



ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CO-BOT COMO ESTRATEGIA DE APOYO A LA SST EN TRANSEJES

Preliminary Analysis of the Implementation of a Co-Bot as a Support Strategy for Occupational Health and Safety (OHS) at Transejes

Daniela Bellón Monsalve

Rafael Emilio Casadiego Sarmiento

Saray Dayanna Lizarazo Ramírez

Pablo Andrés Pérez Gutiérrez

RESUMEN

En el marco de la Industria 4.0, la automatización y la robótica son claves para optimizar procesos productivos. Este estudio analiza la integración de un robot móvil autónomo colaborativo (Co-BOT) en la planta de DANA-Transejes, ubicada en Girón, Santander, con el fin de evaluar su impacto en la seguridad y salud en el trabajo (SST) y en la eficiencia del área de empaquetado de kits de autopartes. La investigación, de enfoque mixto, combinó datos cualitativos y cuantitativos de la empresa junto con observaciones directas del proceso actual. El análisis evidenció riesgos ergonómicos derivados de la manipulación manual de cargas pesadas, así como ineficiencias en los tiempos de producción. La propuesta de implementación del Co-BOT considera tanto aspectos técnicos como operativos, proyectando beneficios relevantes. Entre los más destacados se encuentran la reducción del 15 % en los tiempos de ciclo, el aumento anual estimado en 375 cajas producidas y la eliminación del 100 % de los riesgos ergonómicos asociados a las tareas automatizadas. En conclusión, la incorporación de un Co-BOT en el área de empaquetado no solo fortalece la seguridad laboral y la salud de los operarios, sino que también incrementa la competitividad y sostenibilidad de la empresa mediante innovación tecnológica.

PALABRAS CLAVE: automatización industrial, co-bot, industria 4.0, robot móvil autónomo, seguridad industrial.

ABSTRACT

Within the framework of Industry 4.0, the adoption of technologies such as automation and robotics is essential for optimizing industrial processes. This study focuses on the integration of a collaborative autonomous mobile robot (Co-BOT) in the production plant of DANA-Transejes, located in Girón, Santander. The main objective is to evaluate the impact of this implementation on occupational health and safety (OHS) for operators in the auto parts kit packaging area, while also aiming to increase operational efficiency. The research employed a mixed-method approach, combining qualitative and quantitative company data with direct observations of the current process. This analysis made it possible to identify ergonomic risks

associated with manual handling of heavy loads, as well as inefficiencies in production times. The proposed implementation of the Co-BOT integrates technical and operational aspects that project significant benefits. Among these, it is estimated that cycle times would be reduced by 15%, annual production would increase by 375 boxes, and 100% of ergonomic risks in automated tasks would be eliminated. In conclusion, the incorporation of the Co-BOT would not only strengthen workplace safety but also enhance the company's competitiveness through technological innovation.

KEYWORDS: industrial automation, co-bot, Industry 4.0, autonomous mobile robot, industrial safety.

HALLAZGOS

La transformación tecnológica impulsada por la industria 4.0 está redefiniendo los paradigmas tradicionales en los sistemas de producción industrial. Este cambio fomenta la adopción de tecnologías avanzadas, como la automatización, la robótica y la inteligencia artificial (IA) (Li, 2022). Estas innovaciones no solo optimizan la eficiencia operativa, sino que también repercuten positivamente en la seguridad y salud en el trabajo (SST), al reducir la exposición de los trabajadores a tareas peligrosas y repetitivas (Rosen, 2022).

En este sentido, la implementación de robots colaborativos (Co-BOT) se ha consolidado como una estrategia clave para mitigar riesgos laborales. Dichos robots contribuyen significativamente a la prevención de lesiones musculoesqueléticas y otros problemas de salud asociados con la manipulación de cargas pesadas y movimientos repetitivos (Dmytriiev, Carnevale & Giberti, 2023; Giallanza, La Scalia, Micale & La Fata, 2024).

En Dana-Transejes, ubicada en el municipio de Girón, Santander (Colombia), se ha evidenciado un aumento en las lesiones laborales relacionadas con la manipulación de materiales y la ejecución de tareas repetitivas. Estas situaciones, además de disminuir la productividad de la planta, afectan la salud física y mental de los trabajadores. Para abordar esta problemática, el presente estudio propone el diseño e implementación piloto de un prototipo de robot colaborativo (Co-BOT) que, al integrarse en el centro de distribución de productos, contribuirá a mejorar tanto la seguridad como la salud de los operarios.

La flexibilidad de los Co-BOT para adaptarse a las variaciones en las demandas de producción, junto con su capacidad para reducir la carga física de los trabajadores, posiciona a estas soluciones tecnológicas como una alternativa viable para mejorar las condiciones laborales en el sector manufacturero (Calvo & Gil, 2022; Sahan, Kathiravan, Lokesh & Raffik, 2023).

El estudio se desarrolló en dos etapas. La primera estuvo orientada a la caracterización del proceso de distribución actual y a la diagramación del flujo productivo. En esta fase se adoptó un enfoque de métodos mixtos, lo que permitió obtener una visión integral del proceso de distribución de materiales en la planta de Dana-Transejes, así como identificar los riesgos ergonómicos y las ineficiencias operativas existentes. La empresa proporcionó datos cualitativos y cuantitativos, mientras que el equipo de investigación complementó la información mediante observación directa del flujo de materiales, el cual se ilustra en el siguiente diagrama.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de empaquetado de kits de autopartes

Nº	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	SIMBOLOS					TIEMPO (min)	TIEMPO TOTAL	OBSERVACIONES
		●	➡	■	■	▼			
1	Verificación OT						0,86	0,98	
2	Busqueda Botas						4,78	5,76	Operario tiene restricciones de levantar peso mayor a 3,25 Kg
3	Prensado de Botas						70,49	76,25	
4	Extender Botas						16,20	92,45	
5	Busqueda Abrazadera						3,24	95,69	Operario tiene restricciones de levantar peso mayor a 3,25 Kg
6	Extender Abrazadera						12,60	108,29	
7	Busqueda deflector						4,26	112,55	Operario tiene restricciones de levantar peso mayor a 3,25 Kg
8	Extender deflector						12,60	125,15	
9	Busqueda de bolsas						2,26	127,41	Operario tiene restricciones de levantar peso mayor a 3,25 Kg
10	Imprimir Sticker						10,80	138,21	
11	Pegar sticker						27,26	165,47	
12	Embalaje y sellado de bolsas						75,60	241,07	
13	Alistamiento material terminado						5,40	246,47	
14	Almacenaje de material en estantería						6,23	252,70	Operario tiene restricciones de levantar peso mayor a 3,25 Kg
Total		8	6	2	1	1	252,58		
								TIEMPO EN MINUTOS POR 200 UNIDAD	
								4,21	

Nota. Elaboración propia.

La observación directa del flujo del proceso de empaquetado en la planta permitió comprender la dinámica del trabajo y los desafíos que enfrentan los operarios al manipular cargas. Este aspecto representa un riesgo ergonómico significativo y una fuente de fatiga física, dado que los trabajadores informaron que la carga manual diaria, correspondiente a 50 cajas, oscila entre 18 y 20 kg por unidad. El problema se agrava con las limitaciones físicas de algunos operarios, quienes, según normativas de seguridad laboral, no deberían levantar más de 3,25 kg de manera individual. En este contexto, se hizo hincapié en identificar situaciones de riesgo que podrían mitigarse mediante la incorporación de un robot colaborativo (Co-BOT).

La integración de los datos proporcionados por la empresa con las observaciones directas permitió establecer una línea de base del proceso de distribución de materiales. Esta línea base se consolidó como un punto de referencia para evaluar las condiciones laborales actuales y los riesgos asociados, además de servir como criterio de comparación frente al impacto esperado con la implementación del Co-BOT.

La segunda etapa del estudio, correspondiente a la propuesta de integración del Co-BOT, se construyó a partir de los hallazgos de la primera fase. Esta permitió formular un diseño preliminar de incorporación del robot en la logística interna de la planta, con énfasis en mitigar los riesgos ergonómicos y optimizar los tiempos de distribución de materiales. El sistema propuesto contempla la participación activa del Co-BOT en tareas de carga y descarga, facilitando la distribución de materiales en los puestos de trabajo, particularmente en el proceso de empaquetado de kits de autopartes.

Asimismo, se realizó una simulación de su funcionamiento durante una jornada laboral típica, lo que permitió proyectar su desempeño y evaluar los indicadores de productividad definidos por la empresa. En la siguiente tabla se presenta un análisis comparativo entre los escenarios con y sin la integración del Co-BOT en la planta:

Tabla 1. Indicadores de las condiciones del proceso de empaquetado con y sin el Co-BOT

INDICADOR	SIN CO-BOT	CON CO-BOT	DIFERENCIA (%)
Tiempo de ciclo por caja	10 minutos	9,5 minutos	-5%
Capacidad de procesamiento	4 cajas/hora	4,2 cajas/hora	+4%
Frecuencia de pausas	Alta	Baja	-15%
Errores operativos	Moderado a alto	Bajo	-30%
Riesgo de lesiones laborales	Alto	Muy bajo	-100%

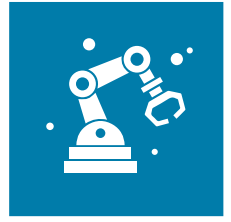
Nota. Elaboración propia.

De la tabla anterior se concluye que la implementación del Co-BOT en la planta de DANA-Transejes resulta altamente recomendable, dado su potencial para mejorar tanto la seguridad y salud en el trabajo (SST) como la eficiencia operativa. Sin embargo, para garantizar el éxito de su integración en el proceso de empaquetado, es necesario considerar factores clave como la capacitación del personal, el seguimiento permanente y la realización de ajustes continuos que permitan optimizar su desempeño en el tiempo.

CONCLUSIONES

Esta investigación sobre la implementación de un Co-BOT en DANA-Transejes demuestra que se trata de una solución eficaz frente a las ineficiencias y riesgos ergonómicos presentes en la logística interna del proceso de empaquetado de kits de autopartes. Los resultados evidencian que la automatización de tareas repetitivas permite incrementar la productividad en un 15% y mejorar la seguridad laboral al eliminar la manipulación manual de cargas pesadas, lo que se traduce en una proyección estimada de 375 cajas adicionales producidas anualmente.

Asimismo, el estudio resalta la importancia de integrar soluciones tecnológicas ajustadas a las particularidades de la planta, equilibrando la inversión inicial con el retorno esperado a largo plazo. La incorporación de Co-BOTs, capaces de operar de manera autónoma y segura, contribuye a reducir las pausas derivadas de la fatiga y la incidencia de accidentes laborales, disminuyendo así los costos asociados a incapacidades médicas y mejorando el ambiente de trabajo. Además, su flexibilidad y capacidad de reprogramación facilitan una adaptación rápida a los cambios en la demanda, aspecto clave en entornos industriales caracterizados por su dinamismo.



REFERENCIAS

- Calvo, R., & Gil, P. (2022). Evaluation of collaborative robot sustainable integration in manufacturing assembly by using process time savings. *Materials*, 15(2), 611. <https://doi.org/10.3390/ma15020611>
- Dmytriiev, Y., Carnevale, M., & Giberti, H. (2023). Enhancing flexibility and safety: Collaborative robotics for material handling in end-of-line industrial operations. *Procedia Computer Science*, 232, 2588–2597. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.077>
- Giallanza, A., La Scalia, G., Micale, R., & La Fata, C. M. (2024). Occupational health and safety issues in human-robot collaboration: State of the art and open challenges. *Safety Science*, 169, 106313. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106313>
- Li, L. (2022). Reskilling and upskilling the future-ready workforce for Industry 4.0 and beyond. *Information Systems Frontiers*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10308-y>
- Rosen, P. H. (2022). Advanced robotics and automation: Implications for occupational safety and health. European Agency for Safety and Health at Work. <https://osha.europa.eu/en/publications/advanced-robotics-and-automation-implications-occupational-safety-and-health>
- Sahan, A. S. M., Kathiravan, S., Lokesh, M., & Raffik, R. (2023). Role of cobots over industrial robots in Industry 5.0: A review. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Communication, Computing and Automation (ICAECA 2023)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICAECA56562.2023.10201199>