoración del riesgo se la realiza con los métodos UNE-EN-1005-2 y Manual Handling Assessment Charts (MAC), la capacidad física de trabajo se establece a través de la prueba escalonada de Manero, mientras que la sintomatología músculo-esquelética se analiza mediante una versión adaptada del cuestionario Nórdico de Kuorinka. Los resultados de la valoración indican que el 30,4% de las actividades tienen un riesgo inaceptable de nivel alto que puede afectar negativamente la zona lumbar, el método MAC establece que el 18,75% de las actividades presentan un riesgo alto de daño a la integridad física de los trabajadores, en cuanto a la prueba escalonada, el 100% del personal estudiado posee una capacidad física de trabajo (CFT) alta para su edad (>45 ml/Kg*min). Las regiones corporales de los trabajadores que más impactos negativos presentan son en la zona lumbar, rodillas y en menor medida en las extremidades superiores.*

Palabras clave:

Manipulación manual de cargas
Sintomatología músculo-esquelética
MAC
Test Nórdico

Abstract

*Overexertion due to activities in which there is manual handling of loads is one of the main causes for the appearance of musculoskeletal disorders. The objective of this research is the ergonomic evaluation of handling and transporting loads in heavy vehicle maintenance workers. The risk assessment is made using the UNE-EN-1005-2 and Manual Handling Assessment Charts (MAC) methods, the physical capacity of work is established using Manero's step test, whereas that the musculoskeletal symptomatology is analyzed by an adapted version of the Kuorinka Nordic questionnaire. The results of the assessment indicate that 30.4% of the activities have an unacceptable high-level risk that can negatively affect the lower back, the MAC method establishes that 18.75% of the activities present a high risk of damage to the physical integrity of the workers, regarding to the step test, 100% of the personnel studied have a physical work capacity (FWC) high for their age (> 45 ml / kg * min). The body regions of the workers that have the most negative impacts are the lower back, knees and with lesser effect in the upper extremities..*

Keywords:

Manual handling of loads
Musculoskeletal symptomatology
MAC
Nordic Musculoskeletal questionnaire

Recibido: 5 mayo de 2018

Aceptado: 12 de abril de 2019

Forma de citar: Morales, L., Díaz, M., Collantes, S., Aldás, D. (2019). Riesgo ergonómico por levantamiento de cargas: Caso de estudio “Talleres de mantenimiento vehicular de maquinaria pesada”. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 6 (1), 17-26. DOI10.26423/rctu.v6i1.328.

* Autor para correspondencia. luisamorales@uta.edu.ec

1. Introducción

Los trastornos músculo- esqueléticos (TME) se encuentran entre los problemas más importantes de salud en el trabajo (Pun, Ms, Manjourides, & Scd, 2017), tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo (Guo, Chang, Yeh, Chen, & Guo, 2004). Los estudios epidemiológicos realizados en diversos países muestran que los TME se presentan en diversas actividades humanas y en todos los sectores económicos (Shojaei, Vazirian, Croft, Nussbaum, & Bazrgari, 2016), además esta problemática implica un inmenso costo para la sociedad (Karimi, Moghimbeigi, Motamedzade, & Roshanaei, 2016).

Los TME incluyen un grupo de condiciones médicas que involucran a los nervios, tendones, músculos y estructuras de soporte del aparato locomotor (Mosaly, 2016), son reconocidas como una causa importante de ausentismo e incapacidad entre muchas poblaciones laborales (Rojas, Gimeno, Vargas-prada, & Benavides, 2015). Estas afectaciones están asociadas a determinados factores de trabajo de tipo físico presentes en muchas tareas como: repetitividad (Shankar, Naveen Kumar, Mohankumar, & Jayaraman, 2017), desarrollo de fuerzas (Smith & Gallagher, 2015), posturas (Tee et al., 2017), exposición a vibraciones (Xu et al., 2017), levantamiento de cargas (Tafazzol, Aref, Mardani, Haddad, & Parnianpour, 2016), entre otros y presentan un carácter acumulativo que pueden ocasionar síntomas severos y debilitantes tales como dolor, entumecimiento, parestesia y molestia, en una o varias regiones corporales (Kearney, Allen, Balaney, & Barry, 2016), así como pérdida de tiempo en el trabajo, incapacidad temporal o permanente, dificultad para realizar tareas laborales e incremento en los costos de compensación (Bellorín, Sirit, Rincón, & Amortegui, 2007).

El sobreesfuerzo causado por manipular objetos pesados asociado a la adopción de posturas incómodas o forzadas, es un factor predisponente para la aparición de lesiones músculo - esqueléticas (E. A. Kim & Nakata, 2014). La manipulación manual de cargas ocasiona frecuentes y variadas enfermedades y accidentes de origen laboral (Gooyers, Beach, Frost, Howarth, & Callaghan, 2018), las más frecuentes son entre otras: contusiones, cortes, heridas, fracturas y sobre todo lesiones músculo-esqueléticas (Tafazzol et al., 2016) (Astuti, Susmartini, & Kinanthi, 2017), que se pueden producir en cualquier zona del cuerpo, pero son más sensibles los miembros superiores, y la espalda, en especial en la zona dorsolumbar (Adeyemi, Adejuyigbe, Ismaila, & Dekoya, 2015).

Varios estudios son consistentes en demostrar que el dolor lumbar se presenta más comúnmente en trabajo relacionado con manejo manual de cargas (Astuti et al., 2017) (Madinei & Ning, 2017) (Silvetti et al., 2015),

especialmente cuando estas se toman del piso o exigen movimientos bruscos del tronco (H. K. Kim & Zhang, 2017), además al realizar tareas repetidas físicamente agotadoras con trabajo muscular dinámico pesado e inclinaciones o giros de la espalda (A. Plamondon, Larivière, Denis, Mecheri, & Nastasia, 2017) (André Plamondon, Denis, Delisle, Larivière, & Salazar, 2010). La naturaleza del trabajo de mantenimiento automotriz de maquinaria pesada, involucra en muchas de sus actividades manipular manualmente cargas en tareas de levantamiento y transporte de componentes mecánicos, lubricantes, entre otros sobre todo cuando no se los realiza en un lugar determinado sino en campo.

La respuesta física de los trabajadores al realizar actividades de manipulación manual de cargas se suma a la problemática en mención (Ariza & Javier Idrovo, 2005), ya que no todas las personas (hombres o mujeres) pueden desarrollar actividades que van más allá de su límite energético (Márquez, Díaz, & Tejada, 2011), situación que se complica con el pasar de los años ya que las personas tienden a disminuir su capacidad física de trabajo (CFT) (Lamb & Keene, 2017); es así que teniendo como fundamento varios estudios, se ha sugerido que aproximadamente el 33 % de la capacidad aeróbica máxima (VO₂max) de un individuo sea la carga de trabajo físico aceptable para una jornada laboral de ocho horas (Ariza & Javier Idrovo, 2005).

La limitada investigación realizada en actividades de mantenimiento vehicular de maquinaria pesada, hace que exista muy poca información acerca de valoraciones ergonómicas por levantamiento de cargas y de la aparición de sintomatología músculo - esquelética derivada de esta situación. En un intento de abordar esta problemática, la presente investigación busca evaluar los niveles de riesgo a través de la metodología Manual Handling Assessment Charts (MAC), UNE EN 1005-2, también determinar la respuesta física de los trabajadores a través de la Nota Técnica de Prevención española 177 y la prueba escalonada de Manero; y finalmente determinar los síntomas músculo - esqueléticos en los trabajadores dedicados a este tipo de actividades.

2. Materiales y métodos

2.1 Diseño del estudio

Se realizó un estudio de corte transversal cuali-cuantitativo en las instalaciones de mantenimiento del Consejo Provincial de Tungurahua. El tipo de muestreo es intencionado o de conveniencia en función de que se evalúan todos los puestos de trabajo que pertenecen al área de mantenimiento de maquinaria pesada, en donde varias de las actividades se ejecutan de manera manual por tiempos prolongados en jornadas de trabajo de 8 horas.

2.2 Participantes

Se contó con la participación de 10 trabajadores varones con un promedio de edad de 37 años, que ejecutan tareas de mantenimiento vehicular y equipo caminero, la selección de estas personas para la participación en el estudio fue bajo los siguientes criterios de elegibilidad: jornada de trabajo (8 horas) y tiempo de experiencia (mayor a 1 año) sobre la base que las enfermedades profesionales pueden aparecer después de 6 meses de permanecer en un lugar de trabajo (IESS, 2015). Los participantes con algún problema muscular o esquelético contraído fuera de sus labores fueron excluidos del estudio con el fin de evitar la confusión en la determinación de sintomatología de dolor debido a otras condiciones médicas.

2.3 Técnicas y herramientas utilizadas

A continuación, se detallan las técnicas usadas en la evaluación de riesgo ergonómico por levantamiento de cargas y determinación de sintomatología músculo-esquelética.

2.3.1 Cuestionario Nórdico de Kuorinka

Este cuestionario recopila información sobre sintomatología músculo-esquelética como: dolor, fatiga o disconfort en distintas zonas corporales; estudia 9 regiones anatómicas del cuerpo que son cuello, hombro, columna dorsal, columna lumbar, cadera, codo, mano/muñeca, rodilla, tobillo/pie con fines epidemiológicos, más no clínicos; comprende de 2 secciones, la primera se aplica un cuestionario general para identificar las áreas del cuerpo presenten molestias en función del tiempo (en los últimos 7 días, 12 meses, etc), en la segunda sección se describen preguntas adicionales, relacionadas con atención médica, rehabilitación, ausentismo en su trabajo y medicación tomada para controlar los síntomas músculo-esqueléticos (Kuorinka et al., 1987).

2.3.2 UNE EN 1005-2

Esta norma europea es aplicable al manejo manual de las máquinas y sus componentes, así como de los objetos procesados por ellas (consumos/productos), de peso igual o superior a 3 Kg, que deban ser transportados a distancias inferiores a los 2 m. La norma suministra datos para el diseño ergonómico y la evaluación de riesgos en relación a la elevación, el descenso y el traslado de cargas durante el montaje, transporte y puesta en servicio (montaje, instalación, ajuste), operación, detección de averías, mantenimiento, preparación, entrenamiento, cambios de proceso y retirada del servicio, eliminación y desmantelamiento de las máquinas, adicionalmente puede tener aplicaciones domésticas. El método permite

establecer cinco diferentes niveles de riesgo, siendo el nivel 1 un riesgo bajo o tolerable, el nivel 2 un riesgo significativo o moderado, el nivel 3 un riesgo inaceptable bajo, el nivel 4 un riesgo inaceptable medio y el nivel 5 un riesgo inaceptable alto (AENOR, 2009).

2.3.3 MAC (Manual Handling Assessment Charts)

Método basado en estudios biomecánicos, psicofísicos y factores del entorno físico que utiliza una escala cuantitativa para medir el riesgo y un código de colores para calificar cada factor. Permite la evaluación de tarea de levantamiento y descenso de cargas ejecutadas por una sola persona, la evaluación de tareas de transporte (caminar con carga) y evaluación de tareas de levantamiento y descenso de carga ejecutadas por un equipo (más de una persona). El método permite establecer cuatro niveles de riesgo los cuales son: Nivel 1 o riesgo bajo o tolerable, nivel 2 o riesgo significativo o moderado, nivel 3 o riesgo alto y nivel 4 o riesgo muy alto (Kuijjer et al., 2014).

2.3.4 NTP 177. Carga física de trabajo

Determina los límites de consumo energético según el tipo de trabajo, el mismo que puede ser ligero, medio o pesado, a través del análisis de las exigencias físicas de una tarea mediante el uso de tablas en las que se dispone por separado de información sobre posturas, desplazamientos, esfuerzos musculares y manipulación de cargas, de forma que la suma del gasto energético que suponen esos componentes, que en conjunto integran la actividad, es el consumo metabólico de esa actividad (Chavarría, 1984).

2.3.5 Test de Manero

Método indirecto para conocer la capacidad física de trabajo (CFT) en una prueba escalonada. Se basa en la aplicación de tres cargas físicas escalonadas en un banco a un ritmo de subida y bajada específico y con el control de la frecuencia cardíaca (FC) como indicador de esfuerzo (Manero Adfert & Armisen Penichetz José Manero Torre, 1986). En base a esta prueba se determina la clasificación de CFT del personal que puede ser baja (< 35 ml/Kg*min), normal (30 – 45 ml/Kg*min) y alta (> 45 ml/Kg*min); también se establece su clasificación energética: ligera (<150 Kcal/h), moderada (150-250 Kcal/h), pesada (251 – 350 Kcal/h) y muy pesada (>350 Kcal/h) valores referenciales para población masculina (Manero Alfert, Valera, & Salazar, 2010).

2.4 Recolección y análisis de datos

Los datos fueron procesados con hoja de cálculo Excel de office 365, para lo cual se tabularon datos demográficos y características laborales de la población estudiada; en cuanto a resultados de la evaluación MAC, UNE EN 1005-2 y respuestas del cuestionario Nórdico de Kuorinka, se aplicaron análisis estadísticos para establecer frecuencias en los diferentes niveles de riesgo según los métodos utilizados, como también en la sintomatología músculo-esquelética reportada por los trabajadores encuestados.

3 Resultados y discusión

3.1 Resultados de la encuesta

La figura 1 y 2, muestra los resultados obtenidos con la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka sobre la sintomatología músculo-esquelética que presentan los 10 trabajadores evaluados en los talleres de mantenimiento del Gobierno Provincial de Tungurahua.

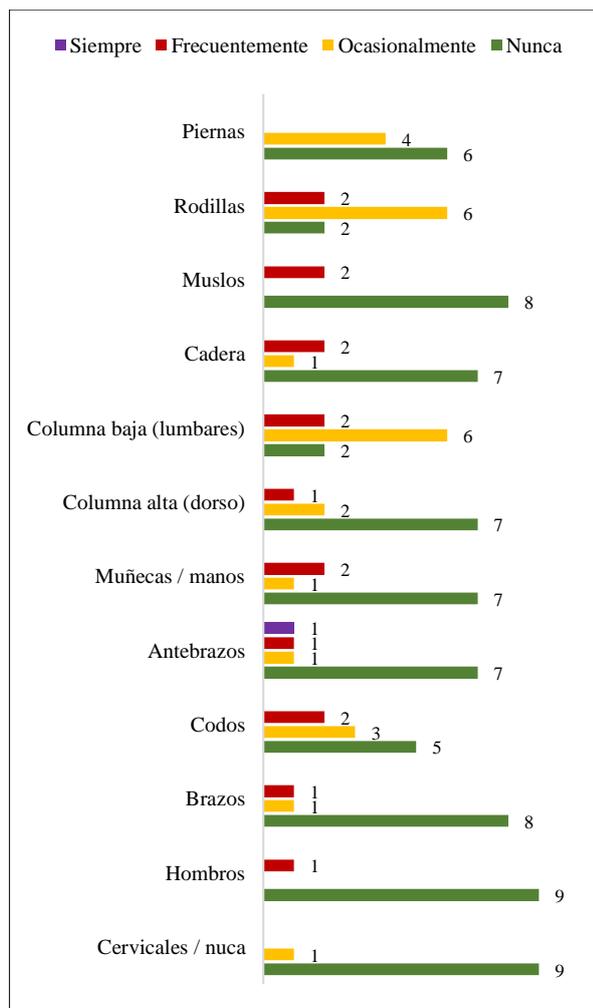


Figura 1. Manifestación de molestias músculo-esqueléticas en los últimos 12 meses

De los 10 trabajadores encuestados, todos han presentado molestias o dolencias ocasionales en alguna parte de su cuerpo dentro de un intervalo de 12 meses, se identifica que las afectaciones más comunes se encuentran en la columna baja o zona lumbar ya que 8 personas han indicado sentir molestias de manera ocasional o frecuente al desarrollar sus actividades laborales, estos resultados concuerdan con otras investigaciones referentes a levantamiento de cargas en diferentes trabajos (Mohd Nasrull Abdol Rahman & Zuhaidi, 2017) (Asgari, Sanjari, & Esteki, 2017) (H. K. Kim & Zhang, 2017)(Muslim & Nussbaum, 2017); 8 trabajadores indicaron sufrir molestias las rodillas que es otra zona vulnerable ya que las cargas elevadas pueden dañar su funcionamiento comprometiendo su morfología (Bonnell, Mabit, & Tourné, 2016); 4 trabajadores presentan afectaciones en sus pies que al igual que las rodillas las articulaciones sufren con situaciones de soportar el peso de la persona y el peso de cargas en manipulación (Laffenêtre, Golano, Vega, & Vernois, 2016) y 5 personas mostraron sentir malestar en sus codos, esto debido a la manipulación y agarre de las cargas a transportar, los TME pueden ocurrir en los ligamentos de soporte y la cápsula de las articulaciones humeroulnar, húmeroradial y radiocubital proximal del codo, también pueden afectar los tendones y los músculos que rodean el codo, el antebrazo, la muñeca y la mano (Sutton et al., 2016).

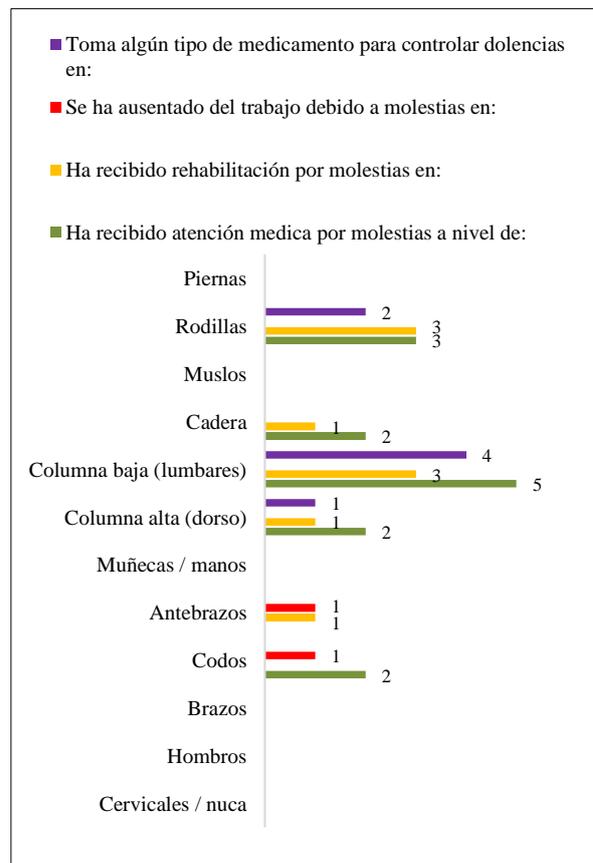


Figura 2. Atención y tratamientos médicos por sintomatología músculo-esquelética

La figura 2, indica que la mayoría de los trabajadores han recibido atención médica y rehabilitación a causa de síntomas y molestias a nivel de la zona lumbar, dorso, rodillas, caderas y codos, sin embargo, no se registra ausentismo laboral en los talleres, lo que implica que no hay casos de enfermedad profesional reportada debido fundamentalmente a que la población es joven y se recupera; esta situación puede traer implicaciones futuras ya que la población al avanzar en años pierde esta capacidad y pueden manifestarse TME (Algarni, Gross, Senthilselvan, & Battié, 2015).

3.2 Resultados método UNE EN 1005-2

Se analizó un total de 23 actividades de carga y descarga manual de objetos pertenecientes a 10 procesos de mantenimiento distribuidos en el área de electricidad automotriz, soldadura y torno, reparación de equipo caminero y mecánica automotriz. La figura 3, muestra el nivel de riesgo de las actividades que se desarrollan en los talleres.

De las 23 actividades analizadas, 3 representan un riesgo bajo o tolerable, es decir, se puede ignorar alguna acción correctiva ya que los trabajadores pueden efectuar la tarea sin peligro; 7 actividades suponen un riesgo inaceptable de nivel bajo que implica que es necesario un rediseño de la tarea con la adopción de ayudas mecánicas para el levantamiento de objetos y técnicas adecuadas de manipulación de cargas con el fin de reducir el impacto a las zonas más vulnerables del cuerpo (en este caso la zona lumbar) (Kuijjer et al., 2014); 6 actividades suponen un riesgo inaceptable de nivel medio, implica que la tarea puede ocasionar problemas de sobreesfuerzo a la mayoría de obreros involucrados por lo que se deben tomar medidas dentro de un futuro cercano, tales como un rediseño de la tarea o de la carga, ya sea en su peso, geometría o elementos de agarre de acuerdo a los factores de riesgo más importantes que fueron encontrados y difundir la aplicación de técnicas adecuadas de manipulación de cargas (Márquez Gómez & Márquez Robledo, 2015); finalmente 7 actividades presentan un riesgo inaceptable de nivel alto lo cual indica que las condiciones de trabajo en cuanto a levantamiento de cargas son alarmantes, principalmente por la técnica adoptada al manipular cargas y la masa excesiva de los objetos manipulados (>25 Kg), esta situación genera afectación a la zona lumbar, extremidades superiores e inferiores como lo establecido en otras investigaciones referentes a levantamiento de cargas (Shankar et al., 2017)(Kearney et al., 2016) (Argubi-Wollesen, Wollesen, Leitner, & Mattes, 2017), por lo que es necesario un rediseño, reducción de la carga o la adopción de medidas, técnicas adecuadas o equipos para el manejo mecánico que faciliten el desarrollo de la tarea de manera inmediata y prioritaria.

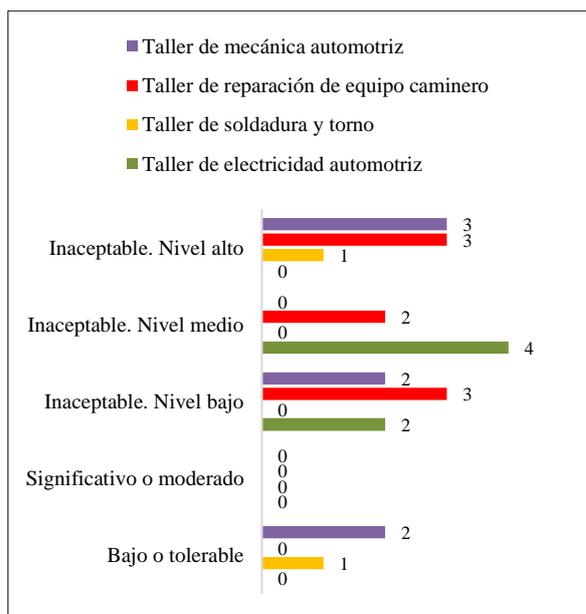


Figura 3. Nivel de riesgo de manipulación de cargas por el método UNE EN 1005-2

3.3 Resultados método MAC

Mediante este método se analizó un total de 16 actividades de transporte manual de objetos pertenecientes a 10 procesos de mantenimiento distribuidos en el área de electricidad automotriz, soldadura y torno, reparación de equipo caminero y mecánica automotriz. La figura 4, muestra el nivel de riesgo de las actividades que se desarrollan en los talleres del gobierno provincial de Tungurahua.

De las 16 actividades que fueron analizadas en los talleres, 4 se encuentra en la categoría de acción 1, es decir, no requiere de acciones correctivas ya que el desarrollo de estas tareas no suponen un riesgo para los trabajadores ya que los transportes son muy poco frecuentes y los objetos tienen masas menores a los 10 Kg (Hernan & Paola, 2012); 7 actividades poseen una categoría de acción 2 que indica riesgo moderado, por lo cual esas actividades deberán ser estudiadas con más detalle para establecer si se deben implantar medidas correctivas sobre todo en el tiempo de exposición del trabajador (Dormohammadi & Amjad, 2017), y finalmente 3 actividades se encuentran en la categoría de acción 3, que implica una posibilidad alta de que los trabajadores sufran lesión de espalda (Valero, Sivanathan, Bosché, & Abdel-Wahab, 2016), por lo cual es necesario la aplicación de medidas correctivas como el rediseño de la forma de ejecutar la tarea debido a las largas distancias de recorrido, adoptando técnicas adecuadas para el transporte de objetos por parte de los trabajadores (A. Rahman, Palaneeswaran, Kulkarni, & Zou, 2015).

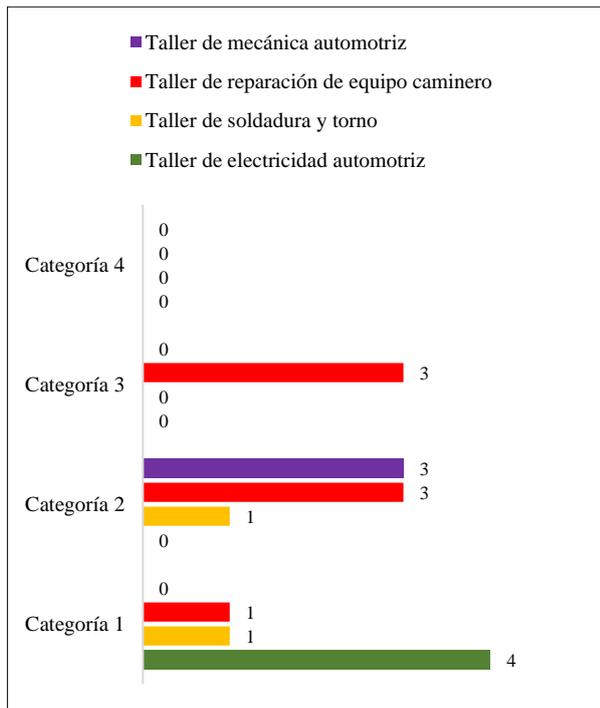


Figura 4. Nivel de riesgo por transporte manual de cargas según el método MAC

3.4 Resultados guía NTP 177

La tabla 1, establece la demanda física determinada con las NTP 177 que los trabajadores están sometidos en las actividades de manejo y transporte manual de cargas de cada proceso analizado en los talleres de mantenimiento de maquinaria pesada.

Tabla 1. Consumo metabólico de trabajadores

Tarea	Tiempo estándar (min)	Consumo metabólico medio en kcal/min	Demanda física
Mantenimiento de motor de arranque de equipo caminero	185,52	2,6571	Trabajo ligero
Mantenimiento de batería de vehículos	225,49	1,4183	Trabajo ligero
Reparación de partes mecánicas de equipo caminero (cambio de puerta de volquete)	414,38	3,1316	Trabajo ligero
Cambio de aceite del motor y filtros	37,141	2,5717	Trabajo ligero
Cambio de uñas y porta uñas de equipo caminero	35,39	2,9996	Trabajo ligero
Cambio de partes varias de equipo caminero en frentes	42,578	5,6022	Trabajo pesado
Cambio de partes varias de equipo caminero en talleres	382,28	3,6119	Trabajo medio
Revisión del sistema de frenos de vehículo liviano	39,05	3,2876	Trabajo ligero
Cambio de aceite del motor de volquete	52,29	2,6119	Trabajo ligero
Cambio de freno de un volquete	230,28	3,5062	Trabajo medio

De los 10 procesos en los que se determinó el consumo metabólico, 7 procesos representan un trabajo ligero pues el consumo metabólico no sobrepasa las 3,33 kcal/min, por lo que no existe una sobrecarga muscular por trabajo estático, dinámico o una combinación de ambos (Manero Alfert, Armisen Penichet, & Manero Torres, 1986); 2 procesos se catalogan como trabajo medio pues representan un gasto por encima de las 3,33 kcal/min y por debajo de las 4,166 kcal/min, esto se debe a que las tareas que demandan un mayor trabajo muscular se desarrollan con más frecuencia, sin embargo el trabajador puede recuperarse rápidamente con un tiempo de descanso corto (Ariza & Javier Idrovo, 2005); finalmente solo 1 proceso se relaciona como trabajo pesado ya que implican un consumo metabólico superior a las 4,166 kcal/min, pues sus actividades exigen utilizar grupos musculares grandes con posturas forzadas o incómodas y requieren de más tiempo para la recuperación (Manero Alfert et al., 2010), esta situación generalmente implica enfermedades profesionales relacionados con el levantamiento de pesos y las sobrecargas repentinas como ocurre en el sector de la construcción (Moberg, Lunde, Koch, Tveter, & Veiersted, 2017).

3.5 Resultados prueba escalonada (Test de Manero)

Esta prueba se utilizó para determinar la CFT, así como su clasificación energética. La Figura 5, muestra la clasificación física de trabajo del personal evaluado, mientras que la Figura 6, indica su clasificación energética.

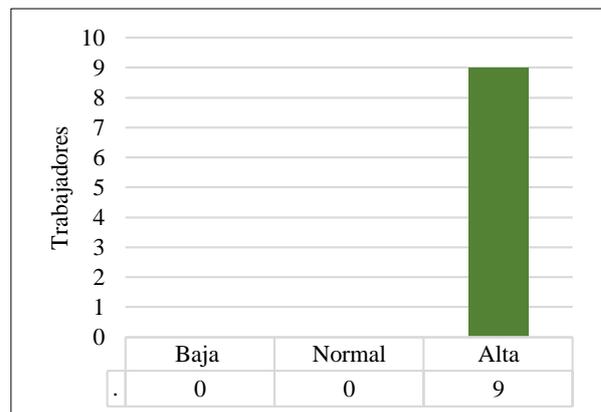


Figura 5. Capacidad física de trabajo (CFT) del personal evaluado en los talleres del Gobierno Provincial de Tungurahua

De la Figura 5, se observa que todo el personal de los talleres posee una CFT alta (>45 ml/Kg*min), lo cual les facilita el desarrollo de actividades que demandan gastos energéticos considerables en relación a personas con una clasificación normal o baja, ya que el cuerpo se adapta a la carga y se recupera de mejor manera de los síntomas de cansancio o fatiga después

de haber finalizado la tarea (Manero Adferti & Armisen Penichetz José Manero Torre, 1986).

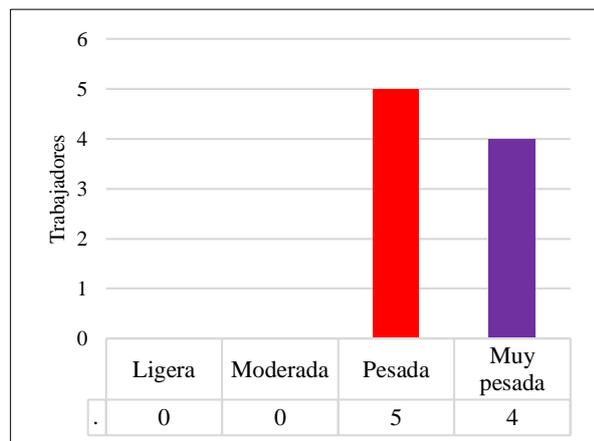


Figura 6. Clasificación energética de los obreros en los talleres del Gobierno Provincial de Tungurahua

Del personal estudiado, 5 se encuentran capacitados físicamente para desempeñar actividades y tareas pesadas, mientras que 4 trabajadores son aptos para desarrollar actividades muy pesadas con demandas energéticas mayores, sin embargo aunque un trabajador pueda generar la energía necesaria para desarrollar una tarea pesada o muy pesada, no se lo puede someter a tareas con levantamiento de cargas elevadas y tiempos de exposición altos, ya que como consecuencia de ello no podrá mantener un estado de equilibrio para su organismo y con consecuencia de ello queda expuesto a sufrir un TME (M.N.A. Rahman, Zakaria, Masood, Adzila, & Nasir, 2016) (Valero et al., 2016)(Pun et al., 2017).

4 Conclusiones

Los trabajadores del taller de mantenimiento automotriz que realizan actividades manuales de transporte y levantamiento de cargas presentan dolencias en la mayoría de los segmentos corporales, fundamentalmente en articulaciones de rodillas, codos y columna; problemática derivada de malas técnicas de manipulación de carga, objetos con masas superiores a los 23 Kg y a la ausencia de equipos mecánicos que faciliten el trabajo.

El área que presenta mayor cantidad de actividades con un nivel de riesgo alto según el método MAC es el taller de reparación de equipo caminero con 3 tareas, donde los factores más agravantes son la carga asimétrica sobre la espalda, la distancia existente entre manos y espalda del trabajador, el mal agarre o acoplamiento mano objeto y en menor medida las condiciones de la superficie de circulación y si el mantenimiento automotriz lo hacen fuera de las instalaciones del taller.

El 100% del personal posee una capacidad física de trabajo alta ya que superan los 45 ml/Kg*min

considerados en el test de Manero para esta clasificación, es decir, son aptos para desarrollar actividades de tipo pesado, de este porcentaje solamente el 44% es capaz de desarrollar actividades de tipo muy pesado con demandas energéticas mayores gracias a sus características individuales y al efecto de entrenamiento al que han estado expuestos al ejecutar procesos catalogados en el rango de trabajo medio y pesado, además todos los obreros son aptos para realizar tareas que exijan un consumo de energía menor o igual a 5 Kcal/min en la jornada laboral.

5 Agradecimientos

Al Gobierno Provincial de Tungurahua, por facilitar las instalaciones de sus talleres de mantenimiento de maquinaria pesada sin los cuales no se hubiera logrado llevar a cabo este estudio.

Referencias

1. Adeyemi, H. O., Adejuyigbe, S. B., Ismaila, S. O., & Dekoya, A. F. . (2015). Low back pain assessment application for construction workers.
2. AENOR. (2009). español la. *ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN*, 2, 5–7.
3. Algarni, F. S., Gross, D. P., Senthilselvan, A., & Battié, M. C. (2015). Ageing workers with work-related musculoskeletal injuries. *Occupational Medicine*, 65(3), 229–237. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqu213>
4. Argubi-Wollesen, A., Wollesen, B., Leitner, M., & Mattes, K. (2017). Human Body Mechanics of Pushing and Pulling: Analyzing the Factors of Task-related Strain on the Musculoskeletal System. *Safety and Health at Work*, 8(1), 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2016.07.003>
5. Ariza, L. E., & Javier Idrovo, Á. (2005). Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable en trabajadores de un supermercado en Cali, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 7(2), 145–156. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642005000200003>
6. Asgari, N., Sanjari, M. A., & Esteki, A. (2017). Local dynamic stability of the spine and its coordinated lower joints during repetitive Lifting: Effects of fatigue and chronic low back pain. *Human Movement Science*, 54(June), 339–346. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.06.007>
7. Astuti, R. D., Susmartini, S., & Kinanthi, A. P.

- (2017). Improving the work position of worker based on manual material handling in rice mill industry. *AIP Conference Proceedings*, 1902. <https://doi.org/10.1063/1.5010660>
8. Bellorín, M., Sirit, Y., Rincón, C., & Amortegui, M. (2007). Síntomas Músculo Esqueléticos en Trabajadores de una Empresa de Construcción Civil. *Salud de Los Trabajadores*, 15(2), 89–98.
 9. Bonnel, F., Mabit, C., & Tourné, Y. (2016). Anatomía y biomecánica de la articulación talocrural. *EMC - Podología*, 18(2), 1–15. [https://doi.org/10.1016/S1762-827X\(16\)77502-X](https://doi.org/10.1016/S1762-827X(16)77502-X)
 10. Chavarría, R. (1984). NTP 177: la carga física de trabajo: definición y evaluación. *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España*, 1–4. <https://doi.org/211-87-011-8>
 11. Dormohammadi, A., & Amjad, H. (2017). Ergonomics Intervene ?on in a Tile Industry: A Case of Manual Material Handling, 12(2), 1–9.
 12. Gooyers, C. E., Beach, T. A. C., Frost, D. M., Howarth, S. J., & Callaghan, J. P. (2018). Identifying interactive effects of task demands in lifting on estimates of in vivo low back joint loads. *Applied Ergonomics*, 67(August 2017), 203–210. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.10.005>
 13. Guo, H. R., Chang, Y. C., Yeh, W. Y., Chen, C. W., & Guo, Y. L. (2004). Prevalence of Musculoskeletal Disorder among Workers in Taiwan: A Nationwide Study. *Journal of Occupational Health*, 46(1), 26–36. <https://doi.org/10.1539/joh.46.26>
 14. Hernan, U. J., & Paola, R. M. (2012). SPE 157451 Assessment and Strategic Approach for Ergonomic Issues in Critical Jobs in the Oil and Gas Workforce, (2).
 15. IESS. (2015). Reglamento sobre el seguro general de riesgos del trabajo. *PhD Proposal*, 1(2213), 1–72. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
 16. Karimi, N., Moghimbeigi, A., Motamedzade, M., & Roshanaei, G. (2016). Evaluation of Related Risk Factors in Number of Musculoskeletal Disorders Among Carpet Weavers in Iran. *Safety and Health at Work*, (May), 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2016.04.004>
 17. Kearney, G. D., Allen, D. L., Balanay, J. A. G., & Barry, P. (2016). A Descriptive Study of Body Pain and Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Latino Farmworkers Working on Sweet Potato Farms in Eastern North Carolina. *Journal of Agromedicine*, 21(3), 234–243. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2016.1178613>
 18. Kim, E. A., & Nakata, M. (2014). Work-related Musculoskeletal Disorders in Korea and Japan: A Comparative Description. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 26(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/2052-4374-26-17>
 19. Kim, H. K., & Zhang, Y. (2017). Estimation of lumbar spinal loading and trunk muscle forces during asymmetric lifting tasks: application of whole-body musculoskeletal modelling in OpenSim. *Ergonomics*, 60(4), 563–576. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1191679>
 20. Kuijter, P. P. F. M., Verbeek, J. H. A. M., Visser, B., Elders, L. A. M., Van Roden, N., Van den Wittenboer, M. E. R., ... Hulshof, C. T. J. (2014). An Evidence-Based Multidisciplinary Practice Guideline to Reduce the Workload due to Lifting for Preventing Work-Related Low Back Pain. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 26(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/2052-4374-26-16>
 21. Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233–237. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-X](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X)
 22. Laffenêtre, O., Golano, P., Vega, J., & Vernois, J. (2016). Artroscopia del pie y del tobillo. *EMC - Podología*, 18(2), 1–20. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S1762-827X\(16\)77503-1](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S1762-827X(16)77503-1)
 23. Lamb, S. E., & Keene, D. J. (2017). Measuring physical capacity and performance in older people. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 31(2), 243–254. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2017.11.008>
 24. Madinei, S., & Ning, X. (2017). Effects of the weight configuration of hand load on trunk musculature during static weight holding. *Ergonomics*, 0139(October), 1–8. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1387675>
 25. Manero Adferti, R., & Armisen Penichetz José Manero Torre, A. M. (1986). Métodos prácticos para estimar la Capacidad Física de Trabajo. *Bol of Sanit Panam*, 100.
 26. Manero Alferti, R., Armisen Penichet, A., & Manero Torres, J. M. (1986). Practical methods of estimating physical capacity for work | Métodos prácticos para estimar la capacidad física de trabajo. *Boletín de La Oficina Sanitaria Panamericana. Pan American Sanitary Bureau*, 100(2).
 27. Manero Alferti, R., Valera, A., & Salazar, A.

- (2010). Physiological and biomechanical requirements of women in agricultural work manuals | Compromisos fisiológicos y biomecánicos de la mujer en tareas agrícolas manuales. *Trauma (Spain)*, 21(3).
28. Márquez Gómez, M., & Márquez Robledo, M. (2015). Factores de riesgo biomecánicos y psicosociales presentes en la industria venezolana de la carne. *Ciencia & Trabajo*, 17(54), 171–176. <https://doi.org/10.4067/S0718-24492015000300003>
 29. Márquez, J. J., Díaz, G., & Tejada, C. P. (2011). Behavior of indirect maximal oxygen uptake on users of the PROSA Program at Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. *Colomb. Med.*, 42(3), 327–333. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=67127340&lang=es&site=ehost-live>
 30. Moberg, L. L., Lunde, L., Koch, M., Tveter, A. T., & Veiersted, K. B. (2017). Association between V strength, and musculoskeletal pain among construction and health care workers, 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4173-3>
 31. Mosaly, P. R. (2016). Multifactor association of job, individual and psychosocial factors in prevalence of distal upper extremity disorders and quantification of job physical exposure. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 55, 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.07.005>
 32. Muslim, K., & Nussbaum, M. A. (2017). The effects of a simple intervention on exposures to low back pain risk factors during traditional posterior load carriage. *Applied Ergonomics*, 59, 313–319. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.09.003>
 33. Plamondon, A., Denis, D., Delisle, A., Larivière, C., & Salazar, E. (2010). Biomechanical differences between expert and novice workers in a manual material handling task. *Ergonomics*, 53(10), 1239–1253. <https://doi.org/10.1080/00140139.2010.513746>
 34. Plamondon, A., Larivière, C., Denis, D., Mecheri, H., & Nastasia, I. (2017). Difference between male and female workers lifting the same relative load when palletizing boxes. *Applied Ergonomics*, 60, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.10.014>
 35. Pun, V. C., Ms, F. K., Manjourides, J., & Scd, H. H. S. (2017). Work-Related Biomechanical Exposure and Job Strain as Separate and Joint Predictors of Musculoskeletal Diseases: A 28-Year Prospective Follow-up Study, 27708. <https://doi.org/10.1093/aje/kwx298/4081581/The-Relationship-Between-Occupational-Standing-and>
 36. Rahman, A., Palaneeswaran, E., Kulkarni, A., & Zou, P. (2015). Musculoskeletal health and safety of aged workers in manual handling works. *IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding*. <https://doi.org/10.1109/IEOM.2015.7093888>
 37. Rahman, M. N. A., Zakaria, N. H., Masood, I., Adzila, S., & Nasir, N. F. (2016). Risk assessment for assessing the subjective occupant seating discomfort related office works. *Information (Japan)*, 19(7B).
 38. Rahman, M. N. A., & Zuhaidi, M. F. A. (2017). Musculoskeletal symptoms and ergonomic hazards among material handlers in grocery retail industries. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 226(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/226/1/012027>
 39. Rojas, M., Gimeno, D., Vargas-prada, S., & Benavides, F. G. (2015). Dolor musculoesquelético en trabajadores de América Central: resultados de la I Encuesta Centroamericana de Condiciones de Trabajo y Salud, 38(2), 120–128.
 40. Shankar, S., Naveen Kumar, R., Mohankumar, P., & Jayaraman, S. (2017). Prevalence of work-related musculoskeletal injuries among South Indian hand screen-printing workers. *Work*, 58(2), 163–172. <https://doi.org/10.3233/WOR-172612>
 41. Shojaei, I., Vazirian, M., Croft, E., Nussbaum, M. A., & Bazrgari, B. (2016). Age related differences in mechanical demands imposed on the lower back by manual material handling tasks. *Journal of Biomechanics*, 49(6), 896–903. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.10.037>
 42. Silvetti, A., Mari, S., Ranavolo, A., Forzano, F., Iavicoli, S., Conte, C., & Draicchio, F. (2015). Kinematic and electromyographic assessment of manual handling on a supermarket greengrocery shelf. *Work*, 51(2), 261–271. <https://doi.org/10.3233/WOR-141900>
 43. Smith, T. G., & Gallagher, S. (2015). Impact of loading and rest intervals on muscle microtrauma. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 2015-Janua*, 1217–1221. <https://doi.org/10.1177/1541931215591191>
 44. Sutton, D., Gross, D. P., Côté, P., Randhawa, K., Yu, H., Wong, J. J., ... Taylor-Vaisey, A. (2016). Multimodal care for the management of

- musculoskeletal disorders of the elbow, forearm, wrist and hand: A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMa) Collaboration. *Chiropractic and Manual Therapies*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12998-016-0089-8>
45. Tafazzol, A., Aref, S., Mardani, M., Haddad, O., & Parnianpour, M. (2016). Epidemiological and biomechanical evaluation of airline baggage handling. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 22(2), 218–227. <https://doi.org/10.1080/10803548.2015.1126457>
46. Tee, K. S., Low, E., Saim, H., Zakaria, W. N. W., Khialdin, S. B. M., Isa, H., ... Soon, C. F. (2017). A study on the ergonomic assessment in the workplace. *AIP Conference Proceedings*, 1883. <https://doi.org/10.1063/1.5002052>
47. Valero, E., Sivanathan, A., Bosché, F., & Abdel-Wahab, M. (2016). Musculoskeletal disorders in construction: A review and a novel system for activity tracking with body area network. *Applied Ergonomics*, 54, 120–130. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.11.020>
48. Xu, X. S., Dong, R. G., Welcome, D. E., Warren, C., McDowell, T. W., & Wu, J. Z. (2017). Vibrations transmitted from human hands to upper arm, shoulder, back, neck, and head. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 62, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.07.001>