

Fecha de elaboración: 26 de Abril del 2021.			
Tipo de documento	TID:	Obra creación:	Proyecto investigación: X
Título: Estrategias de control del riesgo biomecánico para el personal operativo de una empresa que ejecuta obras civiles.			
Autor(es): Swammy Muñoz Rengifo Cod. 11203095 Sebastián Fiallo Castro Cod. 11203038 Ángela Viviana Cárdenas Figueredo Cod. 11203074			
Tutor(es): Kenia M Pedraza.			
Fecha de finalización: 12 de Abril del 2021.			
Temática: Riesgo Biomecánico.			
Tipo de investigación: Cuantitativa.			
Resumen: El trabajo de investigación, se desarrolló en aras de estructurar estrategias de control del riesgo biomecánico para la prevención de trastornos musco-esqueléticos en los trabajadores del área operativa de una empresa que ejecuta obras civiles. Con base en la consulta bibliográfica, se obtuvo que los métodos de evaluación ergonómica de mayor pertinencia para el caso eran: el Cuestionario Nórdico de Kuorinka y los métodos NIOSH, REBA, y OCRA Check –List, para determinar la afectación por repetitividad de tareas, levantamiento de cargas y posturas prolongadas en una población de 60 trabajadores. Como resultado, se obtienen valoraciones del nivel de riesgo de tipo “Inaceptable” o “Alto”, recomendando la mejora inmediata de los puestos de trabajo. Finalmente, se formulan ocho estrategias preventivas, orientadas en la modificación del programa de pausas activas y la matriz de identificación de peligros, se sugiere la creación del programa de vigilancia epidemiológica, el manual de buenas prácticas ergonómicas y el sistema de reporte de actos y condiciones sub estándar; como también, se recomienda la reestructuración de los roles de seguimiento a las evaluaciones medicas periódicas y el reajuste de los puestos de trabajo.			
Palabras clave: Riesgos biomecánico, SG-SST, métodos de evaluación ergonómica, área operativa, obras civiles.			
Planteamiento del problema: En el desarrollo de las labores de obra civil efectuadas por la empresa seleccionada para el estudio, los trabajadores vinculados a la parte operativa, se ven expuestos de forma continua a factores de riesgo biomecánico. Teniendo en cuenta que el desorden músculo-esquelético asociado al trabajo representa el 82 % de las enfermedades laborales en Colombia, dado que la exposición ocupacional puede actuar como agente desencadenante a través del trabajo repetitivo, de la manipulación de cargas y de las posturas estáticas (Tolosa, 2015). Autores como García (2019), expresa que los desórdenes músculo esqueléticos (DME) relacionados con el trabajo, son la causa principal de lesiones no fatales en la construcción, implicando tensiones del sistema musculo-esqueléticos del trabajador, en músculos, tendones, ligamentos y/o huesos, lo que ocasiona la disminución de su capacidad para ejecutar una actividad y el deterioro de la salud. Por otro lado, la empresa analizada, entre el periodo 2018-2020, ha recibido un total de cuatro demandas asociadas a desordenes musculo-esqueléticos por parte de trabajadores que ya no hacen parte activa de la organización; adicionalmente, para el periodo 2019-2020 se han presentado siete eventos asociados al sobreesfuerzo en el manejo manual de cargas y			

afectaciones leves por manipulación inadecuada de palas y carretillas, de los cuales dos casos han sido catalogados como accidentes laborales, generando incapacidades que oscilan entre los tres a diez días, lo que repercute en el avance óptimo de las obras, puesto que se debe aumentar la carga laboral para poder suplir estos ausentismos e incurrir en el pago de horas extras.

Así mismo, la Segunda Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en 2013, reporta que en Colombia para el período 2009-2012 hubo un incremento de 42% en el reconocimiento de la enfermedad de origen laboral, destacándose los DME con 88%. Por su parte, Positiva compañía de seguros S.A., con la asesoría de la Universidad del Rosario, calificaron 2.084 enfermedades laborales en el 2011, correspondiendo a DME 1.852 casos (88,86%), en el 2012 se calificaron 2.737 enfermedades laborales, de los cuales 2.492 fueron DME (91,04) y en 2013 se calificaron 2.090 enfermedades laborales, de los cuales 1.832 (91%) fueron DME. (ARL Positiva, 2020)

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se identifica la necesidad de evaluar el riesgo laboral asociado a los factores biomecánicos, a través de la aplicación de metodologías de evaluación del riesgo biomecánico, en los frentes de trabajo que constituyen el área operativa de la empresa; de tal manera que, se planteen estrategias que propendan por prevalecer la salud de los colaboradores de la compañía y se mitiguen eficientemente las enfermedades a causa de las labores ejecutadas.

Pregunta: ¿Cuáles son las estrategias pertinentes respecto al control del riesgo biomecánico para prevenir trastornos musculoesqueléticos y accidentes laborales con base en la aplicación de las metodologías de evaluación ergonómica en el personal operativo de una empresa que ejecuta obras civiles?

Objetivo general. Proponer estrategias de control del riesgo biomecánico con base en la aplicación de las metodologías de evaluación ergonómicas en el personal operativo de una empresa que ejecuta obras civiles.

Objetivos específicos:

- Determinar las metodologías de evaluación ergonómicas que se ajusten a las necesidades neurálgicas de los puestos de trabajo que constituyen el área operativa de la empresa.
- Priorizar los factores críticos asociados a los riesgos biomecánicos presentes en los frentes de trabajo misionales de la organización, con base en los resultados obtenidos.
- Establecer estrategias de mitigación y prevención, en conjunto con los líderes del proceso operativo y los voceros del área abarcada; de acuerdo a los resultados obtenidos, para disminuir la incidencia de materialización de los riesgos biomecánicos del área evaluada.

Marco teórico: El marco teórico del estudio, cuenta con un marco conceptual, que contiene los lineamientos y el contexto que enmarca el sistema de seguridad y salud en el trabajo en Colombia, así como también, las definiciones de los riesgos a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores en sus puestos de trabajo según la guía GTC-45. (Pág. 16-18), para aterrizar el horizonte investigativo, se plantea la definición de los trastornos musculoesqueléticos, así como los factores que influyen en la aparición de los mismos, con base en la materialización del riesgo biomecánico (Pág. 19-21), continuamente se exponen los métodos de evaluación ergonómica que se sustentan en el ámbito académico (Pág.22-25).

Por otro lado, se segmenta el marco legal aplicable a los lineamientos ergonómicos, los cuales propenden por asegurar puestos de trabajo óptimos, tales como el Decreto 1072, Resolución 0312, Resolución 1016, Ley 9 de 1979, Decreto 1477, etc. (Pág. 25-26).

Finalmente, se estructura un estado del arte, donde se exponen ocho estudios de investigación que emplean métodos de evaluación ergonómica para determinar el nivel de riesgo existente en los puestos de trabajo de diferentes sectores, tales como el manufacturero, área de enfermería, áreas administrativas y el sector de la construcción (Pág. 27-33), las referencias de mayor relevancia fueron:

Fernández et al. (2014), exponen en un estudio denominado “Trastornos musculoesqueléticos en personal auxiliar de enfermería del Centro Polivalente de Recursos para Personas Mayores "Mixta" de Gijón - C.P.R.P.M. Mixta”, la aplicación de encuestas para identificar la sintomatología expresada por los trabajadores en sus puestos de trabajo, detectando una mayor afectación en las extremidades superiores.

En el estudio denominado “Factores de riesgo ergonómico al personal de Consultores Unidos S.A que realiza actividades en las oficinas de Bogotá”, realizado por los autores Oviedo et al. (2017). Se aplicaron múltiples metodologías ergonómicas; tales como el método REBA, RULA y OCRA Check List, a los diferentes puestos de trabajo del área administrativa, para proponer medidas de intervención respecto a los factores de riesgo detectados.

Los autores Caro et al. (2020), Aplicaron los métodos del cuestionario Nórdico, para analizar la sintomatología expresada por los trabajadores de un frente de obras civiles; posteriormente, aplicaron los métodos NIOSH, RULA, y OCRA Check List para determinar los niveles de riesgo ergonómico presentes en los frentes de trabajo, para finalmente estructurar un programa de vigilancia epidemiológica que buscara mitigar los resultados obtenidos en los métodos de evaluación.

Padilla (2015), realizó un estudio ergonómico para la empresa Acindec SA; según el eje temático, se tiene como objeto demostrar que hay una alta criticidad en los puestos de trabajo de la compañía, esto con el fin de mejorar la distribución de carga laboral y mejorar también los puestos de trabajo, los objetivos del estudio se cumplen empleando como instrumentos los métodos OCRA Check List, REBA, INSHT y PVDS.

Teniendo en cuenta los instrumentos empleados en los estudios anteriormente descritos, se determina que la metodología desarrollada en la empresa seleccionada, debe estar conformada por una encuesta que permita conglomerar la sintomatología o molestias expresadas por los trabajadores, rescatando que el instrumento de mayor pertinencia es el cuestionario Nórdico; como también, que la aplicación de múltiples metodologías ergonómicas permite que los puestos de trabajo sean analizados detalladamente, dado que las mismas suelen enfocarse en aspectos como: la carga postural, los movimientos repetitivos y la manipulación manual de cargas.

Con base en los resultados y hallazgos de los estudios analizados se determina que los métodos a aplicar; según las características de la organización son:

- Método de ecuación de NIOSH para levantamiento de cargas.
- Método REBA para posturas prolongadas.
- Método OCRA Check List para movimientos repetitivos.

Método: El método del estudio realizado se encuentra constituido por:

-Contexto de la organización: la empresa seleccionada ejecuta sus actividades operativas en la zona del magdalena medio colombiano, dentro del brochure empresarial pactan la prestación de servicios de obra civil, actualmente la organización se encuentra certificada bajo las normas ISO 9001:2015 – ISO 14001:2015 y OSHAS 18001. (Pág. 34-35)

-Tipo, diseño y alcance de estudio: Según las necesidades del estudio, en cuanto a la evaluación de las posturas repetitivas, tiempos de ejecución de las actividades, frecuencia de

repetición de las labores, ángulos de las posturas al realizar labores de campo, entre otras; se puede determinar que se requiere implementar una investigación no experimental, empleando un diseño transversal descriptivo, teniendo en cuenta la necesidad de evaluar variables específicas, en un horizonte de tiempo determinado y analizando los resultados ergonómicos, derivados de las características de los puestos de trabajo intervenidos. (Pág. 35-38)

- Participantes o fuentes de datos: La fuente de datos principal se constituye por la población objeto de estudio, la cual está compuesta por el personal operativo que labora en los frentes de trabajo de la empresa. Por otro lado, se requiere identificar las actividades ejecutadas en los frentes de trabajo operativos, en las que se presentan levantamiento de cargas, movimientos repetitivos o posturas prolongadas; para lo cual, se emplea como instrumento la matriz de identificación de peligros de la organización; como también, los procesos operativos correspondientes a las labores de obra civil. Consecuentemente, se requiere obtener los datos concernientes a la sintomatología percibida por parte de los trabajadores, a fin de determinar cuáles son las partes del cuerpo que presentan mayor afectación respecto a las labores ejecutadas. La siguiente etapa del estudio, requiere de la valoración del nivel de riesgo respecto a los movimientos repetitivos, posturas prolongadas y levantamiento de cargas, lo anterior se establece como fuentes de datos para el análisis de los puestos de trabajo, lo que requiere de la aplicación de instrumentos tales como diferentes metodologías de evaluación ergonómica de observación simple. (Pág. 38-41)

- Recolección de datos: Para la aplicación del cuestionario, el sondeo se realiza de forma física en el sitio de trabajo, con el objetivo de brindar instrucciones claras a los trabajadores en cuanto al diligenciamiento, explicando que las respuestas del 1 al 10 son de selección múltiple con elección única y que en la pregunta 11 se pueden seleccionar varios causales. Posteriormente, se establece la revisión de la matriz de identificación de peligros y los procedimientos de trabajo, con el fin de segmentar; cuales de las labores, requieren de levantamiento de cargas, movimientos repetitivos y/o posturas prolongadas. Para la aplicación de los métodos, se plantea el registro en campo de los tiempos, movimientos, ángulos y demás factores que constituyen los métodos OCRA Check List, REBA y NIOSH, respecto a las actividades ejecutadas. (Pág. 41-52)

- Análisis: Como punto de partida, se realiza el registro conglomerado de los resultados del cuestionario Nórdico aplicado a los trabajadores empleando Excel, esto permite analizar qué porcentaje de los trabajadores manifiestan dolencias en el cuello, hombros, dorso o lumbar, codo o antebrazo y muñeca o mano al realizar sus labores operativas. Teniendo en cuenta la priorización anterior, se determina una tabla en Excel para aterrizar aquellas actividades que son evaluadas a través de los métodos ergonómicos; como también el paso a paso que se requiere para la realización de las mismas; teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se aplican los métodos ergonómicos descritos con antelación respecto a la dinámica de recolección de datos, los resultados de los mismos, se plasman en tablas de hojas de cálculo de Excel, para examinar por cada tipo de actividad y su correspondiente paso a paso, cual fue el nivel de riesgo resultante. Finalmente, se consolidan las estrategias de prevención del riesgo biomecánico tomando como referencia estructural los resultados obtenidos en el estudio respecto a la valoración del riesgo ergonómico. (Pág. 52-53)

Resultados, hallazgos u obra realizada: Para la primera fase del estudio, se realiza una consulta bibliográfica de aquellos documentos investigativos enfocados en el análisis de riesgos biomecánicos en diferentes sectores de la industria, para lo que se obtuvo un total de

ocho tesis de postgrado que seguían lineamientos u objetivos enfocados en la aplicación de métodos de observación biomecánicas, para evaluar las condiciones ergonómicas de diferentes puestos de trabajo en sectores laborales; los resultados de los estudios, permitieron fundamentar la selección del método OCRA Check List para evaluar los movimientos repetitivos, el método REBA para las posturas prolongadas y el método NIOSH para el levantamiento de cargas. (Pág. 54-55)

Posteriormente se aplicó el cuestionario Nórdico, al conglomerar las respuestas obtenidas por los trabajadores, se identificó una incidencia de sintomatología presente en las partes del cuello, espalda y muñeca o mano, lo que da una pauta de inicio para reevaluar los puestos de trabajo respecto a la carga ergonómica ejercida en el desarrollo de las labores operativas. (Pág. 55-68)

Para la fase tres, se revisaron los procedimientos operativos de la organización para determinar cuál método de evaluación ergonómica era más pertinente para cada actividad laboral. (Pág. 72-76).

Respecto al método OCRA Check List, se analizaron las actividades de excavación manual, preparación de mezcla para armado de lonas, armado de lonas de saco suelo-cemento, conformación, compactación y adecuación de terrenos, formaletear o encofrar, preparación de mezcla de concreto, desencofrado y vaciado de concreto con pulido de detalles. Tras la identificación de actividades, se calculó el factor de recuperación, frecuencia, fuerza, posturas y movimientos, otros riesgos adicionales y el factor multiplicador de duración para cada una de las acciones evaluadas en el método, se denota la necesidad de establecer rotación de personal respecto a las diferentes acciones a realizar en los frentes de trabajo para disminuir las cargas y la tensión sobre la tarea, dado que siete de las ocho actividades obtuvieron una puntuación de “Inaceptable Medio” y una puntuación “Incierta”. (Pág. 76-95)

Por otro lado, se formula el método de la ecuación de NIOSH para las actividades de Retiro de material excavado empleando palas y carretilla, cargue y descargue de bultos de cemento, Cargue y descargue de lonas de saco suelo-cemento y transporte de acero figurado, para lo cual se requirió del cálculo de los factores de desplazamiento vertical, distancia vertical, distancia horizontal, asimetría, agarre y frecuencia, con estos factores se determina el índice de levantamiento para asignar el nivel de riesgo derivado de las actividades laborales; como resultado, la valoración del riesgo de las labores oscilo en el rango de 2.63 a 4.10, determinando que las tareas ocasionarían problemas a los trabajadores y se requería modificación de los puestos de trabajo. (Pág. 95-102)

Para culminar la etapa tres, se aplicó el método REBA para la tarea de Cierre de lonas y ajuste de los bultos en la actividad de armado de lonas de saco suelo-cemento, el ajuste, medición y marcación en la actividad de formaletear o encofrar y alisamiento, pulimiento y empañetado de estructura fundida con palustre o llana en madera en la actividad de vaciado de concreto con pulido de detalles. Como resultado, las tres actividades evaluadas obtuvieron una puntuación 3 denominada como “Alto” respecto a la valoración del nivel de riesgo. Para la aplicación, se requirió tomar registro fotográfico secuencial para determinar los ángulos derivados de la realización de las actividades operativas, la posición adoptada y los movimientos requeridos para el desarrollo de las mismas en las piernas, tronco y cuello; para calificar el grupo “A” y muñeca, antebrazo y brazo, para el grupo B. El método sugiere una actuación inmediata en cuanto a la forma de realizar las actividades laborales. (Pág. 102-109) Adicionalmente, se denota en la toma de datos, que los trabajadores no emplean técnicas de

higiene postural y tampoco planifican sus actividades bajo un panorama ergonómicamente adecuado.

Conclusiones:

- El análisis bibliográfico de los estudios desarrollados por diversos autores respecto a la aplicación de métodos de evaluación ergonómica en diferentes sectores económicos, permitió establecer que los instrumentos de mayor pertinencia para el caso de estudio son: OCRA Check List (movimientos repetitivos), REBA (posturas prolongadas) y ecuación de NIOSH (levantamiento manual de cargas). (Pág. 54-55)
- La aplicación del cuestionario Nórdico, arrojó una tendencia respecto al reporte de sintomatología o molestias concentradas en la zona dorsal o lumbar, cuello y muñeca o mano. (Pág. 55-68)
- El método OCRA Check list permitió evaluar los movimientos repetitivos de las actividades, exponiendo que de las ocho actividades evaluadas, siete de ellas obtuvieron un nivel de riesgo calificado como “Inaceptable Medio”, lo que sugiere una mejora de los puestos de trabajo, supervisión médica y entrenamiento. (Pág. 76-95)
- El método NIOSH, expuso la necesidad de implementar medidas para el correcto manejo de los pesos en el traslado de cargas, dado que no se está respetando el peso máximo de 25 kg en hombres, lo que repercute en que la calificación de valoración de riesgo sea “Alta” para las cuatro actividades evaluadas. (Pág. 95-102)
- Para el método REBA, los resultados arrojaron un nivel tres catalogado como “Alto” para las tres labores evaluadas, por lo que se debe considerar tomar acciones inmediatas para corregir la adopción de posturas inadecuadas en los puestos de trabajo. (Pág. 98-105)
- Se propusieron un total de ocho estrategias para la prevención de riesgos ergonómicos, las cuales se encuentran orientadas a: reestructuración de los puestos de trabajo, la modificación del programa de pausas activas, mejora de la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos de la empresa, creación del programa de vigilancia epidemiológica, establecimiento del manual de buenas prácticas ergonómicas, fundamentación del sistema de reporte de actos y condiciones sub estándar y el ajuste de los roles de seguimiento a las evaluaciones medicas periódicas. (Pág. 102-109)

**Estrategias de control del riesgo biomecánico para el personal operativo de una
empresa que ejecuta obras civiles**

Ángela V. Cárdenas

Cód. 11203074

Sebastián Fiallo

Cód. 11203038

Swammy Muñoz

Cod. 11203095

Corporación Universitaria UNITEC

Especialización en gestión de la seguridad y salud en el trabajo

Bogotá, Distrito Capital

26 de Abril del 2021

**Estrategias de control del riesgo biomecánico para el personal operativo de una
empresa que ejecuta obras civiles**

Ángela V. Cárdenas

Cód. 11203074

Sebastián Fiallo

Cód. 11203038

Swammy Muñoz

Cod. 11203095

Kenia M. Pedraza

Directora

Corporación Universitaria UNITEC

Especialización en gestión de la seguridad y salud en el trabajo

Bogotá, Distrito Capital

26 de Abril del 2021

Tabla de Contenido

Resumen	10
Planteamiento del problema	12
Justificación.....	15
Pregunta de investigación	17
Objetivos.....	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
Marco teórico	19
Marco conceptual.....	19
Marco legal	25
Estado del arte.....	27
Método	34
Contexto de la empresa	34
Tipo, diseño y alcance de estudio.....	35
Participantes o fuentes de datos.....	38
Recolección de datos	41
Análisis	52
Resultados o hallazgos.....	54
Resultados evaluación método OCRA Check List.....	76
<i>Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de excavación manual.</i>	<i>77</i>

<i>Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de preparación de mezcla para armado de lonas.</i>	80
<i>Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de armado de lonas de saco suelo-cemento.</i>	82
<i>Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de conformación, compactación y adecuación de terrenos.</i>	84
<i>Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de formaletear o encofrar.</i>	86
<i>Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de preparación de mezcla de concreto.</i>	88
<i>Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de vaciado de concreto y pulido de detalles.</i>	90
<i>Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de desencofrar.</i>	92
Resultados evaluación método NIOSH	95
<i>Calculo método NIOSH para retiro de material excavado empleando palas y carretilla.</i>	96
<i>Calculo método NIOSH para cargue y descargue de bultos de cemento.</i>	97
<i>Calculo método NIOSH para cargue y descargue de lonas en saco suelo-cemento.</i>	99
<i>Calculo método NIOSH transporte de acero figurado.</i>	100
Resultados evaluación método REBA	102
<i>Calculo método REBA para cierre de lonas de saco suelo-cemento.</i>	103
<i>Calculo método REBA para ajuste, medición y marcación de formaleta.</i>	105
<i>Calculo método REBA para alisamiento, pulimiento y empañetado de estructura fundida con palustre o llana en madera.</i>	107
Estrategias de control del riesgo biomecánico estructuradas	109
<i>Sistema de reporte de actos y condiciones sub estándar</i>	110
<i>Modificación del programa de pausas activas.</i>	110
<i>Establecimiento del programa de vigilancia epidemiológica</i>	111
<i>Actualización de la matriz de peligros y evaluación de riesgos.</i>	111
<i>Manual de buenas prácticas ergonómicas.</i>	112
<i>Seguimiento a evaluaciones medicas periódicas</i>	113
<i>Inclusión de acompañamiento por parte de la ARL al plan anual de trabajo.</i>	113
<i>Ajuste de puestos de trabajo</i>	113
Divulgación y aceptación de estrategias.	114
Discusión de resultados.	114
Conclusiones.	118

Referencias	120
Anexos.....	127

Tabla de figuras

Figura 1. <i>Generación de números aleatorios para selección del personal activo en el estudio</i>	407
Tabla 1. <i>Nivel de riesgo y acción recomendada de acuerdo al índice resultante del cálculo OCRA Check-List</i>	45
Tabla 2. <i>Niveles de riesgo y acción de acuerdo a la puntuación del método REBA</i>	48
Tabla 3. <i>Niveles de riesgo y acción de acuerdo a la puntuación del método NIOSH</i>	51
Tabla 4. <i>Resultados obtenidos respecto a la pregunta ¿Ha tenido molestias en.....?</i>	55
Figura 2. <i>Representación gráfica de resultados obtenidos para la pregunta ¿Ha tenido molestias en.....?</i>	55
Tabla 5. <i>Resultados obtenidos respecto a la pregunta ¿Ha tenido molestias en hombros?</i>	56
Tabla 6 <i>Resultados obtenidos respecto a la pregunta ¿Ha tenido molestias en codo o antebrazo?</i>	57
Tabla 7. <i>Resultados obtenidos respecto a la pregunta ¿Ha tenido molestias en muñeca o mano?</i>	57
Tabla 8. <i>Resultados obtenidos de molestias en el cuello respecto al tiempo de detección del síntoma</i>	58
Tabla 9. <i>Resultados obtenidos de molestias en los hombros respecto al tiempo de detección del síntoma</i>	58
Tabla 10. <i>Resultados obtenidos de molestia dorsal o lumbar respecto al tiempo de detección del síntoma</i>	58
Tabla 11. <i>Resultados obtenidos de molestia en codo o antebrazo respecto al tiempo de detección del síntoma</i>	59
Tabla 12. <i>Resultados obtenidos de molestia en muñeca o mano respecto al tiempo de detección del síntoma</i>	59
Tabla 13. <i>Resultados obtenidos a la pregunta ¿Ha necesitado cambiar de puesto de trabajo?</i>	59
Tabla 14. <i>Resultados obtenidos a la pregunta ¿Ha tenido molestias en los últimos 12 meses?</i>	60

Tabla 15. Resultados obtenidos a la pregunta referente a los rangos de tiempo de presencia de sintomatología en cuello durante los últimos 12 meses	60
Tabla 16. Resultados obtenidos a la pregunta referente a los rangos de tiempo de presencia de sintomatología en hombro durante los últimos 12 meses	60
Tabla 17. Resultados obtenidos a la pregunta referente a los rangos de tiempo de presencia de sintomatología dorsal o lumbar durante los últimos 12 meses	61
Tabla 18. Resultados obtenidos a la pregunta referente a los rangos de tiempo de presencia de sintomatología en codo o antebrazo durante los últimos 12 meses	61
Tabla 19. Resultados obtenidos a la pregunta referente a los rangos de tiempo de presencia de sintomatología en muñeca o mano durante los últimos 12 meses	61
Tabla 20. Resultados obtenidos respecto a la duración de cada episodio en cuello	62
Tabla 21. Resultados obtenidos respecto a la duración de cada episodio en hombros	62
Tabla 22. Resultados obtenidos respecto a la duración de cada episodio dorsal o lumbar	63
Tabla 23. Resultados obtenidos respecto a la duración de cada episodio en codos o antebrazos	63
Tabla 24. Resultados obtenidos respecto a la duración de cada episodio en muñecas o manos	63
Tabla 25. Resultados obtenidos respecto a la suspensión de actividades laborales por presencia de molestias en cuello	64
Tabla 26. Resultados obtenidos respecto a la suspensión de actividades laborales por presencia de molestias en hombros	64
Tabla 27. Resultados obtenidos respecto a la suspensión de actividades laborales por presencia de molestia dorsal o lumbar	64
Tabla 28. Resultados obtenidos respecto a la suspensión de actividades laborales por presencia de molestias en codos o antebrazos	65
Tabla 29. Resultados obtenidos respecto a la suspensión de actividades laborales por presencia de molestias en muñecas o codos	65
Figura 3. Representación gráfica de resultados obtenidos para la pregunta ¿Ha recibido tratamiento por estas molestias en los últimos 12 meses?	66
Figura 4. Representación gráfica de resultados obtenidos para la pregunta ¿Ha tenido molestias en los últimos 7 días?	66
Tabla 30. Resultados obtenidos respecto a valoración de escala de molestias detectadas	67

Tabla 31. <i>Resultados obtenidos respecto a la atribución de molestias</i>	68
Tabla 32. <i>Matriz de peligros y riesgos de una empresa que realiza obras civiles</i>	70
Figura 5. <i>Paso a paso procedimiento de zanjas de coronación en saco suelo-cemento</i>	72
Figura 6. <i>Paso a paso procedimiento para construcción de disipadores de energía y procedimiento de limpieza y construcción de cunetas</i>	72
Figura 7. <i>Paso a paso procedimiento de construcción de placas de concreto para unidades de bombeo</i>	73
Figura 8. <i>Paso a paso procedimiento para construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla</i>	73
Tabla 33. <i>Desglose de actividades y procedimientos operativos</i>	74
Tabla 34. <i>Actividades donde se presentan movimientos repetitivos</i>	76
Tabla 35. <i>Acciones, duración y repeticiones requeridas para la actividad de excavación manual</i>	78
Tabla 36. <i>Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de excavación manual</i>	79
Tabla 37. <i>Acciones, duración y repeticiones requeridas para la actividad de preparación de mezcla para armado de lonas</i>	80
Tabla 38. <i>Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de preparación de mezcla para armado de lonas</i>	81
Tabla 39. <i>Acciones, duración y repeticiones requeridas para la actividad de armado de lonas</i>	82
Tabla 40. <i>Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de armado de lonas</i>	83
Tabla 41. <i>Acción, duración y repeticiones requeridas para la actividad de conformación, compactación y adecuación de terrenos</i>	84
Tabla 42. <i>Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de conformación, compactación y adecuación de terrenos</i>	85
Tabla 43. <i>Acción, duración y repeticiones requeridas para la actividad de formaletear o encofrar</i>	86
Tabla 44. <i>Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de formaletear o encofrar</i>	87
Tabla 45. <i>Acción, duración y repeticiones requeridas para la actividad de mezcla de concreto</i>	89

Tabla 46. <i>Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de mezcla de concreto</i>	89
Tabla 47. <i>Acción, duración y repeticiones requeridas para la actividad de vaciado de concreto y pulido de detalles</i>	91
Tabla 48. <i>Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de vaciado de concreto y pulido de detalles</i>	92
Tabla 49. <i>Acción, duración y repeticiones requeridas para la actividad de formaletear o encofrar</i>	93
Tabla 50. <i>Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de desencofrar</i>	94
Tabla 51. <i>Resultado conglomerado de la aplicación del método OCRA Check List</i>	94
Tabla 52. <i>Actividades donde se presenta levantamiento manual de cargas</i>	95
Tabla 53. <i>Resultado conglomerado de la aplicación del método NIOSH</i>	102
Tabla 54. <i>Actividades donde se presentan posturas prolongadas</i>	102
Figura 9. <i>Resultado puntuación grupo A para actividad de cierre de lonas de saco suelo-cemento</i>	103
Figura 10. <i>Resultado puntuación grupo B para actividad de cierre de lonas de saco suelo-cemento</i>	104
Figura 11. <i>Resultado puntuación C para actividad de cierre de lonas de saco suelo-cemento</i>	104
Figura 12. <i>Resultado puntuación grupo A para actividad de ajuste, medición y marcación de formaleta</i>	105
Figura 13. <i>Resultado puntuación grupo B para actividad de ajuste, medición y marcación de formaleta</i>	106
Figura 14. <i>Resultado puntuación C para actividad de ajuste, medición y marcación de formaleta</i>	106
Figura 15. <i>Resultado puntuación grupo A para actividad de alisamiento, pulimiento y empañetado de estructura fundida con palustre o llana en madera</i>	107
Figura 16. <i>Resultado puntuación grupo B para actividad de alisamiento, pulimiento y empañetado de estructura fundida con palustre o llana en madera</i>	108
Figura 17. <i>Resultado puntuación C para actividad de alisamiento, pulimiento y empañetado de estructura fundida con palustre o llana en madera</i>	108

Resumen

El presente trabajo de investigación, se desarrolló en aras de estructurar estrategias de control del riesgo biomecánico para la prevención de trastornos musco-esqueléticos y accidentes laborales en los trabajadores del área operativa de la empresa objeto de estudio. Teniendo en cuenta las actividades repetitivas y prolongadas a las que se encuentran expuestos los oficiales y ayudantes de la organización; la cual enfoca sus servicios en obras civiles, se realizó un análisis de las herramientas empleadas para el control del riesgo en mención, detectando que únicamente se plantea la realización de pausas activas y charlas pre turno, como medidas administrativas orientadas bajo la guía GTC 45. Por tanto, se realizó una consulta bibliográfica de los métodos para evaluación ergonómica; de lo que se obtuvo que, los métodos de mayor pertinencia e idoneidad frente a las necesidades del sistema de seguridad y salud en el trabajo de la empresa, eran el método del Cuestionario Nórdico de Kuorinka, NIOSH, REBA, y OCRA Check –List, para evaluar eficazmente la afectación por repetitividad de tareas, levantamiento de cargas y posturas prolongadas. Por consiguiente, se aplican las herramientas seleccionadas a una población total de 60 trabajadores pertenecientes a los frentes de trabajo operativos de la empresa; por un lado, respecto al desarrollo del Cuestionario Nórdico de Kuorinka, los trabajadores expresan la presencia de sintomatología concentrada en la zona lumbar o dorsal, cuello y muñeca o mano, por lo que se evalúan las actividades desarrolladas en los puestos de trabajo por medio de los métodos NIOSH, REBA, y OCRA Check –List, para evaluar la correcta realización de las tareas ejecutadas en cuanto al ámbito ergonómico, obteniendo; respecto a los tres métodos evaluados, valoraciones del nivel de riesgo de tipo “*Inaceptable*” o “*Alto*”, recomendando la mejora inmediata de los puestos de trabajo, supervisión médica y/o entrenamiento.

Con base en los resultados, se formulan un total de ocho estrategias preventivas, orientadas en la modificación del programa de pausas activas y la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos de la empresa; adicionalmente, se sugiere la creación del programa de vigilancia epidemiológica, el manual de buenas prácticas ergonómicas y el sistema de reporte de actos y condiciones sub estándar; como también, se recomienda la reestructuración de los roles de seguimiento a las evaluaciones medicas periódicas y el reajuste de los puestos de trabajo. Dichas estrategias son divulgadas de forma virtual a los líderes del área operativa, el coordinador HSE y a algunos voceros de los obreros que constituyen los frentes de trabajo.

Palabras clave.

Riesgos biomecánico, SG-SST, métodos de evaluación ergonómica, área operativa, obras civiles.

Planteamiento del problema

En el desarrollo de las labores de obra civil y geotecnia efectuadas por la empresa seleccionada para el presente estudio, los trabajadores vinculados a la parte operativa, se ven expuestos de forma continua a factores de riesgo biomecánico. Teniendo en cuenta que el desorden músculo-esquelético (DME) asociado al trabajo representa el 82 % de las enfermedades laborales en Colombia, dado que la exposición ocupacional puede actuar como agente desencadenante a través del trabajo repetitivo, de la manipulación de cargas y de las posturas estáticas (Tolosa, 2015). Autores como García (2019), expresa que los desórdenes músculo esqueléticos (DME) relacionados con el trabajo son la causa principal de lesiones no fatales en la construcción, implican tensiones del sistema musculo-esqueléticos del trabajador, en músculos, tendones, ligamentos y/o huesos, lo que ocasiona la disminución de su capacidad para ejecutar una actividad y el deterioro de la salud.

Por otro lado, la empresa analizada, entre el periodo 2018-2020, ha recibido un total de cuatro demandas asociadas a desordenes musculo-esqueléticos por parte de trabajadores que ya no hacen parte activa de la organización; adicionalmente, para el periodo 2019-2020 se han presentado siete eventos asociados al sobreesfuerzo en el manejo manual de cargas y afectaciones leves por manipulación inadecuada de palas y carretillas, de los cuales dos casos han sido catalogados como accidentes laborales, generando incapacidades que oscilan entre los tres a diez días, lo que repercute en el avance óptimo de las obras, puesto que se debe aumentar la carga laboral para poder suplir estos ausentismos e incurrir en el pago de horas extras.

Así mismo, cabe resaltar que los factores de riesgo ergonómico y los desórdenes musculo-esqueléticos se constituyen como un problema de salud pública a nivel mundial. Según la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, los factores que contribuyen a la aparición de desórdenes musculo esqueléticos, son los ergonómicos, físicos y psicosociales, los

cuales afectan a una cuarta parte de la población europea (el 25% de los trabajadores sufren dolores de espalda y el 23% se quejan de dolores musculares) (Camargo, 2019)

Datos expuestos por el instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo de España (2017), indican que los riesgos de carácter ergonómico más extendidos siguen siendo la exposición, durante al menos una cuarta parte del tiempo de trabajo diario, a movimientos repetitivos de manos o brazos, que afecta al 69% de los trabajadores, las posiciones dolorosas o fatigantes (54%) y llevar o mover cargas pesadas (37%). La actividad de levantar o mover personas implica al 11% de los trabajadores. También se observa que desde 2010 ha aumentado la exposición a todos ellos.

La Segunda Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema General de Riesgos Laborales 2013, reporta que en Colombia para el período 2009-2012 hubo un incremento de 42% en el reconocimiento de la enfermedad de origen laboral, destacándose los DME con 88% (igual que en el panorama internacional). Las patologías que presentan mayor crecimiento en el reporte son: el síndrome de manguito rotatorio (con un aumento de 118%) y las enfermedades de discos intervertebrales (con aumento de 112%). (SIGMA, 2019).

Por su parte, Positiva compañía de seguros S.A., con la asesoría de la Universidad del Rosario, calificaron 825 enfermedades laborales en el 2009, de las cuales 728 eran DME (88,24% del total de casos calificados); 2.468 enfermedades laborales durante el 2010, siendo 2.212 DME (89,62%); en el 2011, se calificaron 2.084 enfermedades laborales, correspondiendo a DME 1.852 casos (88,86%), en el 2012 se calificaron 2.737 enfermedades laborales, de los cuales 2.492 fueron DME (91,04) y en 2013 se calificaron 2.090 enfermedades laborales, de los cuales 1.832 (91%) fueron DME. (ARL Positiva, 2020)

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, surge la necesidad por parte de la gerencia de la empresa, de evaluar el riesgo laboral asociado a los factores biomecánicos, puesto que actualmente los controles contenidos bajo la GTC 45 no están supliendo las necesidades reales de la organización, lo que sugiere un problema de investigación basado en la reevaluación del riesgo operativo existente en la empresa, a través de la aplicación de metodologías de evaluación del riesgo biomecánico, en los frentes de trabajo que constituyen el área operativa de la empresa; de tal manera que, se planteen estrategias operativas y administrativas que propendan por

prevalecer la salud de los colaboradores de la compañía y se mitiguen eficientemente las enfermedades a causa de las labores ejecutadas.

Justificación

Los ATEL (Accidentes de Trabajo y Enfermedades Laborales) en la construcción y obras civiles, no son más que hechos generados a partir de una causa, por condición subestándar del puesto de trabajo o un acto inseguro por parte del trabajador y que traen como consecuencia una perturbación o alteración en su condición física o mental; lo cual indudablemente, debe ser corregido. Uno de las principales causantes de dichos ATEL es la exposición inherente a los factores de riesgos ergonómicos (o también llamados biomecánicos), los cuales son muy recurrentes en este tipo de labores operativas. (Caro et al. 2020)

Teniendo en cuenta que la organización objeto de estudio, se dedica a la realización de obras civiles y geotécnicas, se encuentra la necesidad de aplicar una mejora en la forma de evaluar los riesgos respecto a biomecánica, debido a las eventualidades referentes a accidentes, incidentes y enfermedades laborales derivadas de la materialización del riesgo en mención, ya que es de vital importancia; para el aseguramiento de la continuidad de las labores operativas, contar con condiciones y hábitos de trabajo, que propendan por asegurar la integridad y la salud de los trabajadores.

Avanzado en el tema; es importante denotar, que bajo observaciones iniciales, se detecta que la organización únicamente trata la prevención del riesgo biomecánico, bajo la implementación de pausas activas y charlas pre turno. Pese a estos controles implementados respecto a la guía GTC-45, no se encuentran planes de choque o controles correctivos, considerando los hechos que enmarcan las eventualidades referentes a los ATEL presentados en la empresa, lo que puede afectar la renovación de certificaciones de cumplimiento del SG-SST, el incumplimiento de la normatividad colombiana y el quebrantamiento de uno de los parámetros de constituyen la cultura organizacional, basado en el cuidado de la salud del trabajador.

Por consiguiente, es importante entender que los trastornos musculoesqueléticos asociados al trabajo deben abordarse de forma eficiente dentro de las organizaciones, teniendo en cuenta

que el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo SG-SST, debe propender por ejecutar acciones tendientes a garantizar puestos de trabajo seguros; para de esta forma, velar por la integridad de los trabajadores. Por ende, la implementación de métodos de evaluación de riesgos biomecánicos dentro de la empresa seleccionada, permite evaluar los movimientos que realizan los trabajadores del área operativa, para así reconocer los riesgos biomecánicos críticos e implementar estrategias que permitan trabajar en pro del cuidado preventivo e integral de los funcionarios; como también, incrementar la productividad y eficacia de los procesos misionales contemplados en la razón social de la organización.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las estrategias pertinentes respecto al control del riesgo biomecánico para prevenir trastornos musculoesqueléticos y accidentes laborales con base en la aplicación de las metodologías de evaluación ergonómicas en el personal operativo de una empresa que ejecuta obras civiles?

Objetivos

Objetivo general

Proponer estrategias de control del riesgo biomecánico con base en la aplicación de las metodologías de evaluación ergonómicas en el personal operativo de una empresa que ejecuta obras civiles.

Objetivos específicos

Determinar las metodologías de evaluación ergonómicas que se ajusten a las necesidades neurálgicas de los puestos de trabajo que constituyen el área operativa de la empresa.

Priorizar los factores críticos asociados a los riesgos biomecánicos presentes en los frentes de trabajo misionales de la organización, con base en los resultados obtenidos.

Establecer estrategias de mitigación y prevención, en conjunto con los líderes del proceso operativo y los voceros del área abarcada; de acuerdo a los resultados obtenidos, para disminuir la incidencia de materialización de los riesgos biomecánicos del área evaluada.

Marco teórico

Marco conceptual

La seguridad y salud en el trabajo, es la disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades generadas por causa o con ocasión del trabajo; de la protección y promoción de la salud, mediante el autocuidado y la adopción de hábitos laborales seguros. Su objeto consiste en implementar las acciones necesarias para contribuir al mejoramiento de las condiciones del ambiente de trabajo, la preservación de la salud física y mental en los espacios laborales, así como la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, psicolaboral y social de los trabajadores en todas las ocupaciones. (Ministerio de educación, 2019)

Para dar cumplimiento al objeto anteriormente enunciado, se estructura el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG-SST; la ley 1562 de 2012, define el SG-SST como un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua y que incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y salud en el trabajo.

Consecuentemente, se regulariza el SG-SST en aras de plasmar los lineamientos normativos que deben formalizar las organizaciones para dar cumplimiento a los principios de seguridad e higiene ocupacional que enmarcan el contexto legal vigente aplicable de cada país.

Cabe denotar que las acciones y lineamientos contenidos en el sistema de seguridad y salud en el trabajo, son regulados e implementados con el fin de prevenir la materialización de la ocurrencia de accidentes de trabajo y enfermedades laborales; es por ello, que se toma a consideración las definiciones de estas terminologías según la normatividad colombiana:

Accidente de trabajo: El artículo 3 de la Ley 1562 de 2012, define como accidente de trabajo todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que

produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte.

Enfermedad laboral: El artículo 4 de la Ley 1562 de 2012, indica que es enfermedad laboral la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. El Gobierno Nacional, determinará, en forma periódica, las enfermedades que se consideran como laborales y en los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero se demuestre la relación de causalidad con los factores de riesgo ocupacionales será reconocida como enfermedad laboral, conforme lo establecido en las normas legales vigentes.

Con el objetivo de prevenir las enfermedades laborales y los accidentes de trabajo, el SG-SST, contempla diferentes riesgos asociados a las condiciones físicas, psicológicas y del entorno, que hacen parte de la interacción en los puestos de trabajo, los cuales son:

Riesgos físicos: Los efectos de los agentes físicos se deben a un intercambio de energía entre el individuo y el ambiente a una velocidad y potencial mayor que la que el organismo puede soportar, lo que puede producir una enfermedad profesional. La forma de clasificar dichos riesgos se contempla por: ruido, iluminación, carga térmica, radiaciones no ionizantes, radiaciones ionizantes, bajas temperaturas, vibraciones, etc. (Universidad nacional de la plata, 2018)

Riesgos químicos: Los riesgos químicos son agentes ambientales presentes en el aire, que ingresan al organismo por las vías respiratoria, cutánea o digestiva, que pueden generar una enfermedad profesional. Los riesgos químicos se presentan en el ambiente en forma de polvos, gases, vapores, rocíos, nieblas y humos metálicos. (Universidad nacional de la plata, 2018)

Riesgos biológicos: El riesgo biológico (llamado biohazard en inglés) consiste en la presencia de un organismo o la sustancia derivada de un organismo, que plantea una amenaza a la salud humana (una contaminación biológica). Son aquellos que causan enfermedades comunes, pero si su contagio se produce en el lugar de trabajo constituye una enfermedad profesional. Se clasifican en: virus, bacterias, hongos, etc. (Universidad nacional de la plata, 2018)

Riesgos psicosociales: Los factores psicosociales en el trabajo consisten en interacciones entre el trabajo, su medio ambiente, la satisfacción en el trabajo y las condiciones de

organización, por una parte, y por la 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 en la satisfacción en el trabajo. (Universidad de Caldas, 2008)

Riesgos por condiciones de seguridad: En este grupo se incluyen aquellas condiciones materiales que pueden dar lugar a accidentes en el trabajo, daños a las personas y/o infraestructura. Para su estudio, es necesaria la investigación, la evaluación y el control de factores como: lugares de trabajo, incendios, instalaciones eléctricas, maquinaria, equipo de trabajo, manipulación, almacenamiento y transporte. (Solórzano, 2014)

Riesgos por fenómenos naturales: Según la guía GTC-45 (2010); en el anexo A, indica que este tipo de riesgos son aquellos eventos naturales, tales como sismos, terremotos, vendavales, inundaciones, derrumbes, precipitaciones, etc., que afectan la seguridad y bienestar de las personas en el desarrollo de una actividad.

Riesgos biomecánicos: Son un conjunto de atributos de la tarea o del puesto, más o menos claramente definidos, que inciden en aumentar la probabilidad de que un sujeto, expuesto a ellos, desarrolle una lesión en su trabajo. (SIGMA, 2019)

La guía técnica Colombiana GTC-45; en el anexo A, indica que los riesgos biomecánicos corresponden a: Posturas (prolongada mantenida, forzada, anti gravitacional), esfuerzo, movimiento repetitivo y manipulación manual de cargas.

Respecto al contexto trabajado, cabe resaltar que los riesgos del trabajo en la construcción, se relacionan con la demanda física de la tarea a realizar, con posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, duplicaciones en las tareas, cargas estáticas y dinámicas, influenciado por falta de conocimiento de los trabajadores que adoptan posiciones no adecuadas, el tiempo que ésta se mantiene, la fuerza desarrollada y los movimientos pueden ser las causas de numerosos desórdenes músculo-esqueléticos; por tanto, la construcción es valorada como una industria de alto riesgo debido a las características especiales que en ella se presentan (García, 2019).

Teniendo en cuenta que el horizonte investigativo trabajado es respecto al riesgo biomecánico presente en una empresa que ejecuta obras civiles y considerando la definición previamente expuesta de enfermedad laboral, es importante resaltar que las enfermedades asociadas al riesgo biomecánico suelen denominarse como trastornos de desórdenes musculoesqueléticos (DME). Según publicaciones del Instituto nacional para la seguridad y salud

ocupacional – NIOSH (2012), se estima que un trastorno musculoesquelético relacionado con el trabajo es una lesión de los músculos, tendones, ligamentos, nervios, articulaciones, cartílagos, huesos o vasos sanguíneos de los brazos, las piernas, la cabeza, el cuello o la espalda que se produce o se agrava por tareas laborales como levantar, empujar o jalar objetos. Los síntomas pueden incluir dolor, rigidez, hinchazón, adormecimiento y cosquilleo.

Adicionalmente, los autores Romo y Ortiz (2017), expresan que se reconoce que la etiología de las DME es multifactorial, y en general se consideran cuatro grandes grupos de riesgo:

Los factores individuales: capacidad funcional del trabajador, hábitos, antecedentes., etc.

Los factores ligados a las condiciones de trabajo: fuerza, posturas y movimientos.

Los factores organizacionales: organización del trabajo, jornadas, horarios, pausas, ritmo y carga de trabajo.

Los factores relacionados con las condiciones ambientales de los puestos y sistemas de trabajo: temperatura, vibración entre otros.

Para dar continuidad al hilo conductual trabajado, referente a las enfermedades laborales y accidentes de trabajo que pueden derivarse de la materialización de los riesgos biomecánicos, es importante que las organizaciones cuenten con lineamientos o estrategias para abordar este riesgo; dicho esto, cabe mencionar que existen métodos enfocados a evaluar la carga externa de trabajo y los movimientos efectuados por los trabajadores en su rol diario. La autora Boné (2016), expone que los métodos ergonómicos que evalúan el riesgo de sufrir trastornos musculoesqueléticos de origen laboral, se dividen en tres categorías principales:

Auto-evaluaciones o “self-reports” de los trabajadores: Se usan para conocer la exposición laboral a factores tanto físicos como psicosociales, utilizando entrevistas, cuestionarios o diarios de los trabajadores.

Medición directa: Se lleva a cabo con instrumentos o sensores conectados directamente al individuo, con los que se miden las diferentes variables de exposición al riesgo en el trabajo, algunos instrumentos empleados son: Goniómetros electrónicos, lumbar motion monitor, inclinómetros, cyberglobe, etc.

Métodos de observación: Se pueden diferenciar en técnicas simples, con las que se registra de manera sistematizada la exposición al riesgo. El observador evalúa y recoge los datos sobre una serie de factores, utilizando una serie de cuestionarios diseñados específicamente, para poder

posteriormente valorar y establecer prioridades de intervención en el puesto de trabajo, dentro de los cuales se encuentran los métodos: NIOSH, KIM, OWAS, JSI, RULA, OCRA, ULRA, , REBA, QEC, FIOH. Como también, en técnicas avanzadas, las que han sido desarrolladas para la evaluación postural de actividades dinámicas, registrándose los datos en video y analizándose posteriormente a través de un software específico, dentro de las que se tienen el método ROTA, TRAC, HARBO, PEO, video análisis, etc.

Teniendo en cuenta las características del área misional evaluada y las limitaciones en cuanto a recursos monetarios, se determina la conveniencia seleccionar métodos de observación simples, para cumplir con los objetivos de la investigación; es por ello, que se exponen las metodologías que componen este tipo de métodos.

RULA (Rapid Upper Limb Assessment): El método RULA se basa fundamentalmente en mediciones angulares realizadas sobre las posturas más significativas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de sus tareas; para ello debe observarse y seleccionarse aquellas posturas que a priori supongan una mayor carga postural. El método divide el cuerpo humano en dos grupos: el grupo A que incluye miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B que abarca las piernas, el tronco y el cuello. A cada grupo se asigna una puntuación global, la cual puede modificarse por el tipo de actividad muscular desarrollada y de la fuerza aplicada. (Márquez y Márquez, 2015)

KIM (Key Item Method): Los métodos de los indicadores clave, para operaciones de levantamiento, sujeción, transporte, empuje y tracción son parte de un sistema de MIC para todas las clases de cargas físicas de trabajo (se están desarrollando otras secciones que cubren procesamiento manual repetitivo, altas fuerzas de acción, posturas limitadas y movimiento corporal sin manipulación manual de cargas). Los MIC pueden ser integrados en tecnología y dirección empresarial de seguridad y salud en el trabajo y pueden ser utilizados para estudios también en el ámbito empresarial. La evaluación es realizada básicamente para tareas de manipulación manual y debe referirse a un día de trabajo. (Staff, 2015)

RULA: Este método ha sido desarrollado para investigar la exposición individual de los trabajadores a factores de riesgo de padecer trastornos musculo- esqueléticos del miembro superior relacionados con el trabajo. El método usa diversos diagramas para registrar las posturas del cuerpo y tres tablas que sirven para evaluar la exposición a los factores de riesgo existentes: número de movimientos, trabajo estático muscular, fuerza aplicada, posturas de trabajo

determinadas por los equipos y mobiliario, tiempo de trabajo sin pausa. (Carranza y Chacón, 2015)

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health): La ecuación de NIOSH permite evaluar tareas en las que se realicen levantamientos de cargas. La ecuación establece que en condiciones ideales de levantamiento el peso máximo recomendado es de 23 Kg; por lo que en la medida en que las características del levantamiento se alejen del ideal, el peso disminuirá. Los factores considerados incluyen el peso de la carga, las distancias horizontal y vertical existentes entre el punto de agarre de la carga y la proyección sobre el suelo, el ángulo de asimetría, la frecuencia de levantamientos, la duración del levantamiento y los tiempos de recuperación, así como el tipo de agarre. (Márquez y Márquez, 2015)

OWAS (Ovako Working Posture Analysis System): El método OWAS, tal y como afirman sus autores, es un método sencillo y útil destinado al análisis ergonómico de la carga postural. Su aplicación, proporciona buenos resultados, tanto en la mejora de la comodidad de los puestos, como en el aumento de la calidad de la producción, consecuencia ésta última de las mejoras aplicadas. El método basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, permitiendo identificar hasta 252 posiciones diferentes como resultado de las posibles combinaciones de la posición de la espalda, brazos, piernas y carga levantada. (Carranza y Chacón, 2015)

OCRA Check List (Occupational Repetitive Action): es una evaluación rápida que permite determinar el riesgo asociado a la repetitividad de movimientos, con énfasis en los miembros superiores del cuerpo. Este método basa su veredicto en función del análisis de los siguientes factores: duración real del movimiento repetitivo, periodos de recuperación, frecuencia de las acciones, duración y tipo de fuerza ejercida, postura de miembros superiores, así como la consideración de otros factores adicionales como vibraciones, precisión, y ritmo de trabajo. (Márquez y Márquez, 2015)

JSI (Job Strain Index): Es un método creado para valorar si los trabajadores se encuentran expuestos a desarrollar desórdenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores (mano, muñeca, antebrazo y codo). Para conocer el riesgo surgido por los trastornos en las extremidades superiores, el método se basa en la medición de seis variables (Intensidad del esfuerzo, duración del esfuerzo por ciclo de trabajo, ergonomía y evaluación del riesgo ergonómico, número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo, desviación de la

muñeca respecto a la posición neutra, velocidad con la que se realiza la tarea y duración de la misma por jornada de trabajo); que a su vez, dan lugar a seis factores multiplicadores de una ecuación. (Bautista et al. 2015)

Ergo/IBV (Método ERGO del Instituto de Biomecánica de Valencia): El método Ergo/IBV es una herramienta informática para la evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales del trabajo que permite definir el riesgo asociado a la tarea y obtener sugerencias para corregirlo. La configuración de Ergo/IBV se basa en cinco módulos que analizan las diversas tareas. Dichos módulos son: Tareas de manipulación manual de cargas, tareas repetitivas, tareas con posturas forzadas, puestos de trabajo de oficina y trabajadoras embarazadas. (Bautista et al. 2015)

Para concluir, se puede determinar que la empresa objeto de estudio, requiere de la implementación de metodologías ergonómicas para identificar aquellos factores que necesitan medidas o estrategias de intervención inmediata, para de esta forma disminuir la incidencia de eventos derivados de la ocurrencia de factores biomecánicos en los puestos de trabajo del área operativa.

Marco legal

Colombia cuenta con una amplia gama de normas, lineamientos y reglamentaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo; por medio de las cuales, se propende por que las empresas cuenten con puestos de trabajo óptimos; como también, que se ejecuten actividades en pro del cuidado de la integridad de los trabajadores y las partes interesadas.

En vista de que el enfoque de la investigación se centra los riesgos biomecánicos a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores del área operativa de una empresa dedicada a brindar servicios de obra civil, para desarrollar los métodos de evaluación ergonómica, se trae a colación los lineamientos normativos referentes al riesgo trabajado:

Decreto 1072 de 2015: El decreto tiene por objeto la formulación y adopción de las políticas, planes generales, programas y proyectos para el trabajo, el respeto por los derechos fundamentales, las garantías de los trabajadores, el fortalecimiento, promoción y protección de las actividades de la economía solidaria y el trabajo decente, a través un sistema efectivo de vigilancia, información, registro, inspección y control; así como del entendimiento y diálogo social para el buen desarrollo de las relaciones laborales.

Resolución 0312 de 2019: La resolución tiene por objeto establecer los estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG-SST para las personas naturales y jurídicas, lo cuales corresponden al conjunto de normas, requisitos y procedimientos de obligatorio cumplimiento de los empleadores y contratantes, mediante los cuales se establecen, verifican y controlan las condiciones básicas de capacidad técnico-administrativa y de suficiencia patrimonial y financiera indispensables para el funcionamiento, ejercicio y desarrollo de actividades en el Sistema de Gestión de SST.

Resolución 1016 de 1989: Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país. Resolución en la cual se considera que por Decreto 614 de 1984, en sus artículos 28, 29 y 30 se establece la obligación de adelantar Programas de Salud Ocupacional, por parte de patronos y empleadores; como también, que es obligación de los patronos o empleadores velar por la salud y seguridad de los trabajadores a su cargo. Finalmente se estipula que los patronos o empleadores deben responder por la ejecución del programa permanente de Salud Ocupacional en los lugares de trabajo.

Ley 9 de 1979: En el título III de la presente ley, se da referencia al ámbito de salud ocupacional para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones. La ley establece normas tendientes a prevenir todo daño para la salud de las personas, derivado de las condiciones de trabajo. Por otro lado, se busca proteger a las personas contra los riesgos relacionados con agentes físicos, químicos, biológicos, orgánicos, mecánicos y otros que pueden afectar la salud individual o colectiva en los lugares de trabajo.

Decreto 1477 de 2014: El decreto tiene por objeto expedir la tabla de enfermedades laborales. En el ítem 5 se encuentran los agentes ergonómicos, y en la sección II, grupo de enfermedades para determinar el diagnóstico médico. Parte B enfermedades clasificadas por grupo o categorías, Grupo XII enfermedades del sistema músculo-esquelético y tejido conjuntivo.

Decreto 1295 de 1994: Por el cual se determina la organización y administración del sistema general de riesgos profesionales y se plantean las disposiciones vigentes de salud ocupacional relacionadas con la prevención de los accidentes trabajo y enfermedades profesionales y el mejoramiento de las condiciones de trabajo, con las modificaciones previstas en el decreto, hacen parte integrante del sistema general de riesgos profesionales.

Estado del arte

Como primera instancia; para el desarrollo estructural de la presente investigación, se realizó la consulta; a través de motores de búsqueda, de aquellos recursos investigativos que estuvieran enfocados en el estudio y evaluación del riesgo biomecánico en diferentes disciplinas del campo laboral, empleando diferentes técnicas evaluativas e ingenieriles; como también, análisis enfocados en el sector de la construcción y obras civiles, para trazar el horizonte temático pertinente para aplicarse al sector operativo de la empresa seleccionada.

Como punto inicial; en una publicación de la revista Scielo, los autores Fernández et al. (2014), exponen en un estudio denominado “Trastornos musculoesqueléticos en personal auxiliar de enfermería del Centro Polivalente de Recursos para Personas Mayores "Mixta" de Gijón - C.P.R.P.M. Mixta”, las molestias asociadas a los TME del personal que se desempeñan en labores de enfermería, por medio de encuestas donde se pregunta a la población objetivo, cuales son las partes del cuerpo en la que presentan una mayor afectación al realizar sus actividades laborales; como también, se plantea cuáles de los factores de riesgo biomecánico se presenta con mayor frecuencia en las tareas y finalmente se cuestiona respecto a las condiciones del entorno de trabajo; como resultado, se obtiene una incidencia crítica u afectación de las extremidades superiores de los trabajadores. Pese a que el estudio no se enfoca en el ámbito de la construcción u obra civil, se rescata como la aplicación de encuestas y entrevistas con los empleados, ayuda a que se oriente y aterricen los factores de riesgo que deben ser abarcados por parte de las organizaciones para evitar la incidencia de enfermedades laborales, dado que todos los puestos de trabajo una empresa, tienen necesidades neurálgicas diferentes.

Por otro lado, los autores Balderas et al. (2019), realizan un estudio enfocado en los trabajadores de la manufactura de neumáticos, los autores implementaron un método mixto; es decir, que una primera fase realizaron encuestas a los trabajadores para evidenciar cuales eran las dolencias que experimentaban en su rol laboral. Posteriormente, emplearon el software Ergo/IBM 10.0; el cual, por medio de un en video representativo de la actividad del puesto evaluado, determina el nivel de riesgo de lesión dorso lumbar. Los resultados obtenidos bajo el cruce de información de los dos métodos, permitió plasmar un rediseño interactivo de las tareas, con el propósito de reducir el índice de riesgo, teniendo en cuenta variables como: el peso de la carga, la manipulación de la carga y la frecuencia de exposición.

Este tipo de estudios, permite que se estudie a profundidad las causas raíces por las cuales los trabajadores expresan tener dolencias musculoesqueléticas, teniendo en cuenta que las mismas pueden presentarse por factores externos al ámbito laboral; por tal motivo, examinar las tareas paso a paso de acuerdo a los estándares y normas; como por ejemplo los pesos de manipulación máxima reglamentados, permite crear ámbitos laborales acordes a las necesidades integrales de los trabajadores, como también, permite dar cumplimiento en temas legales y normativos.

Adicionalmente; los estudiantes de la especialización en seguridad y salud en el trabajo de la corporación universitaria Minutos de Dios, Avendaño et al. (2020), lideraron un proceso metodológico en los funcionarios de la dirección de sanidad de la policía nacional, en el cual se plantea la aplicación de una encuesta a la población trabajadora mediante un formulario de Google; como resultado, se identificó que los funcionarios expresan molestias por la sensación de temperaturas extremas, aspecto que puede influir en la intensificación de la sintomatología por trastornos musculoesqueléticos. Consecuentemente, se aplica el método RULA, indagando los antecedentes de desórdenes osteomusculares presentados en la organización, para de esta forma aterrizar las tareas de mayor criticidad.

De manera subsecuente, se empleó el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para procesamiento de datos y análisis estadístico de la información. Finalmente, se planteó una serie de recomendaciones enfocadas en la frecuencia de exposición y las técnicas de higiene postural que deben aplicar los trabajadores de mayor exposición crítica.

Nuevamente se evidencia la importancia de aplicar un método de autoevaluación, dado que el trabajador es el que conoce directamente todos los aspectos inherentes a su puesto de trabajo; adicionalmente, al emplear técnicas mixtas evaluando los cargos con el método RULA, se permite que la organización cumpla realmente con el objetivo primordial en cuanto al abordaje del riesgo biomecánico, el cual se orienta a establecer lineamientos de prevención para mitigar el riesgo.

En el estudio denominado “Factores de riesgo ergonómico al personal de Consultores Unidos S.A que realiza actividades en las oficinas de Bogotá”, realizado por los autores Oviedo et al. (2017). Se aplicaron múltiples metodologías ergonómicas a los diferentes puestos de trabajo del área administrativa, para proponer medidas de intervención respecto a los factores de riesgo detectados. Bajo el método REBA, se observó que el índice más alto corresponde a un

nivel de riesgo medio de carga postural con el 61% de incidencia. Por otro lado, tras la aplicación del método RULA, se identifica que el 82% de la población puede requerir cambios en la tarea y el 18% de la población, requería cambios en el rediseño de la tarea, el 5% de la población se encontraba en condiciones críticas. Para el método OCRA Check List, se encontró que el 46% del personal observado presentaba un riesgo medio inaceptable. Los resultados obtenidos, permitieron a los autores, establecer medidas de intervención en el medio o entorno de trabajo y en los individuos.

La aplicación de múltiples metodologías ergonómicas permite que los puestos de trabajo sean analizados a profundidad, dado que las mismas suelen enfocarse en diferentes aspectos; tales como: la carga postural, los movimientos repetitivos y la manipulación manual de cargas. Del anterior estudio, se puede resaltar que es clave implementar métodos estructurados para diferentes enfoques, lo cual permitirá atacar la mayoría de elementos que constituyen los roles laborales en cuanto a ergonomía.

Avanzando en el tema, se da alusión al trabajo desarrollado por Caro et al. (2020); en dicha labor se toma como empresa de implementación a Montipetrol S.A, la cual se dedica a brindar servicios de obras civiles y construcción. Inicialmente se realiza la implementación de la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos mediante la guía GTC-45, aplicándola únicamente a los riesgos ergonómicos, como resultado se evidencia que el factor de riesgo asociado a la mayoría de actividades, son los movimientos repetitivos. Posteriormente, se realizó la aplicación del cuestionario nórdico de kuorinka; el cual consiste en un total de 11 preguntas de tipo ergonómico, de 50 trabajadores 44 expresaron tener dolencias en mayor proporción en la zona lumbar y 41 en los hombros, en su gran mayoría expusieron la necesidad de cambiar de puesto o posición de trabajo debido a la sintomatología presentada. El tercer paso del método consistía en un reconocimiento e identificación en campo de las posturas, movimientos y ciclos de trabajo de los trabajadores, en dicha observación se evidencia que la ausencia de higiene postural por parte de los obreros y operarios en la mayoría de los frentes de trabajo. Consiguientemente, los autores efectuaron la evaluación ergonómica mediante las técnicas NIOSH (donde se obtiene un índice de levantamiento compuesto de 14,37, lo que refleja que se deben tomar medidas de ajustes en relación al rediseño, pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencia), RULA (la mayoría de actividades evaluadas reflejan una puntuación RULA de 7, la cual sugiere rediseñar la metodología de las tareas, lo que incluya cambios y periodos

prolongados en las posiciones, así como la rotación del personal constantemente) y Check List OCRA (todos los frentes de trabajo se clasificaron en un rango denominado como “Inaceptable medio”, en el cual se requiere una mejora del puesto de trabajo, supervisión médica y entrenamiento). Para dar cumplimiento a los objetivos del estudio en mención, se realiza la elaboración del PVEO o Plan de Vigilancia Epidemiológica Osteomuscular, lo anterior en aras de abordar de forma oportuna las falencias y hallazgos detectados.

El estudio mencionado, deja en evidencia una amplia gama de implementación de metodologías de evaluación ergonómica, las cuales coincidieron en la necesidad de rediseñar los puestos de trabajo y reforzar las competencias de entrenamiento del personal.

De acuerdo a las observaciones desarrolladas en diferentes campos de acción; tales como, manufactura de neumáticos, personal de enfermería, personal sanitario, áreas administrativas y el sector de la construcción, se evidencia un factor común entre los estudios analizados, el cual se refiere a la aplicación de múltiples técnicas cuantitativas, combinando herramientas como entrevistas o cuestionarios y métodos de observación. Este tipo de tendencia, ayuda a los autores a priorizar las actividades críticas de los procesos evaluados, para aplicar las estrategias de prevención que sean más convenientes para la población abarcada.

Ahora bien; teniendo en cuenta la necesidad de emplear múltiples métodos cuantitativos para el estudio desarrollado, se debe analizar cuales herramientas de evaluación son las más pertinentes para aplicarlas a los trabajadores del área operativa de la empresa elegida.

En la tesis de grado para optar al título de magister en seguridad y salud en el trabajo titulada “Utilidad de las metodologías REBA, RULA Y OCRA para valorar la carga física en trabajadores de una empresa del sector floricultor”, la autora Buitrago (2016), concluye que la metodología RULA Y REBA, son útiles para medir la carga postural de los segmentos articulares de los miembros superiores (hombro, codo, mano), cuello y miembros inferiores desde la misma magnitud de la exposición, de acuerdo con el corte intensivo de rosas; sin embargo, no se miden frecuencia, ni duración, respecto a dimensiones de exposición a fuerza y movimientos; entre otros factores, por lo que se determina que estos métodos no permiten realizar una evaluación integral de la exposición de la carga física del trabajo en mención, teniendo en cuenta los lineamientos evaluativos de las mismas. Paralelamente, la metodología OCRA, aportó más variables para valorar la carga física del trabajo en los miembros superiores, debido a que se pudo evaluar la exposición de los miembros superiores respecto a la magnitud,

frecuencia y duración del requerimiento de fuerza, postura y movimiento; sin embargo, pese a que fue la metodología que más aportó información, no valoro todas las variables necesarias.

De acuerdo a la información presentada por la autora, es importante resaltar que la aplicación de las metodologías debe analizarse como un complemento y no de forma netamente individual, dado que la interpretación de una sola metodología para determinar la carga física, no abarcaría todas las dimensiones necesarias para abordar el riesgo biomecánico de un puesto de trabajo. Por lo tanto, es pertinente combinar métodos que se enfoquen en la evaluación de diferentes criterios ergonómicos de los puestos de trabajo.

Siguiendo este razonamiento, Padilla (2015), realizó un estudio ergonómico para la empresa Acindec SA; según el eje temático, se tiene como objeto demostrar que hay una alta criticidad en los puestos de trabajo de la compañía, esto con el fin de mejorar la distribución de carga laboral y mejorar también los puestos de trabajo; lo anterior, debido a que los trabajadores de esta compañía han adquirido mialgias, tendinitis, bursitis y fibromialgias entre otras enfermedades. Es por ello que se aplican las metodologías OCRA, REBA, INSHT y PVDS con el fin de demostrar que el riesgo estaba implicado transversalmente en cada una de las actividades de la compañía.

Tras la aplicación del método OCRA, se obtuvo que el 50% (7 puestos) de los 14 puestos evaluados, para riesgos por movimientos repetitivos, presentaron un nivel riesgo “No aceptable nivel alto”; cuya recomendación es la intervención inmediata. En contraste, para el método REBA, el 64,28% (9 puestos) presentaron carga postural muy alta, cuya recomendación es la intervención inmediata del puesto de trabajo. Finalmente, tras la aplicación de los métodos INSHT y PVDS, se puede determinar que existen 4 puestos de trabajo críticos y que requieren intervención de los puestos de trabajo. Dentro de los resultados analizados se identifica que los métodos de mayor pertinencia fueron el REBA y OCRA, dada la facilidad de análisis de datos.

En otro contexto laboral, las autoras López y López (2016), exponen en los resultados de la identificación y evaluación del riesgo biomecánico en el personal logístico de la empresa Suministro e impresos S.A.S, que con respecto a los métodos utilizados para la evaluación de la postura de trabajo se considera que REBA es aún más confiable que OWAS debido a que el primero solo permite evaluar posiciones básicas de solo 3 partes del cuerpo con intervalos de selección muy amplios, en cambio el segundo permite un estudio detallado de la gravedad de cada posición, ampliando los intervalos de selección en las categorías y evaluando más partes del

cuerpo y aspectos que influyen dichas posturas como tipo de agarre, cambios bruscos entre las posturas, etc.

Para concluir los lineamientos de referencia académica, se trae a colación el estudio descriptivo realizado por los autores Márquez y Márquez (2015), en donde posteriormente a la aplicación de diferentes metodologías a los trabajadores de la industria venezolana de la carne, se determina que con relación al factor de sobrecarga postural, se realizó la evaluación con base al método RULA, encontrando que el 50% de las tareas del sector analizado se ubican en un nivel de actuación de 3 o 4. La evaluación concerniente a la repetitividad de movimientos se efectuó sobre las 71 tareas en estudio mediante el método Check List OCRA, donde se puede observar que el área de empaque de productos cocidos aglomera la mayor proporción de tareas (60%) con riesgo asociado a movimientos repetitivos. De forma consecuente, el factor de riesgo referido al levantamiento manual de cargas se analizó a través de la ecuación de NIOSH en un total de 30 tareas, obteniendo que las actividades relacionadas con la carga y descarga de productos en los carros transportadores registran los índices de mayor riesgo. Los indicadores obtenidos, permitieron a los autores identificar las actividades y puesto de trabajo que requieren de intervención inmediata para evitar la materialización del riesgo biomecánico.

Por último; con base en todo el material documental consultado, se puede determinar que la metodología de mayor pertinencia de implementación en la empresa objeto de estudio, debe estar compuesta por múltiples métodos cuantitativos, los cuales deben enfocarse tanto en la aplicación de metodologías académicas; como lo son los métodos de observación, como también en la evaluación del criterio del trabajador, lo que supone la implementación de encuestas o cuestionarios. Por un lado, se sustenta la realización de encuestas a los trabajadores, evidenciando; como elemento general de aplicación en los estudios donde abarcaron este tipo de métodos, que se emplea la encuesta cuestionario nórdico de kuorinka.

Según Morales et al. (2016), el cuestionario no pretende dar un diagnóstico clínico, sino como un tamizaje de los desórdenes musculoesqueléticos en el contexto ergonómico, los cuales pueden servir como una herramienta de diagnóstico del entorno laboral.

Por otro lado, para la implementación de los métodos de observación, se identifica que las herramientas de mayor eficiencia en cuanto a la identificación de factores críticos para abordar los riesgos trabajados, son: el método OCRA Check list respecto a la repetitividad de

movimientos, el método REBA para evaluar la carga postural y el método NIOSH respecto al levantamiento manual de cargas.

Con la implementación complementaria de las herramientas seleccionadas, se pretende dar cumplimiento de forma satisfactoria a los objetivos trazados en el presente estudio para la prevención del riesgo biomecánico.

Método

Contexto de la empresa

La empresa seleccionada para la aplicación de los métodos de evaluación ergonómica, fue fundada en el año 2008 en la zona del Magdalena Medio, actualmente se encuentra certificada bajo las normas ISO 9001:2015 – ISO 14001:2015 y OSHAS 18001. Dentro de su brochure empresarial, la organización se dedica a la prestación de servicios de construcción, movimiento de tierras, obras geotécnicas, alquiler de maquinaria pesada y equipos.

En virtud de su marco organizacional, se proyectan como empresa líder en la prestación de servicios comerciales, fortaleciendo sus procesos mediante la integración de las partes interesadas, el mejoramiento continuo del SG-SST, selección de proveedores competentes, el seguimiento continuo a los indicadores de gestión, la capacitación continua al personal operativo y administrativo, la optimización de recursos y la implementación de metodologías que prioricen el respeto integral del medio ambiente. Por otro lado, la empresa centra sus valores y cultura en la comunicación clara y transparente, responsabilidad laboral, integridad, autocuidado, prestación de servicios de calidad y el cuidado de la salud integral del trabajador.

Respecto a la estructura organizacional, se cuenta con cuatro departamentos, el departamento directivo (constituido por los accionistas, la gerencia, subgerencia y la revisoría fiscal), el departamento administrativo (donde se encuentra el área de recursos humanos, contabilidad y gestión comercial), el departamento HSEQ (donde se enmarcan los procesos de seguridad industrial, calidad, mantenimiento y coordinación de transporte) y el departamento de proyectos (compuesto por el área de dirección de proyectos, programación y el personal operativos y de apoyo de las obras de construcción, movimiento de tierras y geotecnia).

Teniendo en cuenta los objetivos del presente documento, el estudio ergonómico es implementado en el departamento de proyectos, específicamente en los frentes de trabajo constituidos por el personal operativo de obra civil, puesto que en esta área se evidencian labores

reiterativas respecto a posturas repetitivas, prolongadas y levantamientos de cargas, actividades que son necesarias para llevar a cabo las operaciones misionales de la empresa.

Tipo, diseño y alcance de estudio

La selección de los métodos a implementar repercute directamente en la obtención de resultados verídicos que permitan cumplir los objetivos del estudio a implementar; por tanto, es importante aclarar cuáles son los tipos de enfoques con los cuales se puede estructurar un estudio o investigación académica.

Por un lado se tienen el enfoque cuantitativo; según los autores Sampieri et al. (2006), este enfoque cuenta con las siguientes características:

1. Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y estructurado basado en el proceso.
2. En una investigación cuantitativa se pretende generalizar los resultados encontrados en un grupo a una colectividad mayor.
3. La meta principal de los estudios cuantitativos es la construcción y la demostración de teorías.
4. El enfoque cuantitativo utiliza la lógica o razonamiento deductivo.

Los autores Reichardt y Cook (1986), plantean que el método cuantitativo también debe ser: a) fiable respecto a datos sólidos y veraces; b) orientado a resultados; c) generalizable respecto a estudios de casos múltiples; d) debe asumir una realidad estable; e) ser objetivo y f) requiere medición penetrante y controlada

Por otro lado, se encuentra el enfoque cualitativo, Sampieri et al. (2006), expresan que esta orientación se basa en:

1. El enfoque es una especie de "paraguas", en el cual se incluye una variedad de concepciones, visiones, técnicas y estudios no cuantitativos. Se utiliza en primer lugar para descubrir y refinar preguntas de investigación.
2. En la mayoría de los estudios cualitativos no se prueban hipótesis, estas se generan durante el proceso y van refinándose conforme se recaban más datos o son un resultado del estudio. El enfoque se basa en métodos de recolección de los datos no estandarizados.

3. El proceso de indagación cualitativa es flexible y se mueve entre los eventos y su interpretación, entre las respuestas y el desarrollo de la teoría. Su propósito consiste en "reconstruir" la realidad tal y como la observan los actores de un sistema social previamente definido. A menudo se llama "holístico", porque se precia de considerar el "todo", sin reducirlo al estudio de sus partes.

Es importante aludir a que algunos estudios o investigaciones académicas, emplean métodos mixtos, si la naturaleza del objeto de estudio así lo requiere.

Considerando las definiciones conceptuales de los enfoques investigativos expuestos y según las necesidades del presente estudio, en cuanto a la evaluación de las posturas repetitivas, tiempos de ejecución de las actividades, frecuencia de repetición de las labores, factores físico - mecánicos asociados a las operaciones, número de materiales cargados por jornada, ángulos de las posturas al realizar labores de campo, entre otras; se puede determinar, que para la investigación se requiere emplear métodos cuantitativos que permitan evaluar de forma objetiva cada una de las actividades desarrolladas en los frentes de trabajo de la empresa seleccionada; permitiendo de forma paralela, priorizar los criterios ergonómicos de mayor riesgo para los trabajadores y de esta forma, establecer medidas correctivas y preventivas que se orienten a la prevención de la materialización de los accidentes de trabajo y enfermedades laborales en la organización seleccionada.

Consecuentemente, se plantea que según los análisis realizados en la exploración académica planteada en el estado del arte, se alude a la aplicación de técnicas cuantitativas de observación simple, tales como: el método OCRA Check list, el método REBA y el método NIOSH. Como también, encuestas bajo el cuestionario nórdico de kuorinka, para ampliar la concepción respecto a la sintomatología y la percepción de los trabajadores en sus puestos de trabajo.

En cuanto al diseño de investigación, según las características aterrizadas y descritas con antelación, se plantea que es un estudio de investigación no experimental, para ampliar la concepción sobre este tipo de investigación, se toma como referencia a los autores Agudelo et al. (2010), los cuales aluden a la investigación no experimental como aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es la investigación donde no se hace variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se hace es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Este tipo de investigación es sistemática

y empírica, en la que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido. Las inferencias sobre las relaciones entre variables se realizan sin intervención o influencia directa y dichas relaciones se observan tal y como se han dado en su contexto natural.

Ahora bien, dentro de la investigación no experimental; los autores Sampieri et al. (2006), indican que existen dos tipos de diseño: a) el diseño transversal, donde se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado y; b) el diseño longitudinal, en el cual se recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.

Estimando que los datos requeridos para cumplir con los objetivos planteados en el estudio ergonómico son tomados en el periodo del segundo semestre del año 2020 y el primer semestre del año 2021, se concluye que el estudio será basado en un diseño transversal; ahora bien, dentro del diseño transversal, se cuentan con tres ramas, las cuales Sampieri et al. (2006), las definen como:

1. Diseño transversal exploratorio: Su propósito es comenzar a conocer una variable o un conjunto de variables, una comunidad, un contexto, un evento, una situación. Se trata de una exploración inicial en un momento específico. Por lo general, se aplican a problemas de investigación nuevos o poco conocidos.
2. Diseño transversal descriptivo: Tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades; y así proporcionar su descripción.
3. Diseño transversal correlacional-causal: Estos diseños describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado. A veces, Únicamente en términos correlacionales, otras en función de la relación causa-efecto (causales).

Consecuentemente, considerando que se tienen plenamente identificadas las variables de estudio, pretendiendo describir los resultados ergonómicos de las actividades que constituyen los frentes de trabajo de una empresa que realiza obras civiles en el Magdalena Medio, a través de la aplicación de metodologías de evaluación ergonómica, para plantear estrategias correctivas y

preventivas para prevención de materialización del riesgo biomecánico, se concluye que el diseño que se encuentra acorde a las necesidades del proyecto es de tipo descriptivo.

Argibay (2009), en el artículo “*Muestra en investigación cuantitativa*”, indica que cuando se enfrenta un método descriptivo, el único propósito es describir un fenómeno en términos cuantitativos, y aunque se utilice más de una variable no se establece ningún nexo entre ellas. Adicionalmente; en este tipo de estudios, es fundamental que la técnica de muestreo empleada dé la seguridad de que la muestra sea representativa. Ya que si el único propósito de la investigación es describir y la muestra estuviera sesgada, de tal manera que los valores obtenidos de la misma no representarían a la población a la cual refieren, se informaría mal lo único que la investigación pretende transmitir. Por lo que se determina, que para el caso de aplicación en la empresa dedicada a la realización de obras civiles, se debe tomar una muestra con un margen de confiabilidad superior al 90%.

Para concluir, se determina que el oriente investigativo del presente estudio está pactado por una investigación no experimental, empleando un diseño transversal descriptivo, teniendo en cuenta la necesidad de evaluar variables específicas, en un horizonte de tiempo determinado y analizando los resultados ergonómicos, derivados de las características de los puestos de trabajo de una población confiable respecto al total de la muestra contemplada.

Participantes o fuentes de datos

La fuente de datos principal se constituye por la población objeto de estudio, la cual está compuesta por el personal operativo que labora en los frentes de trabajo de una empresa que se dedica a la realización de obras civiles en el Magdalena medio colombiano, las actividades que constituyen estas obras se basan en la realización de zanjas de coronación en saco suelo-cemento, limpieza y realización de cunetas, disipadores de energía, construcción de cajas o alcantarillas en concreto con rejilla y construcción de placas de concreto para unidades de bombeo.

El personal que hará parte activa de la muestra se constituye por 64 obreros y 6 oficiales civiles que se dedican a la realización de las labores misionales de los frentes de trabajo; en el momento de la aplicación de los métodos, el personal se encuentra distribuido en 4 frentes de trabajo, los cuales contaban con las mismas características respecto al clima cálido y seco,

jornadas de trabajo de ocho horas, tiempos de descanso de diez minutos por cada hora y una hora de almuerzo de 12:00 P.M. a 1:00 P.M.

Respecto a las competencias del personal involucrado en el estudio, se puede establecer que tanto los obreros como los oficiales civiles deben contar con educación mínima como bachiller, los requisitos de experiencia laboral no se consideran influyentes respecto al objeto de estudio. Finalmente, se contempla que los trabajadores se encuentran en un rango de edad de 20 a 53 años.

En alusión a la selección del tamaño de la muestra para la aplicación del estudio, se tomó como referencia el video publicado en el repositorio digital de la Universidad de Guadalajara por Bomba (2018), en el cual se explica cómo calcular este tamaño de muestra en una población finita, la formula se encuentra pactada por:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población = 70 Trabajadores.

Z = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza = 1.96 para un nivel de confianza del 95 %

e = Error de estimación máximo aceptado = 5%.

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado = 50%.

$q = (1-p)$ = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado = 50 %.

Por tanto, según los datos propios del estudio se obtiene:

$$n = \frac{70 * 1.96^2 * 0.50 * (1 - 0.50)}{0.05^2 * (70 - 1) + 1.96^2 * 0.50 * (1 - 0.50)} = 59.34 = 60 \text{ Personas}$$

Para seleccionar el personal que hace parte activa del estudio sin aplicar ningún tipo de carácter de exclusión, se asignó a cada trabajador un número del 1 al 70, posteriormente se aludió al uso de un generador de números aleatorios en línea; como resultado, se excluyen 10 trabajadores al azar, concluyendo que hacen parte del estudio 57 obreros y 3 oficiales civiles.

Figura 1

Generación de números aleatorios para selección del personal activo en el estudio.

No es seguro | generarnumerosaleatorios.com
Generar número aleatorio generarnumerosaleatorios.es

Generador de números aleatorios

[Tweet](#)
[Compartir 308](#)

Cálculos que te pueden interesar

- [Calcular IVA](#)
- [Calcular Porcentaje](#)

Indica el rango para generar los números aleatorios

Inicio:
 Final:
 Cuántos números:
 Números aleatorios: **49, 55, 62, 56, 26, 2, 20, 45, 68, 44**

Generar

Para el desarrollo de la investigación realizada; se requiere como fuente de datos, identificar las actividades ejecutadas en los frentes de trabajo operativos, en las que se presentan levantamiento de cargas, movimientos repetitivos o posturas prolongadas; para lo cual, se emplea como instrumento la matriz de identificación de peligros de la organización, la cual se encuentra estructurada bajo la guía técnica GTC-45; como también, los procesos operativos correspondientes a las labores de obra civil.

Consecuentemente, se requiere obtener los datos concernientes a la sintomatología percibida por parte de los trabajadores, a fin de determinar cuáles son las partes del cuerpo que presentan mayor afectación respecto a las labores ejecutadas, para lo cual se emplea como instrumento el cuestionario Nórdico de Kuorinka, el cual indaga las molestas detectadas respecto a la afectación de cuello, hombro, dorso o lumbar, codo o antebrazo y muñeca o mano, en los trabajadores evaluados.

La siguiente etapa del estudio, requiere de la valoración del nivel de riesgo respecto a los movimientos repetitivos, posturas prolongadas y levantamiento de cargas, lo anterior se establece como fuentes de datos para el análisis de los puestos de trabajo, lo que requiere de la aplicación

de instrumentos tales como diferentes metodologías de evaluación ergonómica de observación simple.

Para la evaluación de los movimientos repetitivos presentes en las actividades operativas, se aplica como instrumento el método OCRA Check-list, los datos registrados corresponderían a la observación de cada una de las repeticiones y la duración que se requiere para llevar a cabo cada una de las acciones que componen la ejecución de una actividad de obra civil.

Por otro lado, para evaluar la pertinencia de las posturas aplicadas por los trabajadores durante las actividades que requieren mantener una postura prolongada, se toma como instrumento la metodología REBA, evaluando las fuerzas o cargas aplicadas en tronco, cuello, piernas, brazos, antebrazos y muñecas, durante las labores misionales; como también, los ángulos aplicados en la ejecución de actividades operativas.

Finalmente, para evaluar los índices concernientes al levantamiento de cargas manuales en los frentes de obra civil, se emplea como instrumento el método de la ecuación de NIOSH, para encontrar el peso máximo recomendado respecto a la manipulación de cargas.

Con base en los datos recolectados por medio de los métodos de observación y el registro del cuestionario nórdico, se pretende establecer estrategias de mejora respecto a la prevención del riesgo biomecánico presente en la empresa seleccionada.

Recolección de datos

Como primer paso, se realiza la aplicación del cuestionario Nórdico de Kuorinka, el cual se encuentra compuesto por 11 preguntas de carácter ergonómico. El sondeo se realiza de forma física en el sitio de trabajo, con el objetivo de brindar instrucciones claras a los trabajadores en cuanto al diligenciamiento, explicando que las respuestas del 1 al 10 son de selección múltiple con elección única y que en la pregunta 11 se pueden seleccionar varios causales.

Para tener un concepto claro del instrumento, se trae a colación la definición expresada por la autora Uribe (2015), quien indica que el cuestionario Nórdico es una herramienta usada para la detección de síntomas músculo-esqueléticos, tales como el dolor, el malestar, el entumecimiento u hormigueo. La estructura del cuestionario cuenta con dos secciones importantes: La primera que contiene un grupo de preguntas de elección obligatoria que identifican las áreas del cuerpo donde se presentan los síntomas; esta sección cuenta con un mapa del cuerpo donde se identifica los sitios anatómicos donde se pueden ubicarse los síntomas: cuello, los hombros, la parte

superior de la espalda, los codos, la parte inferior de la espalda, la muñeca y manos, las caderas, los muslos, las rodillas y por último los tobillos y pies. La segunda parte contiene preguntas relacionadas sobre el impacto funcional de los síntomas reportados en la primera parte: la duración del problema, si ha sido evaluación por un profesional de la salud y la presentación reciente de los mismos.

Posteriormente, se establece la revisión de la matriz de identificación de peligros, evaluación y control de riesgos; implementada en la organización con base en la guía GTC-45, para de esta forma determinar las actividades operativas que serán expuestas a las metodologías de evaluación ergonómica; posteriormente se realiza la verificación de los procedimientos de trabajo, con el fin de segmentar; cuales de las labores, requieren de levantamiento de cargas, movimientos repetitivos y/o posturas prolongadas, de esta forma se permite esclarecer que métodos de evaluación aplicar a cada tipo de labor operacional.

Para la sensibilización y cooperación del personal, se realizó una charla introductoria el día 26 de noviembre del año 2020, para socializar a la población las actividades requeridas para cumplir los objetivos del presente estudio.

El siguiente paso, consiste en la observación y aplicación de las metodologías ergonómicas seleccionadas a las actividades operativas de los frentes de trabajo.

Para evaluar los movimientos repetitivos, se emplea el método OCRA Check List; con base en lo manifestado por los autores Colombini et al. (2013), la lista de verificación de OCRA tiene cinco partes, cada una dedicada al análisis de un factor de riesgo diferente. Estos factores de riesgo se dividen en cuatro factores de riesgo principales: a) falta de tiempo de recuperación; b) frecuencia de movimiento; c) fuerza y d) posturas incómodas con movimientos estereotipados; como también, algunos factores de riesgo adicionales (vibración transmitida al sistema mano-brazo, contragolpe, uso de guantes inadecuados, etc.)

De acuerdo a el planteamiento fundamentado por el autor Diego-Mas (2015), la aplicación del método persigue determinar el valor del índice Check List OCRA (ICKL) y, a partir de este valor clasificar el riesgo como: a) Optimo; b) Aceptable; c) Muy ligero; d) Ligero; e) Medio o f) Alto. El ICKL se calcula empleando la siguiente ecuación:

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

Donde:

FR: Factor de recuperación

FF: Factor de frecuencia.

FFZ: Factor de fuerza.

FP: Factor de posturas y movimientos.

FC: Factor de riesgos adicionales.

MD: Multiplicador de duración.

Para desarrollar el método en el presente caso de estudio, se emplea un formato estructurado en Excel donde se contempla: a) La acción requerida para la actividad; b) El número de repeticiones necesarias para la acción y c) El tiempo empleado para cada repetición y para el total de repeticiones. El número de repeticiones de las actividades se toman por medio de observación directa y la duración se registra empleando el cronometro de un dispositivo móvil. Con base en estos datos, se permite hallar el tiempo neto de trabajo repetitivo y el tiempo neto de ciclo del mismo.

Posteriormente se hallan cada uno de los componentes que sustentan el método OCRA Check List, se toma como línea de referencia las tablas de asignación de valores expuestas por Diego-Mas (2015):

1. Cálculo del factor de recuperación (FR): Es el tiempo de recuperación después de un periodo de actividad, el cual permite la recuperación de tejidos óseos y musculares. El cálculo del mismo, se realiza brindando un valor de acuerdo a la situación de los periodos de recuperación observadas, el cual oscila de 0 a 10.
2. Cálculo del factor de frecuencia (FF): Para el cálculo del factor, es necesario identificar el tipo de acciones técnicas realizadas en el puesto de trabajo. Si las acciones son dinámicas, se cuentan con una escala de calificación de 0 a 10; por otro lado, si las acciones son estáticas se brinda un valor de 2.5 si 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) y un valor de 4.5 si 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).
3. Cálculo del factor de fuerza (FFz): Se basa en cuantificar el esfuerzo necesario para llevar a cabo las acciones técnicas en el puesto de trabajo, las medidas de asignación de valores se encuentran dadas por: a) Si la fuerza aplicada es moderada, se califica en un

rango de 2 a 8; b) Si la fuerza aplicada es intensa, se califica en un rango de 4 a 24 y c) Si la fuerza aplicada es casi máxima, se califica en un rango de 6 a 32.

4. Cálculo del factor de posturas y movimientos (FP): Para este factor se analizan las posturas y movimientos forzados que se realizan con el hombro, codo, muñeca y la mano, las calificaciones se encuentran establecidas por: a) Posturas y movimientos del hombro con un rango que oscila de 1 a 24; b) Posturas y movimientos del codo con un rango que oscila de 2 a 8; c) Posturas y movimientos de la muñeca con un rango que oscila de 2 a 8; d) Duración del agarre con un rango de calificación de 2 a 8 y e) Movimientos estereotipados que se asignan como 1,5 si 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, el otro movimiento se designa como 3 si 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.
5. Cálculo de factores de riesgo adicionales (FC): Estos factores se refieren a elementos socio-organizativos que se califican como 1 o 2 y elementos físico-mecánicos que se califican en mayor proporción con valor de 2, solo se asigna valor de 3 si existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo
6. Cálculo de multiplicador de duración (MD): En el cálculo de todos los factores anteriormente descritos, se considera una exposición a 8 horas laborales, pero teniendo en cuenta que el tiempo de exposición puede ser inferior a 8 horas y que no todo el tiempo se realizan trabajos repetitivos en la jornada laboral, se calcula el MD para balancear la fórmula. Este factor depende directamente del tiempo neto de trabajo repetitivo (TNTR), se califica en un rango de 0.5 a 4 y de 0.01 a 0.35 si se están analizando multitareas.

Cabe denotar que para la apreciación calificativa de los factores requeridos, se emplea observación directa en los diferentes frentes de trabajo, con la ayuda respectiva de un cronometro; para el registro, conglomeración de datos y formulación del índice OCRA Check List, se estructura un archivo empleando Excel; cabe aclarar, que como recomendación, se pide a los trabajadores desarrollar sus actividades como lo harían cotidianamente, haciendo énfasis en los objetivos trazados en el estudio.

Con el valor calculado del índice Check List OCRA, Diego-Mas (2015) indica que puede obtenerse el nivel de riesgo y la acción recomendada, mediante la siguiente tabla:

Tabla 1

Nivel de riesgo y acción recomendada de acuerdo al índice resultante del cálculo OCRA Check-List

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

Nota. Tomado de la página Ergonautas de la Universidad Politécnica de Valencia, la autoría se acredita a Diego-Mas (2015).

Posteriormente, se evalúan las posturas prolongadas presentes en las labores operativas, para lo que se establece la aplicación del método REBA, dado que Anco (2018), indica que este método permite estudiar la postura y los cambios que realiza el empleado en sus diversas actividades siendo posible clasificarlas como estáticas o dinámicas e incluso como inestables. Además de esta posibilidad, se analiza también las posiciones adoptadas por segmentos corporales dividiendo en dos grupos al cuerpo humano como son tronco, cuello y miembros inferiores el primero y brazo, antebrazo y muñecas el segundo. Algo innovador y que está incluido en este método es la posibilidad de registrar variables como carga, fuerza y actividad muscular que se aplica durante la actividad laboral y el tipo de agarre que desarrolla el empleado sea esta con la mano o con otras partes del cuerpo.

Cabe aclarar, que el método requiere evaluar los componentes que conforman el grupo “A” y el grupo “B” del método. Para el grupo “A”, estos componentes se refirieren a la puntuación del cuello, tronco y piernas para evaluar las fuerzas o cargas de las actividades desarrolladas. A continuación se exponen las tablas de valoración de acuerdo a los aportes emitidos por Sulin (2019):

1. Para el tronco, se da una puntuación respecto al ángulo de medición del mismo; a) Si el tronco está erguido se brinda una puntuación de 1; b) Si se da un ángulo de flexión o extensión entre 0° y 20° se da una puntuación de 2; c) Si el ángulo de flexión es $>20^\circ$ y $\leq 60^\circ$ o extensión $>20^\circ$ se da una puntuación de 3 y d) Si el ángulo de flexión es mayor a 60° se da una puntuación de 4. Adicionalmente; la puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco.
2. Para la puntuación del cuello, se evalúa la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Se consideran dos puntuaciones: a) Si la flexión de cuello es menor de 20° se da una puntuación de 1 y; b) Si la flexión es mayor de 20° o hay extensión, se da una puntuación de 2. Cabe denotar que, esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza.
3. Para la puntuación de las piernas se da una puntuación 1 si el trabajador se encuentra sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico y una puntuación de 2 si el trabajador se encuentra de pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable. Adicionalmente, se otorga un punto adicional si se presenta una flexión de una o ambas rodillas entre 30° y 60° , o se da una puntuación adicional de 2 puntos si se presenta una flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

Respecto al grupo “B”, se debe evaluar la puntuación asignada de antebrazo, brazo y muñeca para evaluar la calidad del agarre. Sulin (2019) expresa que la puntuación se encuentra dada por:

1. La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión, midiendo el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco, de la siguiente forma: a) Si la medición del ángulo del brazo presenta desde 20° de extensión a 20° de flexión, se da una calificación de 1; b) Si la extensión $>20^\circ$ o flexión $>20^\circ$ y $<45^\circ$, se da una puntuación de 2; c) Si la flexión $>45^\circ$ y $<90^\circ$, se da una puntuación de 3 y; e) Si la flexión es superior a 90° se da una calificación de 4 puntos. La puntuación se incrementa en un punto si se presentan algunos de los siguientes criterios: a) Brazo abducido o brazo rotado; b) Hombro elevado o; c) Si existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad.

2. La puntuación del antebrazo, se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. Si la flexión se encuentra entre 60° y 100° , se da una puntuación de 1 y si la flexión $<60^\circ$ o $>100^\circ$, se da una puntuación de 2.
3. La puntuación de la muñeca, se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Si la posición es neutra o se presenta flexión o extensión $> 0^\circ$ y $<15^\circ$, se da una puntuación de 1; por otro lado, si la flexión o extensión $> 15^\circ$, se da una puntuación de 2. La puntuación se incrementa en un punto si se detecta torsión o desviación radial o cubital.

El registro de las puntuaciones se consolida en una tabla estructurada en Excel. Al plantear las calificaciones de los grupos A y B, se evalúa la postura de los trabajadores; para lograrlo, se ejecuta un registro fotográfico secuencial de cada una de las actividades evaluadas, la toma de ángulos para la respectiva valoración se determina empleando el aplicativo móvil “Angle Meter”.

Para la segunda parte del método, se evalúan las fuerzas ejercidas en las actividades medidas en el grupo “A”; así como también, el tipo de agarre para las puntuaciones registradas en el grupo “B”. Para la evaluación se deben tener en cuenta los siguientes factores de incremento:

1. Si al realizar la labor, se requiere emplear una carga o fuerza entre 5 y 10 kg, se incrementa un punto a la valoración previamente calculada. Si la actividad requiere una carga o fuerza mayor a 10 kg, se incrementan 2 puntos a la valoración planteada. Asimismo, si las cargas o fuerzas se aplican bruscamente se incrementa un punto adicional.
2. Para el incremento de puntuación del grupo “B”, se requiere evaluar la calidad del agarre, de la siguiente forma: a) Si el agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango es medio, no se incrementan puntos a la valoración; b) Si el agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo, se incrementa un punto; c) Si el agarre es posible pero no aceptable, se incrementan 2 puntos y; d) Si el agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo, se aumentan 3 puntos.

Para esclarecer la concepción a considerar respecto al agarre adecuado de las cargas, se toma como referencia las definiciones descritas en la guía técnica para manipulación manual de cargas emitido por el INSHT de España (2003):

1. Agarre bueno: Si la carga tiene asas u otro tipo de agarres con una forma y tamaño que permita un agarre confortable con toda la mano, permaneciendo la muñeca en una posición neutral, sin desviaciones ni posturas desfavorables.
2. Agarre regular: Si la carga tiene asas o hendiduras no tan óptimas, de forma que no permitan un agarre tan confortable como en el apartado anterior. También se incluyen aquellas cargas sin asas que pueden sujetarse flexionando la mano 90° alrededor de la carga.
3. Agarre malo: Si no se cumplen los requisitos del agarre medio.

Los nuevos datos obtenidos respecto al incremento de las puntuaciones, se definen como puntuación “C”. Para concluir la asignación de puntuaciones para las actividades evaluadas, Sulin (2019), indica que se deben considerar tres tipos de actividades que podrían incrementar la puntuación C hasta en 3 unidades, estas actividades son: a) Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto; b) Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar) y; c) Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables. Cada una de las actividades correspondería a una unidad de incremento para la puntuación final.

Al obtener la puntuación final, se permite establecer un nivel de actuación respecto al nivel de riesgo apreciable. El cálculo de las puntuaciones se consolida empleando una hoja de cálculo de Excel.

Al realizar la aplicación del método REBA; Nogareda (2001) expone en la NTP 601, correspondiente a la evaluación de las condiciones de trabajo respecto a carga postural, que la puntuación final del método está dada por:

Tabla 2

Niveles de riesgo y acción de acuerdo a la puntuación del 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

Nota. Tomado de la NTP 601 emitida por el instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo del ministerio de trabajo y asuntos sociales de España, la redacción se acredita a Nogareda (2001).

Finalmente; para la evaluación de manipulación de cargas, se emplea como instrumento la aplicación del instrumento NIOSH, Diego-Mas (2015), indica que 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) que es pertinente levantar en las condiciones del puesto, para evitar el riesgo de lumbalgias o problemas de espalda.

El autor indica que la ecuación que sustenta el método NIOSH tiene tres componentes básicos: a) el biomecánico; b) el fisiológico y c) el psicofísico.

El criterio biomecánico se basa en que al manejar una carga pesada o una carga ligera incorrectamente levantada, aparecen momentos mecánicos que se transmiten por los segmentos corporales hasta las vértebras lumbares dando lugar a un acusado estrés. A través del empleo de modelos biomecánicos, y usando datos recogidos en estudios sobre la resistencia de dichas vértebras, se llegó a considerar un valor de 3,4 kN como fuerza límite de compresión en la vértebra L5/S1 para la aparición de riesgo de lumbalgia.

Por otro lado, el criterio fisiológico reconoce 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 NIOSH recogió unos límites de la máxima capacidad aeróbica para el cálculo del gasto energético y los aplicó a su fórmula. La capacidad de levantamiento máximo aeróbico se fijó para aplicar este criterio en 9,5 kcal/min.

Por último, el criterio psicofísico se basa en datos sobre la resistencia y la capacidad de los trabajadores que manejan cargas con diferentes frecuencias y duraciones, para considerar combinadamente los efectos biomecánico y fisiológico del levantamiento.

La fórmula del método se encuentra pactada por:

$$RWL: LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

Dónde:

HM: Factor de distancia horizontal.

VM: Factor de distancia vertical.

DM: Factor de desplazamiento vertical.

AM: Factor de asimetría.

FM: Factor de frecuencia.

CM: Factor de agarre.

Conocido el RWL se calcula el índice de levantamiento (LI). El cual se cuantifica dividiendo el peso de la carga levantada sobre el RWL.

Para ampliar la concepción de los aspectos evaluados en los factores que componen la ecuación, Sánchez y Aguilar (2019), indican que los datos que se deben evaluar para encontrar el peso máximo recomendado respecto a la manipulación de cargas manuales, son:

1. Factor de distancia horizontal (HM): El factor penaliza los levantamientos en los que la carga se levanta alejada del cuerpo, buscando evaluar el cumplimiento de extensión de la carga por medio de la formula $HM=25/H$, donde H es la distancia proyectada en un plano horizontal, entre el punto medio entre los agarres de la carga y el punto medio entre los tobillos. El cálculo de H también puede pactarse como $H=20 + w/2$, si la altura de las manos medida desde el suelo es mayor o igual a 25 cm, o como $H=25 + w/2$, si la altura de las manos medida desde el suelo es menor a 25 cm, donde w representa la anchura de la carga en el plano sagital del trabajador.
2. Factor de distancia vertical o altura (VM): El factor penaliza levantamientos con origen o destino en posiciones muy bajas o muy elevadas, la formula se encuentra dada por $VM = (1 - 0.003 |V-75|)$, donde V es la distancia entre el punto medio entre los agarres de la carga y el suelo medida verticalmente.
3. Factor de desplazamiento vertical (DM): Evalúa el cumplimiento del desplazamiento vertical, la formula se encuentra dada por $DM = 0.82 + (4.5 / D)$, donde D es la diferencia, tomada en valor absoluto, entre la altura de la carga al inicio del levantamiento (V en el origen) y al final del levantamiento (V en el destino).
4. Factor de asimetría (AM): Evalúa el cumplimiento del ángulo de asimetría, la formula se encuentra dada por $AM = 1 - (0.0032 * A)$, donde A representa el ángulo de giro que debe medirse. Se debe tener en cuenta que si $A > 135^\circ$ el valor del AM es de 0.
5. Factor de agarre (CM): Como se expresó con antelación, el factor de agarre se encuentra contemplado como bueno, regular o malo, según la guía técnica para

manipulación manual de cargas de España, para determinar el valor, se debe tener en cuenta que si el tipo de agarre es bueno y si la distancia entre el punto medio entre los agarres de la carga y el suelo medida verticalmente (V) es mayor o menor a 75.

6. Factor de frecuencia (FM): El factor de frecuencia puede calcularse a partir de la duración del trabajo, y de la frecuencia y distancia vertical del levantamiento. La frecuencia de levantamiento se mide en elevaciones por minuto y se determina observando al trabajador en periodos de 15 minutos. Cabe aclarar, que para determinar la duración de la tarea se debe tener en cuenta que si el tiempo de la labor es igual o menor a una hora, la duración se expresa como corta, si la duración es mayor a una hora e inferior o igual a dos horas, la duración es media, y si el tiempo es superior a 2 horas hasta 8 horas, la duración es larga. También se debe tener en cuenta si la distancia entre el punto medio entre los agarres de la carga y el suelo medida verticalmente (V) es mayor o menor a 75.

Al multiplicar todos los factores anteriormente descritos, se permite calcular el peso máximo recomendado (RWL); posteriormente, se calcula el índice de levantamiento, el cual se encuentra pactado por $LI = \text{Peso de la carga levantada} / \text{RWL}$, con este valor se puede valorarse el riesgo que acarrea las tareas evaluadas. El registro de los factores, se llevó a cabo por medio de un formato estructurado en Excel, las distancias proyectadas se midieron con un metro, el registro de ángulos se calculó empleando el aplicativo móvil “Angle Meter” y los tiempos se calcularon empleando un cronometro. Finalmente, la conglomeración y unificación de datos y cálculo de la ecuación, se estructura en Excel.

Como último paso, conocido el valor del índice de levantamiento puede valorarse el riesgo que entraña la tarea para el trabajador. NIOSH considera tres intervalos de riesgo:

Tabla 3

Niveles de riesgo y acción de acuerdo a la puntuación del método NIOSH

Índice de Levantamiento	Nivel de Riesgo	Intervención y Posterior Análisis
Menor a 1	Limitado	La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas.
1-3	Moderado	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
Mayor a 3	Intolerable	La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Nota. Tomado de la página Ergonautas de la Universidad Politécnica de Valencia, la autoría se acredita a Diego-Mas (2015).

De esta forma, se concluye el ciclo de toma de datos y observación directa, respecto al desarrollo de las actividades operativas, que constituyen los frentes de trabajo en una empresa que realiza obras civiles.

Para cerrar el ciclo de aplicación de métodos, se estructura como instrumento un archivo en Excel con cada uno de los resultados por tipo de actividad, el método aplicado, el nivel de riesgo detectado y las recomendaciones pactadas por el método ergonómico.

Consecuentemente, se realiza una retroalimentación de las actividades con puntajes críticos y de los resultados del cuestionario Nórdico, para propender por estructurar estrategias para la prevención del riesgo biomecánico en la empresa seleccionada, de acuerdo a las observaciones y evidencias derivadas del estudio, el análisis se consolida en una hoja de cálculo de Excel.

Finalmente, se programa una reunión con el Coordinador SST de la organización, en aras de exponer los hallazgos encontrados y compartir las estrategias de control consolidadas, con el objetivo de aplicar correcciones; de ser requerido, y pactar la socialización de los resultados del proceso a las partes interesadas.

Análisis

Como punto de partida, se realiza el registro conglomerado de los resultados del cuestionario Nórdico aplicado a los trabajadores empleando Excel, esto permite analizar qué porcentaje de los trabajadores manifiestan dolencias en el cuello, hombros, dorso o lumbar, codo o antebrazo y muñeca o mano al realizar sus labores operativas; con estos resultados, se puede estipular un primer panorama de la sintomatología detectada por los trabajadores y priorizar cuales partes del cuerpo son susceptibles a desencadenar trastornos musculo esqueléticos por enfermedad laboral. Como elementos de apoyo se da alusión a gráficos tipo pastel y de columnas para ampliar la concepción visual de los resultados obtenidos.

Teniendo en cuenta la priorización anterior, se determina una tabla en Excel para aterrizar aquellas actividades que son evaluadas a través de los métodos ergonómicos; como también el paso a paso que se requiere para la realización de las mismas, esto permite identificar dentro de cada actividad si se presentan movimientos repetitivos, posturas prolongadas o levantamiento de

cargas, por lo tanto se anexa una columna para especificar que método evaluara cada actividad aterrizada.

Cabe resaltar, que las actividades seleccionadas se derivan de la revisión de la matriz de identificación de peligros, evaluación y control de riesgo GTC-45, como también de los procedimientos de trabajo que se encuentran dentro del sistema de gestión de la empresa.

Posteriormente, se aplican los métodos ergonómicos descritos con antelación respecto a la dinámica de recolección de datos, los resultados de los mismos, se plasman en tablas de hojas de cálculo de Excel, para examinar por cada tipo de actividad y su correspondiente paso a paso, cual fue el nivel de riesgo resultante. Finalmente, se consolidan las estrategias de prevención del riesgo biomecánico tomando como referencia estructural los resultados obtenidos en el estudio respecto a la valoración del riesgo ergonómico.

Resultados o hallazgos

Para la primera fase del estudio, se realiza una consulta bibliográfica de aquellos documentos investigativos enfocados en el análisis de riesgos biomecánicos en diferentes sectores de la industria, empleando como instrumentos para el análisis, métodos de evaluación ergonómica de observación, para lo que se obtuvo un total de ocho tesis de postgrado que seguían lineamientos u objetivos enfocados en la aplicación de dichos métodos para evaluar las condiciones ergonómicas de diferentes puestos de trabajo en sectores tales como el manufacturero, área de enfermería, áreas administrativas y el sector de la construcción.

Consecuentemente, se pudo observar que cinco de los ocho estudios analizados emplearon encuestas para indagar a los trabajadores respecto a los síntomas que pueden asociarse a aspectos ergonómicos dentro de sus puestos de trabajo, tres de ellos emplearon el cuestionario Nórdico de Kuorinka, y dos estructuraron encuestas con preguntas abiertas. Observando los resultados obtenidos por los autores, se infiere que el conglomerado de preguntas de selección múltiple con única respuesta, permite analizar de forma simple la tendencia presentada respecto a las molestias o dolencias de los empleados en diferentes partes del cuerpo; por tanto, se determina que el cuestionario Nórdico es un instrumento útil para cumplir con los objetivos del estudio al analizar la concepción de los trabajadores, antes de aplicar métodos de observación.

Por otro lado, se identificó que para la repetitividad de movimientos, se empleaban en mayor frecuencia los métodos JSI y OCRA Check List, al observar la aplicación de los métodos, se determina el método OCRA Check List como el más pertinente para la organización, dado que este se fundamenta en la toma de tiempos promedio respecto al número de repeticiones requeridas para la labor, mientras que el método JSI requiere valorar desviaciones y ritmos de la tarea efectuada que serían complejos de aplicar teniendo en cuenta la cantidad de trabajadores que hacen parte de la población objetivo.

En cuanto a la evaluación de posturas prolongadas, se emplea con mayor frecuencia los métodos RULA y REBA, aunque ambos métodos evalúan los ángulos que toman las partes del

cuerpo respecto a la flexión ejercida, se determina que el método REBA es más efectivo dado que se estima la carga postural del cuerpo completo y no solo de las extremidades como se realiza en el método RULA.

Finalmente, para la valoración del levantamiento de cargas, se denota que los métodos de mayor empleabilidad son la ecuación de NIOSH y la guía de levantamiento de cargas del INSHT; teniendo en cuenta el tipo de cargas manipuladas en los frentes de trabajo de obra civil de la empresa estudiada, se rescata la ecuación de NIOSH dado que dentro de los criterios evaluativos se toma en cuenta el criterio biomecánico, el fisiológico y el psicofísico para determinar el nivel de riesgo de la labor.

Al determinar los instrumentos de mayor pertinencia para aplicar a la población objeto de estudio, se da paso a la siguiente fase de la investigación, la cual consta de la aplicación del cuestionario Nórdico de Kuorinka (Ver anexo A) a una población total de 60 trabajadores, dicho cuestionario consta de un total de once preguntas de tipo ergonómico, las cuales evalúan la sintomatología percibida por los trabajadores en cinco partes del cuerpo, tales como: a) cuello; b) hombros; c) dorso o lumbar; d) codo o antebrazo; y e) muñeca o mano; como también los tiempos promedio de detección de las molestias presentadas. Los resultados obtenidos fueron:

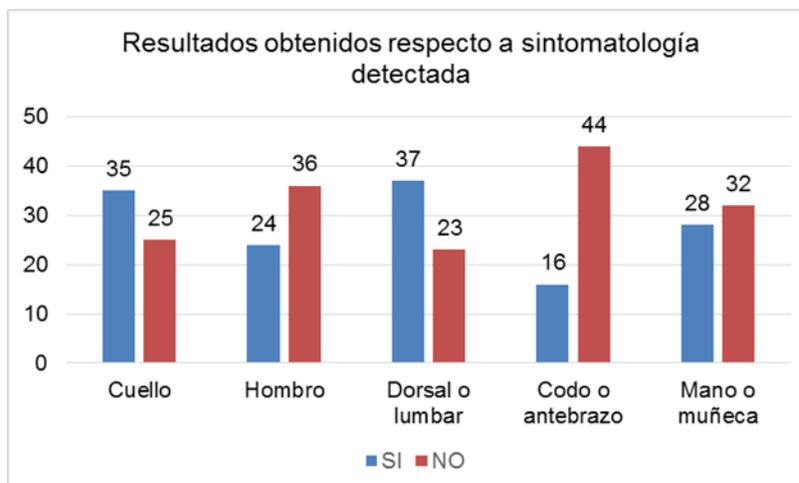
Tabla 4

Resultados obtenidos respecto a la pregunta ¿Ha tenido molestias en.....?

Opciones	Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	Codo o antebrazo	Mano o muñeca
Si	35	24	37	16	28
No	25	36	23	44	32
Total	60	60	60	60	60

Figura 2

Representación gráfica de resultados obtenidos para la pregunta ¿Ha tenido molestias en.....?



Respecto a las respuestas obtenidas, se puede identificar que la mayor incidencia de detección de sintomatología, se presenta en mayor cuantía en la región dorsal o lumbar (con un porcentaje equivalente al 61.6% de la población objeto de estudio), seguido por molestias en el cuello (con un porcentaje equivalente al 58.3% de la población objeto de estudio), y la zona de manos o muñecas (con un porcentaje equivalente al 46.6% de la población objeto de estudio).

Teniendo en cuenta que las partes evaluadas tales como los hombros, codo o antebrazo y mano o muñeca deben evaluarse en el lado izquierdo, derecho u ambos lados, se realiza la aclaración respectiva en cuanto a los resultados obtenidos en el cuestionario.

Tabla 5

Resultados obtenidos respecto a la pregunta ¿Ha tenido molestias en.....? Hombro?

¿Ha tenido molestias en.....? Hombro		
Respuesta	Puntaje	Porcentaje
Molestia en hombros (Si)	24	40.0 %
Molestia en hombros (No)	36	60.0 %
Total 1	60	100%

Segmentación por lados		
Respuesta	Puntaje	Porcentaje
Hombro derecho	10	41.7 %
Hombro izquierdo	9	37.5 %
Ambos hombros	5	20.8 %
Total 2	24	100 %

Se puede evidenciar que de los 24 trabajadores que expresaron molestias en los hombros, el 41.7%; equivalente a 10 personas, expresan presentar síntomas en el lado derecho, el 37.5%;

equivalente a 9 personas, sufren molestias en el lado izquierdo, y solo 5 personas presentan síntomas en ambos hombros.

Tabla 6

Resultados obtenidos respecto a la pregunta ¿Ha tenido molestias en codo o antebrazo?

¿Ha tenido molestias en.....? Codo o antebrazo		
Respuesta	Puntaje	Porcentaje
Molestia en codo o antebrazo (Si)	16	26.7
Molestia en codo o antebrazo (No)	44	73.3
Total 1	60	100

Segmentación por lados		
Respuesta	Puntaje	Porcentaje
Codo o antebrazo derecho	10	62.5
Codo o antebrazo izquierdo	3	18.8
Ambos codos o antebrazos	3	18.8
Total 2	16	100

Para la pregunta referente a molestias detectadas en codo o antebrazo, se obtiene que de los 16 trabajadores, el 62.5%; equivalente a 10 personas, expresan presentar síntomas en el lado derecho, un 18.8%; equivalente a 3 personas, sufren molestias en el lado izquierdo, y un 18.8%; equivalente a 3 personas, sufren molestias en ambos lados.

Tabla 7

Resultados obtenidos respecto a la pregunta ¿Ha tenido molestias en muñeca o mano?

¿Ha tenido molestias en.....? Muñeca o mano		
Respuesta	Puntaje	Porcentaje
Molestia en muñeca o mano (Si)	28	46.7
Molestia en Muñeca o mano (No)	32	53.3
Total 1	60	100

Segmentación por lados		
Respuesta	Puntaje	Porcentaje
Muñeca o mano derecha	16	57.1
Muñeca o mano izquierda	8	28.6
Ambas muñecas o manos	4	14.3
Total 2	28	100

De la tabla anterior, se puede inferir que de los 28 trabajadores, el 57.1%; equivalente a 16 personas, expresan presentar síntomas en el lado derecho, un 28.6%; equivalente a 8 personas, sufren molestias en el lado izquierdo, y un 14.3%; equivalente a 4 personas, sufren molestias en ambos lados.

Para la segunda pregunta correspondiente al tiempo en el cual se presentan molestias en las diferentes partes del cuerpo, se obtiene:

Tabla 8

Resultados obtenidos de molestias en el cuello respecto al tiempo de detección del síntoma

¿Desde hace cuánto tiempo? Cuello		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Cuello (< a 6 meses)	9	25.7
Cuello (6 - 12 meses)	15	42.9
Cuello (13 - 18 meses)	7	20.0
Cuello (> a 19 meses)	4	11.4
Total	35	100,0

Tabla 9

Resultados obtenidos de molestias en los hombros respecto al tiempo de detección del síntoma

¿Desde hace cuánto tiempo? Hombros		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Hombro (< a 6 meses)	6	25.0
Hombro (6 - 12 meses)	8	33.3
Hombro (13 - 18 meses)	6	25.0
Hombro (> a 19 meses)	4	16.7
Total	24	100,0

Tabla 10

Resultados obtenidos de molestia dorsal o lumbar respecto al tiempo de detección del síntoma

¿Desde hace cuánto tiempo? Dorsal o lumbar		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Dorsal o Lumbar (< a 6 meses)	10	27.0
Dorsal o Lumbar (6 - 12 meses)	11	29.7
Dorsal o Lumbar (13 - 18 meses)	9	24.3
Dorsal o Lumbar (> a 19 meses)	7	18.9

Total	37	100,0
--------------	-----------	--------------

Tabla 11

Resultados obtenidos de molestia en codo o antebrazo respecto al tiempo de detección del síntoma

¿Desde hace cuánto tiempo? Codo o antebrazo		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Codo o Antebrazo (< a 6 meses)	5	31.3
Codo o Antebrazo (6 - 12 meses)	4	25.0
Codo o Antebrazo (13 - 18 meses)	3	18.8
Codo o Antebrazo (> a 19 meses)	4	25.0
Total	16	100,0

Tabla 12

Resultados obtenidos de molestia en muñeca o mano respecto al tiempo de detección del síntoma

¿Desde hace cuánto tiempo? Muñeca o mano		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muñeca o mano (< a 6 meses)	11	39.3
Muñeca o mano (6 - 12 meses)	6	21.4
Muñeca o mano (13 - 18 meses)	7	25.0
Muñeca o mano (> a 19 meses)	4	14.3
Total	28	100,0

En todas las partes evaluadas en la encuesta, una proporción superior o igual al 56% de los trabajadores, indican que las molestias que han detectado se presentan en mayor cuantía en los rangos de menos de seis meses y de seis a doce meses.

Para la tercera pregunta referente a si el trabajador ha necesitado cambiar de puesto de trabajo por las molestias generadas, se obtiene:

Tabla 13

Resultados obtenidos a la pregunta ¿Ha necesitado cambiar de puesto de trabajo?

¿Ha necesitado cambiar de puesto de trabajo?					
	Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	Codo o antebrazo	Muñeca o brazo
Si	28	15	23	12	19
No	7	9	14	4	9
Total	35	24	37	16	28

En el total de ítems evaluados, más del 61% de los trabajadores, expresan que han requerido cambiar de puesto de trabajo, teniendo en cuenta las molestias o dolencias derivadas de las partes del cuerpo evaluadas.

Continuadamente, los resultados de la pregunta referente a si el trabajador ha sentido molestia en los últimos 12 meses, respecto al tiempo de presencia de los síntomas, se obtiene:

Tabla 14

Resultados obtenidos a la pregunta ¿Ha tenido molestias en los últimos 12 meses?

¿Ha tenido molestias en los últimos 12 meses?					
	Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	Codo o antebrazo	Muñeca o brazo
Si	35	24	37	16	28
No	0	0	0	0	0
Total	35	24	37	16	28

Se denota que el 100% de los trabajadores que expresan dolencias o molestias en las partes evaluadas, han sentido sintomatología en los últimos 12 meses.

La pregunta 5, indaga el factor de tiempo respecto al cual se percibe la duración de las molestias o sintomatologías en las diferentes partes del cuerpo.

Tabla 15

Resultados obtenidos a la pregunta referente a los rangos de tiempo de presencia de sintomatología en cuello durante los últimos 12 meses

¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses? Cuello		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Cuello (1 - 7 días)	7	20.0
Cuello (8 - 30 días)	15	42.9
Cuello (> 30 días no seguidos)	9	25.7
Cuello (siempre)	4	11.4
Total	35	100

Tabla 16

Resultados obtenidos a la pregunta referente a los rangos de tiempo de presencia de sintomatología en hombro durante los últimos 12 meses

¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses? Hombro

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Hombro (1 - 7 días)	5	20.8
Hombro (8 - 30 días)	4	16.7
Hombro (> 30 días no seguidos)	12	50.0
Hombro (siempre)	3	12.5
Total	24	100

Tabla 17

Resultados obtenidos a la pregunta referente a los rangos de tiempo de presencia de sintomatología dorsal o lumbar durante los últimos 12 meses

¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses? Dorsal o lumbar		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Dorsal o Lumbar (1 - 7 días)	9	24.3
Dorsal o Lumbar (8 - 30 días)	11	29.7
Dorsal o Lumbar (> 30 días no seguidos)	14	37.8
Dorsal o Lumbar (siempre)	3	8.1
Total	37	100

Tabla 18

Resultados obtenidos a la pregunta referente a los rangos de tiempo de presencia de sintomatología en codo o antebrazo durante los últimos 12 meses

¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses? Codo o antebrazo		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Codo o Antebrazo (1 - 7 días)	7	43.8
Codo o Antebrazo (8 - 30 días)	5	31.3
Codo o Antebrazo (> 30 días no seguidos)	3	18.8
Codo o Antebrazo (siempre)	1	6.3
Total	16	100

Tabla 19

Resultados obtenidos a la pregunta referente a los rangos de tiempo de presencia de sintomatología en muñeca o mano durante los últimos 12 meses

¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses? Muñeca o mano		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muñeca o mano (1 - 7 días)	4	14.3
Muñeca o mano (8 - 30 días)	9	32.1
Muñeca o mano (> 30 días no seguidos)	14	50.0
Muñeca o mano (siempre)	1	3.6

Total	28	100
--------------	-----------	------------

Para la parte del cuello, se obtiene que el 42.9% de los trabajadores presentan síntomas en un rango de 8 a 30 días, seguido por un 25.7% que indican que los síntomas se perciben en un rango mayor a 30 días no seguidos. Por otro lado; para los hombros, se obtiene una puntuación del 50% para persistencia de síntomas en rango mayor a 30 días no seguidos y un 16.7% para un intervalo de 8 a 30 días. Respecto a las molestias dorsal o lumbar, se presenta mayor concentración de respuesta en un rango mayor a 30 días no seguidos con un 37.8%, seguido por un periodo de 8 a 30 días con porcentaje del 29.7. Adicionalmente, en la parte de codo o antebrazo se presenta un 43.8% para el intervalo de 1 a 7 días, seguido por un 31.3% para el segmento de 8 a 30 días. Finalmente, para el caso de muñeca o mano, se obtiene un porcentaje del 50% para la calificación de mayor a 30 días no seguidos, continuado por un porcentaje de 32.1% para el rango de 8 a 30 días.

Para la pregunta 6, se indaga la duración de cada episodio donde se detecta la presencia de síntomas, consiguiendo las siguientes respuestas por parte de los trabajadores:

Tabla 20

Resultados obtenidos respecto a la duración de cada episodio en cuello

¿Cuánto dura cada episodio? Cuello		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Cuello (< 1 hora)	7	20.0
Cuello (1 - 24 horas)	16	45.7
Cuello (1 - 7 días)	5	14.3
Cuello (1 - 4 semanas)	3	8.6
Cuello (> 1 mes)	4	11.4
Total	35	100,0

Tabla 21

Resultados obtenidos respecto a la duración de cada episodio en hombros

¿Cuánto dura cada episodio? Hombro		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Hombro (< 1 hora)	10	41.7
Hombro (1 - 24 horas)	5	20.8
Hombro (1 - 7 días)	4	16.7
Hombro (1 - 4 semanas)	2	8.3
Hombro (> 1 mes)	3	12.5

Total	24	100
--------------	-----------	------------

Tabla 22

Resultados obtenidos respecto a la duración de cada episodio dorsal o lumbar

¿Cuánto dura cada episodio? Dorsal o lumbar		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Dorsal o Lumbar (< 1 hora)	9	24.3
Dorsal o Lumbar (1 - 24 horas)	14	37.8
Dorsal o Lumbar (1 - 7 días)	7	18.9
Dorsal o Lumbar (1 - 4 semanas)	4	10.8
Dorsal o Lumbar (> 1 mes)	3	8.1
Total	37	100

Tabla 23

Resultados obtenidos respecto a la duración de cada episodio en codos o antebrazos

¿Cuánto dura cada episodio? Codo o antebrazo		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Codo o Antebrazo (< 1 hora)	8	50.0
Codo o Antebrazo (1 - 24 horas)	4	25.0
Codo o Antebrazo (1 - 7 días)	2	12.5
Codo o Antebrazo (1 - 4 semanas)	1	6.3
Codo o Antebrazo (> 1 mes)	1	6.3
Total	16	100

Tabla 24

Resultados obtenidos respecto a la duración de cada episodio en muñecas o manos

¿Cuánto dura cada episodio? Muñeca o mano		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muñeca o mano (< 1 hora)	8	28.6
Muñeca o mano (1 - 24 horas)	12	42.9
Muñeca o mano (1 - 7 días)	3	10.7
Muñeca o mano (1 - 4 semanas))	4	14.3
Muñeca o mano (> 1 mes)	1	3.6
Total	28	100

Se denota que para cada una de las partes del cuerpo evaluadas, se presentan episodios con lapsos de duración centralizados en los rangos de inferior a una hora y de una a veinticuatro

horas, lo que podría indicar, que las dolencias se derivan de la ejecución de actividades de forma inapropiada respecto a los lineamientos ergonómicos.

La séptima pregunta, indaga por cuanto tiempo las molestias detectadas en diferentes partes del cuerpo, han impedido la realización de actividades laborales en los últimos doce meses, las respuestas brindadas por los trabajadores fueron:

Tabla 25

Resultados obtenidos respecto a la suspensión de actividades laborales por presencia de molestias en cuello

¿Cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo en los últimos 12 meses? Cuello		
Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Cuello (0 días)	33	94.3
Cuello (1 - 7 días)	2	5.7
Cuello (1 - 4 semanas)	0	0
Cuello (> 1 mes)	0	0
Total	35	100

Tabla 26

Resultados obtenidos respecto a la suspensión de actividades laborales por presencia de molestias en hombros

¿Cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo en los últimos 12 meses? Hombros		
Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Hombro (0 días)	24	100
Hombro (1 - 7 días)	0	0
Hombro (1 - 4 semanas)	0	0
Hombro (> 1 mes)	0	0
Total	24	100

Tabla 27

Resultados obtenidos respecto a la suspensión de actividades laborales por presencia de molestia dorsal o lumbar

¿Cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo en los últimos 12 meses? Dorsal o lumbar		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Dorsal o Lumbar (0 días)	31	83.8
Dorsal o Lumbar (1 - 7 días)	6	16.2

Dorsal o Lumbar (1 - 4 semanas)	0	0
Dorsal o Lumbar (> 1 mes)	0	0
Total	37	100

Tabla 28

Resultados obtenidos respecto a la suspensión de actividades laborales por presencia de molestias en codos o antebrazos

¿Cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo en los últimos 12 meses? Codo o antebrazo		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Codo o Antebrazo (0 días)	16	100
Codo o Antebrazo (1 - 7 días)	0	0
Codo o Antebrazo (1 - 4 semanas)	0	0
Codo o Antebrazo (> 1 mes)	0	0
Total	16	100

Tabla 29

Resultados obtenidos respecto a la suspensión de actividades laborales por presencia de molestias en muñecas o codos.

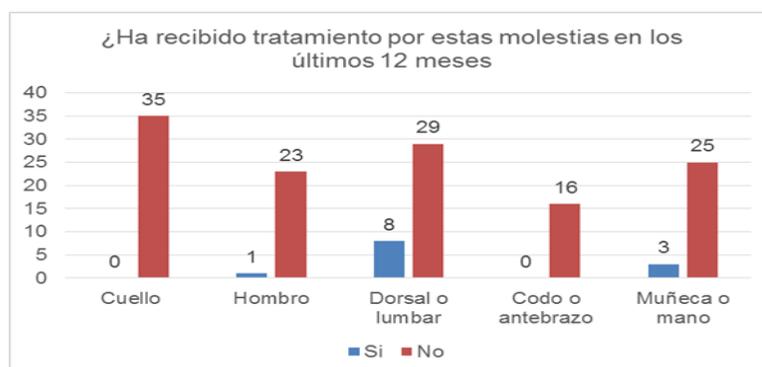
¿Cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo en los últimos 12 meses? Muñeca o codo		
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muñeca o mano (0 días)	26	92.9
Muñeca o mano (1 - 7 días)	2	7.1
Muñeca o mano (1 - 4 semanas)	0	0
Muñeca o mano (> 1 mes)	0	0
Total	28	100

En general, los dolores derivados de aspectos ergonómicos en los frentes de trabajo, no han provocado suspensiones significativas de actividad laboral, se evidencia el impedimento de ejecución de actividades para el rango de uno a siete días en las partes de: a) cuello, con dos casos equivalentes al 5.7% de la población participante; b) Dorsal o lumbar, con seis casos equivalentes al 16.2% de la población; y c) muñeca o mano, con dos casos equivalentes al 7.1% de la población. El factor crítico detectado corresponde a la parte dorsal o lumbar, la suspensión de actividades; teniendo en cuenta los criterios evaluados, puede ser ocasionada por una manipulación de cargas inadecuada.

Por otro lado, la pregunta 8 se encuentra orientada a investigar si los trabajadores han recibido tratamiento por la presencia de molestias en las partes del cuerpo evaluadas en los últimos doce meses.

Figura 3

Representación gráfica de resultados obtenidos para la pregunta ¿Ha recibido tratamiento por estas molestias en los últimos 12 meses?

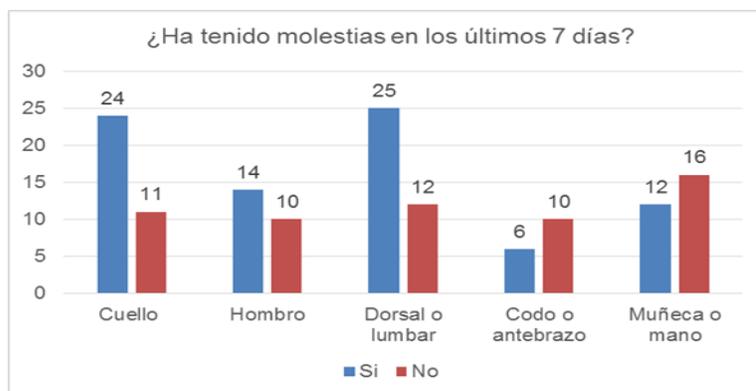


Respecto a los resultados de la pregunta, se resalta la necesidad de tratamiento para ocho trabajadores en la parte dorsal o lumbar, lo que alerta en relación a la revisión detallada del proceso de levantamiento de cargas manuales.

La pregunta 9 cuestiona sobre la presencia de sintomatología o molestias en los últimos 7 días, los resultados fueron:

Figura 4

Representación gráfica de resultados obtenidos para la pregunta ¿Ha tenido molestias en los últimos 7 días?



Conforme a los resultados, se evidencia un reporte notorio de sintomatología relacionada con la parte dorsal o lumbar y el cuello.

La pregunta 10, solicita que el trabajador califique la intensidad de las molestias detectadas en un rango de 1 a 5, donde 1 significa la no presencia de molestias y 5 significa la presencia fuerte de molestias.

Tabla 30

Resultados obtenidos respecto a valoración de escala de molestias detectadas.

Respuesta	Calificación de molestias entre 1 (sin molestias) y 5 (molestias muy fuertes)				
	Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	Codo o antebrazo	Muñeca o mano
Escala 1	0	0	0	0	0
Escala 2	12	9	7	7	5
Escala 3	17	8	15	3	10
Escala 4	5	4	6	5	9
Escala 5	1	3	9	1	4
Total	35	24	37	16	28

Como resultado, se obtiene que los trabajadores expresan una mayor concentración de molestia en las escalas 2 y 3, como factor crítico se obtiene que 9 trabajadores expresan un nivel o escala 5 en la parte dorsal o lumbar, lo que podría explicar la suspensión de actividades manifestada en preguntas anteriores por parte de los colaboradores.

Finalmente, para la pregunta 11, se cuestiona a los trabajadores respecto a que factor ergonómico atribuyen sus molestias en las diferentes partes del cuerpo evaluadas, los resultados conglomerados son:

Tabla 31

Resultados obtenidos respecto a la atribución de molestias.

Respuesta	¿A qué atribuye estas molestias?				
	Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	Codo o antebrazo	Muñeca o mano
Movimiento repetitivo	18	10	16	13	16
Postura prolongada	2	1	1	0	3
Levantamiento de carga manual	15	13	20	3	9
Total	35	24	37	16	28

Como observación inmediata a la pregunta 11, se detecta que de las muestras totales, no más de tres trabajadores contribuyen los malestares detectados a actividades en las que se presentan posturas prolongadas, para las partes correspondientes a cuello, codo o antebrazo y muñeca o mano, se aluden las dolencias en mayor proporción a actividades donde se presenten movimientos repetitivos; por otro lado, en partes como hombros y dorsal o lumbar se atribuyen las dolencias en mayor cuantía a actividades que requieren de levantamiento manual de cargas.

Para concluir la fase de aplicación del cuestionario Nórdico, se puede denotar; con base en los resultados obtenidos, una tendencia respecto al reporte de sintomatología o molestias concentradas en la zona dorsal o lumbar, cuello y muñeca o mano; por consiguiente, se resalta la necesidad de realizar mejoras en los puestos de trabajo o aumentar los controles en actividades que impliquen movimientos repetitivos y levantamiento manual de cargas.

Teniendo en cuenta los resultados anteriormente descritos, es importante resaltar que para tomar medidas correctivas o de mejora, es necesario realizar un cruce entre los datos obtenidos en el cuestionario Nórdico y los métodos de evaluación ergonómica.

Como segunda fase, se realiza la revisión de la matriz de peligros y riesgos con la que cuenta la organización; la cual se orienta bajo la guía GTC-45, se procede a extraer los peligros ergonómicos detectados y se registra en la tabla 32 del presente documento.

Primeramente, se puede determinar que la evaluación de peligros de las actividades que conforman los procedimientos de los frentes operativos, se valoran de forma global; es decir, que no se segmentan las actividades para establecer los respectivos controles, lo cual da a lugar a un establecimiento superficial de medidas de intervención; como por ejemplo, respecto al uso de herramientas específicas para las diferentes actividades, el uso de carretillas como medio de soporte para el transporte de cargas o bultos, necesidades puntuales de capacitación respecto a la actividad ejecutada, entre otras; por tanto, se prioriza la necesidad de realizar un reajuste a la

matriz actual de identificación de peligros y evaluación de riesgos en cuanto a aspectos ergonómicos.

Adicionalmente, al revisar los controles preventivos, no se observan actividades de acompañamiento por parte de la ARL, como tampoco se detectan actividades de vigilancia epidemiológica respecto al control del riesgo biomecánico u ergonómico; por tanto, estos aspectos deben tenerse en cuenta para el establecimiento de las estrategias de mitigación y control del riesgo abordado.

A continuación se muestra la matriz de peligros y riesgos de la empresa seleccionada para ampliar la concepción de la situación actual de la empresa respecto a los objetivos planteados.

Tabla 32

Matriz de peligros y riesgos de una empresa que realiza obras civiles

Proceso	Zona/Lugar	Actividades	Tareas	Rutinario (SI o NO)	Peligro		Efectos posibles	Controles existentes			Evaluación del riesgo					Valoración del riesgo	Criterios para establecer controles			Medidas de Intervención						
					Descripción	Clasificación		Fuente	Medio	Individuo	Nivel de deficiencia	Nivel de exposición	Nivel de probabilidad (NP)	Interpretación del nivel de Probabilidad	Nivel de Consecuencia (NC)	Nivel de riesgo (NR) e intervención.	Interpretación del NR	Acceptabilidad del riesgo	Numero de expuestos	Peor Consecuencia	Existencia requisito legal específico	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos, señalización, advertencia.	Equipos/Elementos de protección personal.
Operativo	Frentes de operación en campos petroleros aledaños, corregimientos y municipios	mantenimiento de zonas comunes	de mezcla, retiro de material vegetal, fabricar y armar	SI	Movimientos Repetitivos	Biomecánicos	Lumbalgi a, Tendinitis	Ninguno	Ninguno	actividades, rotación de los	6	3	18	ALTO	25	450	II	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	70	Pérdida de capacidad laboral	SI	N/A	N/A	Ajustes puesto de trabajo	-Reducción del tiempo de exposición. -Asegurar la realización de pausas activas. -Fomentar el autocuidado - Charlas pre turno/ capacitación	N/A

Posteriormente, se realiza la revisión de los procedimientos de trabajo para identificar las actividades que componen un procedimiento global, esto con el fin de segmentar las labores desarrolladas, dado que en varios procedimientos se repiten actividades tales como las excavaciones manuales, la preparación de concretos, entre otras. Como resultado, se presenta el paso a paso por procedimientos de las labores que requieren evaluación ergonómica.

Figura 5

Paso a paso procedimiento de zanjas de coronación en saco suelo-cemento.

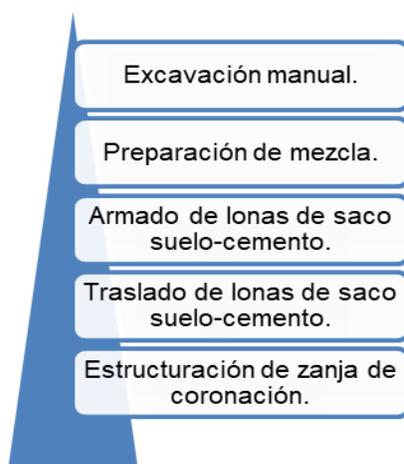


Figura 6

Paso a paso procedimiento para construcción de disipadores de energía y procedimiento de limpieza y construcción de cunetas.

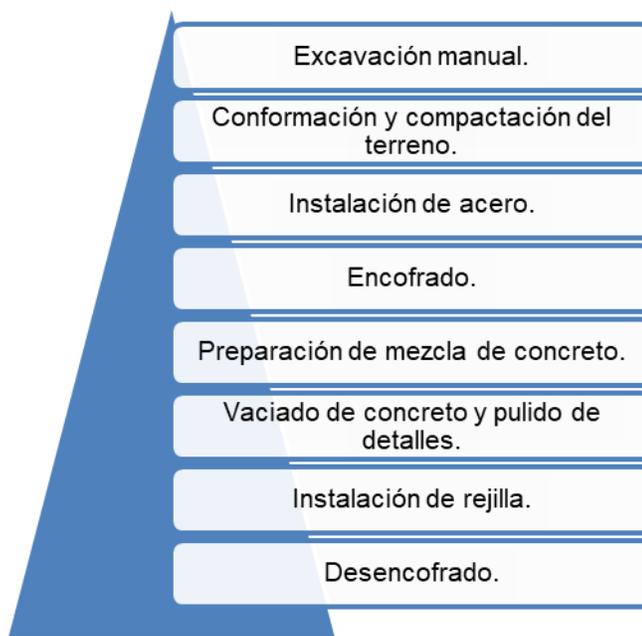


Figura 7

Paso a paso procedimiento de construcción de placas de concreto para unidades de bombeo.

**Figura 8**

Paso a paso procedimiento para construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.



Al revisar el paso a paso de las actividades que componen cada uno de los procedimientos operativos de la empresa, se detectan labores en común respecto a la ejecución de los procesos, por lo que se aterriza en la tabla 33, las actividades puntuales a calificar con base en los métodos de evaluación ergonómica.

Tabla 33

Desglose de actividades y procedimientos operativos.

Procedimiento	Actividad	Tarea	Riesgo asociado a la actividad	Posibles afectaciones	Método a aplicar
Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento, construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, construcción de placas de concreto para unidades de bombeo, construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Excavación manual.	Uso de pica, pala y azadón para excavar y adecuar el terreno a intervenir.	Movimientos repetitivos	Dolores u afectación en espalda, hombro, brazos, mano y tronco.	OCRA Checklist
		Retiro de material excavado empleando palas y carretilla.	Levantamiento de cargas	Dolores u afectación en espalda, tronco, hombros, brazos y muñecas.	NIOSH
Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento	Preparación de mezcla para armado de lonas.	Cargue y descargue de bultos de cemento.	Levantamiento de cargas	Dolores u afectación en espalda, tronco, cuello y hombros.	NIOSH
		Preparación de mezcla de suelo-cemento con pala.	Movimientos repetitivos	Dolores u afectación en espalda, tronco, brazos y manos.	OCRA Checklist
Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento	Armado de lonas de saco suelo-cemento.	Llenado con pala de lonas con suelo-cemento.	Movimientos repetitivos	Dolores u afectación en espalda, tronco, brazos y manos.	OCRA Checklist
		Cierre de lonas y ajuste de los bultos	Posturas prolongadas	Dolores u afectación en espalda,	REBA

				brazos y manos	
Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento	Estructuración de zanja de coronación.	Ajuste de lonas en zanja de coronación.	Levantamiento o de cargas	Dolores u afectación en espalda, tronco, brazos y manos.	NIOSH
Construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Conformación, compactación y adecuación de terrenos.	Compactación de terreno con pisón o compactador portátil.	Movimientos repetitivos	Dolores u afectación en espalda, tronco, brazos y manos.	OCRA Checklist
Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento, construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, construcción de placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Transporte de materiales (rejillas o acero figurado, formaleta, lonas de saco suelo-cemento).	Recorrido de traslado del punto de armado, figurado u adecuación al punto definido para instalación.	Levantamiento o de cargas	Dolores u afectación en espalda, tronco, cuello y hombros.	NIOSH
Construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Formaletear o encofrar.	Conformación e instalación de formaleta.	Movimientos repetitivos	Dolores u afectación en espalda, tronco, brazos y manos.	OCRA Checklist
		Ajuste, medición y marcación de formaleta.	Posturas prolongadas	Dolores u afectación en espalda, brazos y manos	REBA
Construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Preparación de mezcla de concreto.	Cargue y descargue de bultos de cemento, cargue y vaciado de baldes de agua al tambor de la mezcladora.	Levantamiento o de cargas	Dolores u afectación en espalda, tronco, cuello y hombros.	NIOSH
		Paleado de gravilla y arena al tambor de la mezcladora.	Movimientos repetitivos	Dolores u afectación en espalda, tronco, brazos y manos.	OCRA Checklist
Construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o	Vaciado de concreto y pulido de detalles.	Paleado de mezcla de concreto para llenado de estructura encofrada.	Movimientos repetitivos	Dolores u afectación en espalda, tronco, brazos y	OCRA Checklist

alcantarilla en concreto con rejilla.			manos.		
	Alisamiento, pulimiento y empañetado de estructura fundida con palustre y herramienta menor.		Posturas prolongadas	Dolores u afectación en espalda, brazos y manos	REBA
Construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Desencofrado.	Retiro de formaleta a estructura fundida.	Movimientos repetitivos	Dolores u afectación en espalda, tronco, brazos y manos.	OCRA Check-list

Por tanto; considerando la tabla anterior, se plantea la evaluación de 16 tareas respecto a los métodos de observación OCRA Check List, NIOSH y REBA, según aplique el caso al considerar las condiciones de las labores desarrolladas.

Resultados evaluación método OCRA Check List

Teniendo en cuenta que el método OCRA Check List evalúa el riesgo que se encuentra asociado a los movimientos repetitivos derivados de actividades laborales, se alude a las tareas en las que se presentan este tipo de movimientos:

Tabla 34

Actividades donde se presentan movimientos repetitivos.

Actividad	Procedimientos involucrados	Tarea
Excavación manual.	Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento, disipadores de energía, cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Uso de pica, pala y azadón para excavar y adecuar el terreno a intervenir.
Preparación de mezcla para armado de lonas.	Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento.	Preparación de mezcla de suelo-cemento con pala.
Armado de lonas de saco suelo-cemento.	Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento.	Llenado con pala de lonas con suelo-cemento.
Conformación, compactación y adecuación de terrenos.	Disipadores de energía, cunetas y caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Compactación de terreno con pisón o compactador portátil.
Formaletear o encofrar.	Disipadores de energía, cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y cajas o alcantarilla en concreto con rejilla.	Conformación e instalación de formaleta.
Preparación de	Disipadores de energía, cunetas, placas de	Paleado de gravilla y arena al

mezcla de concreto.	concreto para unidades de bombeo y caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	tambor de la mezcladora.
Vaciado de concreto y pulido de detalles.	Construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Paleado de mezcla de concreto para llenado de estructura encofrada.
Desencofrado.	Construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Retiro de formaleta a estructura fundida.

Para el cálculo del índice OCRA Check List, se debe calcular el tiempo neto de trabajo repetitivo y el tiempo neto del ciclo de trabajo, para poder determinar el nivel de riesgo para cada una de las tareas evaluadas.

El tiempo neto de trabajo repetitivo, se encuentra dado por la formula $TNTR = DT - [TNR + P + A]$, donde: a) DT corresponde a la duración en minutos del turno que el trabajador ocupa en su puesto de trabajo; b) TNR es el tiempo de trabajo no repetitivo en minutos; c) P es la duración en minutos de las pausas laborales o pausas activas aplicadas; y d) A es la duración del tiempo para almuerzo o consumo de alimentos.

Para el tiempo neto del ciclo de trabajo respecto a la consideración única de las labores repetitivas realizadas en el puesto de trabajo, la formula se encuentra pactada por $TNC = 60 \cdot TNTR / NC$, donde NC alude al número de ciclos de trabajo desarrollados en el puesto.

Al obtener el TNTR y el TNC se procede a calcular el índice OCRA Check List ICKL, dado por la formula $ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) \cdot MD$.

Para la estimación de: a) El factor de recuperación FR se tuvo en cuenta el Anexo B; b) El factor de frecuencia FF se tuvo en cuenta el Anexo C; c) El factor de fuerza FFz se tuvo en cuenta el Anexo D; d) El factor de posturas FP se tuvo en cuenta el Anexo E; e) El factor de riesgos adicionales FC se tuvo en cuenta el Anexo F; y f) Para el factor multiplicador de duración MD se tuvo en cuenta en Anexo G.

Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de excavación manual.

Para la actividad de excavación manual, se evalúa el tiempo en que se tarda un trabajador en realizar la excavación de 1 metro lineal empleando herramienta menor, tales como pica y pala; tradicionalmente, en un frente de obra se emplean un máximo de 3 trabajadores para

ejecutar la labor de excavación, cabe resaltar que para la misma no se emplea la ayuda mecánica de ningún equipo.

TNTR = Duración de la jornada laboral – (tiempo de trabajo no repetitivo + (pausas oficiales + pausas no oficiales) + descanso de almuerzo).

- Duración de las pausas oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 60 min.
- Duración de las pausas no oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 20 min.
- Duración del descanso de almuerzo: 60 min.
- Duración de tareas no repetitivas: 20 min.

$$\text{TNTR} = (8 \cdot 60) - (20 + (60 + 20) + 60)$$

$$\text{TNTR} = 480 - 160 = 320$$

Calculo del TNC = $60 \cdot \text{TNTR} / \text{número de ciclos de trabajo}$.

Para el cálculo del número de ciclos de trabajo se obtiene:

Tabla 35

Acciones, duración y repeticiones requeridas para la actividad de excavación manual.

Acción	Número de repeticiones	Segundos empleados en la acción	Tiempo total de la acción en segundos
El trabajador introduce la pica en el terreno a excavar.	15	3	45
Se realizan movimientos apalancados con las extremidades para abrir la tierra.	15	5	75
Retirar la pica y repetir las dos primeras acciones hasta ablandar el terreno a remover.	15	2	30
Meter la pala en el terreno suelto.	35	3	105
Recoger material o tierra con la ayuda de las extremidades superiores e inferiores (tradicionalmente se pone un pie sobre el borde de la pala para generar fuerza respecto al hundimiento de la pala).	35	7	245
Retirar la pala con el material recogido.	35	5	175
Disponer el material a un costado del terreno a excavar.	35	3	105
Total	185	28	780

TNC = 780 segundos, lo que equivale a 13 minutos.

Comprobación: Número de ciclos de trabajo = $\text{TNTR} / 1 \text{ ciclo laboral en minutos} = \frac{320}{13} =$

24,6 Ciclos.

$$\text{TNC} = 60 \times \left(\frac{320}{24,6}\right) = 60 \times 13 \text{ minutos} = 780 \text{ segundos.}$$

Con los resultados obtenidos, se deduce que en un día laboral, un trabajador realiza 24 metros lineales de excavación manual para dar paso a la ejecución de obra civil.

Posteriormente, se realiza el cálculo del índice OCRA Check list, con base en la siguiente valoración:

Tabla 36

Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de excavación manual.

Factor	Concepto	Ponderación asignada
Factor de recuperación FR.	Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.	2
Factor de frecuencia FF.	Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Factor de fuerza FFz.	Fuerza moderada.	3
Factor de posturas FP.	Posturas y movimientos del hombro: El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
	Posturas y movimientos del codo: El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo.	8
	Posturas y movimientos de la muñeca: 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
	Duración del Agarre: Casi todo el tiempo.	8
	Movimientos estereotipados: 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
Factor de riesgos adicionales FC.	Factores socio-organizativos: 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
	Factores físico-mecánicos: Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo.	3
Factor multiplicador de duración MD.	TNTR = 320 minutos.	0.925

$$\text{Calculo de IKCL} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \cdot \text{MD}$$

$$\text{IKCL} = (2+0+3+9.5+4) \times 0.925 = 18.5 \times 0.925 = \mathbf{17.11}$$

Nivel de riesgo = ***Inaceptable Medio***

La acción recomendada para la actividad de excavación manual de acuerdo al nivel de riesgo detectado es: ***Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.***

Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de preparación de mezcla para armado de lonas.

Para la actividad de mezcla para armado de lonas, se evalúa el tiempo que tarda un trabajador en preparar el relleno para una lona de saco suelo – cemento, dentro de los frentes de trabajo se emplea un máximo de dos trabajadores para ejecutar la labor. Es importante resaltar que para la preparación de una lona se mezclan tres partes de arena por cada palada de cemento y que a cada lona se le depositan 24 paladas de la mezcla.

TNTR = Duración de la jornada laboral – (tiempo de trabajo no repetitivo + (pausas oficiales + pausas no oficiales) + descanso de almuerzo).

- Duración de las pausas oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 40 min.
- Duración de las pausas no oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 10 min.
- Duración del descanso de almuerzo: 60 min.
- Duración de tareas no repetitivas: 30 min.

$$\text{TNTR} = (8 \cdot 60) - (30 + (40 + 10) + 60)$$

$$\text{TNTR} = 480 - 140 = 340$$

Calculo del TNC = $60 \cdot \text{TNTR} / \text{número de ciclos de trabajo}$.

Para el cálculo del número de ciclos de trabajo se obtiene:

Tabla 37

Acciones, duración y repeticiones requeridas para la actividad de preparación de mezcla para armado de lonas.

Acción	Número de repeticiones	Segundos empleados en la acción	Tiempo total de la acción en segundos
Meter la pala en el aglomerado de arena.	6	1	6
Recoger y depositar arena en el punto de mezcla de suelo-cemento.	6	3	18
Meter la pala en el cemento.	6	1	6

Recoger y depositar cemento en el punto de mezcla de suelo-cemento	6	3	18
Mezclar arena y cemento con la pala	1	15	15
Total	25	23	63

TNC = 63 segundos, lo que equivale a 1.05 minutos.

Comprobación: Número de ciclos de trabajo = $TNTR / 1 \text{ ciclo laboral en minutos} = \frac{340}{1.05} = 323,8$ Ciclos.

$$TNC = 60 \times \left(\frac{340}{323.8}\right) = 60 \times 1.05 \text{ minutos} = 63 \text{ segundos.}$$

Con los resultados obtenidos, se deduce que en un día laboral, un trabajador realiza la mezcla para 323 bultos para mezcla de saco suelo-cemento.

Posteriormente, se realiza el cálculo del índice OCRA Check list, con base en la siguiente valoración:

Tabla 38

Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de preparación de mezcla para armado de lonas.

Factor	Concepto	Ponderación asignada
Factor de recuperación FR.	Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.	2
Factor de frecuencia FF.	Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Factor de fuerza FFz.	Fuerza moderada.	3
Factor de posturas FP.	Posturas y movimientos del hombro: El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
	Posturas y movimientos del codo: El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo.	8
	No se observa posición extrema o posturas forzadas.	0
	Duración del Agarre: Casi todo el tiempo.	8
Factor de riesgos adicionales FC.	Movimientos estereotipados: 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
	Factores socio-organizativos: 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
	Factores físico-mecánicos: No se observan factores físico - mecánicos influyentes.	0
Factor multiplicador de duración MD.	TNTR = 340 minutos.	0.925

$$\text{Calculo de IKCL} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \cdot \text{MD}$$

$$\text{IKCL} = (2+1+3+9.5+1) \times 0.925$$

$$\text{IKCL} = \mathbf{15.26}$$

Nivel de riesgo = *Inaceptable Medio*

La acción recomendada para la actividad de preparación de mezcla para armado de lonas de acuerdo al nivel de riesgo detectado es: *Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.*

Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de armado de lonas de saco suelo-cemento.

En la actividad de armado de lonas, se evalúa el tiempo que tarda un trabajador en llenar y cerrar una lona de saco suelo – cemento, dentro de los frentes de trabajo se emplea un máximo de dos trabajadores para ejecutar la labor. Se parte del hecho de que por cada lona se aplica un relleno compuesto de 24 paladas de la mezcla.

TNTR = Duración de la jornada laboral – (tiempo de trabajo no repetitivo + (pausas oficiales + pausas no oficiales) + descanso de almuerzo).

- Duración de las pausas oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 40 min.
- Duración de las pausas no oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 10 min.
- Duración del descanso de almuerzo: 60 min.
- Duración de tareas no repetitivas: 30 min.

$$\text{TNTR} = (8 \cdot 60) - (30 + (40 + 10) + 60)$$

$$\text{TNTR} = 480 - 140 = 340$$

Calculo del TNC = 60 · TNTR / número de ciclos de trabajo.

Para el cálculo del número de ciclos de trabajo se obtiene:

Tabla 39

Acciones, duración y repeticiones requeridas para la actividad de armado de lonas.

Acción	Número de repeticiones	Segundos empleados en la acción	Tiempo total de la acción en segundos
Meter la pala en el aglomerado de mezcla de suelo-cemento.	24	1	24
Recoger y depositar mezcla en la lona.	24	4	96

Cerrar y apilar la lona.	1	16	16
Total	49	21	136

TNC = 136 segundos, lo que equivale a 2.26 minutos.

Comprobación: Número de ciclos de trabajo = TNTR/ 1 ciclo laboral en minutos = $\frac{340}{2.26} = 150.4$ Ciclos.

$$\text{TNC} = 60 \times \left(\frac{340}{150.4}\right) = 60 \times 2.26 \text{ minutos} = 136 \text{ segundos.}$$

Con los resultados obtenidos, se deduce que en un día laboral, un trabajador prepara 150 lonas de saco suelo-cemento.

Posteriormente, se realiza el cálculo del índice OCRA Check list, con base en la siguiente valoración:

Tabla 40

Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de armado de lonas.

Factor	Concepto	Ponderación asignada
Factor de recuperación FR.	Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.	2
Factor de frecuencia FF.	Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Factor de fuerza FFz.	Fuerza moderada.	3
Factor de posturas FP.	Posturas y movimientos del hombro: El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
	Posturas y movimientos del codo: El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo.	8
	Posturas y movimientos de la muñeca: No se observa posición extrema o posturas forzadas.	0
	Duración del Agarre: Casi todo el tiempo.	8
Factor de riesgos adicionales FC.	Movimientos estereotipados: 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
	Factores socio-organizativos: 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
	Factores físico-mecánicos: No se observan factores físico - mecánicos influyentes.	0
Factor multiplicador de duración MD.	TNTR = 340 minutos.	0.925

$$\text{Calculo de IKCL} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \cdot \text{MD}$$

$$\text{IKCL} = (2+0+3+9.5+1) \times 0.925$$

$$\text{IKCL} = \mathbf{14.33}$$

Nivel de riesgo = *Inaceptable Medio*

La acción recomendada para la actividad de armado de lonas de acuerdo al nivel de riesgo detectado es: *Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.*

Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de conformación, compactación y adecuación de terrenos.

La actividad de conformación y adecuación de terrenos, se basa en emplear el pisón para que el terreno intervenido quede en óptimas condiciones para las obras civiles a ejecutar. Dentro de la toma realizada, se toma como muestra las labores requeridas para adecuar un metro lineal de terreno, el número de trabajadores designados para la labor por frente es de máximo 2 personas.

TNTR = Duración de la jornada laboral – (tiempo de trabajo no repetitivo + (pausas oficiales + pausas no oficiales) + descanso de almuerzo).

- Duración de las pausas oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 60 min.
- Duración de las pausas no oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 10 min.
- Duración del descanso de almuerzo: 60 min.
- Duración de tareas no repetitivas: 30 min.

$$\text{TNTR} = (8 \cdot 60) - (30 + (60 + 10) + 60)$$

$$\text{TNTR} = 480 - 160 = 320$$

Calculo del TNC = 60 · TNTR / número de ciclos de trabajo.

Para el cálculo del número de ciclos de trabajo se obtiene:

Tabla 41

Acción, duración y repeticiones requeridas para la actividad de conformación, compactación y adecuación de terrenos.

Acción	Número de repeticiones	Segundos empleados en la acción	Tiempo total de la acción en segundos
Levantar pisón para compactar el terreno a intervenir.	30	2	60

Presionar pisón contra el suelo para compactar el terreno	30	2	60
Total	60	4	120

TNC = 120 segundos, lo que equivale a 2 minutos.

Comprobación: Número de ciclos de trabajo = $TNTR / 1 \text{ ciclo laboral en minutos} = \frac{320}{2} = 160$ Ciclos.

$$TNC = 60 \times \left(\frac{320}{160}\right) = 60 \times 2 \text{ minutos} = 120 \text{ segundos.}$$

Con los resultados obtenidos, se deduce que en un día laboral, un trabajador adecua 160 metros lineales de terreno para intervención.

Posteriormente, se realiza el cálculo del índice OCRA Check list, con base en la siguiente valoración:

Tabla 42

Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de conformación, compactación y adecuación de terrenos.

Factor	Concepto	Ponderación asignada
Factor de recuperación FR.	Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.	2
Factor de frecuencia FF.	Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Factor de fuerza FFz.	Fuerza moderada, más de la mitad del tiempo.	4
Factor de posturas FP.	Posturas y movimientos del hombro: El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
	Posturas y movimientos del codo: El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo.	4
	Posturas y movimientos de la muñeca: No se observa posición extrema o posturas forzadas.	0
	Duración del Agarre: Casi todo el tiempo.	8
Factor de riesgos adicionales FC.	Movimientos estereotipados: 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
	Factores socio-organizativos: 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
	Factores físico- mecánicos: Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo	2
Factor multiplicador de duración MD.	TNTR = 320 minutos.	0.925

$$\text{Calculo de IKCL} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \cdot \text{MD}$$

$$\text{IKCL} = (2+0+4+11+3) \times 0.925$$

$$\text{IKCL} = \mathbf{18.5}$$

Nivel de riesgo = ***Inaceptable Medio***

La acción recomendada para la actividad de conformación, compactación y adecuación del terreno, de acuerdo al nivel de riesgo detectado es: ***Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.***

Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de formaletear o encofrar.

Para la labor de encofrar o formaletear, se requiere de la adecuación de las formaletas dependiendo del diseño del concreto a suministrar, para realizar las acciones se requiere emplear herramienta menor y madera. Para la muestra extraída, se toman los tiempos requeridos para formaletear una losa de cuneta de 2 metros, rutinariamente 3 trabajadores realizan la labor en los frentes de trabajo.

TNTR = Duración de la jornada laboral – (tiempo de trabajo no repetitivo + (pausas oficiales + pausas no oficiales) + descanso de almuerzo).

- Duración de las pausas oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 30 min.
- Duración de las pausas no oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 10 min.
- Duración del descanso de almuerzo: 60 min.
- Duración de tareas no repetitivas: 25 min.

$$\text{TNTR} = (8 \cdot 60) - (25 + (30 + 10) + 60)$$

$$\text{TNTR} = 480 - 125 = 355$$

Calculo del TNC = $60 \cdot \text{TNTR} / \text{número de ciclos de trabajo}$.

Para el cálculo del número de ciclos de trabajo se obtiene:

Tabla 43

Acción, duración y repeticiones requeridas para la actividad de formaletear o encofrar.

Acción	Número de repeticiones	Segundos empleados en la acción	Tiempo total de la acción en segundos
--------	------------------------	---------------------------------	---------------------------------------

Cortar madera y dar forma.	3	420	1260
Estructurar y armar formaleta.	1	360	360
Instalar formaleta y ajustar en el terreno.	1	160	160
Total	5	940	1780

TNC = 1780 segundos, lo que equivale a 29.6 minutos.

Comprobación: Número de ciclos de trabajo = $\frac{\text{TNTR}}{1 \text{ ciclo laboral en minutos}} = \frac{355}{29.6} =$

11.9 Ciclos.

$$\text{TNC} = 60 \times \left(\frac{355}{11.9}\right) = 60 \times 29.6 \text{ minutos} = 1780 \text{ segundos.}$$

Con los resultados obtenidos, se deduce que en un día laboral, un trabajador adecua casi 12 formaletas para dar paso al proceso de fundición de concreto.

Posteriormente, se realiza el cálculo del índice OCRA Check list, con base en la siguiente valoración:

Tabla 44

Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de formaletear o encofrar.

Factor	Concepto	Ponderación asignada
Factor de recuperación FR.	Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.	2
Factor de frecuencia FF.	Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Factor de fuerza FFz.	Fuerza moderada.	3
Factor de posturas FP.	Posturas y movimientos del hombro: El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
	Posturas y movimientos del codo: El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo.	2
	Posturas y movimientos de la muñeca: 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
	Duración del Agarre: Más de la mitad del tiempo.	4
Factor de riesgos adicionales FC.	Movimientos estereotipados: 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
	Factores socio-organizativos: 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
	Factores físico- mecánicos: Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo	2
Factor multiplicador	TNTR = 355 minutos.	0.925

de duración MD.

$$\text{Calculo de IKCL} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \cdot \text{MD}$$

$$\text{IKCL} = (2+0+3+5.5+3) \times 0.925$$

$$\text{IKCL} = \mathbf{12.48}$$

Nivel de riesgo = *Inacceptable Leve*.

La acción recomendada para la actividad de formaletear o encofrar, de acuerdo al nivel de riesgo detectado es: *Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*.

Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de preparación de mezcla de concreto.

Para la actividad de preparación de concreto, se requiere del suministro de diferentes materiales en la mezcladora, se toma como punto de referencia la disposición de un metro cubico de concreto para realizar una cuneta de 3000 PSI; para ello la organización emplea 350 kg de cemento (los cuales se suministran en bultos de 42.5 kg), 0.56 metro cúbicos de arena, 0.84 metro cúbicos de gravilla y 180 litros de agua, para la mezcla de concreto se emplea un total de 3 trabajadores.

TNTR = Duración de la jornada laboral – (tiempo de trabajo no repetitivo + (pausas oficiales + pausas no oficiales) + descanso de almuerzo).

- Duración de las pausas oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 30 min.
- Duración de las pausas no oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 15 min.
- Duración del descanso de almuerzo: 60 min.
- Duración de tareas no repetitivas: 10 min.

$$\text{TNTR} = (8 \cdot 60) - (10 + (30 + 15) + 60)$$

$$\text{TNTR} = 480 - 115 = 365$$

Calculo del TNC = 60 · TNTR / número de ciclos de trabajo.

Para el cálculo del número de ciclos de trabajo se obtiene:

Tabla 45

Acción, duración y repeticiones requeridas para la actividad de mezcla de concreto.

Acción	Número de repeticiones	Segundos empleados en la acción	Tiempo total de la acción en segundos
Meter la pala en el aglomerado de gravilla.	78	1	78
Recoger y depositar palada de gravilla en la mezcladora.	78	2	156
Depositar primera parte de agua en la mezcladora con la ayuda de un balde.	3	12	36
Abrir y depositar bultos de cemento en la mezcladora.	8	10	80
Meter la pala en el aglomerado de arena.	46	1	46
Recoger y depositar palada de arena en la mezcladora.	46	3	138
Depositar segunda parte de agua en la mezcladora con la ayuda de un balde.	3	12	36
Total	262	41	570

TNC = 570 segundos, lo que equivale a 9.5 minutos.

Como factor adicional, se debe tener en cuenta el tiempo muerto que tarda la mezcladora en dejar lista la preparación del concreto, obteniendo un total de 6 minutos para mezcla o 360 segundos.

Comprobación: Número de ciclos de trabajo = $TNTR / 1 \text{ ciclo laboral en minutos} = \frac{365}{9.5+6} = 23.54$ Ciclos.

$$TNC = 60 \times \left(\frac{365}{23.54}\right) = 60 \times 15.5 \text{ minutos} = 930 \text{ segundos.}$$

Con los resultados obtenidos, se deduce que en un día laboral, se preparan 23 metros cúbicos de mezcla de concreto para obras civiles.

Posteriormente, se realiza el cálculo del índice OCRA Check list, con base en la siguiente valoración:

Tabla 46

Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de mezcla de concreto.

Factor	Concepto	Ponderación asignada
Factor de recuperación FR.	Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.	2
Factor de	Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten	0

frecuencia FF.	pequeñas pausas frecuentes.	
Factor de fuerza FFz.	Fuerza moderada, con una duración de más de la mitad del tiempo con empleo de herramienta.	10
Factor de posturas FP.	Posturas y movimientos del hombro: El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
	Posturas y movimientos del codo: El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo.	2
	Posturas y movimientos de la muñeca: No se observa posición extrema o posturas forzadas.	0
	Duración del Agarre: Más de la mitad del tiempo.	4
	Movimientos estereotipados: - 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
Factor de riesgos adicionales FC.	Factores socio-organizativos: El ritmo de trabajo está totalmente determinado por la máquina.	2
	Factores físico- mecánicos: Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo.	3
Factor multiplicador de duración MD.	TNTR = 365 minutos.	0.95

$$\text{Calculo de IKCL} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \cdot \text{MD}$$

$$\text{IKCL} = (2+0+10+7+5) \times 0.95$$

$$\text{IKCL} = \mathbf{22.8}$$

Nivel de riesgo = *Inaceptable Alto*.

La acción recomendada para la actividad de mezcla de concreto, de acuerdo al nivel de riesgo detectado es: *Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento*.

Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de vaciado de concreto y pulido de detalles.

Para la labor se requiere acomodar el concreto suministrado de la mezcladora, en la estructura preestablecida para vaciado, el trabajador dispone del uso de herramienta menor para regar, acomodar y pulir los detalles de la estructura realizada. Para la toma de la muestra, se evalúan los tiempos para realizar un escalón de un dissipador de energía, el número de trabajadores asignados a las acciones es de 2 personas.

TNTR = Duración de la jornada laboral – (tiempo de trabajo no repetitivo + (pausas oficiales + pausas no oficiales) + descanso de almuerzo).

- Duración de las pausas oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 60 min.

- Duración de las pausas no oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 20 min.
- Duración del descanso de almuerzo: 60 min.
- Duración de tareas no repetitivas: 20 min.

$$\text{TNTR} = (8 \cdot 60) - (20 + (60 + 20) + 60)$$

$$\text{TNTR} = 480 - 160 = 320$$

Calculo del TNC = $60 \cdot \text{TNTR} / \text{número de ciclos de trabajo}$.

Para el cálculo del número de ciclos de trabajo se obtiene:

Tabla 47

Acción, duración y repeticiones requeridas para la actividad de vaciado de concreto y pulido de detalles.

Acción	Número de repeticiones	Segundos empleados en la acción	Tiempo total de la acción en segundos
Regar material suministrado por la mezcladora en la estructura formateada empleando la pala.	23	4	92
Uso de boquilla para eliminar excesos de concreto, para la acción se debe emplear la ayuda de un compañero.	15	12	180
Emplear palustre de madera para realizar terminados y pulir los detalles de la estructura fundida.	75	2	150
Total	113	18	422

TNC = 422 segundos, lo que equivale a 7.03 minutos.

Comprobación: Número de ciclos de trabajo = $\text{TNTR} / 1 \text{ ciclo laboral en minutos} = \frac{320}{7.03} =$

45.51 Ciclos.

$$\text{TNC} = 60 \times \left(\frac{320}{45.51}\right) = 60 \times 7.03 \text{ minutos} = 422 \text{ segundos.}$$

Con los resultados obtenidos, se deduce que en un día laboral, se obtienen 45 ciclos de trabajo respecto a la fabricación de disipadores para obras civiles.

Posteriormente, se realiza el cálculo del índice OCRA Check list, con base en la siguiente valoración:

Tabla 48

Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de vaciado de concreto y pulido de detalles.

Factor	Concepto	Ponderación asignada
Factor de recuperación FR.	Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.	2
Factor de frecuencia FF.	Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Factor de fuerza FFz.	Fuerza moderada, con una duración de más de la mitad del tiempo.	4
Factor de posturas FP.	Posturas y movimientos del hombro: El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
	Posturas y movimientos del codo: El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo.	4
	Posturas y movimientos de la muñeca: No se observa posición extrema o posturas forzadas.	0
	Duración del Agarre: Casi todo el tiempo.	8
	Movimientos estereotipados: 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
Factor de riesgos adicionales FC.	Factores socio-organizativos: 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
	Factores físico- mecánicos: Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo	2
Factor multiplicador de duración MD.	TNTR = 320 minutos.	0.925

$$\text{Calculo de IKCL} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \cdot \text{MD}$$

$$\text{IKCL} = (2+1+4+9.5+3) \times 0.925$$

$$\text{IKCL} = \mathbf{18.03}$$

Nivel de riesgo = *Inaceptable Medio.*

La acción recomendada para la actividad de vaciado de concreto y pulido de detalles, de acuerdo al nivel de riesgo detectado es: *Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.*

Cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de desencofrar.

Para la labor de desencofrar, se requiere emplear herramienta menor para retirar las formaletas que dan soporte a la estructura que se elabora para el suministro de concreto. Para la

muestra extraída, se toman los tiempos requeridos para desencofrar 1 caja con rejilla, rutinariamente 2 trabajadores realizan la labor en los frentes de trabajo.

TNTR = Duración de la jornada laboral – (tiempo de trabajo no repetitivo + (pausas oficiales + pausas no oficiales) + descanso de almuerzo).

- Duración de las pausas oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 30 min.
- Duración de las pausas no oficiales mientras el trabajador ocupa el puesto: 10 min.
- Duración del descanso de almuerzo: 60 min.
- Duración de tareas no repetitivas: 25 min.

$$\text{TNTR} = (8 \cdot 60) - (25 + (30 + 10) + 60)$$

$$\text{TNTR} = 480 - 125 = 355$$

Calculo del TNC = $60 \cdot \text{TNTR} / \text{número de ciclos de trabajo}$.

Para el cálculo del número de ciclos de trabajo se obtiene:

Tabla 49

Acción, duración y repeticiones requeridas para la actividad de formaletear o encofrar.

Acción	Número de repeticiones	Segundos empleados en la acción	Tiempo total de la acción en segundos
Enterrar barra en un costado de la formaleta.	4	2	8
Realizar movimientos circulares para aflojar la formaleta.	8	12	96
Retirar formaleta y disponer a un costado de la estructura.	4	20	80
Total	16	34	184

TNC = 184 segundos, lo que equivale a 3.06 minutos.

Comprobación: Número de ciclos de trabajo = $\text{TNTR} / 1 \text{ ciclo laboral en minutos} = \frac{355}{3.06} =$

116.01 Ciclos.

$$\text{TNC} = 60 \times \left(\frac{355}{116.01} \right) = 60 \times 3.06 \text{ minutos} = 184 \text{ segundos.}$$

Con los resultados obtenidos, se deduce que en un día laboral, un trabajador retira o desencofra 116 formaletas.

Posteriormente, se realiza el cálculo del índice OCRA Check list, con base en la siguiente valoración:

Tabla 50

Asignación de valores para el cálculo del índice OCRA Check List para la actividad de desencofrar

Factor	Concepto	Ponderación asignada
Factor de recuperación FR.	Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.	2
Factor de frecuencia FF.	Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Factor de fuerza FFz.	Fuerza moderada.	3
Factor de posturas FP.	Posturas y movimientos del hombro: El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
	Posturas y movimientos del codo: El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo.	2
	Posturas y movimientos de la muñeca: No se evidencian observaciones.	0
	Duración del Agarre: Más de la mitad del tiempo.	4
Factor de riesgos adicionales FC.	Movimientos estereotipados: No se evidencian observaciones.	0
	Factores socio-organizativos: No se evidencian observaciones.	0
Factor de riesgos adicionales FC.	Factores físico- mecánicos: Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo	2
Factor multiplicador de duración MD.	TNTR = 355 minutos.	0.925

$$\text{Calculo de IKCL} = (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC}) \cdot \text{MD}$$

$$\text{IKCL} = (2+0+3+4+2) \times 0.925$$

$$\text{IKCL} = \mathbf{10.17}$$

Nivel de riesgo = *Incierto.*

La acción recomendada para la actividad de desencofrar, de acuerdo al nivel de riesgo detectado es: *Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto.*

Tabla 51

Resultado conglomerado de la aplicación del método OCRA Check List.

Actividad	Resultado índice OCRA CheckList	Nivel de Riesgo	Recomendación
Excavación manual.	17.11	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.
Preparación de mezcla para armado de lonas.	15.26	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.
Armado de lonas.	14.33	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.
Conformación, compactación y adecuación	18.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.

de terrenos.			
Formaletear o encofrar.	12.48	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.
Mezcla de concreto.	22.8	Inaceptable Alto.	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.
Vaciado de concreto y pulido de detalles.	18.03	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.
Desencofrado.	10.17	Incierto.	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto.

Como resultado general, todas las actividades desarrolladas en la organización requieren una mejora de puesto, tras la aplicación del método se denota la necesidad de establecer rotación de personal respecto a las diferentes acciones a realizar en los frentes de trabajo para disminuir las cargas y la tensión sobre la tarea. Por otro lado, la actividad de mezcla de concreto obtuvo una puntuación de 22.8 respecto al nivel del riesgo, lo que se puede inferir respecto a la aplicación del cuestionario Nórdico y el método OCRA Check List, es que este puesto de trabajo necesita ser reevaluado dado que la carga de cumplimiento se recarga sobre el mismo, reduciendo tiempos de descanso, entre otros factores.

Resultados evaluación método NIOSH

El método en mención evalúa las actividades donde se implica el levantamiento manual de cargas para el cumplimiento de las labores operativas, la orientación académica del método supone la evaluación preventiva respecto a la aparición de dolores lumbares o trastornos musculoesqueléticos derivados de la acción de levantamiento. Las actividades donde se presenta este tipo de acciones son:

Tabla 52

Actividades donde se presenta levantamiento manual de cargas.

Actividad	Procedimientos involucrados	Tarea
Excavación manual.	Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento, construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, construcción de placas de concreto para unidades de bombeo, construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Transporte y retiro de material excavado empleando palas y carretilla.
Preparación de mezcla para armado de lonas.	Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento	Cargue y descargue de bultos de cemento.
Estructuración de zanja de coronación.	Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento	Cargue y descargue de lonas de saco suelo –cemento.

Transporte de materiales (rejillas o acero figurado, formaleta, lonas de saco suelo-cemento).	Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento, construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, construcción de placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Transporte de acero figurado.
Preparación de mezcla de concreto.	Construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Cargue y descargue de bultos de cemento, cargue y vaciado de baldes de agua al tambor de la mezcladora.

Teniendo en cuenta que para las actividades de preparación de mezcla para armado de lonas y preparación de mezcla de concreto, la tarea evaluada con el método NIOSH es respecto al desplazamiento de los bultos de cemento, se tomará como un solo parámetro de medición, teniendo en cuenta que las distancias de los puntos de acopio a los puntos para fundir y mezclar cemento son los mismos, por tanto los datos no son variables.

Calculo método NIOSH para retiro de material excavado empleando palas y carretilla.

Al realizar la actividad de excavación manual, los trabajadores proceden a disponer el material derivado de la excavación en el bordillo de la misma, es por ello que se debe posteriormente trasladar el material sobrante a un punto de acopio para realizar el pertinente tratamiento del mismo.

Para evaluar las acciones que implican levantamiento de cargas, se emplea la fórmula de la ecuación de Niosh, la cual se encuentra dada por:

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

LC, se encuentra dado por la constante de carga, que para el caso de los hombres es de 25 kg.

El factor de distancia horizontal HM es de 1, dado que la distancia proyectada en un plano horizontal, entre el punto medio entre los agarres de la carga y el punto medio entre los tobillos es inferior a 25 cm.

El factor de distancia vertical VM, se encuentra dado por:

$$VM = (1 - 0.003 |V - 75|)$$

$$VM = (1 - 0.003 |80 - 75|)$$

$$VM = 0.98$$

El factor de desplazamiento vertical DM, se encuentra dado por:

$$DM = 0.82 + (4.5 / D)$$

$$DM = 0.82 + (4.5 / (80-76))$$

$$DM = 1$$

El factor de asimetría AM, se encuentra dado por:

$$AM = 1 - (0.0032 * A)$$

$$AM = 1 - (0.0032 * 45^\circ)$$

$$AM = 0.85$$

El factor de frecuencia FM es de 0,82, siguiendo los lineamientos de valoración del anexo de FM (Ver Anexo H) del presente documento, se considera una duración del trabajo moderada respecto a 1 elevación por minuto.

El factor de agarre CM es de 1.00, al tener un tipo de agarre bueno con un $V \geq 75$, para observar los valores de referencia para el cálculo del factor ver Anexo I.

Posteriormente, se procede a realizar el cálculo del RWL para el levantamiento de material excavado.

$$RWL (\text{material de excavación}) = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$RWL (\text{material de excavación}) = 25 \times 1 \times 0.98 \times 1 \times 0.85 \times 0.82 \times 1.00$$

$$RWL (\text{material de excavación}) = 17.07 \text{ kg en el origen}$$

Finalmente, se calcula el índice de levantamiento, la formulase encuentra dada por:

$$LI = \text{Peso de la carga levantada} / RWL$$

$$LI = 70 \text{ Kg} / 17.07 \text{ Kg}$$

$$LI = 4.10$$

Según el método la puntuación obtenida indica que la tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Calculo método NIOSH para cargue y descargue de bultos de cemento.

Al realizar la actividad de preparación de concreto y la mezcla para bultos de cemento en saco suelo-cemento se requiere destinar a trabajadores que se encarguen de transportar los bultos de cemento desde el punto de acopio hasta el centro de mezclado y preparación.

Las acciones que implican el levantamiento de los bultos, son evaluadas por medio de la fórmula de la ecuación de Niosh, la cual está pactada por:

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

LC, se encuentra dado por la constante de carga, que para el caso de los hombres es de 25 kg.

El factor de distancia horizontal HM es de 1, dado que la distancia proyectada en un plano horizontal, entre el punto medio entre los agarres de la carga y el punto medio entre los tobillos es inferior a 25 cm.

El factor de distancia vertical VM, se encuentra dado por:

$$VM = (1 - 0.003 |V - 75|)$$

$$VM = (1 - 0.003 |146 - 75|)$$

$$VM = 0.78$$

El factor de desplazamiento vertical DM, se encuentra dado por:

$$DM = 0.82 + (4.5 / D)$$

$$DM = 0.82 + (4.5 / (146 - 139))$$

$$DM = 1$$

El factor de asimetría AM, se encuentra dado por:

$$AM = 1 - (0.0032 * A)$$

$$AM = 1 - (0.0032 * 45^\circ)$$

$$AM = 0.85$$

El factor de frecuencia FM es de 0,92, siguiendo los lineamientos de valoración del anexo de FM (Ver Anexo H) del presente documento, se considera una duración del trabajo moderada respecto a 0,5 elevaciones por minuto.

El factor de agarre CM es de 0.90, al tener un tipo de agarre malo con un $V \geq 75$, para observar los valores de referencia para el cálculo del factor ver Anexo I.

Posteriormente, se procede a realizar el cálculo del RWL para el levantamiento de material excavado.

$$RWL (\text{material de excavación}) = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$RWL (\text{material de excavación}) = 25 \times 1 \times 0.78 \times 1 \times 0.85 \times 0.92 \times 0.90$$

$$RWL (\text{material de excavación}) = 16.14 \text{ kg en el origen}$$

Finalmente, se calcula el índice de levantamiento, la formulase encuentra dada por:

$$LI = \text{Peso de la carga levantada} / RWL$$

$$LI = 42.5 \text{ Kg} / 16.14 \text{ Kg}$$

$$LI=2.63$$

Según el método la puntuación obtenida indica que se puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.

Calculo método NIOSH para cargue y descargue de lonas en saco suelo-cemento.

Al realizar la actividad de zanjas de coronación en saco suelo-cemento, se requiere transportar lonas con la mezcla de suelo – cemento para realizar la estructuración de la zanja; por tanto, los trabajadores se encargan de transportar las lonas desde el punto de armado hasta el punto de acopio temporal para suministro.

Las acciones que implican el levantamiento de los bultos, son evaluadas por medio de la fórmula de la ecuación de Niosh, la cual está pactada por:

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

LC, se encuentra dado por la constante de carga, que para el caso de los hombres es de 25 kg.

El factor de distancia horizontal HM es de 1, dado que la distancia proyectada en un plano horizontal, entre el punto medio entre los agarres de la carga y el punto medio entre los tobillos es inferior a 25 cm.

El factor de distancia vertical VM, se encuentra dado por:

$$VM = (1 - 0.003 |V - 75|)$$

$$VM = (1 - 0.003 | 143 - 75|)$$

$$VM= 0.79$$

El factor de desplazamiento vertical DM, se encuentra dado por:

$$DM = 0.82 + (4.5 / D)$$

$$DM = 0.82 + (4.5 / (143-135))$$

$$DM = 1$$

El factor de asimetría AM, se encuentra dado por:

$$AM = 1 - (0.0032 * A)$$

$$AM = 1 - (0.0032 * 45^\circ)$$

$$AM = 0.85$$

El factor de frecuencia FM es de 0,92, siguiendo los lineamientos de valoración del anexo de FM (Ver Anexo H) del presente documento, se considera una duración del trabajo moderada respecto a 0,5 elevaciones por minuto.

El factor de agarre CM es de 0.90, al tener un tipo de agarre malo con un $V \geq 75$, para observar los valores de referencia para el cálculo del factor ver Anexo I.

Posteriormente, se procede a realizar el cálculo del RWL para el levantamiento de material excavado.

$$\text{RWL (material de excavación)} = \text{LC} \times \text{HM} \times \text{VM} \times \text{DM} \times \text{AM} \times \text{FM} \times \text{CM}$$

$$\text{RWL (material de excavación)} = 25 \times 1 \times 0.79 \times 1 \times 0.85 \times 0.92 \times 0.90$$

$$\text{RWL (material de excavación)} = 13.90 \text{ kg en el origen}$$

Finalmente, se calcula el índice de levantamiento, la formulase encuentra dada por:

$$\text{LI} = \text{Peso de la carga levantada} / \text{RWL}$$

$$\text{LI} = 50 \text{ Kg} / 13.90 \text{ Kg}$$

$$\text{LI} = 3.59$$

Según el método la puntuación obtenida indica que la tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Calculo método NIOSH transporte de acero figurado.

Al realizar las obras civiles, algunas estructuras como las cajas o las cunetas, requieren de acero figurado para dar soporte al concreto y cumplir con las especificaciones técnicas de la misma; es por ello, que tras el proceso de figurado, se debe trasladar las piezas de acero a los puntos de acopio correspondientes.

Para evaluar las acciones que implican levantamiento de cargas, se emplea la fórmula de la ecuación de Niosh, la cual se encuentra dada por:

$$\text{RWL} = \text{LC} \cdot \text{HM} \cdot \text{VM} \cdot \text{DM} \cdot \text{AM} \cdot \text{FM} \cdot \text{CM}$$

LC, se encuentra dado por la constante de carga, que para el caso de los hombres es de 25 kg.

El factor de distancia horizontal HM es de 1, dado que la distancia proyectada en un plano horizontal, entre el punto medio entre los agarres de la carga y el punto medio entre los tobillos es inferior a 25 cm.

El factor de distancia vertical VM, se encuentra dado por:

$$VM = (1 - 0.003 |V - 75|)$$

$$VM = (1 - 0.003 |145 - 75|)$$

$$VM = 0.79$$

El factor de desplazamiento vertical DM, se encuentra dado por:

$$DM = 0.82 + (4.5 / D)$$

$$DM = 0.82 + (4.5 / (145-141))$$

$$DM = 1$$

El factor de asimetría AM, se encuentra dado por:

$$AM = 1 - (0.0032 * A)$$

$$AM = 1 - (0.0032 * 45^\circ)$$

$$AM = 0.85$$

El factor de frecuencia FM es de 0,82, siguiendo los lineamientos de valoración del anexo de FM (Ver Anexo H) del presente documento, se considera una duración del trabajo moderada respecto a 1 elevación por minuto.

El factor de agarre CM es de 0.90, al tener un tipo de agarre malo con un $V \geq 75$, para observar los valores de referencia para el cálculo del factor ver Anexo I.

Posteriormente, se procede a realizar el cálculo del RWL para el levantamiento de material excavado.

$$RWL (\text{material de excavación}) = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$RWL (\text{material de excavación}) = 25 \times 1 \times 0.79 \times 1 \times 0.85 \times 0.82 \times 0.90$$

$$RWL (\text{material de excavación}) = 12.38 \text{ kg en el origen}$$

Finalmente, se calcula el índice de levantamiento, la formulase encuentra dada por:

$$LI = \text{Peso de la carga levantada} / RWL$$

$$LI = 40 \text{ Kg} / 12.38 \text{ Kg}$$

$$LI = 3.23$$

Según el método la puntuación obtenida indica que la tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Tabla 53*Resultado conglomerado de la aplicación del método NIOSH*

Tarea	Valoración del riesgo	Intervalo de riesgo
Retiro de material excavado empleando palas y carretilla	4.10	La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.
Cargue y descargue de bultos de cemento.	2.63	Se puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
Cargue y descargue de lonas en saco suelo-cemento	3.59	La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.
Transporte de acero figurado.	3.23	La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Se puede identificar que tres de las actividades evaluadas, deben modificarse de forma inmediata, dado que se está dando lugar a la afectación de la integridad del trabajador, lo que puede ocasionar trastornos musculoesqueléticos de mayor complicación. Las calificaciones derivadas de la valoración del riesgo evaluado, refuerzan los hallazgos encontrados en la aplicación del cuestionario Nórdico respecto a la concentración de molestias en espalda y hombros.

Resultados evaluación método REBA

El método REBA pretende valorar el grado de exposición de los trabajadores respecto a la adopción de posturas inadecuadas, derivadas de posturas prolongadas o mantenidas.

Tabla 54*Actividades donde se presentan posturas prolongadas.*

Actividad	Procedimientos involucrados	Tarea
Armado de lonas de saco suelo-cemento.	Zanjas de Coronación en saco suelo-cemento	Cierre de lonas y ajuste de los bultos
Formaletear o encofrar.	Construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Ajuste, medición y marcación de formaleta.
Vaciado de concreto y pulido de detalles.	Construcción de disipadores de energía, construcción de cunetas, placas de concreto para unidades de bombeo y construcción de caja o alcantarilla en concreto con rejilla.	Alisamiento, pulimiento y empañetado de estructura fundida con palustre o llana en madera.

El método consiste en la evaluación de dos grupos compuestos por las diferentes partes del cuerpo, el grupo A; compuesto por el tronco, el cuello y las piernas, y el grupo B; compuesto por brazo, antebrazo y muñeca, para mayor claridad de los criterios de evaluación ver Anexo J.

Al asignar puntuaciones a los grupos respecto a los ángulos presentes en el desarrollo de las actividades laborales, se deriva una puntuación C, la cual finalmente es la que concreta el nivel de riesgo y la actuación requerida para la actividad evaluada.

Calculo método REBA para cierre de lonas de saco suelo-cemento.

La actividad se registra como una postura prolongada puesto que el trabajador permanece en el piso realizando el respectivo cierre de las lonas, mientras otro trabajador acomoda el apilamiento de las mismas.

Para la evaluación del grupo A del método se obtiene:

1. Posición del tronco con flexión $> 60^\circ = 4$ puntos (No se presenta inclinación lateral o rotación).
2. Posición del cuello con flexión $> 20^\circ = 2$ puntos (No se presenta inclinación lateral).
3. Posición de las piernas con postura inestable = 2 puntos (No se considera incremento por flexión).

Figura 9

Resultado puntuación grupo A para actividad de cierre de lonas de saco suelo-cemento.

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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

Para la evaluación del grupo B del método se obtiene:

1. La puntuación del brazo se estipula considerando extensión $>20^\circ$ o flexión $>20^\circ$ y $<45^\circ = 2$ puntos (No se consideran incrementos para el brazo).

2. La puntuación del antebrazo supone una flexión entre 60° y $100^\circ = 1$ punto.
3. La puntuación de la muñeca se pauta considerando flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ = 1$ punto, se incrementa un punto al presentarse torsión radial = 2 puntos.

Figura 10

Resultado puntuación grupo B para actividad de cierre de lonas de saco suelo-cemento.

	Antebrazo					
	1			2		
Brazo	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
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

Respecto a las puntuaciones adicionales se obtiene:

1. Carga o fuerza = 0 puntos.
2. Calidad de agarre = bueno = 0 puntos.

Figura 11

Resultado puntuación C para actividad de cierre de lonas de saco suelo-cemento.

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	5	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

A la puntuación C se adicionan los siguientes puntos:

1. Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto = 1 punto.

2. Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar) = 1 punto.

Puntuación final = **8 puntos**.

Nivel = **3**.

Riesgo = **Alto**.

Actuación = *Es necesaria la actuación cuanto antes*.

Calculo método REBA para ajuste, medición y marcación de formaleta.

La actividad consiste en la medición y marcación de las tablas de madera destinadas para realizar formaletas, el trabajador únicamente se dispone a realizar esta actividad, dado que el corte y figurado corresponde a otro puesto de trabajo.

Para la evaluación del grupo A del método se obtiene:

1. Posición del tronco con flexión $>20^\circ$ y $\leq 60^\circ$ o extensión $>20^\circ$ = 3 puntos, se adiciona un punto por tronco con inclinación lateral o rotación = 4 puntos.
2. Posición del cuello con flexión $> 20^\circ$ = 2 puntos, se adiciona un punto por cabeza rotada o con inclinación lateral = 3 puntos.
3. Posición de las piernas = sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico= 2 puntos (No se considera incremento por flexión).

Figura 12

Resultado puntuación grupo A para actividad de ajuste, medición y marcación de formaleta.

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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

Para la evaluación del grupo B del método se obtiene:

A la puntuación C se adicionan un punto adicional teniendo en cuenta que se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).

Puntuación final = **9 puntos.**

Nivel = **3.**

Riesgo = **Alto.**

Actuación = *Es necesaria la actuación cuanto antes.*

Calculo método REBA para alisamiento, pulimiento y empañetado de estructura fundida con palustre o llana en madera.

La actividad consiste en pulir los detalles y defectos de la estructura fundida empleando un palustre, la labor se realiza posteriormente a la eliminación de exceso de concreto empleando la boquillera.

Para la evaluación del grupo A del método se obtiene:

1. Posición del tronco con flexión $> 60^\circ$ = 4 puntos, adicionalmente se presenta tronco con inclinación lateral o rotación = 5 puntos en total.
2. Posición del cuello con flexión $> 20^\circ$ = 2 puntos (No se presenta inclinación lateral).
3. Posición de las piernas con postura inestable = 2 puntos (No se considera incremento por flexión).

Figura 15

Resultado puntuación grupo A para actividad de alisamiento, pulimiento y empañetado de estructura fundida con palustre o llana en madera.

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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

A la puntuación C se adicionan un punto adicional teniendo en cuenta que se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).

Puntuación final = **10 puntos.**

Nivel = **3.**

Riesgo = **Alto.**

Actuación = *Es necesaria la actuación cuanto antes.*

Tabla 55

Resultado conglomerado de la aplicación del método REBA

Tarea	Nivel	Valoración del riesgo	Actuación
Cierre de lonas de saco suelo-cemento.	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
Ajuste, medición y marcación de formaleta	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
Alisamiento, pulimiento y empañetado de estructura fundida con palustre o llana en madera	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.

De acuerdo a las puntuaciones arrojadas por el método REBA, se obtiene que todas las actividades evaluadas tienen una valoración de riesgo alto, por lo que se deben implementar controles correctivos respecto al diseño de los puestos de trabajo.

Estrategias de control del riesgo biomecánico estructuradas

Teniendo en cuenta que los resultados de más del 90% de las actividades evaluadas indicaron la pertinencia de la revisión de los puestos de trabajo respecto al levantamiento manual de cargas, posturas prolongadas y movimientos repetitivos; como también, que los trabajadores a través de la aplicación del cuestionario Nórdico, expresaron la existencia de sintomatología alusiva a factores ergonómicos, concentrados en partes como hombros, muñecas y dorso lumbares, se pacta la necesidad de establecer estrategias que propendan por prevenir trastornos musculoesqueléticos y accidentes de trabajo a causa de los riesgos ergonómicos existentes en los frentes de trabajo del área operativa de una empresa que realiza obras civiles en el magdalena medio colombiano.

Sistema de reporte de actos y condiciones sub estándar

Se sugiere la estructuración de un sistema de reporte de actos y condiciones sub estándar, donde un trabajador puede registrar en una tarjeta; disponible en la carpeta documental de cada frente de trabajo, cuando un colaborador realiza cualquier tipo de acto inseguro (omisión de elementos de protección personal, omisión a los lineamientos de seguridad de los procedimientos de trabajo, adopción de posturas inseguras, etc.); como también, condiciones inseguras (maquinaria o herramienta en mal estado, condiciones locativas inseguras, etc.), lo que permitiría a la organización realizar un seguimiento a las condiciones percibidas por los trabajadores de los frentes de trabajo o aquellas circunstancias que no se detectan en las inspecciones locativas generadas.

Dicho reporte de tarjetas requeriría un seguimiento mensual para asegurar el cerramiento de hallazgos por parte del departamento de HSE; en cuanto a las condiciones ergonómicas, las irregularidades encontradas servirían para identificar necesidades de capacitación, para identificar trabajadores que incurran de forma frecuente en la realización de actos inseguros, como medida reflexiva en las charlas pre turno o para la generación de lecciones aprendidas.

Modificación del programa de pausas activas

Actualmente los supervisores HSE de la empresa realizan los programas de pausas activas basados en pausas de estiramientos programadas cuatro veces al día, dos en la mañana y dos en la tarde, tradicionalmente aplican una misma secuencia de estiramientos para todos los trabajadores que se encuentren laborando en el frente de trabajo, las modificaciones sugeridas son:

1. Segmentación de pausas activas: Se sugiere a la organización que la realización de pausas activas se ejecuten de acuerdo al tipo de riesgo ergonómico al que el trabajador se encuentra expuesto en su puesto de trabajo, lo que se traduce a que por frente de trabajo se implementen pausas orientadas a los trabajadores expuestos al levantamiento manual de cargas, otra para los que se expongan en mayor proporción de la labor a movimientos repetitivos y otra serie de estiramientos para las personas que ejecutan acciones basadas en posturas prolongadas, de esta forma se estarían previniendo directamente las partes afectadas en las actividades operativas de los colaboradores.

2. Divulgación semanal de actos sub estándar ergonómicos: En la pausa activa del último día de la semana, se puede divulgar un acto sub estándar de carácter ergonómico en la realización de la pausa activa, como medida reflexiva para los frentes de trabajo, esta divulgación puede ir acompañada de material externo para enriquecer el mensaje a transmitir.

Establecimiento del programa de vigilancia epidemiológica

Se identifica que la organización no cuenta con un sistema de vigilancia epidemiológica acorde a las necesidades operativas de la misma, puesto que actualmente existe un programa con el código SGI-HSE-PG-007, pero la fecha de la última actualización se remite al año 2017 y no se evidencia en el plan anual de trabajo el seguimiento al mismo.

Por tanto, se sugiere estructurar un programa de vigilancia epidemiológica que supla las necesidades reales en cuanto a la prevención de riesgos ergonómicos, dicho programa debe ser sustentado en un ciclo PHVA y debe contar con indicadores que permitan dar seguimiento a la morbilidad, condiciones de salud, patologías pre existentes, ausentismos laborales, enfermedades laborales asociadas a factores biomecánicos, diagnósticos ergonómicos por medio de métodos de observación, procesos de valoración médica, análisis de puestos de trabajo, entre otros factores que ergonómicas que deban contemplarse de acuerdo a la normatividad colombiana en salud ocupacional.

Es importante recalcar que para asegurar un cumplimiento de seguimiento real al programa, se debe incluir el ítem en el plan de trabajo del departamento HSE.

Actualización de la matriz de peligros y evaluación de riesgos

Se sugiere a la organización actualizar la matriz de peligros e identificación de riesgos desglosando los procesos operativos que se desarrollan en los frentes de trabajo; es decir identificar los peligros por cada actividad laboral (construcción de cunetas, construcción de cajas, construcción de zanjas de coronación, construcción de disipadores de energía, etc.), dentro del proceso macro de ejecución de obras civiles, esto con el objetivo de establecer controles acordes a cada tipo de actividad misional ejecutada, lo anterior teniendo en cuenta que en todos los frentes de trabajo no se presentan los mismos riesgos ergonómicos; como también, hay labores que requieren controles puntuales, por ejemplo, en la elaboración de zanjas de

coronación se requiere establecer controles respecto a capacitar al personal en la postura adecuada que deben aplicar para acomodar las lonas de suelo-cemento en la zanja, este control no aplicaría en la realización de estructuras de concreto; por tanto, se sustenta la necesidad de segmentar los controles para las actividades que constituyen el proceso de realización de obras civiles.

Se sugiere que como medida de control, se establezcan tiempos máximo de exposición a las labores, que se planifique rotación de puestos de trabajo y se vigile rigurosamente los pesos máximos de las cargas, dado que se detecta que este tipo de factores incrementan las puntuaciones de los métodos de evaluación ergonómica.

Este tipo de actualizaciones permiten a la vez enriquecer la calidad de los documentos que constituyen el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, como también facilita la identificación de necesidades de entrenamiento y capacitación en aspectos ergonómicos, de acuerdo a los riesgos identificados en el desglose de tareas.

Manual de buenas prácticas ergonómicas

Se sugiere a la organización estructurar un manual de buenas prácticas ergonómicas, en el que se exprese la forma adecuada en la que los trabajadores deben realizar cada una de las labores operativas, indicando que posturas deben tomar, que elementos de apoyo emplear y como ejecutar las tareas ergonómicamente; es decir, estipular una descripción detallada de todos los parámetros ergonómicos que constituyen una actividad.

Por ejemplo para la actividad de preparación de concretos, se puede describir la forma adecuada de levantar los bultos de cemento respetando los pesos máximos, indicar que se puede emplear carretillas para el transporte de materiales para minimizar la materialización de riesgos, cuales son las capacitaciones ergonómicas con las que debe contar el trabajador antes de iniciar el contrato laboral, los tiempos máximos por actividad para tomar pausas activas, entre otras recomendaciones.

Lo anterior, permitiría a los trabajadores planearla forma adecuada para ejecutar sus labores, propendiendo por el autocuidado.

Seguimiento a evaluaciones medicas periódicas

Actualmente, el departamento de talento humano es el encargado del seguimiento a evaluaciones médicas periódicas, el conducto regular indica que al detectarse una irregularidad en las condiciones de salud de un trabajador, se comunica al departamento HSE para hacer la intervención y acompañamiento competente, pero no se ejecuta por parte del departamento HSE una revisión a las evaluaciones que permita generar indicadores respecto a trastornos musculoesqueléticos y la evolución de los mismos en el tiempo.

Por tanto, se sugiere a la organización incluir dentro del plan de trabajo el seguimiento de los resultados de las evaluaciones médicas, así como también generar un formato o documento que sirva como soporte al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, en el que se pueda registrar cualquier tipo de enfermedad asociada a factores ergonómicos, la evolución del mismo y los tratamientos o intervenciones médicas requeridas según corresponda al caso.

Inclusión de acompañamiento por parte de la ARL al plan anual de trabajo

De acuerdo a la normatividad colombiana, la ARL tiene la responsabilidad de brindar acompañamiento a las empresas respecto a la correcta implementación y ejecución del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo; por tanto, se debe incluir dentro del plan anual de trabajo las acciones o actividades que ejecutara la ARL respecto a la prevención del riesgo biomecánico, estas actividades pueden estar orientadas a capacitaciones y formación para los trabajadores en buenas prácticas de higiene postural, campañas de prevención del riesgo biomecánico, suministro de folletos, carteles, etc. alusivos a la prevención de materialización del riesgo biomecánico o acompañamiento en el análisis de puestos de trabajo.

Las solicitudes de acompañamiento a la ARL y el cumplimiento de dichos compromisos deben ser parte de las actividades contempladas en el plan anual de trabajo del departamento HSE, para asegurar la pertinencia y cumplimiento del mismo.

Ajuste de puestos de trabajo

Para crear una medida correctiva para las personas que componen actualmente los frentes de trabajo, se debe realizar un ajuste a los puestos de trabajo, dicho ajuste debe contener los lineamientos de capacitación respecto a los aspectos ergonómicos que afectan las labores ejecutadas, el establecimiento de levantamiento de cargas compartidas, el uso de elementos como

carretillas para el transporte de materiales, los tiempos máximos de ejecución de un acto, las posturas adecuadas de operación, etc.

Lo anterior se pacta en aras de reducir los resultados obtenidos de los niveles de riesgo de las actividades operacionales.

Divulgación y aceptación de estrategias

Posteriormente al establecimiento de las estrategias derivadas de la aplicación de los métodos ergonómicas, se citó a una reunión al coordinador HSE de la organización, en aras de divulgar los hallazgos, dado que esta es la persona directamente encargada de implementar medidas correctivas en los frentes de trabajo.

El día 06 de abril del 2021, se desarrolló una reunión por zoom donde se compartieron los hallazgos, el coordinador HSE encargado se mostró de acuerdo con las estrategias planteadas, únicamente se dejó suspendida la estrategia concerniente al apoyo de la ARL, teniendo en cuenta que para el año 2021 ya se tiene copado el presupuesto asignado a la organización.

El día 7 de abril se compartieron los resultados del proceso a los líderes de los procesos operativos, a los voceros de la mano de obra y al gerente de la organización, se convocó a una reunión por zoom a las 10:00 a.m. al culminar la reunión se dieron por cumplidos los objetivos pactados en el trabajo desarrollado de forma satisfactoria.

Finalmente, se brinda una copia digital del documento conglomerado con los resultados y los soportes físicos de los registros de los cuestionarios y las mediciones de los métodos de observación ergonómica.

Discusión de resultados

Para la aplicación del cuestionario Nórdico en la población objeto de estudio, se obtuvo como resultado una tendencia de presencia de sintomatología en cuello, espalda y muñeca o mano; realizando un comparativo entre los estudios tomados como referencia en el estado del arte y los datos arrojados en la aplicación del método, se puede concluir que el cuestionario permite cumplir con el objetivo de determinar la sintomatología que experimentan los trabajadores en sus puestos de trabajo, lo que permite aterrizar que tipo de métodos de evaluación ergonómica se requieren para establecer la valoración del riesgo en las actividades operativas; pese a esto, el cuestionario no evalúa a profundidad las posibles causas raíces

derivadas de la presencia de sintomatología en los trabajadores, lo que podría servir para determinar si las afectaciones se generan por factores alternativos a los ergonómicos.

Por otro lado, en relación a los métodos de evaluación ergonómica para los movimientos repetitivos (método OCRA Check List), posturas prolongadas (método REBA) y levantamiento manual de cargas (Ecuación de NIOSH); que para el presente estudio, todos los métodos arrojaron resultados “Altos” e “Inaceptables Medios” sugiriendo; según la teoría académica, la reestructuración de los puestos de trabajo y evaluación médica del personal, si bien los métodos evalúan el nivel de riesgo actual respecto a los factores y criterios evaluados, los resultados obtenidos en la valoración no permiten determinar el factor crítico que genera la puntuación obtenida, por lo que las acciones de mejora o estrategias de prevención del riesgo se basan en las falencias detectadas en la toma de los datos requeridos para la aplicación de los métodos y no respecto a los lineamientos de los mismos, lo anterior se puede respaldar con base en los estudios analizados para la determinación de los instrumentos aplicados en el estudio, dado que cinco de los ocho estudios, se limitó el alcance a la implementación de los métodos para la valoración del riesgo pero no se generaron propuestas de prevención, corrección o mejora.

Pese a lo anteriormente descrito, la determinación de los niveles de riesgo, permitieron establecer una corroboración de la sintomatología expresada en el cuestionario Nórdico, lo que respalda aquellas investigaciones fundamentadas en la aplicación de cuestionarios y métodos de observación simple; como las expuestas por Caro et al. (2020), quienes aplicaron tanto el cuestionario Nórdico como los métodos de observación NIOSH, OCRA Check List y RULA en un frente de obra civil, obteniendo como resultado puntajes de “Inaceptable Medio” y “Riesgo Moderado”, los índices obtenidos fueron tomados como referencia para la estructuración de una propuesta de diseño ergonómico sustentada en un programa de vigilancia epidemiológica, específicamente para el área operativa de la organización analizada. A nivel comparativo, se puede determinar que tanto para el estudio desarrollado por Caro et al. (2020), como para el actual, la aplicación de metodologías ergonómicas resaltaron la necesidad de reajustar los puestos de trabajo; finalmente, el horizonte de las estrategias o propuestas de mejora pactadas de acuerdo a los resultados de los métodos, se sustentan de acuerdo a las necesidades de la organización.

Adicionalmente; Oviedo et al. (2017), tras aplicar los métodos REBA, RULA y OCRA Check List, en el área administrativa de una organización de consultoría, obtuvo niveles de “Riesgo Medio Inaceptable”, determinando que la población requería cambios en la tarea, sirviendo de esta forma la investigación para reajustar los tiempos de exposición a la tarea y los inmuebles de los puestos de trabajo; por tanto, se deduce que los métodos de observación, tanto para el caso actual como para el expuesto por Oviedo et al. (2017), permiten generar un estado de alerta frente a la necesidad de los trabajadores de desarrollar sus labores operativas en un medio ergonómico, propendiendo por la integridad y salud de los mismos, dado que se genera un mayor margen de credibilidad y nivel de confianza al respaldar los cambios en el individuo y el medio de trabajo con base en estudios cuantitativos.

Por consiguiente, se determina que el proceso de aplicación de los métodos ergonómicos tanto de los estudios tomados como referencia y del caso actual, se desarrollaron con éxito, dado que se cumplieron los objetivos pactados de brindar soluciones para la mejora de las condiciones ergonómicas de los trabajadores.

Para concluir, se destacan como fortalezas del proyecto desarrollado, que el éxito para la conglomeración de los datos requeridos para el cálculo de los índices derivados de los métodos de observación, se dio gracias a la disposición de los trabajadores por contribuir a la mejora de las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo que desempeñan actualmente; como también, que el uso de aplicaciones como “Angle Meter”, facilitaron la toma de datos precisos para no obtener desviaciones o cálculos erróneos en el desarrollo de los métodos, así como que la realización de una amplia búsqueda de casos de estudio que cumplieran con las mismas características de la empresa seleccionada, permitió establecer de forma competente aquellas metodologías que serían aptas para cumplir con los objetivos planteados en el proyecto.

Como limitaciones, se da alusión al impedimento de compartir los resultados y hallazgos ante los participantes del caso de estudio, teniendo en cuenta la amenaza por contagio de COVID-19; como también, la imposibilidad de evaluar si las estrategias planteadas generarán un impacto positivo en el ámbito ergonómico del área operativa de la organización, teniendo en cuenta que el alcance de la investigación realizada no abarca este ítem.

Finalmente, se expone que al desarrollar este tipo de estudios y obtener niveles de riesgo negativos, se permite generar señales de alarma ante las personas que administran el SG-SST de la organización, para llevar a cabo medidas de prevención de alto impacto para asegurar la

prevalencia de la integridad del trabajador en el ámbito ergonómico, lo que sirve de aporte para mejorar las acciones que retroalimentan el ciclo PHVA del SG-SST de la organización analizada, adicionalmente, el contextualizar a los trabajadores para la toma de datos necesarios para los lograr los objetivos planteados, permite que los mismos generen conciencia respecto al desarrollo óptimo de sus labores en el ámbito ergonómico, lo que refuerzo la orientación en el autocuidado laboral.

Conclusiones

El análisis bibliográfico de los estudios y/o investigaciones desarrolladas por diversos autores respecto a la aplicación de métodos de evaluación ergonómica en diferentes sectores económicos, permitió establecer los instrumentos que darían paso al cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto, teniendo en cuenta las características y necesidades de la población objeto de estudio; determinando que, el cuestionario Nórdico sería la herramienta más pertinente para evaluar la sintomatología percibida por parte de los trabajadores; como también, que respecto a los métodos de observación ergonómica el instrumento de mayor confiabilidad para los movimientos repetitivos era el OCRA Check List, para las posturas prolongadas el método REBA y para el levantamiento de cargas manuales la ecuación de NIOSH.

La revisión de la documentación actual de la organización, dio paso a la identificación las falencias respecto al seguimiento y control de los factores biomecánicos presentes en los frentes operativos de la misma; como también, expuso las necesidades de actualización e inclusión de parámetros de cumplimiento legal para dar un soporte vital al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

La aplicación del cuestionario Nórdico, brindo las pautas para detectar la sintomatología presentada por los trabajadores, lo que permitió en primera instancia determinar las partes del cuerpo que presentaban mayor afectación respecto al desarrollo de actividades operativas (hombros, muñecas y dorsal o lumbar). Los resultados obtenidos fueron rectificadas posteriormente al realizar la toma de datos de los métodos ergonómicos, dado que se obtuvieron factores críticos en cuanto al nivel de riesgo de todos los ítems evaluados (movimientos repetitivos, posturas prolongadas y levantamiento de cargas), por lo que se transmite la necesidad de reajustar los puestos de trabajo.

Los resultados obtenidos en la aplicación de los métodos de observación ergonómica arrojaron indicadores de alto riesgo, lo cual sugiere la corrección y análisis inmediato de los puestos de trabajo, puesto que para los tres factores evaluados (movimientos repetitivos, posturas

prolongadas y levantamiento de cargas), se presentaron resultados en rojo para la mayoría de las actividades contempladas.

El método OCRA Check list permitió evaluar los movimientos repetitivos de las actividades, exponiendo que de las ocho actividades evaluadas, siete de ellas obtuvieron un nivel de riesgo calificado como “Inaceptable Medio”, lo que sugiere una mejora de los puestos de trabajo, supervisión médica y entrenamiento, lo anterior teniendo en cuenta que los factores evaluados para el índice OCRA, obtuvieron ponderaciones superiores a 4 puntos dentro del factor de posturas, lo que genera una puntuación alta del IKCL.

El método NIOSH, expuso la necesidad de implementar medidas para el correcto manejo de los pesos en el traslado de cargas, dado que no se está respetando el peso máximo de 25 kg en hombres, lo que repercute en que la calificación de valoración de riesgo sea “Alta” para las cuatro actividades evaluadas, por lo que se deduce que las tareas ocasionaran problemas a los trabajadores de tipo ergonómico por el mal manejo de cargas manuales.

En la toma de datos requeridos para la evaluación de los métodos ergonómicos, se identificó la ausencia de implementación de prácticas de higiene postural, dado que los trabajadores no seguían lineamientos ergonómicos para el levantamiento de cargas y los ángulos de las posturas adoptadas generaba sobre esfuerzo en la carga postural del cuerpo.

Para el método REBA, los resultados arrojaron un nivel tres catalogado como “Alto” para las tres labores evaluadas, por lo que se debe considerar tomar acciones inmediatas para corregir la adopción de posturas inadecuadas en los puestos de trabajo.

Se propusieron un total de ocho estrategias para la prevención de riesgos ergonómicos, las cuales se encuentran orientadas, tanto en la intervención directa con el trabajador, respecto a la reestructuración de los puestos de trabajo, como en la mejora de los lineamientos contemplados en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en cuanto aspectos ergonómicos, tales como: la modificación del programa de pausas activas, mejora de la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos de la empresa, creación del programa de vigilancia epidemiológica, establecimiento del manual de buenas prácticas ergonómicas, fundamentación del sistema de reporte de actos y condiciones sub estándar y el ajuste de los roles de seguimiento a las evaluaciones medicas periódicas.

Referencias

Tolosa, I. (2015). Riesgos biomecánicos asociados al desorden músculo esquelético en pacientes del régimen contributivo que consultan a un centro ambulatorio en Madrid, Cundinamarca, Colombia. *Revista Ciencias de la Salud*, 13(1), 25.
<http://dx.doi.org/10.12804/revsalud13.01.2015.02>

García, J. V. (2019). Desórdenes músculo esqueléticos (DME) y su incidencia en la salud de los trabajadores de la construcción. *Revista San Gregorio*, 1 (31), 119.
<http://dx.doi.org/10.36097/rsan.v0i31.945>

Camargo. Y. A. (2019). Desordenes musculo-esqueléticos asociados a los factores de riesgo ergonómicos en los profesionales de enfermería de servicios asistenciales. [Tesis de especialización, Universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A]. Repositorio digital U.D.C.A.
<https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/1667/1/Desordenes%20musculo-esqueléticos%20asociados%20a%20los%20factores%20de%20riesgo%20ergonomicos%20en%20los%20profesionales.pdf>

Pinilla. P, Almodóvar, A. Galiana. M. L, Hervás. P y Zimmermann. M. (2017). Encuesta nacional de condiciones de trabajo. 2015 6ª EWCS – España. *Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo de España – INSHT*. p 12.
<https://www.insst.es/documents/94886/96082/Encuesta+Nacional+de+Condiciones+de+Trabajo+6%C2%AA+EWCS.pdf/abd69b73-23ed-4c7f-bf8f-6b46f1998b45?t=1529925974398>

Sistema Integrado Gestión y Control de la Calidad y del Medio Ambiente - SIGMA. (2019, Junio 11). Programa de gestión para la intervención de riesgo biomecánico relacionado con desórdenes músculo esqueléticos (DME). Rama Judicial Consejo Superior de la Judicatura República de Colombia. <https://www.ramajudicial.gov.co/documents/8957139/23136201/PG-SST-01+PVE-+Biomecanico+11-06-2019V2.pdf/dd8000f8-4a06-4e7b-be8a->

Instituto nacional para la seguridad y salud en el trabajo. (2012). Datos Breves de NIOSH: Cómo prevenir los trastornos musculoesqueléticos. NIOSH.

[https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2012-](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2012-120_sp/default.html#:~:text=Un%20trastorno%20musculoesquel%C3%A9tico%20relacionado%20con,como%20levantar%2C%20empujar%20o%20jalar)

[120_sp/default.html#:~:text=Un%20trastorno%20musculoesquel%C3%A9tico%20relacionado%20con,como%20levantar%2C%20empujar%20o%20jalar](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2012-120_sp/default.html#:~:text=Un%20trastorno%20musculoesquel%C3%A9tico%20relacionado%20con,como%20levantar%2C%20empujar%20o%20jalar)

Romo, K. M y Ortiz, Y. (2017). Evaluación de los factores de riesgo biomecánico en los trabajadores de oficina de Alexon Pharma Col. S.A.S en la ciudad de Bogotá. [Tesis de especialización, Universidad distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio digital U.D.F.J.C. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7212/Ortiz%20Arias%20Yeimi,%20Romo%20Pacheco%20Katerhinne%20Maria%202017.pdf;jsessionid=0B9F76D60FC9AEEAA8C9837F1AF135C0?sequence=1>

Boné, M. J. (2016). Método de evaluación ergonómica de tareas repetitivas, basado en simulación dinámica de esfuerzos con modelos humanos. [Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza]. Repositorio digital Universidad de Zaragoza.

<https://zaguan.unizar.es/record/48297/files/TESIS-2016-098.pdf>

Márquez, M y Márquez, M. (2015). Factores de riesgo biomecánicos y psicosociales presentes en la industria venezolana de la carne. *Revista Scielo*, 17(54). 1.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492015000300003>

Staff, R. (2015, Febrero 5). Método de indicadores clave (MIC) para tareas de manipulación de cargas. *Revista enfermería del trabajo*. 5(1). 30.

Carranza, M. A. y Chacón, S. M. (2015). Aplicación de métodos de evaluación ergonómica con el fin de actualizar la valoración del riesgo ergonómico al que se ven expuestos los trabajadores de la Empresa Rocas y Minerales S.A.S. [Tesis de especialización, Universidad distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio digital U.D.F.J.C.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7234/CARRANZA%20CASTRILLO%20N%20Mar%C3%ADa%20Alejandra%20-%20CHAC%20Sandra%20Milena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bautista, J. Batalla, C y Alfaro, R. (2015). Ergonomía y evaluación del riesgo ergonómico. Universidad politécnica de Catalunya.

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/26070/OPE_Ergo_metodos.pdf;jsessionid=4335F122DD1CC041E064CC1A8A6FF7A2?sequence=8

Decreto 1072 del 26 de mayo del 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Presidencia de la república de Colombia.

<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+Sector+Trabajo+Actualizado+a+15+de+abril++de+2016.pdf/a32b1dcf-7a4e-8a37-ac16-c121928719c8>

Resolución 0312 del 13 de Febrero 2019. Por la cual se definen estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2019). Ministerio de trabajo.

https://id.presidencia.gov.co/Documents/190219_Resolucion0312EstandaresMinimosSeguridadSalud.pdf

Resolución 1016 del 31 de Mayo de 1989. Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país. (1989). Ministerio de trabajo, seguridad social y salud.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5412>

Ley 9 de 1979. Por la cual se dictan medidas sanitarias. (1979). Congreso de Colombia.
http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/ley_9_1979.Codigo%20Sanitario%20Nacional.pdf

Decreto 1477 de 2014. Por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales. (2014). Presidencia de la república de Colombia.

https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/36482/decreto_1477_del_5_de_agosto_de_2014.pdf/b526be63-28ee-8a0d-9014-8b5d7b299500

Decreto 1295 del 24 de Junio de 1994. Por el cual se determina la organización y administración del sistema general de riesgos profesionales. (1994). Ministerio de trabajo y seguridad social. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_1295_1994.html

Fernández, M. Manso, M. M. Fernández, M. Gómez , M. P. Jiménez, M. C. y Del Coz, F. (2014). Trastornos musculoesqueléticos en personal auxiliar de enfermería del Centro Polivalente de Recursos para Personas Mayores "Mixta" de Gijón - C.P.R.P.M. Mixta. *Revista Scielo*. 25(1). 1. <http://dx.doi.org/10.4321/S1134-928X2014000100005>

Balderas, M. Zamora, M y Martínez, S. (2019). Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad. *Revista Scielo*. 29.1.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662019000100129#B17

Avendaño, S. B. Velásquez, C. A y Oñate, L. M. (2020). Análisis de factores de riesgo asociados a Desórdenes Músculo Esqueléticos en miembros superiores en trabajadores de la

Dirección de Sanidad de la Policía Nacional. [Tesis de especialización, Corporación universitaria Minutos de Dios]. Repositorio digital Uniminuto.

https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/10304/TE.RLA_Avenda%C3%B1oSandra-Vel%C3%A1squezCristian-O%C3%B1ateLyda_2020?sequence=1&isAllowed=y

Oviedo, K. J. Alfonso, S. D y Vásquez, L. A. (2017). Estudio de factores de riesgo ergonómico al personal de Consultores Unidos S.A que realiza actividades en las oficinas de BOGOTÁ. [Tesis de especialización, Universidad distrital Francisco José de Caldas].

Repositorio digital U.D.F.J.C.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7318/AlfonsoVargasSilviaDaniela2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Caro, L. Torres, J. O y Lote M. F. (2020). Propuesta de un diseño ergonómico para el área de construcción de la empresa Montinpetrol S.A. [Tesis de especialización, Universidad ECCI].

Repositorio digital Universidad ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/824>

Buitrago, A. del P. (2016). Utilidad de las metodologías REBA, RULA y OCRA para valorar la carga física en trabajadores de una empresa del sector floricultor. [Tesis de magister, Universidad Nacional de Colombia]. *Repositorio digital Unal.*

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/58292/65829162.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Padilla, C. A. (2015). Evaluación del riesgo ergonómico en los trabajadores de Acindec S.A. y planteamiento de una propuesta de control para mitigar enfermedades de origen osteomuscular. [Tesis de magister, Universidad internacional SEK]. *Repositorio digital Uisek.*

<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1323/1/Evaluaci%C3%B3n%20del%20riesgo%20ergon%C3%B3mico%20en%20los%20trabajadores%20de%20ACINDEC%20S.A.%20y%20planteamiento%20de%20una%20propuesta%20de%20control%20para%20mitigar%20enfermedades%20de%20origen%20osteomuscular.pdf>

López, D. C. y López, P. A. (2016). Estudio de identificación y evaluación del riesgo biomecánico en el personal logístico de Suministros e Impresos S.A.S. [Tesis de especialización, Universidad distrital Francisco José de Caldas]. *Repositorio digital U.D.F.J.C.*

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6134/L%C3%B3pezCifuentesDianaCarolina.L%C3%B3pezCifuentesPaulaAndrea2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Morales, J. Suarez, C. A. Paredes, C. Mendoza, V. Meza, L y Colquehuanca, L. (2016). Trastornos musculoesqueléticos en recicladores que laboran en Lima Metropolitana. *Revista Scielo*. 77(4). 358. <https://doi.org/10.15381/anales.v77i4.12655>
- Sampieri, R. Fernández, C y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. (4.^a ed., Vols. 1991-2006). Editorial Mc Graw Hill.
- Reichardt, CH.S y Cook, T. D. (1986). *Qualitative and quantitative methods in evaluation research*. (1.^a ed). Ediciones Morata.
- Agudelo, G. Aignerren, M. y Ruiz, J. (2010). Experimental y no-experimental. *Revista la sociología en sus escenarios*. (18), 39-40.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/6545>
- Argibay, J.C. (2009). Muestra en investigación cuantitativa. *Revista subjetividad y procesos cognitivos UCES*. 13(1), 13-29.
<http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/handle/123456789/719>
- Bomba, F. (2018, 19 de marzo). Tamaño de muestra paso a paso. [Video].
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2802>
- Uribe, A. M. (2015). Aplicación del cuestionario nórdico para el análisis de síntomas musculoesquelético en trabajadores del cuerpo técnico de policía judicial: investigación (CTI). [Tesis de magister, Universidad del Rosario]. *Repositorio digital U. Rosario*.
<http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/10683>
- Colombini, D. Occhipinti, E. y Álvarez, E. (2013). *The revised OCRA Checklist method*. (3^a ed). Editorial Factors Humans.
- Diego-Mas, J.A. (2015). Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Universidad Politécnica de Valencia.
<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php>
- Anco, D. A. (2018). Determinación del nivel de riesgo postural según el método REBA en alumnos de quinto año de la clínica odontológica de la U.C.S.M – Arequipa. [Tesis de pregrado, Universidad católica de Santa María]. *Repositorio digital U.C.S.M*.
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7919>
- Nogareda, S. (2001). NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment). INSHT Ministerio de trabajo y asuntos sociales

de España. https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_601.pdf/2989c14f-2280-4eef-9cb7-f195366352ba

Diego-Mas, J.A. (2015). Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de Niosh. Universidad Politécnica de Valencia.

<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

Sulin, A. J. (2019). Aplicación del método REBA para identificar trastornos musculoesqueléticos en los conductores de volquete en la empresa multisectorial de AYASH S.A., en Antamina – año 2018. [Tesis de pregrado, Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo].

Repositorio digital UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3480>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT. (2003). Guía técnica de manipulación manual de cargas. Ministerio de trabajo e inmigración de España.

<https://www.insst.es/documents/94886/789467/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relativos+a+la+manipulaci%C3%B3n+manual+de+cargas.pdf/d52f7502-cd7f-4e15-adf9-191307c689a9?t=1605800361476>

Sanchez, J. C. y Aguilar, P. N. (2019). Aplicación del método NIOSH para reducir los riesgos de trastornos músculo esqueléticos en la Empresa Agroindustrias San Jacinto 2019.

[Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. *Repositorio digital UCV*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45397>

Anexos
ANEXO A

CUESTIONARIO NÓRDICO DE KUORINKA											
1. DATOS DE INFORMACIÓN											
Nombre Completo _____											
Cédula: _____				Edad: _____							
Cargo: _____											
Frente de trabajo: _____						Tiempo de trabajo: años _____ meses _____					
Genero: M <input type="checkbox"/>		F <input type="checkbox"/>		Edad: años _____		Lateralidad: D <input type="checkbox"/>		I <input type="checkbox"/>			
		CUELLO		HOMBRO		DORSAL O LUMBAR		CODO O ANTEBRAZO		MUÑECA O MANO	
1. ¿Ha tenido molestias en?		SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>
		NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	D <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	D <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	D <input type="checkbox"/>
				AMBOS <input type="checkbox"/>				AMBOS <input type="checkbox"/>			
Si se contesta NO a la pregunta 1, se finaliza la encuesta											
2. ¿Desde hace cuánto tiempo?		< a 6 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	< a 6 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	< a 6 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	< a 6 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	< a 6 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		6 - 12 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6 - 12 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6 - 12 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6 - 12 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6 - 12 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		13 - 18 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13 - 18 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13 - 18 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13 - 18 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13 - 18 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		> a 19 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> a 19 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> a 19 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> a 19 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> a 19 meses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Ha necesitado cambiar de puesto de trabajo?		SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Ha tenido molestias en los últimos 12 meses?		SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si se contesta NO a la pregunta 4, se finaliza la encuesta											
5. ¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses?		1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		8 - 30 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8 - 30 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8 - 30 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8 - 30 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8 - 30 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		> 30 días no seguidos <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 30 días no seguidos <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 30 días no seguidos <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 30 días no seguidos <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 30 días no seguidos <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		siempre <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	siempre <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	siempre <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	siempre <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	siempre <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Cuánto dura cada episodio?		< 1 hora <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	< 1 hora <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	< 1 hora <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	< 1 hora <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	< 1 hora <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1 - 24 horas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 24 horas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 24 horas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 24 horas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 24 horas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-4 semanas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1-4 semanas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1-4 semanas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1-4 semanas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1-4 semanas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		> 1 mes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo en los últimos 12 meses?		0 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 - 7 días <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1-4 semanas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1-4 semanas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1-4 semanas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1-4 semanas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1-4 semanas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		> 1 mes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Ha recibido tratamiento por estas molestias en los últimos 12 meses?		SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ¿Ha tenido molestias en los últimos 7 días?		SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Pongale nota a sus molestias entre 0 (sin molestias) y 5 (molestias muy fuertes)		1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. ¿A que atribuye estas molestias?		Movimientos Repetitivos <input type="checkbox"/>		Movimientos Repetitivos <input type="checkbox"/>		Movimientos Repetitivos <input type="checkbox"/>		Movimientos Repetitivos <input type="checkbox"/>		Movimientos Repetitivos <input type="checkbox"/>	
		Posturas Prolongadas <input type="checkbox"/>		Posturas Prolongadas <input type="checkbox"/>		Posturas Prolongadas <input type="checkbox"/>		Posturas Prolongadas <input type="checkbox"/>		Posturas Prolongadas <input type="checkbox"/>	
		Levantamiento de Cargas <input type="checkbox"/>		Levantamiento de Cargas <input type="checkbox"/>		Levantamiento de Cargas <input type="checkbox"/>		Levantamiento de Cargas <input type="checkbox"/>		Levantamiento de Cargas <input type="checkbox"/>	
		Otros: <input type="checkbox"/>		Otros: <input type="checkbox"/>		Otros: <input type="checkbox"/>		Otros: <input type="checkbox"/>		Otros: <input type="checkbox"/>	

ANEXO B

Posibles situaciones para el cálculo del factor de recuperación FR del método OCRA Check List.

SITUACIÓN DE LOS PERIODOS DE RECUPERACIÓN	PUNTUACIÓN
- Existe una interrupción de al menos 8 minutos cada hora de trabajo (contando el descanso del almuerzo).	0
- 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)	
- Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.	2
- Existen 4 interrupciones de al menos 8 minutos en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).	
- Existen 3 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas.	3
- Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).	
- Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas.	4
- 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.	
- Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 7 horas sin descanso para almorzar.	6
- En 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).	
- No existen pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de turno.	10

ANEXO C

Puntuación de acciones dinámicas y estáticas para el cálculo del factor de frecuencia FF del método OCRA Check List.

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
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

ANEXO D

Puntuación de esfuerzo para calcular el factor de frecuencia FF del método OCRA Check List.

ESFUERZO	PUNTUACIÓN	OCRA FFZ					
Nulo	0	No se considera					
Muy débil	1						
Débil	2						
Moderado	3	Fuerza moderada	Duración	1/3 del tiempo	50% del tiempo	> 50% del tiempo	Casi todo el tiempo
	4		Puntos	2	4	6	8
Fuerte	5	Fuerza intensa	Duración	2 seg. cada 10 min.	1% del tiempo	5% del tiempo	> 10% del tiempo
	6		Puntos	4	8	16	24
Muy fuerte	7						
Cercano al máximo	8	Fuerza casi máxima	Duración	2 seg. cada 10 min.	1% del tiempo	5% del tiempo	> 10% del tiempo
	9		Puntos	6	12	24	32
	10						

ANEXO E

Puntuación para calcular el factor de postura y movimientos FP del método OCRA Check List.

PUNTUACIÓN DEL HOMBRO	
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
PUNTUACIÓN DEL CODO	
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
PUNTUACIÓN DE LA MUÑECA	
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
PUNTUACIÓN DE LA MANO	
DURACIÓN DEL AGARRE	PMA
Alrededor de 1/3 del tiempo	2
Más de la mitad del tiempo	4
Casi todo el tiempo.	8
PUNTUACIÓN DE MOVIMIENTOS ESTEREOTIPADOS	
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

Anexo F

Puntuación para calcular el factor de riesgos adicionales FC del método OCRA Check List.

FACTORES SOCIO-ORGANIZATIVOS	FSO
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
FACTORES FÍSICO-MECÁNICOS	FFM
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 0º) 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

ANEXO G**Puntuación para calcular el multiplicador de duración MD del método OCRA Check List.**

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

ANEXO H

Calculo del factor de frecuencia FM del método ecuación de NIOSH.

FRECUENCIA	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	CORTA		MODERADA		LARGA	
Elev/min	V<75	V>75	V<75	V>75	V<75	V>75
< 0,2	1	1	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	0,8	0,8	0,6	0,6	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,5	0,5	0,27	0,27
7	0,7	0,7	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,3	0,3	0	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13
11	0,41	0,41	0	0,23	0	0
12	0,37	0,37	0	0,21	0	0
13	0	0,34	0	0	0	0
14	0	0,31	0	0	0	0
15	0	0,28	0	0	0	0
> 15	0	0	0	0	0	0

Para la duración de la tarea solicitada en la tabla anterior, se tiene en cuenta la siguiente tabla:

TIEMPO	DURACIÓN	TIEMPO DE RECUPERACIÓN
≤1 hora	Corta	Al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo
>1 - 2 horas	Moderada	Al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo
>2 - 8 horas	Larga	

ANEXO I

Calculo del factor de agarre CM del método ecuación de NIOSH.

TIPO DE AGARRE	V < 75	V ≥ 75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90

Factores a considerar: En general, se consideran agarres buenos los llevados a cabo con contenedores de diseño óptimo con asas o agarraderas, o aquéllos sobre objetos sin contenedor que permitan un buen asimiento y en el que las manos pueden ser bien acomodadas alrededor del objeto.

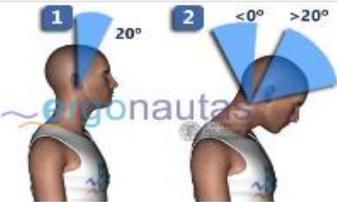
Un agarre regular es el llevado a cabo sobre contenedores con asas o agarraderas no óptimas por ser de tamaño inadecuado, o el realizado sujetando el objeto flexionando los dedos 90°.

Se considera agarre pobre o malo el realizado sobre contenedores mal diseñados, objetos voluminosos a granel, irregulares o con aristas, y los realizados sin flexionar los dedos manteniendo el objeto presionando sobre sus laterales.

ANEXO J

Escala de puntuación método REBA.

Calificación grupo A

PUNTUACIÓN DEL TRONCO		
POSICIÓN	PUNTUACIÓN	
Tronco erguido.	1	
Flexión o extensión entre 0° y 20°.	2	
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°.	3	
Flexión >60°.	4	
PUNTUACIÓN ADICIONAL		
Tronco con inclinación lateral o rotación.	+1	
PUNTUACIÓN DEL CUELLO		
POSICIÓN	PUNTUACIÓN	
Flexión entre 0° y 20°.	1	
Flexión >20° o extensión.	2	
PUNTUACIÓN ADICIONAL		
Cabeza rotada o con inclinación lateral.	+1	
PUNTUACIÓN DE LAS PIERNAS		
POSICIÓN	PUNTUACIÓN	
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico.	1	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2	

PUNTUACIÓN ADICIONAL		
Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.	+1	
Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).	+2	

CALIFICACIÓN GRUPO B

PUNTUACIÓN DEL BRAZO		
POSICIÓN	PUNTUACIÓN	
Desde 20° de extensión a 20° de flexión.	1	
Extensión >20° o flexión >20° y <45°.	2	
Flexión >45° y 90°.	3	
Flexión >90°.	4	
PUNTUACIÓN ADICIONAL		
Brazo abducido o brazo rotado.	+1	
Hombro elevado.	+1	
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad.	-1	

PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZO		
POSICIÓN	PUNTUACIÓN	
Flexión entre 60° y 100°.	1	
Flexión <60° o >100°.	2	

PUNTUACIÓN DE LA MUÑECA		
POSICIÓN	PUNTUACIÓN	
Posición neutra	1	
Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$	1	
Flexión o extensión $> 15^\circ$	2	
PUNTUACIÓN ADICIONAL		
Torsión o Desviación radial o cubital	+1	

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada **ESTRATEGIAS DE CONTROL DEL RIESGO BIOMECÁNICO PARA EL PERSONAL OPERATIVO DE UNA EMPRESA QUE EJECUTA OBRAS CIVILES**, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

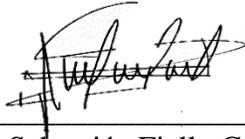
Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma



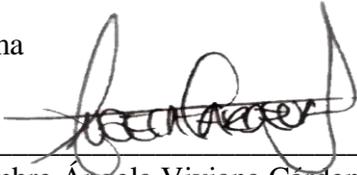
Nombre Swammy Muñoz Rengifo
CC. 1.018.478.757 de Bogotá D.C

Firma



Nombre Sebastián Fiallo Castro
CC. 1.100.954.933 de San Gil

Firma



Nombre Ángela Viviana Cárdenas Figueredo
CC. 1.052.383.663 de Duitama