

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **ANALYSIS OF THE APPLICATION OF ERGONOMICS TO INCREASE PRODUCTIVITY IN MANUFACTURING COMPANIES: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Raul Alejandro Ortega Marchisio**

**Código 20150991**

**Asesor**

**Juan Carlos Quiroz Flores**

Lima – Perú

Mayo de 2024



## Título

**ANALYSIS OF THE APPLICATION OF ERGONOMICS TO INCREASE PRODUCTIVITY IN MANUFACTURING COMPANIES: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE**

## Autor(es)

20150991@aloe.ulima.edu.pe  
Universidad de Lima

**Resumen:** En la actualidad, las empresas de manufactura consideran que la ergonomía es un factor relevante en las estaciones de trabajo, ya que es un medio para garantizar la productividad en la empresa y comodidad y seguridad de los empleados. Sin embargo, aún existe la resistencia de implementación de métodos de evaluación postural durante los diversos procesos productivos de distintas empresas de manufactura. En consecuencia, el principal objetivo de este artículo es analizar los avances en la aplicación de los métodos de ergonomía para mejorar la productividad en empresas de manufactura de América, Europa o Asia durante los últimos 13 años. Para cumplir con este propósito, se realizó una revisión sistemática de la literatura, así como un análisis bibliométrico. Los resultados hallados serán de gran valor para las empresas de manufactura, especialmente para aquellas que aspiran mejorar la eficiencia de sus procesos, reducir los trastornos musculoesqueléticos (TME) y aumentar la productividad. Por tanto, la implementación de la ergonomía conlleva la inclusión desde el nivel corporativo hasta el nivel operacional; además, es importante la participación de los trabajadores que laboran directamente en los procesos productivos, ya que juegan un rol importante para garantizar y optimizar el trabajo fluido y seguro de los procesos. Este artículo evidencia el aumento de la productividad en las empresas de manufactura mediante la aplicación de ergonomía y una reducción considerable de TME a lo largo de los procesos productivos.

**Palabras Clave:** Productividad en el trabajo, ergonomía, productividad laboral, industria manufacturera, trastornos musculoesqueléticos

**Abstract:** Nowadays, manufacturing companies consider ergonomics as a relevant factor in workstations since it is a means to ensure productivity in the company and comfort and safety of employees. However, there is still resistance to the implementation of postural assessment methods during the various production processes of different manufacturing companies. Consequently, the main objective of this article is to analyze the advances in the application of ergonomics methods to improve productivity in manufacturing companies in America, Europe or Asia during the last 13 years. To fulfill this purpose, a systematic review of the literature was carried out, as well as a bibliometric analysis. The results found will be of great value to manufacturing companies, especially those aiming to improve the efficiency of their processes, reduce musculoskeletal disorders (MSDs) and increase productivity. Therefore, the implementation of ergonomics involves the inclusion from the corporate level to the operational level; in addition, the participation of the workers who work directly in the production processes is important, since they play an important role in guaranteeing and optimizing the smooth and safe work of the processes. This article evidences the increase of productivity in manufacturing companies through the application of ergonomics and a considerable reduction of MSDs along the production processes.

**Keywords:** Workplace productivity, ergonomics, labor productivity, manufacturing, musculoskeletal disorders

**Línea de investigación IDIC – ULIMA – Ergonomics & Human Factors**

**Área y Sub-áreas de Investigación:**

Ergonomics & Human Factors

**Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado (s) al tema de investigación.**

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la globalización, las empresas de manufactura se han visto en la necesidad de mantenerse competitivas y en satisfacer las demandas del mercado; lo que les conlleva a reducir sus costos de operación al mínimo. Asimismo; la falta de competitividad puede afectar a la sostenibilidad de la organización en la consecución de sus objetivos. Por lo que, la búsqueda de competitividad genera que la empresa se enfoque más en los resultados y deje de lado el factor humano; originando condiciones laborales desconsideradas y maltratantes (López et al., 2012). Los factores humanos y la ergonomía (HF/E) juegan un rol importante para garantizar y optimizar el trabajo fluido y seguro de los procesos (Reiman et al., 2021). En tal sentido, Boulila et al. (2018) señala: “Los trastornos musculoesqueléticos (TME) constituyen uno de los problemas más importantes en la industria manufacturera ya que estos causan absentismo y disminución del rendimiento de los trabajadores y generan significativas consecuencias para las empresas”. Para una transición hacia una fabricación sostenible, los factores centrados en el ser humano desempeñan un papel central en la consecución de operaciones orientadas a la sostenibilidad en toda la cadena de suministro (Nguyen et al., 2021). Los TME contribuyen a alrededor del 37% de los riesgos laborales registrados y al 29% de reducción de las horas de trabajo entre los años 2018 a 2019, lo que se tradujo en 6,9 millones de horas de trabajo perdidas en Gran Bretaña y el coste anual del tratamiento de los TME se estima en unos 171,7 millones de dólares en los países industrializados (HSE, 2019). Según la Organización General de Seguridad Social (GOSI), en 2014 se registraron 69.000 lesiones laborales en Arabia Saudita. Según Brokers, en 2016, esto aumentó a aproximadamente 355.000 lesiones laborales (como se citó en Hadidi et al., 2019, p. 6). Por tal motivo, el diseño ergonómico de las estaciones de trabajo es una forma de mejorar en dos aspectos: productividad para la empresa y comodidad y seguridad para los empleados.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de la presente investigación es analizar la aplicación de métodos de ergonomía para mejorar la productividad en empresas manufactureras de América, Europa o Asia, durante los últimos 13 años a través de un respectivo estudio bibliométrico. Es por ello por lo que se motiva responder las siguientes preguntas:

- ¿Cómo influye la aplicación de métodos ergonómicos en la salud de los trabajadores?
- ¿Existe relación entre el aumento de la productividad en los puestos de trabajos y la disminución de trastornos musculoesqueléticos?
- ¿En qué países de América, Europa o Asia se han aplicado los métodos ergonómicos en las industrias de manufactura?
- ¿Qué resultados se han obtenido con la aplicación de métodos ergonómicos en las industrias de manufactura?
- ¿Cuál es el nivel de riesgo del personal respecto al aspecto ergonómico en países de Latinoamérica?

## **JUSTIFICACIÓN**

### Justificación teórica:

Este estudio establece una base teórica para futuras investigaciones sobre la aplicación de la ergonomía para el aumento de la productividad en las empresas de manufactura; enfocándose en los beneficios económicos y, principalmente, en el impacto en la reducción de los trastornos musculoesqueléticos y en el factor humano. La revisión realizada, aportará conocimientos significativos para el campo de estudio.

### Justificación práctica:

La presente revisión sistemática constituye un recurso fiable para aquellas empresas que buscan las formas de implementar la ergonomía en los procesos productivos respectivos. Ofrece conocimientos sobre cómo lograr la eficacia de su implementación, las limitaciones de esta, los impactos significativos de su aplicación y las diferencias significativas posterior a la implementación.

### Justificación metodológica:

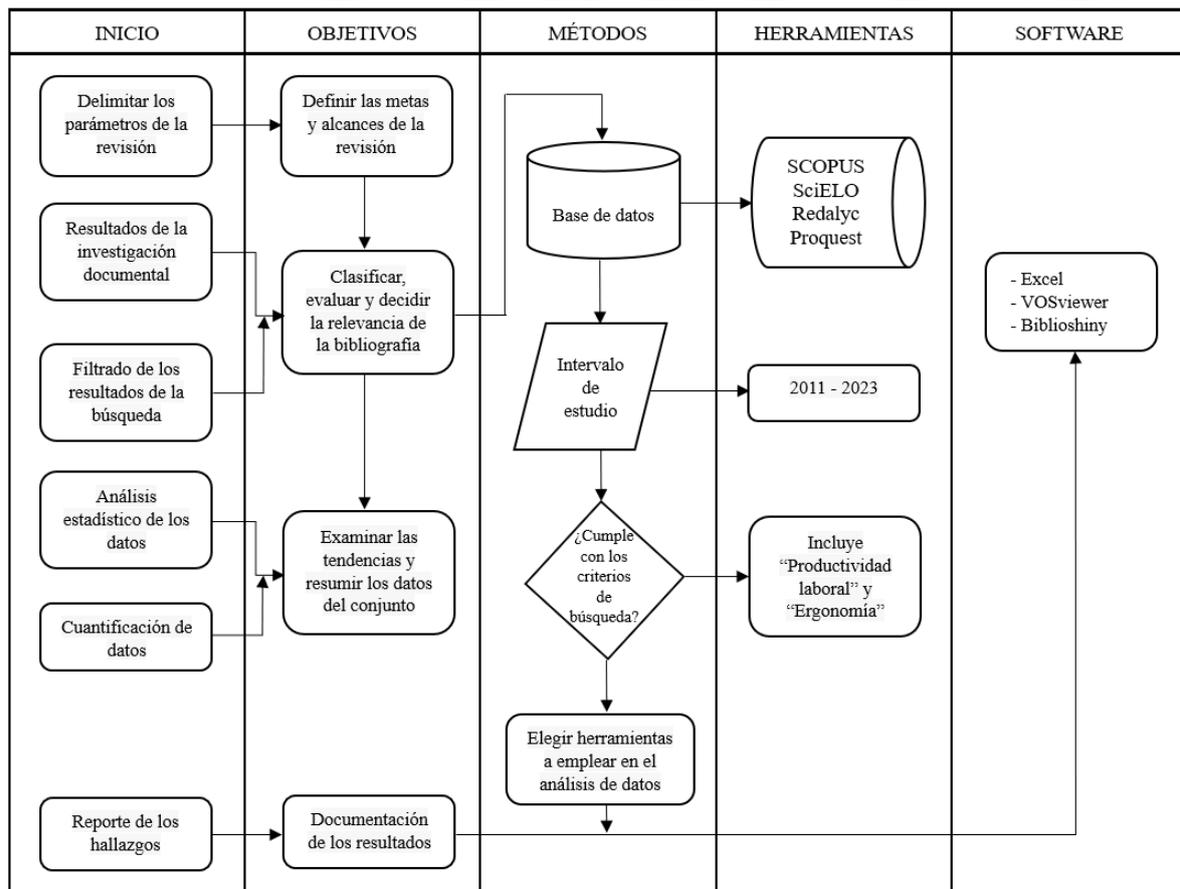
La investigación realizada se basa en una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL), la cual conlleva a un análisis de diversas fuentes sobre la aplicación de la ergonomía en las empresas de manufactura para el aumento de productividad. Este enfoque permite construir conocimientos sólidos sobre el impacto de los métodos ergonómicos en los procesos productivos, la reducción de costos posteriores a la implementación, el factor humano en las empresas y el impacto al nivel organizacional.

## DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación consiste en una investigación de tipo aplicada (Revisión Sistemática de la Literatura), plantea un paradigma de tipo interpretativo con enfoque cualitativo porque nos basamos en la observación con el fin de describir las cualidades de un fenómeno o investigación previa y un alcance exploratorio/descriptivo; además de tener un alcance exploratorio – descriptivo. La metodología utilizada fue PRISMA, en la cual se plantearon preguntas y objetivos para definir el alcance de la investigación antes de iniciar la búsqueda de artículos con información relevante al tema de investigación.

La investigación consta de tres etapas:

- Fase 1 - Identificación de artículos: se recopilan y clasifican los artículos. Los pasos que componen esta fase son la definición de las palabras clave, el establecer los objetivos a alcanzar y definir los métodos e instrumentos a emplear para la recopilación de información.
- Fase 2 – Filtración de información: consiste en clasificar, evaluar y decidir la relevancia de artículos mediante técnicas y métodos diagnóstico y análisis. Luego, se realiza la construcción de la estructura del artículo con los diversos enfoques a evaluar y se realiza un análisis estadístico y cuantificación de datos para examinar las tendencias.
- Fase 3 – Reporte de hallazgos y Debate: validación de resultados a través herramientas de análisis de datos y diversos sistemas de estimación. Uso de VOSviewer para construir y visualizar las redes bibliométricas. A continuación, se comparte un esquema que detalla el proceso descrito:



Limitaciones: A pesar de tener conocimiento de los beneficios posteriores a la aplicación de métodos ergonómicos en los procesos productivos, las empresas consideran que la aplicación de estos métodos generan costos significativos; asimismo, la poca y no continua participación durante el proceso de adaptación por parte de los trabajadores y la gerencia misma; además, aún prevalece la idea de que el

factor humano no es un enfoque a considerar y finalmente, se requieren más estudios cuantitativos de la aplicación de los diversos métodos de evaluación ergonómica centrados en los procesos productivos, donde se detallen los costos antes y después de estos.

## REFERENCIAS

- Ato, M., López, J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-59. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Battini, D., Finco, S., & Sgarbossa, F. (2020). Human-oriented assembly line balancing and sequencing model in the industry 4.0 era. *International Series in Operations Research and Management Science*, (289), 141-165. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-43177-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-43177-8_8)
- Bortolini, M., Botti, L., Galizia, F., & Mora, C. (2023). Ergonomic Design of an Adaptive Automation Assembly System. *Machines*, (11), 1-16. <https://doi.org/10.3390/app11031256>
- Boulila, A., Ayadi, M., & Mrabet, K. (2018). Ergonomics study and analysis of workstations in Tunisian mechanical manufacturing. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 28, 166-185. Scopus. <https://doi.org/10.1002/hfm.20732>
- Colim, A., Sousa, N., Carneiro, P., Costa, N., Arezes, P., & Cardoso, A. (2020). Ergonomic intervention on a packing workstation with robotic aid –case study at a furniture manufacturing industry. *Proquest*. <https://doi.org/10.3233/WOR-203144>
- Diego-Mas, J. A. (2015). Evaluación postural mediante el método OWAS. *Ergonautas*. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>
- Diego-Mas, J. A. (2015). Evaluación postural mediante el método RULA. *Ergonautas*. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Elizondo, A. (01 de marzo de 2019). Cómo calcular el retorno de inversión de la ergonomía. *Opinión*. <https://expansion.mx/opinion/2019/03/01/opinion-como-calcular-el-retorno-de-inversion-de-la-ergonomia>
- Hadidi, L. A., Kolus, A., & Alkhamis, M. (2019). Quality improvement through ergonomics intervention at chemical plant. *Facilities*, 37(5), 266-279. Scopus. <https://doi.org/10.1108/F-06-2018-0068>
- Health and Safety Executive. (March 2019). Work related musculoskeletal disorder statistics (WRMSDs) in Great Britain, 2019. [https://www.lancashire.gov.uk/media/929659/msd\\_labour-force-survey\\_2021.pdf](https://www.lancashire.gov.uk/media/929659/msd_labour-force-survey_2021.pdf)
- Heidarimoghadam, R., Mohammadfam, I., Babamiri, M., Soltanian, A. R., Khotanlou, H., & Sohrabi, M. S. (November 2020). Study protocol and baseline results for a quasi-randomized control trial: An investigation on the effects of ergonomic interventions on work-related musculoskeletal disorders, quality of work-life and productivity in knowledge-based companies. *International Journal of Industrial Ergonomics*, (80), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103030>
- Ippolito, D., Constantinescu, C., & Rusu, C. (May 2020). Enhancement of human-centered workplace design and optimization with Exoskeleton technology. *Procedia CIRP*, (91), 243-248. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.173>
- Kandananond, K. (2018). The incorporation of virtual ergonomics to improve the occupational safety condition in a factory. *Proquest*. <https://doi.org/10.1051/ijmqe/2018013>
- Kushwaha, D. K., & Kane, P. V. (2016). Ergonomic assessment and workstation design of shipping crane cabin in the steel industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 52, 29-39. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.08.003>
- Lázaro P. et al. Coste de la incapacidad temporal debida a enfermedades musculoesqueléticas en España. *Reumatología Clínica*. 2014; 10 (2):109–112. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2013.07.001>
- López, V. G., Marín, M. E., & Alcalá, M. C. (2012). Ergonomía y Productividad: variables que se relacionan con la competitividad de las plantas maquiladoras. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 3(9), 17-32. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215026158007>
- Luttmann, A., Jäger, M., Griefahn, B., Caffier, G., Liebers, F., & Steinberg, U. (2003). Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo. Berlín: Organización Mundial de la Salud. [http://www.who.int/occupational\\_health/publications/en/pwh5sp.pdf](http://www.who.int/occupational_health/publications/en/pwh5sp.pdf)
- Makhbul, Z., Shukor, M., & Muhammad, A. (March 2022). Ergonomics workstation environment toward organizational competitiveness. *International Journal of Public Health Science*, (11), 157-169. <http://doi.org/10.11591/ijphs.v11i1.20680>

- Masahuling, A. M., & Saman, A. M. (April 2020). Ergonomic Interventions in Lighting Products Manufacturing Plant. Proquest. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/834/1/012076>
- Mattos, D. L., Ariento Neto, R., Díaz Merino, E. A., & Forcellini, F. A. (2019). Simulating the influence of physical overload on assembly line performance: A case study in an automotive electrical component plant. *Applied Ergonomics*, 79, 107-121. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.08.001>
- McGowan, B. (2019). Ergonomics: Essential to manufacturing excellence. *Professional Safety*, 64(7), 43-45. Proquest. <https://www.jstor.org/stable/48689883>
- Munguía Vega, N. E., Flores Borboa, V. S., Zepeda Quintana, D. S., & Velazquez Contreras, L. E. (2018). Assessing the effectiveness of integrating ergonomics and sustainability: a case study of a Mexican Maquiladora. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 25(4), 587-596. Scopus. <https://doi.org/10.1080/10803548.2017.1419589>
- Muntané, J. (2010). Introducción a la investigación básica. Liver Research Unit. Hospital Universitario Reina Sofía. <https://www.sapd.es/rapd/2010/33/3/03>
- Nelfiyanti, & Zuki Mohamed, N. M. (April 2020). Quick response manufacturing and ergonomic consequences in manufacturing environment. Proquest. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/788/1/012031>
- Parno, A., Sayehmiri, K., Parno, M., Khandan, M., Poursadeghiyan, M., Maghsoudipour, M., & Ebrahimi, M. H. (2017). The prevalence of occupational musculoskeletal disorders in Iran: A meta-analysis study. *Work*, (58), 203-214. <https://doi.org/10.3233/WOR-172619>
- Reiman, A., Kaivo-oja, J., Parviainen, E., Takala, E., & Lauraeus, T. (2021). Human factors and ergonomics in manufacturing in the industry 4.0 context – A scoping review. *Technology in Society*, 65, 1-9. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101572>
- Roquelaure, Y. (2018). Musculoskeletal disorders and psychosocial factors at work. European Trade Union Institute, 1-84. [https://www.etui.org/sites/default/files/ez\\_import/EN-Report-142-MSD-Roquelaure-WEB.pdf](https://www.etui.org/sites/default/files/ez_import/EN-Report-142-MSD-Roquelaure-WEB.pdf)
- Rose, L. M., Eklund, J., Nilsson, L. N., Barman, L., & Lind, C. M. (2020). The RAMP package for MSD risk management in manual handling – A freely accessible tool, with website and training courses. *Applied Ergonomics*, 86, 1-11. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103101>
- Rostami, M., Choobineh, A., Shakerian, M., Faraji, M., & Modarresifar, H. (July 2022). Assessing the effectiveness of an ergonomics intervention program with a participatory approach: ergonomics settlement in an Iranian steel industry. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, (95), 953-964. <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01811-x>
- Schwartz, A. H., Albin, T. J., & Gerberich, S. G. (2019). Intra-rater and inter-rater reliability of the rapid entire body assessment (REBA) tool. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 71, 111-116. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.02.010>
- Société Générale de Surveillance. (June 2018). La ergonomía y su impacto positivo en la rentabilidad de las empresas. <https://www.sgs.com/es-pe/noticias/2018/06/ergonomia>
- Sundstrup, E., Vincents Seeberg, K. G., Bengtsen, E., & Andersen, L. L. (December 2020). A Systematic Review of Workplace Interventions to Rehabilitate Musculoskeletal Disorders Among Employees with Physical Demanding Work. Proquest. <https://doi.org/10.1007/s10926-020-09879-x>
- Svendsen, M., Schmidt, K., Holtermann, A., & Rasmussen, C. (November 2020). Expert panel survey among occupational health and safety professionals in Denmark for prevention and handling of musculoskeletal disorders at workplaces. *Safety Science*, (131), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104932>
- Trisusanto, D., Bariyah, C., & Kristanto, A. (2020). Design of ergonomic work facilities on assembly station of mosaic stone for increasing work productivity. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, 25(1), 1-11. Scopus. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/APST/article/view/97662>
- Zare, M., Croq, M., Hossein-Arabi, F., Brunet, R., & Roquelaure, Y. (April 2016). Does Ergonomics Improve Product Quality and Reduce Costs? A Review Article. Proquest. <https://doi.org/10.1002/hfm.20623>

## **ANEXO. Datos del artículo publicado**

- **Nombre del artículo:** Analysis of the Application of Ergonomics to Increase Productivity in Manufacturing Companies: A Systematic Review of the Literature
- **Autores:** Raúl Alejandro Ortega Marchisio
- **Co autor(es):** Martin Fidel Collao-Díaz

### **Publicación en revista**

- **Nombre de la revista:**
- **Volumen:**
- **Número:**
- **Año:**
- **Pp:**
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**

### **Presentación en congreso**

- **Nombre del congreso:** Proceedings of the Second Australian International Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- **Organizador:** IEOM
- **Sede:** Australia
- **Año:** 2023
- **Pp:**
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.46254/AU02.20230240>.

# Paper Ortega Raul

---

## ORIGINALITY REPORT

---

**10**%

SIMILARITY INDEX

**7**%

INTERNET SOURCES

**4**%

PUBLICATIONS

**4**%

STUDENT PAPERS

---

## MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

---

1%

★ **brapci.inf.br**

Internet Source

---

Exclude quotes Off

Exclude bibliography On

Exclude assignment template On

Exclude matches < 15 words

