

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



ERGONOMIC IMPROVEMENT TO REDUCE THE RISK OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDS) IN A FURNITURE PRODUCTION WORKSHOP

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Briayan Alexander Casas Rodrigo

Código 20170300

Diego Cama Machado

Código 20171926

Asesor

José Antonio Taquía Gutiérrez

Lima – Perú

Mayo de 2024

Propuesta
Carrera Ingeniería Industrial

Título

Ergonomic Improvement to Reduce the Risk of Musculoskeletal Disorders (MSDS) in a Furniture Production Workshop

Autor(es)

20170300@aloe.ulima.edu.pe , 20171926@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen: El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de simular una mejora ergonómica en el taller de producción de muebles para las áreas que evidencien mayor riesgo de trastornos musculoesqueléticos. De esta manera se emplearon los métodos de ergonomía e instrumentos como el cuestionario Nórdico para la medición de las zonas corporales, debido al aumento de casos de TME relacionados con el trabajo físico en el sector de la tapicería. Estos trastornos se desarrollan a causa de la carencia de un diseño ergonómico adecuado y a la falta de una identificación oportuna que priorice el bienestar de los trabajadores. Así, se aplicaron las metodologías de NIOSH, RULA y OWAS con lo que permitió evaluar el nivel de riesgo e índice de levantamiento antes y después. Estos valores se contrastaron con los softwares Ergosoft Pro y 3DSSPP para validar la propuesta del diseño. De tal manera que se logró reducir el nivel de riesgo de un valor de 4 a 1 y el índice de levantamiento de 3.8 a 0.99. Además, se empleó la inteligencia artificial a través de la aplicación de Open Pose para conseguir la estimación de los ángulos de los brazos en tiempo real.

Palabras Clave: Diseño Ergonómico, pose estimation, Ergonomía, Trastorno musculoesquelético, riesgo de tipo postural, tapicería

Abstract: The present research work has the purpose of simulating an ergonomic improvement in the furniture production workshop for the areas that show a higher risk of musculoskeletal disorders. In this way, ergonomics methods and instruments such as the Nordic questionnaire were used to measure the body areas, due to the increase in cases of MSDs related to physical work in the upholstery sector. These disorders develop due to the lack of adequate ergonomic design and the lack of timely identification that prioritizes the well-being of workers. Thus, NIOSH, RULA and OWAS methodologies were applied to evaluate the level of risk and lifting index before and after. These values were contrasted with Ergosoft Pro and 3DSSPP software to validate the design proposal. In such a way that the risk level was reduced from a value of 4 to 1 and the uplift index from 3.8 to 0.99. In addition, artificial intelligence was employed through the Open Pose application to achieve the estimation of the arm angles in real time.

Keywords: Ergonomic design, pose estimation, ergonomics, musculoskeletal disorder, postural risk, upholstery.

Línea de investigación IDIC – ULIMA

Work Design and Human Factors

Área y Sub-áreas de Investigación:

Productividad y empleo – Sub línea: 1.3 Evaluación Ergonómica

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

ODS 3 – Salud y Bienestar; ODS 8 – Trabajo decente y crecimiento económico

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el mundo existen diversos trastornos musculoesqueléticos (TME) siendo los más comunes la tendinitis, epicondilitis, síndrome del túnel del carpo y lumbalgia; así mismo aproximadamente, 1 710 millones de personas padecen de problemas musculoesqueléticos, siendo el dolor lumbar el principal, de esa manera esta afección es la que condiciona a la salud del trabajador para tener que recibir servicios de rehabilitación en 134 de los 204 países. Un estudio llevado a cabo en Polonia da a conocer que existen posturas características en la producción de tapicerías y movimientos repetitivos que afectan a la columna, movimientos del brazo por debajo de la articulación de los hombros y la rotación constante del cuerpo con piezas de gran tamaño; lo cual repercute en problemas de salud, ausentismo y baja calidad del trabajo.

Por otro lado, un estudio llevado a cabo en Pakistán determinó que las estrategias de trabajo aprendidas por los operadores de máquinas de coser y cortar en un taller textil de la región mostraron un alto nivel de riesgo de trastornos musculoesqueléticos, debido a que tanto el movimiento como las posiciones de las diversas partes del cuerpo están altamente vulnerables al riesgo, debido al diseño deficiente de la estación de trabajo. Ante aquello, se determinó que los trastornos musculoesqueléticos representan la causa principal de las lesiones y discapacidad de los trabajadores para la industria de la confección debido a las actividades concernientes a la alta repetición de las tareas. Además, denota que la productividad de los trabajadores se ve afectada por los trastornos musculoesqueléticos que generalmente se relacionan con el trabajo.

En pleno siglo 21 se han desarrollado mecanismos tecnológicos que pueden facilitar su identificación temprana y prevenir de manera oportuna este tipo de lesiones, este modelo de inteligencia artificial se basa en una programación de código abierto denominado OpenPose. Este permite realizar la estimación de los ángulos de las articulaciones bajo el método RULA y validarlo frente al sistema de captura de movimiento. El procedimiento regular para este tipo de evaluaciones es que un profesional en ergonomía aplique las metodologías, reglas posturales y las tablas de comprobación para determinar el nivel de riesgo. Sin embargo, los resultados suelen ser subjetivos y se basan de acuerdo con el criterio y experiencia del evaluador, lo cual se logra evitar con la aplicación de OpenPose para la estimación de los ángulos.

En consideración a lo anterior, se procura simular una mejora ergonómica en el taller de producción de muebles para las áreas que evidencien mayor riesgo de TME, a fin de minimizar de esta manera los daños causados en el trabajo, lo que generará una disminución del riesgo ergonómico.

OBJETIVOS

Objetivo general: Simular una mejora ergonómica en el taller de producción de muebles en el distrito de Villa El Salvador

Objetivos específicos:

- Identificar los riesgos ergonómicos de tipo postural y de levantamiento de cargas por medio del Cuestionario Nórdico.
- Proponer un diseño en base a los métodos de evaluación ergonómica tales como RULA, OWAS y NIOSH de las estaciones de trabajo donde se identificaron los riesgos.
- Validar el diseño propuesto del taller de producción por medio de los Softwares 3DSSPP, Ergosoft pro y Open Pose y contrastar los resultados.

JUSTIFICACIÓN

La relevancia del proyecto se justifica en los siguientes aspectos:

Términos Teóricos: Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son lesiones que afectan músculos, tendones, ligamentos, nervios y estructuras de soporte en el cuerpo humano. En una tapicería, los trabajadores están expuestos a actividades repetitivas como levantar objetos pesados, posturas incómodas durante largos períodos y movimientos repetitivos, todos factores de riesgo para el desarrollo de TME. Estas condiciones de trabajo pueden causar dolores crónicos, disminución de la productividad y ausentismo laboral.

Términos Técnicos: Las actividades laborales en una tapicería implican el manejo frecuente de herramientas y materiales pesados, lo que puede causar tensiones repetitivas en los músculos y articulaciones. La falta de equipos ergonómicos adecuados, como sillas ajustables, mesas de trabajo a la altura correcta y herramientas diseñadas ergonómicamente, puede aumentar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas. La ergonomía aplicada en el lugar de trabajo puede reducir significativamente este riesgo al adaptar el entorno laboral a las capacidades físicas y biomecánicas de los trabajadores.

Términos Económicos: Los TME en los trabajadores de una tapicería pueden tener un impacto significativo en los costos operativos de la empresa. El ausentismo laboral debido a lesiones musculoesqueléticas resulta en una disminución de la productividad y un aumento de los costos de mano de obra. Además, los costos asociados con el tratamiento médico y la compensación laboral pueden ser considerablemente altos. La implementación de medidas ergonómicas puede ayudar a reducir estos costos al prevenir lesiones y mejorar la eficiencia laboral.

Términos Sociales: Los TME no solo afectan la salud física de los trabajadores, sino también su bienestar emocional y su calidad de vida. El dolor crónico y la discapacidad asociados con estas lesiones pueden limitar la capacidad de los trabajadores para realizar actividades diarias fuera del trabajo, afectando así sus relaciones familiares y sociales. Además, el estrés y la ansiedad relacionados con el dolor crónico pueden tener un impacto negativo en la salud mental de los trabajadores. La implementación de medidas ergonómicas en la tapicería puede mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores, promoviendo un ambiente laboral más seguro y saludable.

Términos Ambientales: La ergonomía no solo beneficia a los trabajadores, sino también al medio ambiente. Al reducir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, se disminuye la necesidad de recursos médicos y la generación de desechos relacionados con el tratamiento de estas lesiones. Además, al mejorar la eficiencia y productividad de los trabajadores a través de intervenciones ergonómicas, se puede reducir el consumo de energía y recursos en la tapicería, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental a largo plazo.

De esta manera, la simulación de una mejora ergonómica en el taller de producción de muebles en Villa El Salvador (o tapicería en Perú), tiene como objetivo reducir los trastornos musculoesqueléticos (TME) en los trabajadores, este punto se alinea, perfectamente, con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) número 3 y número 8. Los cuales se detallan a continuación:

Objetivo de Desarrollo Sostenible N°3: Salud y bienestar: La mejora ergonómica en la tapicería contribuirá directamente a la promoción de la salud y el bienestar de los trabajadores. Al implementar medidas ergonómicas, como el diseño de estaciones de trabajo adecuadas, la introducción de herramientas y equipos ergonómicos, así como la capacitación en técnicas de levantamiento seguro y posturas correctas, se reducirá significativamente el riesgo de TME entre los empleados. Esto conducirá a una disminución en la incidencia de lesiones musculoesqueléticas, un aumento en el bienestar físico y mental de los trabajadores, y una mejora en la calidad de vida laboral.

Objetivo de Desarrollo Sostenible N°8: Trabajo decente y crecimiento económico: La implementación de mejoras ergonómicas en la tapicería también contribuirá al logro del ODS número 8 al promover condiciones de trabajo seguras, inclusivas y saludables. Al reducir la incidencia de TME, los trabajadores podrán desempeñarse de manera más eficiente y productiva, lo que a su vez puede conducir a un aumento en la producción y la rentabilidad de la tapicería. Además, al mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores, se fomenta la retención de talento, se reducen los costos asociados con la rotación de personal y se fortalece la reputación de la empresa como empleador responsable. Esto contribuirá a un crecimiento económico sostenible y a la creación de empleos decentes para todos, conforme a los principios del desarrollo sostenible.

En resumen, la simulación de una mejora ergonómica en la tapicería no solo beneficiará a la salud y el bienestar de los trabajadores, sino que también promoverá condiciones laborales seguras y saludables, impulsando así el progreso de las empresas y trabajadores de Villa El Salvador y, a la vez, se logrará tener estaciones de trabajo decentes y sostenibles.



HIPÓTESIS (No aplica)

DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación se realizó en un taller de muebles en el distrito de Villa El Salvador, provincia de Lima, país Perú. Considerando el tema ergonómico y una población de 12 trabajadores, el estudio se llevó a cabo mediante un diseño metodológico experimental y aplicado debido a que se examinó el comportamiento de los fenómenos o hechos realizando intervenciones en las variables que los componen. Además de tener un alcance descriptivo al buscar detallar las causas y características del objeto de estudio y de la situación en la que ocurre, todo esto bajo un enfoque mixto.

Para la aplicación del estudio se empleó el Software 3DSSPP de simulación de trabajo, este predice los requisitos de resistencia estática para efectuar tareas como levantar, presionar, empujar y jalar objetos. Todo aquello consiste en la simulación de trabajo que incorpora los datos de postura, parámetros de fuerza y antropometría de los trabajadores masculinos y femeninos. Asimismo, esta evaluación permite analizar los giros y las curvas del torso, así como contrastar los resultados con los datos proporcionados del método de NIOSH.

A continuación, se muestran las etapas del desarrollo de la investigación:

Etapas del proceso metodológico

Etapas	Descripción	Instrumentos	Restricciones y limitaciones
1: Identificar riesgos ergonómicos	Identificar los riesgos ergonómicos de tipo postural, repetitivo y levantamiento de cargas a través del cuestionario nórdico.	Cuestionario Nórdico	Ante la carencia de un cuestionario Nórdico estandarizado peruano de percepción de síntomas músculo esqueléticos, se tomó como referencia al modelo que emplea Chile
2: Propuesta del diseño ergonómico	Proponer un diseño en base a los métodos de evaluación ergonómica tales como RULA, OWAS y NIOSH.	Ecuaciones e indicadores ergonómicos. Pose Estimation	Se le asignó una puntuación manual en la rotación del brazo, giro de la muñeca y flexión de la mano para calcular las puntuaciones de la metodología RULA
3: Validación del sistema	Validar el diseño propuesto del taller de producción por medio de los Softwares y contrastar los resultados.	Software 3DSSPP, Ergosoft Pro y Open Pose	La posición y ubicación de la cámara y luminosidad del ambiente podría afectar el rendimiento del algoritmo para la estimación de los ángulos de OpenPose

NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Querida mamá y queridos familiares,

Hoy, mientras me preparo para dar el siguiente gran paso en mi vida, quiero reconocer y dar mi más sincero agradecimiento a cada uno de ustedes. Vuestra perseverancia, fuerza y resiliencia han sido una inspiración constante para mí a lo largo de mi viaje educativo. Quiero de esta forma expresar mi más profundo agradecimiento por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi educación. Mamá, tu amor, paciencia y sacrificio han sido mi mayor fortaleza. Gracias por ser mi roca, mi inspiración y mi guía en cada paso del camino. A toda mi familia, vuestro apoyo y aliento han sido un regalo invaluable que me ha impulsado a alcanzar este logro. Este logro no sería posible sin ustedes. Con todo mi amor y gratitud, Briayan Casas.

Querido papá y estimados hermanos,

A mi familia, no tengo palabras suficientes para expresar mi gratitud. Cada uno de ustedes ha estado ahí para mí, ya sea ofreciendo palabras de aliento, brindando un hombro en el que llorar o simplemente estando presente en los momentos más importantes de mi vida académica. Vuestra fe inquebrantable en mí ha sido mi mayor motivación, impulsándome a esforzarme más y a nunca renunciar a mis sueños. En este momento de celebración, quiero reconocer la increíble perseverancia y dedicación que han demostrado a lo largo de los años. Mamá, Papá su fuerza y determinación para seguir adelante a pesar de los obstáculos han sido un gran ejemplo para mí. A mis hermanos, vuestra solidaridad y apoyo constante han sido mi mayor bendición. Gracias por ser mi inspiración y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Este logro es tanto suyo como mío. Con todo mi corazón, Diego Cama.

REFERENCIAS

- Abad, J. D. (2018). Ergonomics and simulation-based approach in improving facility layout. *Journal of Industrial Engineering International*, 14(4), 783–791. <https://doi.org/10.1007/s40092-018-0260-z>
- Abobakr, A., Nahavandi, D., Iskander, J., Hossny, M., Nahavandi, S., & Smets, M. (2017). RGB-D human posture analysis for ergonomie studies using deep convolutional neural network. 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2885-2890. <https://doi.org/10.1109/SMC.2017.8123065>
- AHMAD, A., JAVED, I., ABRAR, U., AHMAD, A., RAZA JAFFRI, N., & HUSSAIN, A. (2021). Investigation of ergonomic working conditions of sewing and cutting machine operators of clothing industry. *Industria Textila*, 72(03), 309–314. <https://doi.org/10.35530/it.072.03.1723>
- Bao, S. S., Kapellusch, J. M., Merryweather, A. S., Thiese, M. S., Garg, Relationships between job organisational factors, biomechanical and psychosocial exposures. *Ergonomics*, 59(2), 179–194. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1065347>
- Biadgo, G. H., Tsegay, G. S., Mohammednur, S. A., & Gebremeskel, B. F. (2021). Burden of Neck Pain and Associated Factors Among Sewing Machine Operators of Garment Factories in Mekelle City, Northern Part of Ethiopia, 2018, A Cross-Sectional Study. *Safety and Health at Work*, 12(1), 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.10.002>
- Boriboonsuksri, P., Taptagaporn, S., & Kaewdok, T. (2022). Ergonomic Task Analysis for Prioritization of Work-Related Musculoskeletal Disorders among Mango-Harvesting Farmers. *Safety*, 8(1), 6. <https://doi.org/10.3390/safety8010006>
- Boulila, A., Ayadi, M., & Mrabet, K. (2018). Ergonomics study and analysis of workstations in Tunisian mechanical manufacturing. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 28(4), 166–185. <https://doi.org/10.1002/hfm.20732>

- C, Xi y D, Shi. (2019, febrero). Analysis of moving human body detection and recovery aided training in the background of multimedia technology, *Multimedia Tools and Applications*.
<https://doi.org/10.1007/s11042-019-7294-0>
- Cao, Z., Hidalgo, G., Simon, T., Wei, S.-E., & Sheikh, Y. (2021). OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 43(1), 172-186. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2019.2929257>
- CDC - Publicaciones de NIOSH. (2010, marzo). Trastornos musculoesqueléticos en el sector manufacturero. https://www.cdc.gov/spanish/NIOSH/docs/2010-129_sp/
- Center for Ergonomics. (2020). Software 3DSSPP. University of Michigan. <https://c4e.engin.umich.edu/tools-services/3dsspp-software/>
- Chan, Y.-W., Huang, T.-H., Tsan, Y.-T., Chan, W.-C., Chang, C.-H., & Tsai, Y.-T. (2020). The Risk Classification of Ergonomic Musculoskeletal Disorders in Work-related Repetitive Manual Handling Operations with Deep Learning Approaches. 2020 International Conference on Pervasive Artificial Intelligence (ICPAI). <https://doi.org/10.1109/icpai51961.2020.00057>
- Cieza, A., Causey, K., Kamenov, K., Hanson, S. W., Chatterji, S., & Vos, T. (2020). Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10267), 2006–2017.
[https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)32340-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)32340-0)
- Crescitelli, V., Kosuge, A., & Oshima, T. (2020). An RGB/Infra-Red camera fusion approach for Multi-Person Pose Estimation in low light environments. 2020 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), 1-6.
<https://doi.org/10.1109/SAS48726.2020.9220059>
- De Freitas, P. V. A., Mendes, P. R. C., Busson, A. J. G., Guedes, Á. L. v., Silva, G. L. F. da, de Paiva, A. C., & Colcher, S. (2019). An ergonomic evaluation method using a mobile depth sensor and pose estimation. *Proceedings of the 25th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, 445-452.
<https://doi.org/10.1145/3323503.3349550>
- Dianat, I., & Karimi, M. A. (2016). Musculoskeletal symptoms among handicraft workers engaged in hand sewing tasks. *Journal of Occupational Health*, 58(6), 644–652. <https://doi.org/10.1539/joh.15-0196-oa>
- Diego-Mas, J. A. (2015). Método OWAS - Ovako Working Analysis System. *Ergonautas.upv.es*.
<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>
- Diego-Mas, J. A. (2022). Métodos para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo. *Ergonautas.upv.es*.
<https://www.ergonautas.upv.es/metodos-evaluacion-ergonomica.html>
- Gajšek, B., Draghici, A., Boatca, M. E., Gaureanu, A., & Robescu, D. (2022). Linking the Use of Ergonomics Methods to Workplace Social Sustainability: The Ovako Working Posture Assessment System and Rapid Entire Body Assessment Method. *Sustainability*, 14(7), 4301.
<https://doi.org/10.3390/su14074301>
- Gobierno de España. (2018). Trastornos músculo esqueléticos Bloque 1.
<https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/04/riesgos-bloque-1-trastornosmusculoesqueleticos-saludlaboralydiscapacidad.pdf>
- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., Hoy, D., Karppinen, J., Pransky, G., Sieper, J., Smeets, R. J., Underwood, M., Buchbinder, R., Hartvigsen, J., Cherkin, D., Foster, N. E., Maher, C. G., Underwood, M., van Tulder, M., & Anema, J. R. (2018). What low back

pain is and why we need to pay attention. *The Lancet*, 391(10137), 2356–2367.
[https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)30480-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)30480-x)

Hignett, S. (1994). Using computerised OWAS for postural analysis of nursing work. In: Robertson, S. (Ed.), *Contemporary Ergonomics*. Taylor and Francis, London, pp. 253-258.
[https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)66693-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)66693-X)

Ibacache Araya, J. (2022, 3 de junio). Cuestionario nórdico estandarizado de percepción de síntomas músculo esqueléticos. Ministerio de Salud. Chile.
<https://www.ispch.cl/sites/default/files/NTPercepcionSintomasME01-03062020A.pdf>

J C, Q., D M, A., E A, R., & M F, M. (2021). Redesign of Workspace Through an Ergo-Lean Model to Reduce Musculoskeletal Disorders in SMEs In the Clothing Accessories Sector. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 69(12), 163-174. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V69I12P219>

J. R. López-García, Susana García-Herrero, Gutiérrez, J. M., Mariscal, M. A. (2019). Psychosocial and Ergonomic Conditions at Work: Influence on the Probability of a Workplace Accident. *BioMed research international*, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2019/2519020>

Kim, W., Sung, J., Saakes, D., Huang, C., & Xiong, S. (2021). Ergonomic postural assessment using a new open-source human pose estimation technology (OpenPose). *International Journal of Industrial Ergonomics*, 84, 103164. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103164>

Li, J., Tan, X., & Li, J. (2018). Research on Dynamic Facility Layout Problem of Manufacturing Unit Considering Human Factors. *Mathematical Problems in Engineering*, 1–13.
<https://doi.org/10.1155/2018/6040561>

Li, L., & Xu, X. (2019). A deep learning-based RULA method for working posture assessment. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 63(1), 1090-1094.
<https://doi.org/10.1177/1071181319631174>

Loa-Puris, Y., Pro-Feijoo, J., Macassi-Jauregui, I., & Ramos-Palomino, E. (2021). Ergonomic redesign to reduce TME in manual processes of a plant in the LPG sector to increase efficiency. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 2021-July.
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.588>

López-García, J. R., García-Herrero, S., Gutiérrez, J. M., & Mariscal, M. A. (2019). Psychosocial and Ergonomic Conditions at Work: Influence on the Probability of a Workplace Accident. *BioMed Research International*, 2019, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2019/2519020>

Marek Lasota, A., & Hankiewicz, K. (2017). The study of postural workload in assembly of furniture upholstery. *MATEC Web of Conferences*, 137, 07002.
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201713707002>

McAtamney, L., & Nigel Corlett, E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)

Ministerio de Salud. (2019). Análisis de situación de salud Villa El Salvador 2019.
https://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis-lima-2019/CD_MINSA/DOCUMENTOS_ASIS/ASIS_DISTRITO%20VILLA%20EL%20SALVADOR.pdf

Nallusamy, S., Shah, Pankaj., Singh, Suraj, Kumar., Pilla, National., & Hamid, Reza M.D. (2020). Evaluation of human posture and ergonomics by appropriate assessment tool in a medium scale manufacturing

industry. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 10(3), 861-872. <https://doi.org/10.24247/ijmperdjun202077>

Organización Mundial de la Salud. (2021, 8 de febrero). *Trastornos musculoesqueléticos*. <https://n9.cl/ck7teg>

Paini, A. de C., Lopes, E. da S., de Souza, A. P., de Oliveira, F. M., & Rodrigues, C. K. (2019). Repetitive motion and postural analysis of machine operators in mechanized wood harvesting operations. *Cerne*, 25(2), 214–220. <https://doi.org/10.1590/01047760201925022617>

Plantard, P., Auvinet, E., Pierres, A.-S., & Multon, F. (2015). Pose Estimation with a Kinect for Ergonomic Studies: Evaluation of the Accuracy Using a Virtual Mannequin. *Sensors*, 15(1), 1785-1803. <https://doi.org/10.3390/s150101785>

Pose. (2022, 19 de noviembre). Mediapipe Pose. <https://google.github.io/mediapipe/solutions/pose#pose-landmark-model-blazepose-ghum-3d>

Quiroz, J. C. (2022). Redesign of Workspace Through an Ergo-Lean Model to Reduce Musculoskeletal Disorders in SMEs In the Clothing Accessories Sector. *International Journal of Engineering Trends and Technology - IJETT*; Seventh Sense Research Group SSRG. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V69I12P219>

Rojas, M., Gimeno, D., Vargas-Prada, S., & Benavides, F.G. (2015) Dolor musculoesquelético en trabajadores de América Central: resultados de la I Encuesta Centroamericana de Condiciones de Trabajo y Salud. *Rev Panam Salud Publica*, 38(2), 120–128. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/10046/v38n2a04.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Trastornos musculoesqueléticos. (2022, 19 de mayo). Safety and health at work EU-OSHA <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>

Van, L., Chaiear, N., Sumananont, C., & Kannarath, C. (2016). Prevalence of musculoskeletal symptoms among garment workers in Kandal province, Cambodia. *Journal of Occupational Health*, 58(1), 107–117. <https://doi.org/10.1539/joh.15-0100-fs>

Vidal Gamboa, C., Hoffmeister Arce, L., & Benadof, D. (2016). Factores asociados al dolor musculoesquelético en población trabajadora chilena. *Ciencia & Trabajo*, 18(55), 23–27. <https://doi.org/10.4067/s0718-24492016000100005>

Waters, T.R., Putz-Anderson, V., Garg, A., Fine, L.J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 36 (7), 749-776. <https://doi.org/10.1080/00140139308967940>

ANEXOS.

Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Ergonomic Improvement to Reduce the Risk of Musculoskeletal Disorders (MSDS) in a Furniture Production Workshop
- **Autores:** Briayan Casas Rodrigo y Diego Cama Machado
- **Co autor(es):** José Taquíá Gutierrez

Publicación en revista

- **Nombre de la revista:** Ebook Series: Advances in Transdisciplinary Engineering
- **Volumen:** 35
- **Número:**
- **Año:** 2023
- **Pp:** 549 - 555
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/ATDE230080> , ISSN: 2352-7528

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 2023 10th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA 2023).
- **Organizador:** ICIEA
- **Sede:** Phuket, Thailand
- **Año:** 2023
- **Pp:**
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/ATDE230080>



camaCasas

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

1%

2

documentop.com

Fuente de Internet

1%

3

pesquisa.bvsalud.org

Fuente de Internet

1%

4

www.ccohs.ca

Fuente de Internet

1%

5

somib.org.mx

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

www.cepis.ops-oms.org

Fuente de Internet

<1%

8

afrodita.unicauca.edu.co

Fuente de Internet

<1%

9

docshare.tips

Fuente de Internet

<1%