

# Evaluación ergonómica en una estación de descarga de material

## *Ergonomic assessment in a material unloading station*

<sup>a</sup>.Nayeli Itzayana Chacón-Silva, <sup>b</sup>.Karla Gabriela Gómez Bull, <sup>c</sup>.María Marisela Vargas Salgado,

<sup>d</sup>.Manuel Alberto Rodríguez Esparza



a Ingeniero, al114594@alumnos.uacj.mx, egresada de Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Cd. Juárez, Chih. México.



b Maestra, karla.gomez@uacj.mx, Docente investigador. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Cd. Juárez, Chih. México.



c Doctora, maria.vargas@uacj.mx, Docente investigador. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Sociales y Administración, Cd. Juárez, Chih. México.



d Maestro, mardgz@uacj.mx, Docente investigador. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Cd. Juárez, Chih. México

**Forma de citar:** N.I Chacón-Silva, K.G Gómez-Bull, M.M Vargas-Salgado, M.A Rodríguez-Esparza. "Evaluación ergonómica en una estación de descarga de material", *Mundo Fesc*, vol. 12, no. 23, pp. 158-166, 2022

## Resumen

Este trabajo se desarrolló en una empresa de la localidad en una estación de descarga de material, con el objetivo de determinar el nivel de riesgo postural al que se encuentra expuesto el trabajador de dicha área. Se realizó una evaluación ergonómica con el método REBA y se simuló la tarea a través del software 3DSSPP. Con los resultados obtenidos en las presentes evaluaciones se encontró que el nivel de riesgo para la estación de descarga según REBA, requiere un nivel de actuación 4 requiriendo una contención inmediata la cual plantea que la estación de trabajo cuenta con problemas ergonómicos y es necesario el rediseño de dicha estación. Las actividades de colocar charola con material en el contenedor y colocar charola con material en carro plataforma en punto medio fueron simuladas a través del software de análisis biomecánico 3DSSPP®. Se concluye que en el diseño de esta área de trabajo genera una carga postural elevada en la espalda brazos y muñecas por lo que se deben realizar cambios para mejorar la postura del trabajador y corregir su centro de masa a una zona segura.

**Palabras clave:** Evaluación ergonómica, carga postural, REBA, 3DSSPP.

---

Autor para correspondencia:

\*Correo electrónico:al114594@alumnos.uacj.mx



## Abstract

This work was developed in a local company, in the station called “arm discharge”, with the aim of determining the relationship of the design of the workplace with the muscular-skeletal complaints presented in the workers, and to know the level of postural risk to which they are exposed. An ergonomic evaluation was performed with the REBA method and the task was simulated through 3DSSPP® software. With the results obtained in the present evaluations, it was found that the level of risk for the arm discharge station according to REBA, requires a level of action 4 requiring an immediate containment which suggests that the workstation has ergonomic problems and is necessary the redesign of said station. The activities of placing tray with dolly material and placing tray with dolly material at midpoint, were simulated through 3DSSPP® biomechanical analysis software. It is concluded that in the design of this work area generates a high postural load on the back, arms, and wrists, so changes must be made to improve the worker’s posture and correct his center of mass to a safe area

**Keywords:** Ergonomic evaluation, postural load, REBA, 3DSSPP.

## Introducción

Actualmente, la industria manufacturera emplea gran cantidad de personas, esto contribuye a un importante crecimiento económico de los países [1]. Las actividades realizadas dentro de sus procesos se caracterizan por ser trabajos repetitivos, pesados y con manejo de cargas [2]. De acuerdo con la NOM-036 de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, se conoce como manejo manual de materiales o cargas, a todas aquellas acciones que implican levantar, bajar, empujar, jalar, transportar, trasladar o estibar materiales [3]. Sin embargo, este tipo de actividades que involucran gran cantidad de fuerza y energía pueden propiciar la aparición de trastornos musculoesqueléticos [TME] [2], [4], sobre todo cuando se presentan de forma repetida y prolongada [5].

Los TME son problemas de salud que se presentan en el sistema locomotor, afectando músculos, huesos, tendones, ligamentos, cartílagos y nervios [6] [7]. Ocurren cuando las demandas físicas y psicosociales son demasiado altas, lo que resulta en malestar, dolor o un deterioro funcional [8]. Esto aunado al diseño deficiente de algunas estaciones de trabajo, ya que la mayoría de las

ocasiones, en los países en desarrollo se carece de diseños que integren principios ergonómicos, lo que resulta en la aparición de TME [1].

Estos trastornos son una de las molestias de origen laboral más frecuentes [9], además estos padecimientos tienen como consecuencia pérdidas económicas para las organizaciones, tales como incapacidades, altos niveles de ausentismo, disminución de la productividad y daños a la salud en forma permanente [7] [10]. Por lo que se consideran una gran carga económica y social para los trabajadores y sus comunidades [6]. Por lo que, los TME son una preocupación presente tanto en los países industrializados como en los que se encuentran en desarrollo industrial [11].

Una lesión o enfermedad se dice que está relacionada al trabajo si algún evento o la exposición en el entorno laboral fue la causa o el factor que contribuyó a la condición resultante, o que agravó una situación ya existente [12]. Estas afectaciones van desde trastornos que se presentan de forma repentina y de corta duración, hasta enfermedades crónicas que pueden llevar a la incapacidad temporal o permanente de

los trabajadores [13].

En el contexto laboral, los TME normalmente se desarrollan con el paso del tiempo, por las condiciones laborales, el tipo de trabajo que se realiza, así como por las características del trabajador, lo cual aumenta la predisposición para que se padezcan estos desórdenes [7] [14].

Los TME son una de las principales causas de discapacidad a nivel mundial, especialmente el dolor de espalda [13]. De acuerdo con los datos más recientes proporcionados por el Instituto Mexicano del Seguro Social, se registraron un total de 8,274 incapacidades permanentes a causa de enfermedades de trabajo, donde 2,545 casos fueron por problemas a nivel de la espalda [15].

Los diferentes factores laborales como diseño de la estación, ubicación de materiales y espacios, restringen el movimiento de los trabajadores durante el desempeño de tareas, sobre todo al momento de realizar actividades repetitivas de manejo manual de materiales [16]. Los TME son prevenibles, para esto se requiere de evaluaciones de las tareas realizadas en el trabajo y aplicar herramientas ergonómicas que ayuden a ajustar el trabajo a las personas [6].

Existe registro de molestias musculoesqueléticas a nivel de la espalda, generadas en la estación de descarga de material, además de que se cuenta con alto porcentaje de rotación de personal a causa de estas mismas. Motivo por el cual, esta investigación se realizó con el propósito de hacer una evaluación ergonómica de las posturas adoptadas por el trabajador mientras desempeña su trabajo, así como conocer

el esfuerzo realizado por el mismo durante las actividades de manejo manual de cargas y el impacto que tiene sobre las articulaciones.

## **Materiales y métodos**

Para esta investigación

El diseño de la presente investigación es de tipo descriptivo, no experimental y transversal, ya que se muestran las características de las actividades observadas; únicamente se evalúa el nivel de riesgo biomecánico presente en la situación actual de la operación de descarga de material, por lo cual es no experimental. Además, la toma de los datos para la investigación se realiza en un solo periodo de tiempo [17]. Se diseñó una hoja de consentimiento donde se le dio a conocer al trabajador el propósito de la investigación y se pidió su autorización para recopilar los datos requeridos.

Para este trabajo se utilizaron también diferentes softwares, el primero fue GomPlayer para la separación de fotogramas a evaluar, REBA (Rapid Entire Body Assessment) para evaluación de posturas y finalmente para el análisis biomecánico las condiciones del manejo manual de materiales fueron simuladas a través del software 3DSSPP. Para poder llevar a cabo la evaluación ergonómica se pidió la colaboración del trabajador que realiza la operación durante la jornada laboral en el primer turno. Se le preguntaron datos personales como su edad, género, historial de lesiones musculoesqueléticas relacionadas al trabajo, antigüedad en la empresa y en la estación.

Una vez que el trabajador fue informado a través de la hoja de consentimiento, se

obtuvieron las dimensiones de la mesa de trabajo en la cual el operador coloca la charola para descargar el material y del perímetro disponible del área.

Al inicio del primer turno, (06:00 horas), se le mostró al trabajador un mapa corporal [18], en el cual indicó la zona del cuerpo en la que presentaba molestia musculoesquelética, utilizando la escala numérica análoga del dolor [ENA] que va del 1 al 10. A las 15:00 horas que finalizó su jornada laboral, se le volvió a pedir que indicara la zona de molestia, así como la intensidad de ésta.

Se tomó el video de la actividad, para realizar el análisis de tarea y determinar las subtareas que se realizaban con mayor frecuencia en la operación. Este análisis de tareas permite identificar cuáles son las actividades que se van a evaluar de acuerdo con el tiempo que el operador permanece realizando dichas asignaciones.

Cada una de las subtareas mayores al 10% de frecuencia fue evaluada con la herramienta REBA [19]. Antes de cada evaluación se revisó la simetría de la postura para determinar si solamente se evaluaría un lado del cuerpo o ambos. Se inició la evaluación con los miembros pertenecientes al grupo A (brazos, antebrazos y muñecas) y luego al grupo B (piernas, tronco y el cuello). Se obtuvo al final un nivel de riesgo y de actuación para cada postura analizada.

Posteriormente se simularon las cuatro posturas diferentes en las que se lleva a cabo la actividad de descarga de material, esto se realizó a través del software 3DSSPP. Con la ayuda de un goniómetro se midieron los ángulos formados entre las articulaciones en

cada postura.

## Resultados y discusión

Después de realizar un recorrido por el lugar de trabajo se midieron las dimensiones del área como se muestra en la tabla 1, tales como el ancho de la estación la cual midió 136,5 pulgadas, la altura que hay de la mesa de trabajo respecto al suelo fue de 33 pulgadas, así como las dimensiones de la mesa de trabajo cuyas medidas corresponden a 54 x 26 x 33 pulgadas.

Tabla I. Dimensiones de la estación de trabajo.

Descripción	Pulgadas
Ancho de la estación	163.5
Altura del suelo a la mesa de trabajo	33
Dimensiones de mesa de trabajo	54 x 26 x 33
Dimensiones de charolas	30 x 22 x 6.5

Al inicio del primer turno se le proporcionó un mapa corporal al trabajador, mismo que contaba con 15 años de experiencia laboral, el cual expresó que no presentaba ninguna molestia. Cuando el turno finalizó, manifestó dolor en la espalda, como se encuentra señalado en color rojo en la figura 1, con una intensidad de 7 a 8 de escala ENA, que indica un dolor fuerte.

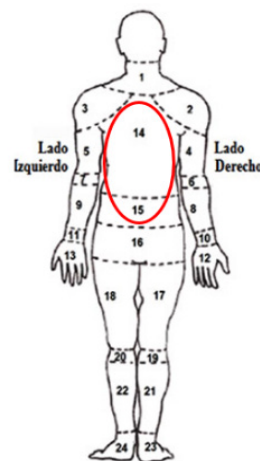


Figura 1. Resultados de mapa corporal. Fuente: [18]

En la Tabla II se muestran los resultados del análisis de tareas de la operación de descarga de material, donde se le asignó un porcentaje de frecuencia a cada subtarea, se puede observar que la subtarea con más frecuencia es la de tomar material con 38%, colocar material en charola con un 21%, tomar charola con material con un 10% y colocar charola en carro plataforma con un 10%.

Tabla II. Análisis de tareas.

Nombre	Porcentaje
Tomar charola vacía	5%
Colocar charola vacía en mesa de trabajo	7%
Tomar separador	1%
Colocar separador dentro de chaola vacía	8%
Tomar material	38%
Colocar material en charola	21%
Tomar charola con material	10%
Colocar charola con material en carro plataforma	10%
Total	100%

La Tabla III muestra los resultados obtenidos en la evaluación con el método REBA. Se puede observar la postura adoptada durante la actividad de “colocar charola con material en carro plataforma” tuvo el nivel de riesgo más alto con una puntuación de 12 y un nivel de actuación de 4 por lo tanto, es necesaria la actuación de inmediato. Las posturas correspondientes a las actividades de “tomar material” y “tomar charola con material”, obtuvieron un

nivel de riesgo de 10 esto quiere decir que se requieren cambios.

Tabla III. Resultados de REBA.

Subtarea	Lado	Nivel de riesgo	Nivel de actuación
Tomar material	Derecho	10	3
	Izquierdo	10	3
Colocar material en charola	Ambos	6	2
Tomar charola con material	Ambos	10	3
Colocar charola con material en carro plataforma	Ambos	12	4

En la figura 2 se observan los resultados obtenidos de la evaluación que se realizó en el software 3DSSPP, la cual muestra una simulación del manejo de materiales de la actividad de colocar charola con material en carro plataforma, ésta fue simulada en tres niveles: en el nivel más bajo del carro plataforma, nivel medio y nivel más alto al apilar el material. Se ingresaron datos del trabajador, así como el peso del material manipulado. Se puede observar que en la actividad de “tomar charola con material”, el nivel de compresión a nivel de la zona lumbar se considera en región segura, sin embargo, la carga postural en las articulaciones de la muñeca, hombro, torso, cadera, así como rodillas y tobillo indican un riesgo medio, después de realizar la simulación se encontró que el centro de masa del operador se desplaza dentro de la zona segura.

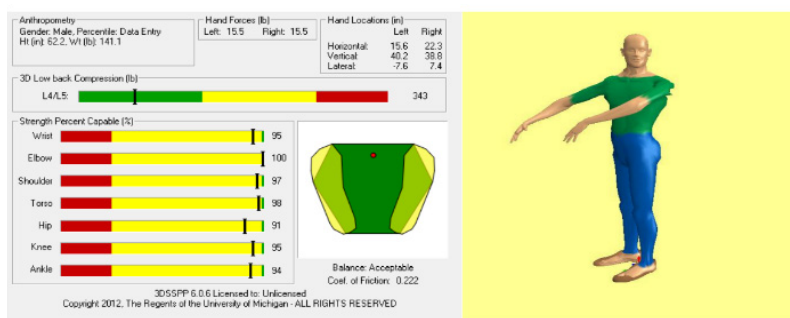


Figura 2. Tomar charola con material.



En la figura 3 se muestran los resultados de la simulación realizada para la tarea de “colocar charola con material en zona baja del carro plataforma”. Durante esta postura, la compresión en la columna a nivel de la zona lumbar se considera en nivel medio, ya que se encuentra en la región amarilla.

a las articulaciones, codos y hombros se encuentran en zona verde. La cadera y los tobillos son los que tienen mayor riesgo, sin embargo, se sigue considerando medio por estar en zona amarilla. El centro de masa del trabajador se desplaza fuera de la zona segura, esto debido a la postura adoptada durante el levantamiento de la carga.

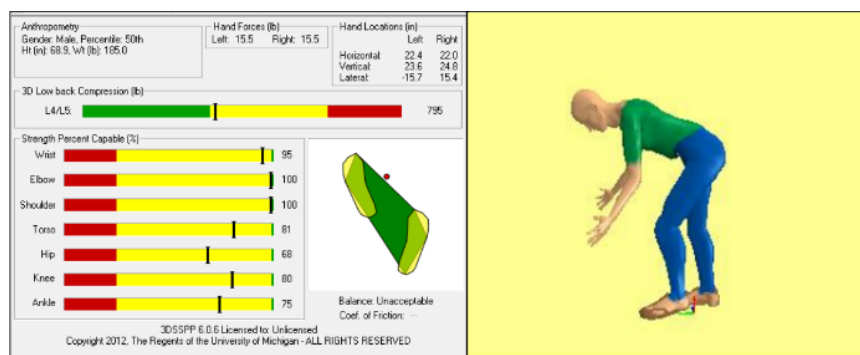


Figura 3. Colocar charola con material en zona baja del carro plataforma.

En la figura 4 se puede observar que en la actividad de colocar charola en carro plataforma en nivel medio, el nivel de compresión a nivel de la zona lumbar se considera en región segura, sin embargo, la carga postural en las articulaciones del

tobillo, torso y cadera se encontraron en la región amarilla lo cual indicó un riesgo medio. Con respecto al desplazamiento del centro de masa del operador, éste se encuentra en zona segura, ya que se proyecta dentro de la zona verde.

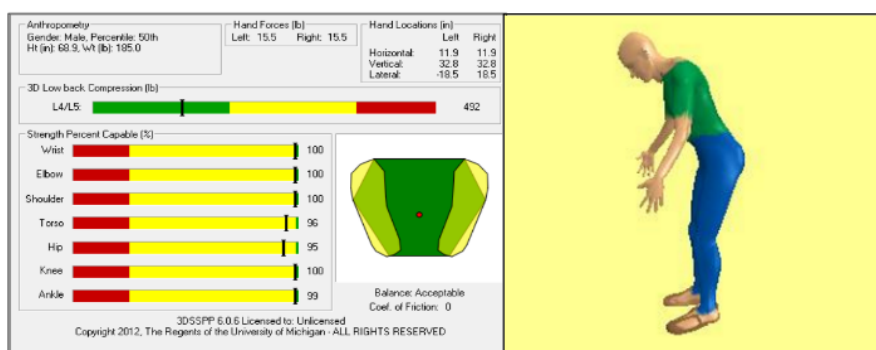


Figura 4. Tomar charola con material nivel medio del carro plataforma.

En la figura 5 se puede observar que, en la actividad de tomar charola con material en nivel más alto al apilar material, la compresión a nivel de la zona lumbar se considera en región segura. La carga postural en las articulaciones respecto

del tobillo, rodilla, cadera, así como torso se encontraron en la región amarilla lo cual indicó un riesgo medio. El centro de masa del operador se desplaza fuera de la zona segura, esto debido a la flexión de la espalda en la postura.

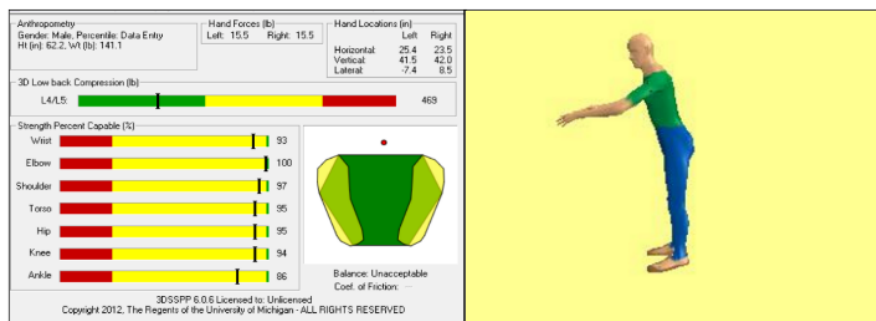


Figura 5. Tomar charola con material en punto más alto del carro plataforma.

## Conclusiones

Se logró realizar una evaluación ergonómica del área de descarga de brazo por medio de un análisis de tareas, en el cual se identificaron las principales tareas que realizaba el operador determinando la duración de estas. De las actividades con mayor frecuencia, la de “tomar brazo” era la que el operador ocupaba la mayor parte de su tiempo realizándola durante un 38% de su jornada laboral seguida de “colocar brazo en charola” con un 21%, luego “tomar charola con material” con un 10%, después “colocar charola con material en carro plataforma” también 10%. De acuerdo con estos resultados, se evaluaron aquellas sub tareas en las que el operador pasó igual o mayor al 10% de su jornada.

Con base en los resultados obtenidos en las presentes evaluaciones se puede concluir que el nivel de riesgo para la estación de descargad de brazo según REBA requiere un nivel de actuación 4, requiriendo una contención inmediata la cual plantea que la estación de trabajo cuenta con problemas ergonómicos y es necesario el rediseño de dicha estación, pues a través de los métodos de evaluación REBA y 3DSSPP® se determinaron que existía riesgo ergonómico. Las actividades de colocar charola con material en carro plataforma y colocar charola con material

en carro plataforma en punto medio fueron simuladas a través del software de análisis biomecánico 3DSSPP®, se encontró que estas sub tareas generan una carga postural elevada en la espalda brazos y muñecas por lo que se deben realizar cambios para mejorar la postura del trabajador y corregir su centro de masa a una zona segura.

Se recomienda cambiar alturas de manutención de cargas estableciendo límites menores de pesos o bien un sistema mecánico o eléctrico, que impida que los trabajadores manipulen cargas frecuentemente, mejorando la calidad de vida y la salud de los trabajadores. Estudios mencionan que evaluar la interacción entre el trabajador y el lugar de trabajo, sirven para el rediseño de las condiciones laborales considerando todos los factores ergonómicos, se logra la optimización de parámetros de diseño que llevan a mejorar las tareas de manejo manual de materiales y sobre todo, que ayuden a prevenir la presencia de lesiones músculo esqueléticas [16, 20].

Cabe resaltar que el objetivo de una empresa es mejorar la rentabilidad, ninguna empresa reducirá su capacidad de producción para mejorar el bienestar de sus trabajadores o el medio ambiente, sin embargo, cualquier mejora o prevención que se haga ha de

impactar de forma significativa sobre la productividad y la calidad, ayudando a que las organizaciones alcancen sus objetivos.

## Referencias

- [1] Y. Ayub and Z. A. Shah, "Assessment of Work Related Musculoskeletal Disorders in Manufacturing Industry," *J. Ergon.*, vol. 8, no. 3, pp. 1–5, 2018, doi: 10.4172/2165-7556.1000233.
- [2] M. Balderas López, M. Zamora Macorra, and S. Martínez Alcántara, "Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad," *Acta Univ.*, vol. 29, pp. 1–16, May 2019, doi: 10.15174/AU.2019.1913.
- [3] STPS, "NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas," 2017. Accessed: Oct. 13, 2021. [Online]. Available: [http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11\\_C/stps11\\_C.html](http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html).
- [4] B. Moradi and S. Barakat, "The Association of Manual Load Lifting Tasks with the Ergonomic Risk Factors of Musculoskeletal Disorders," *J Hum Env. Heal. Promot.*, vol. 6, no. 4, pp. 183–190, 2020, doi: 10.29252/jhehp.6.4.6.
- [5] M. F. Antwi-Afari, H. Li, D. J. Edwards, E. A. Pärn, J. Seo, and A. Y. L. Wong, "Biomechanical analysis of risk factors for work-related musculoskeletal disorders during repetitive lifting task in construction workers," *Autom. Constr.*, vol. 83, no. July, pp. 41–47, 2017, doi: 10.1016/j.autcon.2017.07.007.
- [6] J. Marcum and D. Adams, "Work-related musculoskeletal disorder surveillance using the Washington state workers' compensation system: Recent declines and patterns by industry, 1999-2013," *Am. J. Ind. Med.*, vol. 60, no. 5, pp. 457–471, May 2017, doi: 10.1002/AJIM.22708.
- [7] L. del C. Sierra, M. A. Arellano, J. M. Becerra, J. E. Troncoso, and G. Vega, "Análisis De Riesgo Ergonómico En Una Empresa Automotriz En México," *Eur. Sci. Journal, ESJ*, vol. 13, no. 21, pp. 419–428, 2017, doi: 10.19044/esj.2017.v13n21p419.
- [8] N. M. Yahya and M. N. O. Zahid, "Work-related musculoskeletal disorders (WMDs) risk assessment at core assembly production of electronic components manufacturing company," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, p. 012036, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/319/1/012036.
- [9] OSHA, "Trastornos musculoesqueléticos," 2021. <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders> (accessed Oct. 13, 2021).
- [10] P. A. Vaca and Y. Y. Campos, "Sobrecarga postural y dolencias musculoesqueléticas en obreros de una cadena ferretera," *Conecta Lib.*, vol. 5, no. 2, pp. 24–33, 2021.
- [11] B. Das, "Work-related injuries, postural stress, and musculoskeletal disorders among the railway track maintainers in India," <https://doi>.



- org/10.1177/0748233720932815, vol. 36, no. 5, pp. 371–385, Jun. 2020, doi: 10.1177/0748233720932815.
- [12] U.S. Bureau of Labor Statistics, “BLS OSH Definitions,” 2016. <https://www.bls.gov/iif/oshdef.htm> (accessed Oct. 14, 2021).
- [13] OMS, “Trastornos musculoesqueléticos,” Feb. 08, 2021. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions> (accessed Oct. 13, 2021).
- [14] A. E. Dimate, D. C. Rodríguez, and A. I. Rocha, “Percepción de desórdenes musculoesqueléticos y aplicación del método RULA en diferentes sectores productivos: una revisión sistemática de la literatura,” *Rev. la Univ. Ind. Santander*, vol. 49, no. 1, pp. 57–74, 2017.
- [15] IMSS, “Memoria Estadística 2020,” 2020. <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2020> (accessed Oct. 14, 2021).
- [16] A. Sumaya, A. I. Reshad, N. Sharmili, and M. Shahriar, “Ergonomic Interventions for Designing the Workstation of a Manual and Highly Repetitive Lifting Task in a Paint Industry,” *Proc. 11th Annu. Int. Conf. Ind. Eng. Oper.*, pp. 887–897, Mar. 2021.
- [17] R. Hernández-Sampieri and C. P. Mendoza Torres, *Metodología de la investigación. Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta*. México, México: Mc Graw Hill Education, 2018.
- [18] E. N. Corlett and R. P. Bishop, “A technique for assessing postural discomfort,” *Ergonomics*, vol. 19, no. 2, pp. 175–182, 1976, doi: 10.1080/00140137608931530.
- [19] Ergonautas, “Método REBA - Rapid Entire Body Assessment,” 2021. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php> (accessed Oct. 13, 2021).
- [20] D.R. Kiran, *Work Organization and Methods Engineering for Productivity*. Butterworth-Heinemann.