

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES JURÍDICAS Y DE LA
COMUNICACIÓN



Universidad de Valladolid



GRADO EN RELACIONES LABORALES Y RECURSOS HUMANOS

CURSO 2024-2025

**Robots colaborativos en la prevención de riesgos
laborales: un análisis sobre su impacto en la reducción
de accidentes**

CLARA GALINDO FRÍAS

Tutor académico: JULIÁN ANTONIO PANIAGUA

RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo analizar el papel de los robots colaborativos en la prevención de riesgos laborales, especialmente en relación con la reducción de accidentes en el entorno laboral. Para ello, se ha realizado un estudio basado en fuentes documentales, informes técnicos y ejemplos prácticos que muestran cómo esta tecnología se está aplicando en diferentes sectores.

En primer lugar, se ha investigado el concepto de Industria 4.0 y la evolución de los cobots, destacando sus principales diferencias respecto a los robots industriales tradicionales. Posteriormente, se ha profundizado en los beneficios que aportan estos sistemas, como la mejora ergonómica, la disminución de sobreesfuerzos físicos y la reducción de la siniestralidad. También se han analizado los nuevos riesgos que pueden aparecer con su uso y la importancia de una correcta implantación, acompañada de formación y evaluación preventiva.

Como parte del trabajo, se han revisado cuatro casos prácticos que evidencian los efectos positivos de la robótica colaborativa sobre la seguridad y salud laboral. Finalmente, se concluye que los cobots no solo ayudan a mejorar las condiciones de trabajo, sino que también pueden ser una herramienta clave para avanzar hacia entornos laborales más seguros, humanos y eficientes.

Palabras clave

Robots colaborativos, prevención de riesgos laborales, ergonomía, seguridad, Industria 4.0, siniestralidad.

ABSTRACT

This Final Degree Project aims to analyze the role of collaborative robots in occupational risk prevention, especially regarding their impact on reducing workplace accidents in laboral environments. To achieve this, a study has been conducted using documentary sources, technical reports, and practical examples that show how this technology is being applied in different sectors.

First, the concept of Industry 4.0 and the evolution of cobots are explored, highlighting their main differences from traditional industrial robots. Then, the benefits of these systems are analyzed, such as ergonomic improvements, reduction of physical strain, and a decrease in workplace accidents. The study also addresses new potential risks associated with cobots and emphasizes the importance of proper implementation, along with training and preventive assessment.

Four case studies are reviewed, providing evidence of the positive impact of collaborative robotics on occupational health and safety. In conclusion, cobots not only help improve working conditions but also represent a key tool for building safer, more human-centered, and efficient workplaces.

Keywords

Collaborative robots, occupational risk prevention, ergonomics, safety, Industry 4.0, workplace accidents.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO 2. DESARROLLO.....	6
2.1 Marco teórico.....	6
2.1.1 La Industria 4.0 y el auge de la automatización.....	6
2.1.2 Robots colaborativos: definición y evolución.....	8
2.1.3 Diferencias entre robots industriales y cobots.....	12
2.2 Prevención de Riesgos Laborales y cobots.....	15
2.2.1 Impacto ergonómico y mejora de condiciones físicas.....	17
2.2.2 Disminución de la siniestralidad laboral: evidencias empíricas.....	19
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	23
3.1 Enfoque metodológico.....	23
3.2 Selección y análisis de fuentes documentales.....	24
CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE CASO.....	26
4.1 Análisis de casos prácticos.....	26
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.....	34
CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica ha supuesto una gran transformación en los entornos de trabajo, impulsando cambios no solo en la forma de producir, sino también en cómo se gestionan las condiciones laborales y la seguridad de las personas trabajadoras. Uno de los avances más representativos de esta transformación es la aparición de los robots colaborativos, también conocidos como cobots, que permiten la cooperación directa entre humanos y máquinas en entornos compartidos. Estos dispositivos forman parte del marco de la Industria 4.0, caracterizada por la digitalización, la automatización avanzada y la interconectividad entre procesos.

La prevención de riesgos laborales (PRL) es una disciplina fundamental dentro del ámbito de las relaciones laborales, y cobra especial relevancia cuando se introducen tecnologías que, si bien pueden reducir ciertos riesgos, también pueden generar otros nuevos. En este sentido, el impacto que tienen los cobots en la reducción de los accidentes en el ámbito laboral representa una oportunidad para reflexionar sobre el equilibrio entre innovación tecnológica y salud en el trabajo.

Este Trabajo de Fin de Grado se centra en analizar dicho impacto a través de fuentes documentales, estudios técnicos e informes institucionales. La elección del tema responde tanto al interés académico como profesional por contribuir a entornos laborales más seguros y eficientes, donde la incorporación de tecnología no comprometa los principios fundamentales de la PRL. Es esencial comprender los beneficios y riesgos asociados a la robótica colaborativa, así como su papel en el fomento de una cultura preventiva adaptada a los nuevos modelos productivos.

Para alcanzar este objetivo, el trabajo se estructura en cinco capítulos. El primer capítulo recoge esta introducción. El segundo desarrolla el marco teórico, abordando el concepto de Industria 4.0, la robótica colaborativa y su vínculo con la prevención. El tercero describe la metodología empleada, centrada en el análisis documental. El cuarto se dedica al estudio de caso, en el que se exponen ejemplos prácticos de implementación de cobots y su relación con la siniestralidad. Finalmente, el quinto capítulo presenta las conclusiones generales y algunas propuestas orientadas a la mejora preventiva en el uso de estas tecnologías.

CAPÍTULO 2. DESARROLLO

2.1 Marco teórico

2.1.1 La Industria 4.0 y el auge de la automatización

Aunque no existe una definición concreta y universal de la Industria 4.0, se reconoce que este concepto engloba aspectos fundamentales como la transformación digital, la interconectividad y la digitalización de los procesos industriales.

Tal como señala WolfanDorst, director del área de Industria 4.0 de la asociación digital Bitkome.V., existen al menos 134 definiciones distintas para explicar este fenómeno, lo que evidencia la dificultad de establecer una definición única y cerrada (LabelGroup, 2016).

Las definiciones más recientes describen la Industria 4.0 como un sistema compuesto por maquinaria física y dispositivos equipados con sensores y software, capaces de trabajar en red para predecir, controlar y planificar los resultados empresariales de manera más eficiente. También se asocia a conceptos como la cadena de valor y la producción orientada a sistemas ciberfísicos, donde instalaciones de producción, almacenamiento y logística se integran y colaboran en red para crear valor añadido (Redalyc, 2019).

El concepto de Industria 4.0 surgió en Alemania en 2011 como parte de una política económica basada en la alta tecnología, caracterizada por la automatización, la digitalización de los procesos y el uso intensivo de tecnologías electrónicas y de la información en la manufactura. Además, destaca por la personalización de la producción, la prestación de servicios de valor añadido y la interacción constante entre humanos y máquinas (Redalyc, 2019).

La base tecnológica de la Industria 4.0 se apoya en el desarrollo de sistemas ciberfísicos, el Internet de las Cosas (IoT), la fabricación aditiva, la impresión 3D, la ingeniería inversa, el big data, la analítica avanzada y la inteligencia artificial. La integración de estas tecnologías está provocando cambios profundos no solo en la industria manufacturera, sino también en los hábitos de consumo y en los modelos de negocio, permitiendo a las empresas adaptarse más fácilmente a las exigencias del mercado (Redalyc, 2019).

La Industria 4.0 representa, por tanto, un enfoque innovador para el desarrollo de nuevos productos y procesos a través de fábricas inteligentes, totalmente integradas en redes de trabajo. Estas fábricas propician nuevas formas de colaboración y de organización social.

Así, la Industria 4.0 puede entenderse como un proceso de transformación digital en el sector industrial, basado en la aplicación e implantación de diferentes tecnologías a lo largo de toda la cadena de valor de la fábrica. Esta red tecnológica permite que todas las máquinas y sistemas colaboren entre sí, generando un vínculo estrecho entre los equipos físicos y el mundo virtual. El objetivo principal de esta implementación es lograr procesos más eficientes y flexibles.

Si bien la tercera revolución industrial ya introdujo los robots y la automatización, la Industria 4.0 va mucho más allá. Actualmente, la robótica ha avanzado hasta permitir que los robots sean colaborativos entre sí, incorporando mejoras en la inteligencia artificial y en los sistemas de sensores. Esto ha dado lugar a robots cada vez más autónomos, flexibles y cooperativos, capaces de interactuar unos con otros y de trabajar con seguridad junto a los trabajadores humanos.

Actualmente, la revolución industrial que vivimos no solo se basa en la mecanización, sino en el desarrollo de sistemas de control e información capaces de gestionar procesos y equipos de manera más eficiente y rentable que el ser humano. Las tecnologías de automatización en la Industria 4.0 conectan, controlan y monitorizan en tiempo real redes de dispositivos, máquinas, robots y sistemas en la nube, logrando que estos aprendan, operen y funcionen de forma automática, minimizando la intervención humana y optimizando la producción.

Es decir, el valor añadido de la Industria 4.0 no reside únicamente en la eficiencia y la rentabilidad, sino también en el aumento de la flexibilidad y la mejora de la calidad de los procesos de fabricación, reduciendo significativamente los márgenes de error en las tareas.

En lo que respecta a la salud y seguridad en el trabajo, la Industria 4.0 ha supuesto un avance notable en el ámbito industrial, especialmente en el campo de la prevención de riesgos laborales. Sin embargo, también plantea nuevos retos, ya que los empleados deben adaptarse a entornos donde predominan las nuevas tecnologías y donde, en muchas ocasiones, compartirán el espacio de trabajo con robots.

En esta línea, y considerando los retos y oportunidades que plantea la convivencia entre

humanos y tecnología, resulta clave analizar cómo estas herramientas emergentes pueden transformar los enfoques tradicionales de seguridad laboral:

A medida que se consolida el modelo de la Industria 4.0, emergen nuevos desafíos vinculados al diseño de entornos laborales seguros, automatizados e interconectados. Uno de los elementos más destacados es el creciente uso de sistemas ciberfísicos que no solo optimizan los procesos industriales, sino que también permiten detectar y corregir fallos en tiempo real, reduciendo así el riesgo de accidentes laborales. Estos sistemas integran sensores inteligentes, aprendizaje automático y plataformas de análisis de datos que proporcionan información precisa sobre el estado de las máquinas, las condiciones ambientales y los movimientos del personal, favoreciendo una toma de decisiones más rápida y fundamentada (Kagermann et al., 2013).

Además, las tecnologías emergentes dentro del ecosistema 4.0, como la realidad aumentada, la visión artificial y el gemelo digital, se están utilizando en programas de formación y simulación de situaciones de riesgo, lo que permite preparar a los trabajadores de forma más efectiva ante posibles contingencias. La digitalización de la seguridad laboral también implica una transición cultural y organizativa que requiere de políticas activas de gestión del cambio, formación continua y participación directa del personal en el diseño y uso de estas nuevas herramientas (Schuh et al., 2020).

Por otra parte, la conectividad entre dispositivos mediante el Internet de las Cosas (IoT) posibilita el seguimiento constante de indicadores críticos como el nivel de exposición a agentes químicos, el ruido ambiental o la fatiga del trabajador, lo cual permite anticipar situaciones de peligro.

En definitiva, la Industria 4.0 no solo transforma la forma en que se produce, sino también cómo se protege la salud y la seguridad de los trabajadores. La clave radica en una integración inteligente y responsable de las tecnologías, acompañada de un enfoque preventivo y centrado en las personas.

2.1.2 Robots colaborativos: definición y evolución

Desde hace años, la robótica ha sido un elemento clave en la automatización de procesos dentro de la industria de la automoción, especialmente para realizar tareas peligrosas, repetitivas o de alta complejidad. En la actualidad, destacan dos conceptos principales: los

robots autónomos y los robots colaborativos. En este estudio nos centraremos en estos últimos, conocidos también como “cobots”.

Según la norma ISO 10218-1 de 2011, norma internacional para la seguridad de los robots industriales, un robot industrial se define como “un manipulador controlado automáticamente, reprogramable y multifuncional, que puede ser fijo o móvil y se utiliza en aplicaciones industriales automatizadas”. Dentro de esta amplia variedad, los robots colaborativos se diseñan específicamente para interactuar con humanos en un espacio de trabajo compartido y cooperativo, sin necesidad de barreras físicas convencionales.

La primera definición formal de cobot data de 1996, cuando J. Edward Colgate y Michael Peshkin, de la Universidad Northwestern, los describieron como “un aparato y método para la interacción física y directa entre una persona y un dispositivo manipulador de carácter genérico controlado por un ordenador” (Edward Colgate, Wannasuphprasit, &Peshkin, 1996). Esta innovación surgió de una iniciativa de General Motors en 1994, cuyo objetivo era desarrollar robots lo suficientemente seguros para trabajar junto a personas sin necesidad de jaulas protectoras. Los primeros cobots carecían de fuerza motriz interna y permitían el control cooperativo del movimiento con el trabajador.

Posteriormente, empresas como Cobotics desarrollaron en 1998 modelos de cobots para el montaje final de automóviles, utilizando sistemas de colaboración responsiva y control guiado manualmente (CranesToday, 2003). En 2004, KUKA lanzó el LBR3, el primer cobot con fuerza motriz, seguido de versiones mejoradas en 2008 y 2013 (Robotsdoneright, s.f.). En 2008, Universal Robots comercializó el UR5, el primer cobot que podía operar de forma segura junto a trabajadores sin barreras, facilitando la automatización en pequeñas y medianas empresas (Edwards, 2016). FANUC lanzó en 2015 su primer robot colaborativo, el CR-35iA, ampliando luego su gama con modelos más pequeños y versiones de brazo largo (Bélanger-Barrette, 2015; FANUC, s.f.). Ese mismo año, ABB presentó el primer cobot de doble brazo, YuMi (ABB, 2020).

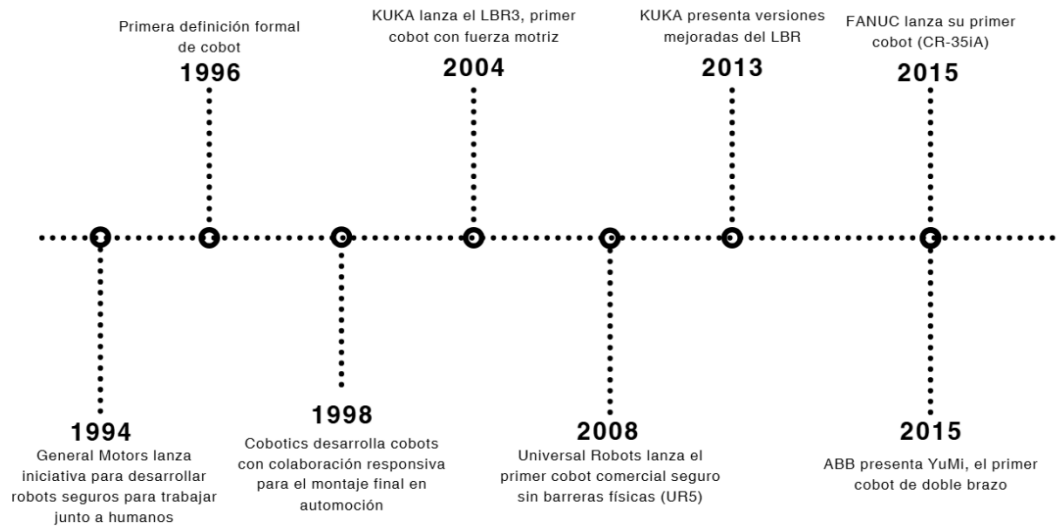


Figura 1. Hitos clave en el desarrollo de los robots colaborativos (cobots) Fuente: elaboración propia

Actualmente, el mercado de cobots crece a un ritmo anual cercano al 50 %, y se estima que para 2025 representarán hasta un 34 % de las ventas de robots industriales (Robotics Online Marketing Team, 2018; EVS International, 2025).

Las tendencias para 2025 apuntan a una evolución significativa de los cobots, con mejoras en autonomía, facilidad de uso y seguridad. La integración de software y sensores avanzados permitirá a estos robots realizar tareas más complejas y adaptarse en tiempo real a cambios en el entorno, facilitando su manejo incluso por personal sin formación técnica avanzada. Además, la colaboración humano-robot será cada vez más fluida y segura, incluso en entornos industriales con altos riesgos (Robotnik, 2025; RAutomation, 2025; iElektro, 2025).

La aparición de los cobots ha supuesto una revolución en la automatización, al permitir una colaboración directa “mano a mano” entre persona y robot. En las últimas dos décadas, el desarrollo de la robótica industrial se ha orientado hacia la colaboración humano-robot, la movilidad y la mejora de la eficacia en la automatización. Los cobots combinan la destreza, flexibilidad y capacidad de resolución de problemas del operario con la fuerza, resistencia y precisión del robot (Hand, 2020; WiredWorkers, s.f.).

Estas innovaciones hacen que los cobots sean accesibles para empresas de todos los tamaños, permitiendo la automatización flexible y escalable de procesos, con beneficios directos en la prevención de riesgos laborales. Al asumir tareas peligrosas o repetitivas, los

cobots reducen la exposición de los trabajadores a situaciones de riesgo, disminuyendo la siniestralidad y mejorando las condiciones de trabajo (OnControl, 2025).

En definitiva, los robots colaborativos no solo han revolucionado la automatización industrial, sino que continúan evolucionando para ofrecer mayor autonomía, seguridad y facilidad de uso. Esta evolución permite que las empresas integren cobots en sus procesos productivos, mejorando la productividad y, especialmente, contribuyendo a la prevención de riesgos laborales al reducir la exposición a tareas peligrosas o físicamente exigentes. Las tendencias actuales y las innovaciones presentadas en eventos recientes confirman que los cobots serán un pilar fundamental en la industria del futuro, con un impacto positivo directo en la seguridad y salud laboral (Robotnik, 2025; Robotics Online Marketing Team, 2018; OnControl, 2025).

Asimismo, la creciente incorporación de los cobots en entornos industriales responde a la necesidad de crear espacios de trabajo más seguros y ergonómicos. Según estudios recientes, la colaboración humano-robot no solo incrementa la eficiencia de los procesos, sino que también disminuye significativamente el número de accidentes laborales relacionados con posturas forzadas, esfuerzos repetitivos y manipulación de cargas pesadas (Bogue, 2018).

Por otro lado, la evolución normativa ha desempeñado un papel esencial en la expansión de los cobots. Normas como la ISO/TS 15066:2016 han establecido los requisitos de seguridad específicos para la colaboración directa entre humanos y robots, fijando límites máximos de fuerza y presión en el contacto físico. Estas directrices han permitido diseñar sistemas colaborativos cada vez más seguros y fiables, reforzando la confianza de los trabajadores en su interacción con las máquinas (International Organization for Standardization, 2016).

Además, se han llevado a cabo múltiples investigaciones centradas en la percepción del trabajador frente al uso de cobots. En general, los estudios muestran una actitud positiva cuando el robot se percibe como un asistente que facilita la tarea, reduce la carga física y mejora las condiciones laborales. No obstante, también se identifican desafíos relacionados con la confianza, el control compartido y la formación, lo que pone de manifiesto la necesidad de estrategias de integración que incluyan al factor humano desde el diseño de

los sistemas colaborativos (Lasota, Fong & Shah, 2017).

2.1.3 Diferencias entre robots industriales y cobots

En la industria, tanto los robots industriales como los robots colaborativos, o cobots, son herramientas que ayudan a mejorar la productividad y la seguridad, pero tienen características y formas de trabajar bastante diferentes.

Una de las principales ventajas de los cobots frente a los robots industriales tradicionales es su rápida implementación. A diferencia de los sistemas automatizados convencionales, que suelen requerir costosos procesos de integración y programación, los cobots pueden ser configurados directamente por los operarios, sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados. Esto ha permitido que pequeñas y medianas empresas accedan por primera vez a soluciones de automatización flexibles y escalables, contribuyendo a una democratización de la tecnología industrial (Pedrocchi et al., 2013).

Por un lado, los robots industriales son máquinas programables, normalmente grandes y articuladas, que se usan para automatizar tareas repetitivas, pesadas o peligrosas. Estos robots suelen funcionar de manera autónoma y, por razones de seguridad, trabajan en zonas aisladas o dentro de jaulas para evitar que los humanos se acerquen mientras están en funcionamiento (AMETIC, 2023). Esto se debe a que no cuentan con sistemas avanzados para detectar la presencia de personas y pueden ser peligrosos por su velocidad y fuerza.

En cambio, los cobots están diseñados para colaborar directamente con las personas en un mismo espacio de trabajo. Incorporan sensores y sistemas de seguridad que les permiten detectar cuando un humano está cerca y, en esos casos, reducir su velocidad o detenerse para evitar accidentes (AMETIC, 2023). Esto hace posible que trabajen “codo a codo” con los operarios sin necesidad de barreras físicas.

Otra diferencia importante está en la programación. Los robots industriales requieren personal especializado para configurarlos y programarlos, lo que puede hacer que su adaptación a nuevas tareas sea lenta y costosa. Los cobots, por otro lado, suelen ser más fáciles de programar, con interfaces intuitivas que permiten que incluso personas sin experiencia puedan configurarlos y adaptarlos a distintas tareas de forma rápida (Moralejo

Romaní, 2023).

En cuanto a tamaño y flexibilidad, los robots industriales suelen ser grandes y fijos, pensados para tareas muy específicas y en líneas de producción masivas. Los cobots, en cambio, son compactos y móviles, lo que facilita su integración en diferentes áreas de la fábrica y su uso en producciones más pequeñas o personalizadas (Universal Robots, 2021). Respecto a la capacidad de carga y velocidad, los robots industriales tienen mayor potencia y velocidad, ideales para trabajos pesados. Los cobots están diseñados para cargas más ligeras y velocidades moderadas, priorizando siempre la seguridad y la colaboración con los humanos (Femeval, 2024).

Finalmente, el coste y el retorno de inversión también marcan una diferencia. Los robots industriales suelen suponer una inversión elevada y su retorno se produce a largo plazo, lo que puede dificultar su adopción en pequeñas y medianas empresas. Los cobots, en cambio, son más económicos y su retorno de inversión es más rápido, lo que los hace especialmente atractivos para pymes y empresas que buscan flexibilidad y adaptabilidad (AMETIC, 2023).

Para resumir, estas diferencias pueden verse claramente en la siguiente tabla:

Característica	Robot industrial	Cobot (robot colaborativo)
Interacción humana	Trabaja aislado, requiere barreras	Trabaja junto a humanos, sin barreras
Seguridad	Depende de aislamiento, menos sensores	Alta, con sensores que evitan colisiones
Facilidad de uso	Compleja, requiere expertos	Intuitiva, fácil de programar
Flexibilidad	Baja, fijo y grande	Alta, compacto y móvil
Capacidad de carga	Alta	Baja a media
Velocidad	Alta	Moderada
Coste	Alto	Más bajo

Figura 2: diferencias entre cobot y robots industriales. Fuente: elaboración propia.

Para comprender mejor estas diferencias vamos a desarrollar estos puntos con ejemplos:

Un ejemplo clásico de robot industrial es el utilizado en la industria automotriz, donde se emplean brazos robóticos de gran tamaño para soldar chasis. Estos robots trabajan a gran velocidad, con movimientos repetitivos y de alta precisión, pero lo hacen completamente aislados del ser humano debido al riesgo que representan por su fuerza y falta de detección de presencia humana. Este tipo de automatización es muy eficiente, pero no flexible, y su programación y mantenimiento requieren personal técnico especializado (Krüger, Lien & Verl, 2009).

Otro caso común de robot industrial se encuentra en las líneas de envasado de productos alimentarios, donde se utilizan para empaquetar a gran velocidad. Aunque son muy eficaces, estos robots están encerrados en jaulas por seguridad, ya que no están diseñados para detenerse ante la presencia de personas. Además, cualquier cambio en el tipo de envase o producto requiere reprogramación y ajustes técnicos complejos, lo que limita su adaptabilidad (Bogue, 2016).

En contraste, un ejemplo muy representativo de cobot es el modelo UR10e de Universal Robots, empleado en tareas de atornillado en estaciones de montaje. Gracias a sus sensores de fuerza y su capacidad de parar inmediatamente ante contacto humano, puede trabajar codo a codo con un operario, quien guía al robot para tareas precisas mientras este asume la parte repetitiva o pesada. Esto no solo mejora la ergonomía del puesto de trabajo, sino que también reduce el riesgo de lesiones por esfuerzos repetitivos (Universal Robots, 2021).

Otro ejemplo es el cobot YuMi de ABB, diseñado para ensamblajes electrónicos de precisión. Este robot de doble brazo puede manejar componentes frágiles y pequeños en colaboración con técnicos humanos, que realizan las tareas más sensibles o personalizadas. YuMi está equipado con sensores de visión y de fuerza, lo que le permite realizar tareas complejas sin poner en riesgo al trabajador y adaptarse a cambios en el proceso sin necesidad de reprogramación extensa (ABB, 2020).

Como puede observarse, los robots industriales tradicionales están más orientados a la eficiencia y productividad en entornos controlados y de gran escala, mientras que los cobots destacan por su capacidad de adaptarse a entornos más dinámicos y humanos, aportando no solo valor productivo sino también mejoras claras en la seguridad laboral y la

ergonomía (Villani et al., 2018).

2.2 Prevención de Riesgos Laborales y cobots

La Industria 4.0 está transformando profundamente no solo los procesos productivos y la organización empresarial, sino también la forma en que se gestionan la seguridad y la salud en el trabajo. La incorporación de tecnologías avanzadas, como los robots colaborativos (cobots), abre nuevas oportunidades y desafíos en la prevención de riesgos laborales (INSST, 2023).

Los cobots están diseñados para trabajar junto a los operarios, asumiendo tareas repetitivas, peligrosas o que requieren esfuerzos físicos elevados. Gracias a ello, contribuyen a reducir la exposición de los trabajadores a riesgos ergonómicos, como lesiones musculoesqueléticas, accidentes por movimientos repetitivos o posturas forzadas, mejorando la ergonomía y adaptando los puestos a las capacidades individuales (INSST, 2023; FEMEVAL, 2019). Además, la monitorización en tiempo real del estado de salud y seguridad de los trabajadores, posible gracias a los sistemas ciberfísicos y dispositivos inteligentes, facilita una toma de decisiones más rápida y eficaz para prevenir incidentes (INSST, 2023).

No obstante, la introducción de cobots también genera nuevos riesgos que deben ser gestionados adecuadamente. Entre ellos se encuentran los riesgos mecánicos, como cortes o atrapamientos derivados de posibles colisiones, los trastornos musculoesqueléticos ocasionados por ritmos de trabajo impuestos por la máquina, y los riesgos psicosociales, como el estrés o la ansiedad que puede provocar la presencia constante de robots en el entorno laboral (FEMEVAL, 2019; INSST, 2023). Por ello, es fundamental que el diseño y la implementación de cobots cumplan con las normativas de seguridad, como la ISO/TS 15066, y que se realicen evaluaciones específicas de riesgos antes de su implantación (ISO, 2016).

En este sentido, la Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2023-2027 y el Marco Estratégico de la Unión Europea insisten en la necesidad de adaptar la gestión preventiva a los avances tecnológicos. Esto incluye realizar evaluaciones dinámicas de riesgos, formar e informar adecuadamente a los trabajadores y fomentar su participación activa en la definición de medidas preventivas. Solo así será posible aprovechar el potencial

de los cobots para mejorar la seguridad y el bienestar laboral sin descuidar los nuevos retos que plantea la convivencia entre personas y máquinas (INSST, 2023).

Además de las ventajas ergonómicas y preventivas ya mencionadas, los cobots representan una evolución significativa en la forma en que se abordan los riesgos laborales en entornos industriales. Su capacidad para detectar proximidad y responder de forma segura ante la presencia humana permite minimizar accidentes por contacto o movimientos inesperados. Estas funciones se basan en tecnologías como sensores de fuerza y visión artificial, que están integradas en el diseño de los cobots modernos (Villani et al., 2018). De este modo, se fomenta una interacción más segura y controlada, favoreciendo un entorno de trabajo más dinámico y adaptado.

Desde el punto de vista de la gestión preventiva, la implantación de cobots exige nuevas metodologías para la identificación y evaluación de riesgos. No basta con las evaluaciones tradicionales; es necesario aplicar enfoques dinámicos, que consideren tanto los riesgos mecánicos como los organizativos y psicosociales. Esto incluye, por ejemplo, analizar cómo el ritmo de trabajo que marca el robot afecta al estrés laboral o a la autonomía del trabajador, aspectos que en ocasiones pueden generar tensiones o sensación de vigilancia continua (Cippelletti et al., 2023). Por esta razón, las estrategias de prevención actuales proponen integrar la ergonomía física y cognitiva dentro del diseño de los procesos colaborativos.

Por otro lado, el diseño participativo adquiere una gran relevancia. Involucrar a los trabajadores desde las primeras fases de integración de cobots no solo mejora la aceptación de la tecnología, sino que permite identificar de forma más eficaz los puntos críticos en materia de seguridad.

Es importante destacar también el papel de la formación. La aparición de estos nuevos sistemas robóticos conlleva la necesidad de actualizar las competencias en prevención de riesgos laborales, no solo para los responsables técnicos, sino para todos los trabajadores que interactúan con cobots. La formación debe incluir conocimientos básicos sobre el funcionamiento del robot, su lógica de actuación ante obstáculos o contacto humano, y las acciones seguras en caso de fallo o emergencia (INSST, 2023). Esto contribuye a reducir la incertidumbre, mejorar la confianza en el sistema y prevenir errores humanos.

2.2.1 Impacto ergonómico y mejora de condiciones físicas

La ergonomía es la disciplina que estudia cómo adaptar el trabajo a las capacidades y necesidades físicas y mentales de las personas. Su objetivo principal es lograr que las tareas se realicen de forma segura, cómoda y eficiente, reduciendo el riesgo de fatiga, lesiones y otros problemas de salud. En el entorno industrial, una buena ergonomía implica diseñar puestos de trabajo, herramientas y procesos que minimicen esfuerzos innecesarios, movimientos repetitivos o posturas incómodas. Por ello, mejorar la ergonomía es una estrategia clave para proteger la salud de los trabajadores y aumentar su bienestar.

La incorporación de robots colaborativos (cobots) en la industria está generando un impacto significativo y positivo en la ergonomía y las condiciones físicas de los trabajadores. Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), la automatización mediante cobots “podría disminuir la realización de tareas que requieren esfuerzos físicos, movimientos repetitivos, posturas forzadas y manipulación manual de cargas, contribuyendo así a la reducción de trastornos musculoesqueléticos” (INSST, 2023, p. 12). Gracias a su ayuda, los trabajadores pueden centrarse en tareas menos exigentes físicamente, lo que contribuye a evitar el desgaste corporal que suele aparecer tras años de esfuerzo continuo.

Esta mejora ergonómica no solo se traduce en la reducción de lesiones físicas, sino también en una menor exposición a ambientes insalubres o inseguros, como aquellos que implican contacto con contaminantes, temperaturas extremas o productos químicos peligrosos. El uso de cobots en este tipo de situaciones protege directamente la salud de los trabajadores, ya que evita que estén en contacto directo con sustancias o condiciones dañinas. De este modo, se crea un entorno más seguro y controlado. En palabras de FEMEVAL, “la robótica presenta oportunidades como la sustitución de personas en tareas insalubres, inseguras, evitando o disminuyendo la exposición a zonas o procesos peligrosos derivados del trabajo directo con máquinas con elementos mecánicos en movimiento” (FEMEVAL, 2023, p. 16).

Ejemplo de ello, en la fábrica de Ródenas se ha constatado que “los robots colaborativos pueden mejorar sustancialmente las condiciones laborales de las personas trabajadoras, especialmente en aquellas tareas pesadas, peligrosas y más minuciosas y precisas, que en definitiva comportan un mayor nivel de riesgo ergonómico y una mayor probabilidad de

provocar daños musculoesqueléticos” (porExperiencia, 2023, párr. 4). Este tipo de mejoras no solo contribuyen a la salud física de los empleados, sino que también repercuten positivamente en la productividad y la calidad del trabajo.

Desde una perspectiva internacional, la preocupación por la ergonomía es uno de los principales motores para la adopción de cobots en la industria manufacturera. En Europa, por ejemplo, más del 30 % de los trabajadores sufren dolores leves de espalda relacionados con su actividad laboral, y la robótica colaborativa se presenta como una solución efectiva para aliviar estas demandas físicas. Esto no solo mejora la salud de los trabajadores, sino que también permite que puedan trabajar con más comodidad, lo cual influye positivamente en su motivación y en el clima laboral general. Además, esta tecnología facilita que los trabajadores de mayor edad puedan mantenerse activos laboralmente por más tiempo, contribuyendo a la sostenibilidad del empleo en un contexto de envejecimiento poblacional (Zanitti, 2021).

Proyectos europeos como SOPHIA han desarrollado sistemas avanzados de interacción humano-robot que no solo colaboran físicamente, sino que también monitorizan el estado físico y mental del operario, orientándolo para adoptar posturas más seguras y reducir la fatiga. Estas soluciones integran sensores y algoritmos que permiten mejorar la ergonomía y la productividad en tiempo real, representando un avance significativo en la Industria 4.0 (CORDIS, 2024). Este tipo de tecnologías ayudan a que los trabajadores reciban información útil para evitar sobrecargas, corrigiendo a tiempo ciertos movimientos o posturas que podrían ser perjudiciales si se repiten durante horas.

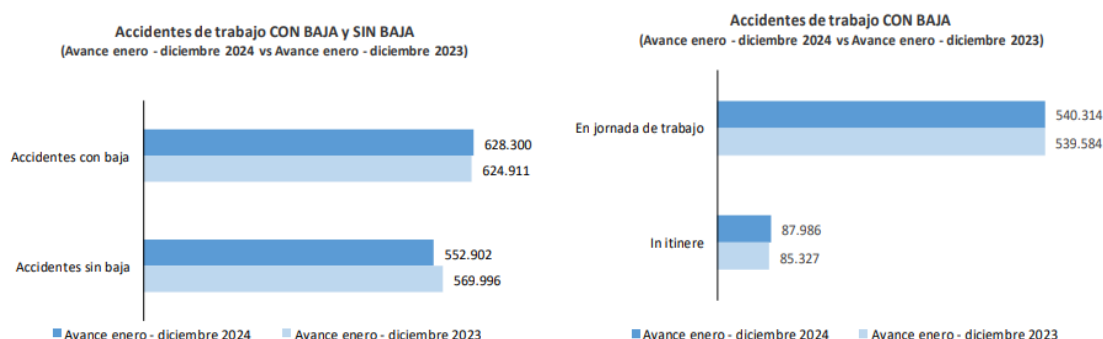
Desde la perspectiva nacional, la automatización de tareas repetitivas y poco ergonómicas mediante robótica colaborativa también contribuye a reducir la incidencia de lesiones y bajas laborales por trastornos musculoesqueléticos. En España, en 2019, el 28,26 % de las bajas laborales por accidentes de trabajo se debieron a este tipo de lesiones, muchas de las cuales podrían prevenirse con una mejor ergonomía y automatización (Ministerio de Trabajo, citado en CadeCobots, 2022). Estos datos reflejan claramente que una gran parte de los problemas físicos en el trabajo provienen de tareas que podrían ser realizadas por cobots. Al eliminar o reducir estas actividades manuales exigentes, se mejora directamente la salud de los empleados y se disminuye el número de bajas por dolencias físicas.

Además, proyectos como Sharework, liderado por el centro tecnológico Eurecat, están desarrollando sistemas inteligentes que priorizan la ergonomía en la colaboración entre robots y trabajadores. Estos sistemas incorporan sensores, realidad aumentada y análisis predictivo para mejorar las condiciones de trabajo en plantas industriales de España e Italia, facilitando la integración segura y ergonómica de la robótica colaborativa (Eurecat, 2024). Gracias a este tipo de desarrollos, no solo se protege al trabajador, sino que también se mejora su rendimiento. El objetivo no es sustituir a las personas, sino ayudarlas a realizar su labor con mayor seguridad, menos fatiga y mejores resultados.

2.2.2 Disminución de la siniestralidad laboral: evidencias empíricas

La robótica colaborativa (cobots) emerge como una herramienta clave para reducir la siniestralidad laboral, especialmente en tareas que implican sobreesfuerzos físicos, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas.

Durante el periodo de enero a diciembre de 2024, el número de accidentes de trabajo con baja fue 628.300 mientras que el de accidentes de trabajo sin baja fue 552.902. Comparando las cifras con el mismo periodo del año anterior, los accidentes con baja experimentaron un aumento del 0,5% y los accidentes sin baja una disminución del 3,0% (MITES, 2024). Dentro de los accidentes con baja, se produjeron 540.314 accidentes en jornada de trabajo y 87.986 accidentes in itinere. La variación en relación al mismo periodo del año anterior se situó en el 0,1% para los accidentes en jornada y en el 3,1% para accidentes in itinere (MITES, 2024).



Figuras 3 y 4: Estadísticas de accidente de trabajo con baja y sin baja. Datos absolutos enero a diciembre 2023-24.

Fuente: Ministerio de trabajo y economía social

En este periodo se produjeron 540.314 accidentes con baja en jornada, de los cuales 3.766

accidentes fueron graves y 646 accidentes fueron mortales. Comparando estos datos con los del mismo periodo del año anterior, se produjeron 7 accidentes graves y 65 accidentes mortales más (MITES, 2024).

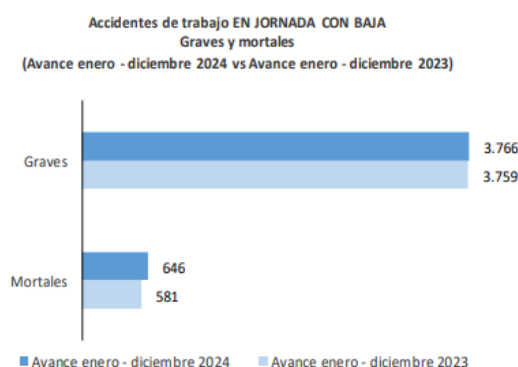


Figura 5: Estadísticas de accidente de trabajo en jornada con baja. Datos absolutos enero a diciembre 2023-24.

Fuente: Ministerio de trabajo y economía social

Si analizamos los periodos de enero a abril de 2024 podemos ver que los datos del Ministerio de Trabajo y Economía Social confirman que el número de accidentes de trabajo con baja fue 199.195, mientras que el de accidentes de trabajo sin baja fue 178.285. Comparando las cifras con el mismo periodo del año anterior, los accidentes con baja experimentaron un aumento del 3,1% y los accidentes sin baja del 0,5% . Dentro de los accidentes con baja, se produjeron 171.698 accidentes en jornada de trabajo y 27.497 accidentes in itinere. La variación en relación al mismo periodo del año anterior se situó en el 2,4% para los accidentes en jornada y en el 7,6% para accidentes in itinere (MITES, 2024).

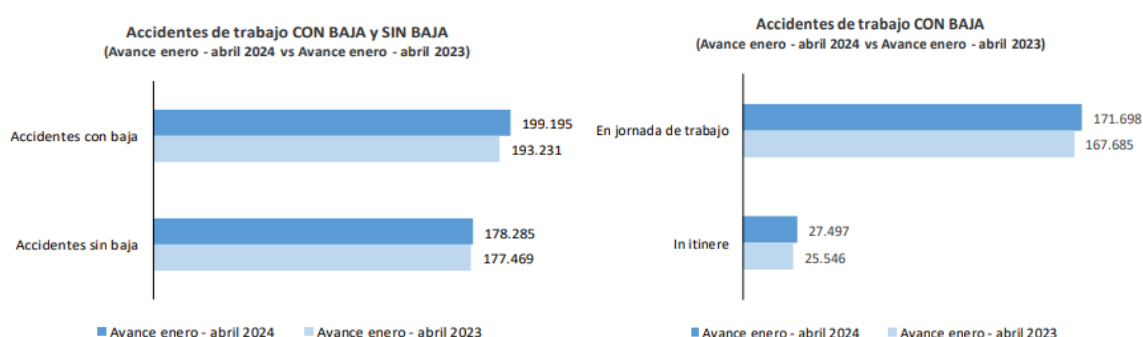


Figura 6 y 7: Estadísticas de accidente de trabajo en jornada con baja y sin baja. Datos absolutos enero a abril 2023-24.

Fuente: Ministerio de trabajo y economía social

En este periodo se produjeron 171.698 accidentes con baja en jornada, de los cuales 1.214 accidentes fueron graves y 202 accidentes fueron mortales. Comparando estos datos con los del mismo periodo del año anterior, se produjeron 16 accidentes graves y 5 accidentes

mortales más (MITES, 2024).

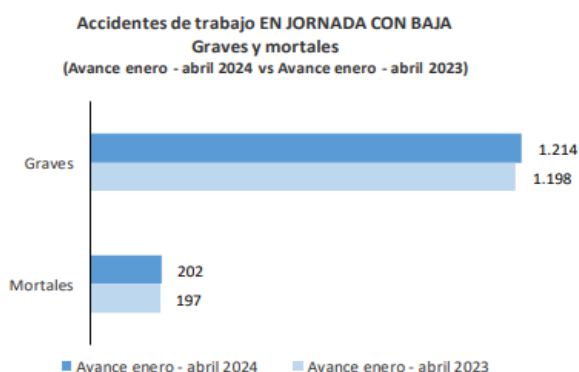
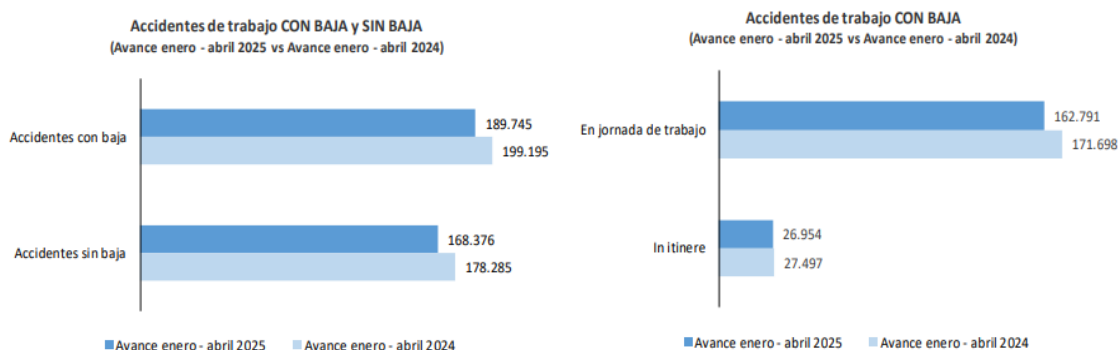


Figura 8: Estadísticas de accidente de trabajo en jornada con baja. Datos absolutos enero a abril 2023-24.
Fuente: Ministerio de trabajo y economía social

Ahora bien, si analizamos el avance de enero - abril 2025, el número de accidentes de trabajo con baja fue 189.745 mientras que el de accidentes de trabajo sin baja fue 168.376. Comparando las cifras con el mismo periodo del año anterior, los accidentes con baja experimentaron una disminución del 4,7% y los accidentes sin baja del 5,6%. Dentro de los accidentes con baja, se produjeron 162.791 accidentes en jornada de trabajo y 26.954 accidentes in itinere (MITES, 2025). La variación en relación al mismo periodo del año anterior se situó en el -5,2% para los accidentes en jornada y en el -2,0% para accidentes in itinere (MITES, 2025).



Figuras 9 y 10: Estadísticas de accidente de trabajo en jornada con baja. Datos absolutos enero a diciembre 2024-25.
Fuente: Ministerio de trabajo y economía social

En ese mismo periodo se produjeron 162.791 accidentes con baja en jornada, de los cuales 1.155 accidentes fueron graves y 193 accidentes fueron mortales. Comparando estos datos con los del mismo periodo del año anterior, se produjeron 59 accidentes graves y 9 accidentes mortales menos (MITES, 2025).

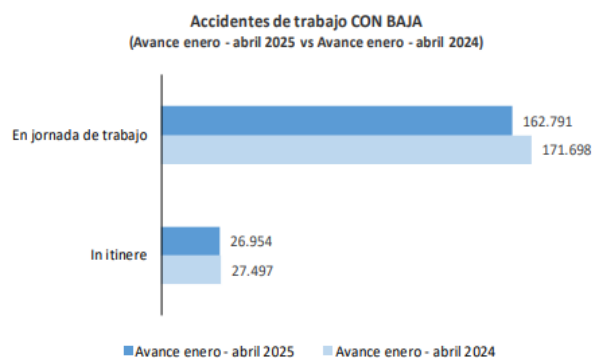


Figura 11 Estadísticas de accidente de trabajo en jornada con baja. Datos absolutos enero a diciembre 2023-24.

Fuente: Ministerio de trabajo y economía social

En resumen, los datos muestran una tendencia positiva en la reducción de la siniestralidad laboral durante los primeros meses de 2025, lo que refleja avances en materia de prevención y seguridad en el trabajo.

Algunos proyectos europeos y nacionales, como AI-PRISM y Sharework, están trabajando en la integración de inteligencia artificial y robótica colaborativa para anticipar y reducir riesgos en el entorno laboral. Estas iniciativas prevén reducir en un 10 % los accidentes mortales y en un 20 % los riesgos en espacios de trabajo compartidos (Future Inese, 2023; Eurecat, 2024).

La robótica colaborativa contribuye a reducir la incidencia de enfermedades profesionales derivadas de posturas forzadas y movimientos repetitivos, que en 2022 representaron más del 53,7 % de los casos registrados en España (Okoka, 2024). Estas enfermedades musculoesqueléticas son responsables del 28,26 % de las bajas laborales por accidentes de trabajo, lo que evidencia la importancia de mejorar la ergonomía y automatizar tareas físicamente exigentes (CadeCobots, 2022). Este tipo de dolencias no solo afecta a la salud del trabajador, sino que también repercute directamente en la productividad y en los costes derivados de las bajas. Por eso, la prevención mediante cobots se presenta como una inversión que beneficia tanto al empleado como a la empresa (CadeCobots, 2022; Okoka, 2024).

Además, los cobots incorporan sistemas de seguridad avanzados que permiten la interacción segura con los trabajadores, minimizando riesgos mecánicos como atrapamientos o golpes, y adaptándose a los ritmos de trabajo humanos para evitar la imposición de cargas excesivas (INSST, 2023). Esta capacidad de colaboración segura es fundamental para su aceptación y eficacia en la prevención de accidentes. A diferencia de

otros tipos de automatización más rígida, los cobots están diseñados para adaptarse al entorno humano y no al revés. Esto los convierte en aliados estratégicos para lograr entornos de trabajo más seguros sin comprometer el ritmo productivo (INSS'T, 2023).

A pesar de estas ventajas, la siniestralidad mortal ha aumentado en 2024, con 796 fallecimientos, un 10,4 % más que en 2023 (Fraternidad-Muprespa, 2025). Este incremento pone de manifiesto la necesidad urgente de seguir impulsando la adopción de tecnologías colaborativas y mejorar la gestión preventiva, especialmente en sectores con mayor incidencia de accidentes graves, como la construcción y la industria manufacturera (INSST, 2023). Esta evolución al alza evidencia la necesidad de replantear las estrategias tradicionales de prevención y de apostar por soluciones tecnológicas innovadoras que permitan anticiparse a los riesgos, en lugar de limitarse a mitigarlos una vez ocurren. En este contexto, los robots colaborativos se presentan como un recurso clave para intervenir directamente sobre los factores de riesgo más comunes y peligrosos en los entornos de trabajo.

Esta evidencia empírica en España confirma que la robótica colaborativa representa una herramienta fundamental para la disminución efectiva de la siniestralidad laboral, especialmente en aquellas tareas que implican un alto riesgo físico, como la manipulación de cargas, movimientos repetitivos y posturas forzadas. Además, la integración de estas tecnologías tiene un efecto positivo en la cultura organizacional de la empresa, ya que transmite una imagen de compromiso con la seguridad del trabajador, favoreciendo el bienestar psicológico, el clima laboral y la retención del talento (World Economic Forum, 2020).

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque metodológico

Este Trabajo de Fin de Grado se ha desarrollado a partir de un enfoque metodológico cualitativo, basado fundamentalmente en la revisión documental y el análisis de casos prácticos. El objetivo ha sido comprender el impacto que los robots colaborativos pueden tener en la prevención de riesgos laborales, mediante el estudio de fuentes teóricas y experiencias reales en entornos laborales.

Este tipo de enfoque permite obtener una visión global del tema tratado, ya que no se limita a una única experiencia concreta, sino que ofrece una perspectiva comparativa y contextualizada. Además, al tratarse de un tema emergente dentro del ámbito de la seguridad y salud laboral, el método documental resulta especialmente adecuado para abordar su evolución, impacto actual y potencial desarrollo futuro.

3.2 Selección y análisis de fuentes documentales

Para asegurar el rigor y la actualidad de este trabajo, la selección y análisis de las fuentes documentales se ha realizado siguiendo criterios estrictos de calidad científica, relevancia sectorial y aplicabilidad al contexto español, especialmente en el ámbito de la robótica colaborativa y la prevención de riesgos laborales.

Criterios de selección de fuentes

He priorizado documentos y publicaciones provenientes de organismos oficiales, sindicatos, instituciones académicas, revistas científicas y entidades especializadas en prevención de riesgos laborales y robótica. Los principales criterios han sido:

- Actualidad: Se han seleccionado fuentes publicadas mayoritariamente entre 2015 y 2025, garantizando así la vigencia de los datos, normativas y avances tecnológicos analizados.
- Relevancia: Se han escogido informes y estudios específicos sobre robótica colaborativa, ergonomía, siniestralidad laboral y normativa aplicable en España y Europa, que aportan información directa y contextualizada.
- Fiabilidad: Se ha dado prioridad a documentos de entidades reconocidas como el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), UGT, CCOO, y revistas científicas, asegurando la validez y credibilidad de las fuentes.
- Accesibilidad: Se ha recurrido a diversas bases de datos académicas, tales como Google Académico, Dialnet, ScienceDirect y Elsevier España, además de informes técnicos y guías sectoriales accesibles, para obtener una visión amplia y actualizada.

Entre las fuentes seleccionadas destacan:

- Documentos técnicos y guías del INSST, como *Robots colaborativos: características, riesgos y medidas preventivas* (INSST, 2023), que proporcionan una base normativa y

técnica sólida sobre la definición, clasificación y riesgos asociados a los cobots en España.

- Informes sindicales de UGT y CCOO, que analizan el impacto de la robótica colaborativa en la prevención de riesgos laborales, la ergonomía y la salud de los trabajadores, aportando además referencias para profundizar en la investigación.
- Normativa internacional y española, como la ISO 10218, ISO/TS 15066 y la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, que establecen los requisitos de seguridad y las obligaciones legales en la implantación de robots industriales y colaborativos.
- Revisión de literatura científica en revistas indexadas, que examinan riesgos emergentes, oportunidades y retos en la integración de cobots en la industria.
- Casos prácticos y ejemplos sectoriales que ilustran la aplicación de cobots en entornos industriales concretos, evidenciando mejoras ergonómicas y reducción de siniestralidad.

El análisis de las fuentes se ha llevado a cabo mediante una lectura crítica y sistemática, extrayendo conceptos clave, datos estadísticos, ejemplos de aplicación y recomendaciones normativas. Se ha puesto especial atención en la identificación de riesgos emergentes, la interacción humano-robot y las medidas preventivas específicas para la robótica colaborativa. Este proceso implicó una revisión comparativa de documentos técnicos, estudios académicos, informes institucionales y normativas nacionales e internacionales, con el objetivo de obtener una visión global y contrastada del estado actual de la cuestión. Asimismo, se han evaluado las fortalezas y limitaciones de la literatura disponible, así como los retos futuros, como la adaptación normativa, la formación continua de los trabajadores en la prevención de riesgos laborales vinculados a la robótica. La selección de fuentes ha seguido criterios de actualidad, relevancia temática y fiabilidad, priorizando publicaciones de organismos oficiales como el INSST, la EU-OSHA, y proyectos europeos de innovación tecnológica. Además, se han tenido en cuenta distintas disciplinas –como la ergonomía, la ingeniería industrial y la prevención de riesgos laborales– para dotar al trabajo de una perspectiva integradora.

CAPÍTULO 4. ESTUDIOS DE CASO

4.1 Análisis de casos prácticos

La incorporación de robots colaborativos (cobots) en la industria representa una de las estrategias más innovadoras y eficaces para la reducción de la siniestralidad laboral y la mejora de la salud ocupacional. A continuación, se presentan cuatro estudios de caso que ilustran, desde diferentes realidades, el impacto tangible de la automatización colaborativa en la prevención de riesgos laborales, la ergonomía y la eficiencia productiva.

Caso 1: Universal Robots & Asepeyo (2023)

Aplicación de robots colaborativos como estrategia de reducción de la siniestralidad laboral en la industria española

En el contexto de la transición hacia la Industria 4.0, Universal Robots y la mutua Asepeyo desarrollaron un análisis conjunto en 2023 para evaluar el impacto de la automatización colaborativa sobre la seguridad en el trabajo. El estudio parte de datos oficiales del Ministerio de Trabajo y Economía Social, que reflejan que aproximadamente el 30 % de los accidentes laborales con baja están relacionados con sobreesfuerzos musculoesqueléticos, y que el 53,7 % de las enfermedades profesionales se asocian a movimientos repetitivos y posturas forzadas (Universal Robots & Asepeyo, 2023). Estos datos evidencian la urgencia de introducir soluciones tecnológicas preventivas como los cobots, especialmente en sectores donde la manipulación de cargas y la repetitividad son inherentes al proceso productivo.

Descripción del problema y justificación de la intervención

Las empresas industriales españolas afrontan elevados índices de lesiones por esfuerzo físico acumulado, con un fuerte impacto en el absentismo, los costes asociados y la ergonomía de los puestos de trabajo. La integración de cobots se plantea como respuesta a esta problemática, permitiendo automatizar tareas de alto riesgo ergonómico sin necesidad de vallados físicos y cumpliendo estrictas normativas de seguridad colaborativa como la UNE-EN-ISO 10218-1/2 y la ISO/TS 15066. Desde una perspectiva preventiva, estos dispositivos ofrecen ventajas no solo en la reducción del riesgo inmediato, sino también en la mejora a largo plazo del entorno laboral y en el bienestar físico de los trabajadores.

Implementación y aplicaciones

Universal Robots promueve la implantación de cobots en tareas como la manipulación de cargas, ensamblaje repetitivo, embalaje y paletizado. Estos robots están diseñados para operar junto a los trabajadores, con sistemas avanzados de detección de presencia y parada automática. Además, respetan los límites biomecánicos de presión y fuerza establecidos por la normativa internacional. La evaluación de riesgos previa a la implantación incluye el análisis del tipo de interacción (coexistencia o colaboración) y los modos de operación colaborativa permitidos, como la parada supervisada o la limitación de fuerza, garantizando una integración segura en el entorno humano.

Impacto y resultados

El estudio estima que la robótica colaborativa podría evitar hasta 160.000 accidentes laborales anuales relacionados con sobreesfuerzos físicos en España, lo que se traduce en una reducción estimada del 80 % en accidentes por sobreesfuerzo y del 50 % en enfermedades profesionales vinculadas al trabajo repetitivo (Universal Robots & Asepeyo, 2023). Además, se proyecta una disminución proporcional en la media de días de baja —actualmente en 11,4 días por accidente— y una mejora documentada en la percepción de seguridad y satisfacción por parte de los trabajadores. Este tipo de tecnología no solo permite reducir la frecuencia y gravedad de los incidentes, sino que también favorece la productividad y el rendimiento de las organizaciones, al minimizar las interrupciones derivadas de lesiones y ausencias laborales.

Los sectores con mayor potencial de impacto incluyen la industria manufacturera, la logística, la gestión de residuos, las industrias extractivas y la construcción, donde las tareas manuales intensivas y repetitivas siguen siendo comunes. En estos contextos, la adopción de cobots representa una medida preventiva eficaz, alineada con las estrategias europeas de seguridad y salud en el trabajo.

La implementación de cobots, sin embargo, no está exenta de nuevos desafíos, el informe subraya la necesidad de realizar una evaluación de riesgos obligatoria, acompañada de formación continua del personal, mantenimiento preventivo y rediseño ergonómico de los puestos. Se identifican también riesgos emergentes asociados a la interacción humano-

robot, como errores de programación, reacciones reflejas ante movimientos del robot o fatiga por vigilancia. Estos aspectos están siendo progresivamente incorporados en las estrategias de prevención de riesgos laborales tanto a nivel nacional como europeo, reforzando el papel de la robótica colaborativa como herramienta de prevención moderna, pero también como ámbito que exige un enfoque adaptativo, multidisciplinar y proactivo en su gestión.

Caso 2: Kyocera AVX El Salvador (Flores Cortez et al., 2023) Propuesta de cobots para optimización ergonómica y salud ocupacional

Este caso, aunque ubicado fuera de España, resulta extrapolable y relevante por su enfoque en la mejora ergonómica y la reducción de siniestralidad mediante la automatización colaborativa. En la planta de Kyocera AVX El Salvador, el área de *fuse tester* (probador de fusibles) presentaba un alto riesgo ergonómico debido a la manipulación manual de bandejas de 5 kg, repetida cientos de veces al día por las operarias. Las medidas tradicionales (cinturones lumbares, calzado ergonómico, delimitaciones de seguridad) no lograban eliminar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas a medio y largo plazo, lo que evidenciaba una clara necesidad de intervención tecnológica en el puesto.

La propuesta consistió en una solución integral basada en tecnologías colaborativas, combinando bandas transportadoras motorizadas, un robot móvil autónomo (AIV) y un cobot colaborativo Universal Robots UR10e. El objetivo era automatizar completamente el traslado, manipulación y almacenamiento de bandejas en el área de pruebas eléctricas. Este sistema elimina el esfuerzo físico repetitivo y los desplazamientos innecesarios, adaptando el entorno de trabajo a las capacidades del operario. Además, la solución integra sensores industriales, controladores lógicos programables (PLC) y sistemas de seguridad, garantizando una interacción fluida y segura entre humano y robot (Flores Cortez et al., 2023).

Beneficios esperados y aportes a la prevención de riesgos

Se espera una reducción significativa en los trastornos musculoesqueléticos, una mejora de la ergonomía en el puesto, así como un impacto positivo en el clima organizacional. Desde el punto de vista productivo, se estima que el nuevo sistema permitirá procesar hasta 15

bandejas en 10,8 minutos, aumentando así la eficiencia operativa. Esta automatización colaborativa responde directamente a uno de los principales retos de la salud laboral contemporánea: reducir los riesgos derivados de tareas repetitivas sin desplazar al trabajador, sino adaptando el entorno para mejorar su bienestar y productividad.

Además, la propuesta impulsa la transformación digital de la planta, alineándose plenamente con los principios de la Industria 4.0. La integración de tecnologías colaborativas y sistemas ciberfísicos no solo optimiza procesos individuales, sino que abre la puerta a una producción más flexible, segura e inteligente. La combinación de automatización y análisis de datos en tiempo real permite una toma de decisiones más informada y adaptativa, contribuyendo a la sostenibilidad a largo plazo del sistema productivo. En este contexto, el proyecto representa un caso ejemplar de cómo la robótica colaborativa puede actuar como catalizador tanto para la competitividad industrial como para la mejora del bienestar de los trabajadores.

Limitaciones y perspectivas futuras

El estudio reconoce la existencia de retos logísticos y económicos, como la disponibilidad de proveedores especializados, los costos iniciales de adquisición e integración tecnológica y la necesidad de formación continua. No obstante, plantea que estos obstáculos pueden superarse mediante alianzas estratégicas, políticas de formación técnica y una adecuada planificación en la implementación. La validación práctica y la recolección de datos post-implantación serán esenciales para medir el impacto real en salud ocupacional y productividad, y para generar recomendaciones aplicables a otros entornos industriales con problemáticas similares.

Caso 3: Reis et al., 2024: Gestión de accidentes laborales mediante robótica colaborativa en la industria brasileña.

Este estudio, desarrollado por un equipo de investigación de la Faculdade de Tecnologia Prefeito Hirant Sanazar (Fatec Osasco), analiza el impacto de la implementación de robots colaborativos (cobots) en una planta industrial del sector de productos de limpieza en Brasil. El trabajo se centra en la reducción de riesgos laborales asociados a esfuerzos físicos repetitivos, con un enfoque específico en la ergonomía, la disminución de lesiones y la optimización de los costes operativos. La experiencia fue documentada mediante análisis de

caso, investigación de campo con un líder de producción y evaluación cuantitativa de indicadores antes y después de la automatización.

Descripción del problema y justificación de la intervención

Antes de la introducción de los cobots, la planta operaba con 10 trabajadores por turno, distribuidos en tres turnos diarios. Las tareas consistían en operaciones manuales repetitivas con manipulación constante de materiales, lo que generaba un alto riesgo de lesiones musculoesqueléticas, especialmente en la zona lumbar y las extremidades superiores. A esto se sumaban importantes costes derivados del tiempo ocioso, la producción de piezas defectuosas (sucata) y la necesidad de ajustes operativos constantes. Los costes anuales totales bajo este sistema ascendían a R\$ 1.933.000,00. La incorporación de cobots se propuso como una solución integral para reducir la exposición a factores de riesgo ergonómico, mejorar el entorno de trabajo y aumentar la eficiencia del sistema productivo.

Implementación y aplicaciones

La intervención consistió en la integración de un sistema colaborativo completo que incluía un cobot, garras especializadas, sensores industriales, periféricos, sistema de monitoreo, barreras físicas, interfaces de programación y elementos de integración. La inversión inicial total fue de R\$ 142.000,00. La solución fue diseñada para operar en colaboración con los trabajadores, sin necesidad de vallado físico, cumpliendo con los requisitos de seguridad recogidos en las normas internacionales UNE-EN-ISO 10218-1 y la ISO/TS 15066. Los cobots asumieron tareas de manipulación de materiales y operaciones repetitivas, liberando a los operarios de las acciones más demandantes físicamente y contribuyendo a la reorganización ergonómica del puesto de trabajo.

Impacto y resultados

Los resultados tras la implementación fueron notables. El número de operarios por turno se redujo de 10 a 3, manteniéndose el rendimiento productivo. El tiempo ocioso disminuyó del 22,5 % al 13,5 %, mientras que el coste de sucata se redujo significativamente. En conjunto, los costes anuales pasaron de R\$ 1.933.000,00 a R\$ 500.098,36, generando una economía directa de R\$ 1.432.901,64. Este ahorro permitió recuperar la inversión inicial en menos de un año.

Desde el punto de vista de la seguridad y salud laboral, el uso de cobots contribuyó a la eliminación de tareas de alto riesgo ergonómico, mejoró la percepción de seguridad de los trabajadores y disminuyó la incidencia de lesiones musculoesqueléticas. Asimismo, se registró una mejora en el clima organizacional, atribuida a la reducción del esfuerzo físico y al incremento del confort laboral.

Los sectores con mayor aplicabilidad de esta experiencia incluyen industrias con tareas manuales de alta repetitividad, como la manufactura, el sector alimentario, la logística y la electrónica, donde la robótica colaborativa puede actuar como medida preventiva de gran impacto.

Limitaciones y perspectivas futuras

Aunque el estudio destaca los beneficios obtenidos, también señala retos como la necesidad de formación continua del personal, la actualización de infraestructuras y la integración eficiente con los sistemas existentes. No obstante, se concluye que los cobots representan una herramienta efectiva para la prevención de accidentes laborales y la transformación de entornos productivos en espacios más seguros y sostenibles. La experiencia brasileña validada por Reis et al. (2024) demuestra que la inversión en robótica colaborativa no solo mejora la competitividad industrial, sino que también actúa como palanca estratégica para la mejora de la salud ocupacional.

Caso 4: DeSimone et al. (2025): Impacto de la automatización colaborativa en la seguridad laboral industrial

El estudio de DeSimone, Kumar, Liu y Vasquez (2025), publicado como documento de trabajo del Departamento de Economía de la Universidad Ca' Foscari de Venecia (Italia), analiza el impacto de la adopción de robots colaborativos en la seguridad laboral desde una perspectiva macroeconómica y cuantitativa. A través de una combinación de datos sectoriales, modelos econométricos y literatura técnica, los autores estiman cómo la automatización colaborativa puede contribuir a reducir la siniestralidad en sectores industriales con alto riesgo físico.

Descripción del problema y justificación de la intervención

El estudio parte del reconocimiento de que sectores como la manufactura, la construcción o la logística presentan históricamente tasas elevadas de accidentes laborales, especialmente

relacionados con tareas repetitivas, manipulación manual de cargas y exposición a maquinaria. En este contexto, los robots colaborativos se presentan como una alternativa tecnológica capaz de redistribuir el trabajo físico de alto riesgo y mejorar la ergonomía de los puestos sin eliminar completamente la intervención humana.

Implementación y enfoque metodológico

A diferencia de otros casos empíricos, este estudio no se basa en una experiencia de campo directa, sino en una estimación del efecto agregado de los cobots sobre la seguridad laboral, empleando bases de datos industriales y simulaciones de escenarios. Los autores analizan cómo la introducción de robots colaborativos afecta las tasas de accidentes por sector, combinando evidencia existente con modelos de comportamiento laboral.

Resultados e implicaciones

Los resultados sugieren que, en los sectores donde los cobots han sido adoptados, se ha observado una disminución significativa en accidentes relacionados con tareas físicamente exigentes. El análisis estima que la automatización colaborativa puede reducir hasta en un 40 % los accidentes vinculados al esfuerzo físico o al uso de maquinaria pesada. Además, se señala que los beneficios en salud y seguridad se potencian cuando la automatización se acompaña de rediseño organizativo y formación del personal.

Limitaciones y perspectivas futuras

El estudio reconoce que, aunque los cobots pueden mejorar las condiciones de seguridad, también pueden generar riesgos nuevos relacionados con errores de programación, falta de capacitación o mal diseño de la interacción humano-máquina. Por ello, se subraya la necesidad de marcos normativos claros (como la ISO/TS 15066), procesos de evaluación de riesgos adaptados y una cultura de seguridad que acompañe la transformación tecnológica.

Reflexión crítica

El análisis de los cuatro casos presentados permite identificar patrones comunes y

contrastes relevantes en la aplicación de robots colaborativos como medida de prevención de riesgos laborales en entornos industriales. Aunque desarrollados en contextos geográficos distintos —España, El Salvador, Brasil y un estudio de alcance internacional—, todos ellos coinciden en destacar la eficacia de la robótica colaborativa en la reducción de la exposición a riesgos ergonómicos y mecánicos, así como en la mejora del bienestar del trabajador.

El caso de Universal Robots & Asepeyo (2023) se distingue por aportar datos cuantitativos oficiales del contexto español y vincular directamente la implantación de cobots con una reducción potencial del 80 % en accidentes por sobreesfuerzo. Esta aproximación, basada en estimaciones de impacto nacional, refuerza el valor estratégico de los cobots en sectores con alta siniestralidad por cargas físicas y tareas repetitivas. Además, pone en evidencia la importancia de contar con apoyo institucional y normativo para facilitar su adopción segura.

En contraste, el caso de Kyocera AVX El Salvador (Flores Cortez et al., 2023) se centra en una aplicación localizada y concreta, abordando un problema ergonómico específico en el área de pruebas eléctricas. Aunque no presenta cifras de reducción de siniestralidad ya consolidadas, propone una solución tecnológica integrada que elimina la manipulación manual repetitiva. Este enfoque es especialmente relevante en entornos donde las medidas tradicionales no resultan suficientes, y donde la robótica se adapta al operario, no al revés.

Por su parte, el estudio de Reis et al. (2024) en Brasil aporta una dimensión adicional al debate: el análisis económico como parte de la estrategia preventiva. La reducción del número de operarios por turno, la mejora de los indicadores de eficiencia y el ahorro anual de más de R\$ 1.400.000 evidencian que la automatización colaborativa no solo mejora la salud laboral, sino que también optimiza los costes operativos. Este caso ilustra con claridad cómo la prevención puede integrarse en la lógica de rentabilidad empresarial sin comprometer la seguridad.

Finalmente, el estudio de DeSimone et al. (2025), desarrollado por investigadores europeos, adopta un enfoque macroeconómico y cuantitativo. A través de modelos econométricos aplicados a datos sectoriales de múltiples países, los autores analizan el efecto de la automatización —incluida la robótica colaborativa— sobre la siniestralidad laboral. Aunque

no se basa en una experiencia de campo concreta, el trabajo permite identificar correlaciones robustas entre mayor grado de automatización y menor tasa de accidentes, consolidando así el papel preventivo de esta tecnología desde una perspectiva internacional.

En conjunto, los cuatro casos evidencian que la robótica colaborativa es efectiva en contextos muy diversos, tanto en plantas automatizadas como en entornos con menor nivel tecnológico. La clave de su éxito reside en una planificación adecuada, la evaluación previa de riesgos, la adaptación ergonómica de los puestos y la participación activa de los trabajadores. Aunque cada experiencia presenta limitaciones propias, todas demuestran que los cobots pueden actuar como instrumento preventivo transversal, contribuyendo a la reducción de accidentes laborales y al fortalecimiento de la cultura de seguridad.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

Tras el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado, puedo afirmar que la robótica colaborativa no solo representa un avance técnico en el ámbito industrial, sino una auténtica oportunidad para transformar el modelo de prevención de riesgos laborales hacia enfoques más humanos, inteligentes y sostenibles. Lo que inicialmente concebía como una herramienta tecnológica, he podido comprender que también implica un cambio de mentalidad: un nuevo modo de entender la colaboración entre personas y máquinas, donde la seguridad y la salud del trabajador deben mantenerse como prioridad absoluta.

A lo largo del proceso de investigación, me ha sorprendido positivamente descubrir el potencial real que tienen los cobots para reducir la siniestralidad laboral. No se trata de una promesa de futuro, sino de una realidad en muchos sectores. Los datos empíricos, los estudios de caso y la evolución normativa demuestran que, cuando se implementan correctamente, estos dispositivos pueden eliminar tareas peligrosas o repetitivas, mejorar las condiciones físicas de los trabajadores y disminuir considerablemente el número de accidentes laborales. Considero que esto supone una revolución silenciosa, que muchas veces no se visibiliza lo suficiente en los discursos públicos sobre innovación.

Sin embargo, también he podido constatar que la implantación de cobots no es una solución rápida ni automática. Exige una planificación rigurosa, un diseño ergonómico de los puestos, una evaluación realista de los riesgos emergentes y, sobre todo, una formación

adecuada de quienes van a interactuar con estos sistemas. En este sentido, creo firmemente que el éxito de la robótica colaborativa no depende tanto de la tecnología en sí como de las decisiones humanas que se tomen en torno a ella. No basta con tener el mejor robot; es imprescindible contar con personas formadas, informadas y partícipes del proceso.

Desde mi punto de vista, uno de los mayores retos actuales está en equilibrar el entusiasmo por la automatización con una mirada crítica y preventiva. La innovación no debe ir por delante de la seguridad. Es especialmente preocupante el posible impacto psicosocial que puede generar la convivencia con robots, sobre todo si no se gestiona de forma transparente. La incertidumbre, la presión por adaptarse, o la sensación de vigilancia pueden generar nuevas formas de malestar si no se abordan adecuadamente. Por ello, insisto en que el componente humano debe estar en el centro de cualquier estrategia tecnológica.

Asimismo, me ha parecido muy interesante comprobar que los cobots no solo benefician a grandes empresas, sino que también son accesibles para pymes. Esto los convierte en una tecnología democratizadora, capaz de llegar a sectores más vulnerables o menos tecnificados. Como futura profesional en el ámbito de las relaciones laborales y los recursos humanos, valoro especialmente que esta herramienta contribuya no solo a la productividad, sino también al bienestar físico y mental de las personas trabajadoras. En definitiva, que sea útil y humana a la vez.

Durante la realización de este trabajo he podido reflexionar sobre el papel clave que desempeñamos los profesionales de la prevención, la gestión del talento y la planificación del trabajo. La incorporación de cobots no es solo un asunto técnico o de ingeniería, sino una cuestión estratégica de cultura organizativa. Creo que debemos estar preparados para acompañar estos procesos, aportando una visión transversal que combine seguridad, ergonomía, participación y valores éticos.

En base en todo lo analizado, y desde mi perspectiva como futura graduada en Relaciones Laborales y Recursos Humanos, propongo una serie de medidas que considero esenciales para maximizar los beneficios de la robótica colaborativa sin descuidar la prevención:

1. Formación adaptada a todos los niveles: La formación no debe centrarse solo en lo técnico. Propongo incluir contenidos relacionados con la confianza en la

tecnología, la gestión emocional del cambio y la cultura preventiva. Un trabajador formado no solo es más seguro, sino también más receptivo.

2. Evaluaciones participativas de riesgos: Las evaluaciones deberían hacerse contando con la opinión directa de los operarios que convivirán con los cobots. Nadie conoce mejor el puesto que quien lo ocupa. Esta participación es clave para detectar riesgos ocultos y aumentar la aceptación.
3. Diseño centrado en el bienestar: Más allá del cumplimiento normativo, considero necesario diseñar entornos colaborativos que prioricen el bienestar integral del trabajador, tanto físico como psicológico. La tecnología debe adaptarse a la persona, no al revés.
4. Visibilizar la dimensión social de la innovación: En muchos casos, los debates sobre robótica se centran en la eficiencia y el rendimiento. Me parece fundamental reivindicar también su dimensión social: su capacidad para hacer el trabajo más digno, inclusivo y humano.
5. Favorecer estudios piloto y buenas prácticas locales: Las experiencias reales en empresas españolas pueden servir de referencia para muchas otras. Recomiendo fomentar la difusión de casos de éxito (y también de errores) para aprender colectivamente y adaptar soluciones.
6. Diseñar políticas públicas específicas para la PRL 4.0: Creo que el sector público tiene un papel esencial en guiar este proceso. Propongo que se elaboren planes estratégicos que fomenten la robótica segura, accesible y centrada en las personas.
7. Garantizar la privacidad en el uso de tecnologías colaborativas: A medida que se implantan cobots y sistemas inteligentes en los entornos laborales, también aumenta la recogida de datos sobre las personas trabajadoras. Esto como he comentado antes generara una sensación constante de vigilancia. Considero esencial que se establezcan medidas claras para proteger la privacidad; informar con transparencia, limitar el uso de datos y fomentar la confianza, evitando así rechazos y asegurando una convivencia sana entre personas y tecnología.

En conclusión, los robots colaborativos son una herramienta con un gran potencial transformador, pero su verdadero valor dependerá de cómo decidamos usarlos. No debemos perder de vista que, detrás de cada innovación, sigue habiendo una persona trabajando. Y ese debe ser siempre el punto de partida.

CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ametic. Position Paper: Robótica colaborativa. Madrid: Ametic, 2023. https://ametic.es/wp-content/uploads/2023/04/Paper_Robotica-Colaborativa_def.pdf[https://ametic.es/wp-](https://ametic.es/wp-content/uploads/2023/04/Paper_Robotica-Colaborativa_def.pdf)

Arvanitis, G., Piperigkos, N., Anagnostopoulos, C., et al. Real time enhancement of operator's ergonomics in physical human–robot collaboration scenarios using a multi-stereo camera system. Arxiv, 2023. <https://arxiv.org/abs/2304.05120>

Baobab Soluciones. Cobots, inteligencia artificial e industria 4.0. Baobab Soluciones, 2025. <https://baobabsoluciones.es/blog/2025/01/02/cobots-inteligencia-artificial-industria-4-0/>

Bogue, R. Robots in the food industry: A review of recent developments. Industrial Robot: The International Journal of Robotics Research and Application, 45(5), 2018, pp. 563–567.
BOGUE, R. Robots in the food industry: A review of recent developments. Industrial Robot: The International Journal of Robotics Research and Application, 45(5), 2018, pp. 563–567.

Cadecobots. La robótica colaborativa ayuda a reducir las bajas y accidentes laborales. Cadecobots, 2022.. <https://cadecobots.com/la-robotica-colaborativa-ayuda-a-reducir-las-bajas-y-accidentes-laborales/>

Cardiel Y. Automatización de una célula de corte Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Zaragoza, 2021.

CCOO de Catalunya & ISTAS. Informe técnico: Influencia de la robótica en las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo. Barcelona: CCOO, 2021. <https://www.ccoo.cat/wp-content/uploads/2022/02/informe-tecnico-influencia-robotica-condiciones-ergonomicas-puestos-trabajo.pdf>

CCOO. Informe de CCOO sobre Accidentes laborales y Enfermedades profesionales en España

en,2024. <https://www.saludlaboralymedioambiente.ccooaragon.com/saludlaboral/noticias/informe-de-ccoo-sobre-accidentes-laborales-y-enfermedades-profesionales-en-espana-en-2024-461>

CORDIS. Nueva generación de robots colaborativos transforma los procesos de fabricación. 2024. <https://cordis.europa.eu/article/id/454260-new-generation-of-collaborative-robots-transforms-manufacturing-processes/es>

CRANES TODAY. Stanley moves into materials handling with Cobotics acquisition. Cranes Today, April 2, 2003. <https://www.cranestodaymagazine.com/news/stanley-moves-into-materials-handling-with-cobotics-acquisition/>

CTAIMA. Informe de accidentes laborales en España 2024: Más de 2 muertes diarias por causas prevenibles. CTAIMA, febrero 28, 2025. https://www.ctaima.com/blog/informe-de-accidentes-laborales-en-espana-2024/?utm_source=chatgpt.com

CTAIMA. (2022, febrero 17). Informe de accidentes de trabajo: Todo lo que necesitas saber. CTAIMA. <https://www.ctaima.com/blog/informe-de-accidentes-de-trabajo-todo-lo-que-necesitas-saber/>

DeSimone, J. A., Kumar, S., Liu, Y., & Vasquez, M. A. (2025). *Robots and workplace safety: Evidence from industrial automation* (Ca' Foscari University of Venice, Dept. of Economics Working Paper No. 20). <https://www.researchgate.net/publication/388919252> The impact of robots on workplace injuries and deaths Empirical evidence from Europe

Domínguez Herrera, Sergio. Robótica colaborativa: aplicaciones industriales y retos futuros. Trabajo de Fin de Grado, Universitat Politècnica de Catalunya, 2023. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/420024/TRABAJO_DE_FIN_DE_GRADO_DOMINGUEZ_HERRERA_SERGIO.pdf?Sequence=2

Eurecat. (2024). *Sharework: Safe collaboration between humans and robots in industrial environments*. Eurecat. <https://eurecat.org/en/portfolio-items/sharework/>

Eurecat. (2024). Sharework: sistema inteligente para priorizar la ergonomía en trabajos con robots. *Eurecat* <https://eurecat.org/es/nuevo-sistema-inteligente-mejorara-seguridad-priorizara-ergonomia-trabajos-con-robots/>

Factor Humano. Los accidentes laborales aumentan un 10,4 % en 2024: el bienestar, prioridad pendiente. <https://factorhumano.es/aumentan-accidentes-laborales-2024-bienestar-prioridad-pendiente/>

FEMEVAL. Robots industriales y cobots: Guía de prevención de riesgos laborales. FEMEVAL, 2023. https://www.femeval.es/dam/jcr:fd091e5f-3c97-42fd-9981-680e8232a645/GUIA_ROBOTS.pdf

Flores Cortez, W. M., Vásquez, M. J., Calderón, R., Henríquez, M. C., Funes, G. G. Propuesta de uso de cobots para mejorar la salud ocupacional. Estudio de caso Kyocera AVX El Salvador. Trabajo de grado, Universidad de El Salvador, 2023. <https://camjol.info/index.php/entorno/article/view/17224>

Fraternidad-Muprespa. Datos provisionales sobre Accidentes de Trabajo en España de 2024. Fraternidad-Muprespa, 2025. <https://www.fraternidad.com/es-ES/noticias/datos-provisionales-sobre-accidentes-de-trabajo-en-espana-de-2024>

Future Inese. Cobots inteligentes reducirán un 10% los accidentes laborales en pymes. 2023. <https://future.inese.es/cobots-inteligentes-reduciran-un-10-los-accidentes-laborales-en-pymes/>

Gálvez Ortiz, Noelia. Robótica colaborativa en la industria 4.0. Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Málaga, 2023. https://www.riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/31773/tfg_G%C3%a1vez_Ort%C3%adz_Noelia-5821.pdf?Sequence=1&isallowed=y

Grupo CLN. Cómo la automatización industrial podría prevenir el 30% de los accidentes laborales. <https://grupocln.com/como-la-automatizacion-industrial-podria-prevenir-el-30-de-los-accidentes-laborales/>

Infocop. Revolución en el sector de la seguridad y la salud: papel de la IA y la digitalización en el trabajo. Infocop, 2025. https://www.infocop.es/wp-content/uploads/2025/04/2025-safeday_PPT_spanish.pdf

INSST. Folleto: Nuevas tecnologías, nuevos riesgos laborales. Robots colaborativos: características, riesgos y medidas preventivas. INSS 202. <https://www.insst.es/documentacion/material-divulgativo-y-audiovisual/folletos/nuevas-tecnologias-nuevos-riesgos-laborales-robots-colaborativos-2023>

INSST. Robots colaborativos: características, riesgos y medidas preventivas. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2023. <https://www.insst.es/documents/94886/375202/Robots+colaborativos+caracteristicas,+riesgos+y+medidas+preventivas+2023.pdf/67b8e6a4-f0de-c9d9-2e1d-3a2ba2e616dc?T=1697699650076>

Interempresas. El 30% de los accidentes laborales en España podría evitarse con la automatización industrial, según Universal Robots.2024. <https://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/538328-30-por-ciento-accidentes-laborales-Espana-podria-evitarse-automatizacion-industrial-segun.html>

International Organization for Standardization. ISO 10218-1:2011: Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 1: Robots. Ginebra: ISO, 2011. <https://www.iso.org/standard/73933.html>

International Organization for Standardization. ISO/TS 15066:2016: Robots and robotic devices — Collaborative robots. Ginebra: ISO, 2016. <https://www.iso.org/standard/62996.html>

Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Frankfurt: acatech, 2013. <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>

Lasota, P. A., Fong, T., Shah, J. A. A survey of methods for safe human-robot interaction. *Foundations and Trends® in Robotics*, 5(4), 2017, pp. 261–349. <https://doi.org/10.1561/23000000052>

MITES. (2023). *Estadística de accidentes de trabajo. Año 2022: Resumen de resultados*. Ministerio de Trabajo y Economía Social. https://www.mites.gob.es/estadisticas/eat/eat22/Resumen_resultados_ATR_2022.pdf

MITES (Ministerio de Trabajo y Economía Social). Estadísticas de accidentes de trabajo. Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2024. <https://www.mites.gob.es/estadisticas/eat/welcome.htm>

Okoa. Automatización industrial: La clave para reducir la siniestralidad laboral en España. Okoa, 2024. <https://okoa.tech/noticias/automatizacion-industrial-la-clave-para-reducir-la-siniestralidad-laboral-en-espana/>

Villadiego.L. Robótica, un aliado ergonómico. *Porexperiencia*, 2022. <https://porexperiencia.com/dossier/robotica-un-aliado-ergonomico-2/>

Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., Wahlster, W. *Industrie 4.0 Maturity Index—Managing the Digital Transformation of Companies (Update 2020)*. Acatech STUDY, Munich: acatech, 2020. <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/>

Mercader Uguina, J. R. (2018). *Robótica y riesgos laborales*. *Scielo, archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 21(3), 121–122 . [Http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1578-25492018000300001](http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1578-25492018000300001)

Securitas. (2025). *Robótica colaborativa: ¿Cómo ayudan los robots en el entorno industrial?* Securitas. <https://www.securitas.es/blog/robotica-colaborativa-cobots-seguridad-industrial/>

Sinterpack. Robótica colaborativa. Sinterpack, 2024. <https://sinterpack.com/robotica-colaborativa/>

Toniolo, L., Camarotto, J. A., Tonin, L. A., Silva, S. L. Práticas relacionadas con la Industria 4.0 y sus implicaciones ergonómicas. *Revista Ação Ergonômica*, 16(2), 2021, pp. 78–94. <https://revistaacaoergonomica.org/doi/10.4322/rae.v15n2.e202115>

UGT. Digitalización, inteligencia artificial y prevención de riesgos laborales. UGT, 2024. https://www.ugt.cat/wp-content/uploads/2024/03/guia_digitalizacio IA_prl_cast.pdf

Universal Robots & Asepeyo. El impacto de la robótica colaborativa en la reducción de la siniestralidad laboral. Universal Robots & Asepeyo, 2023. <https://www.universal-robots.com/es/blog/prevencion-accidentes-laborales/>

Reis, A. C. P. dos, Miranda, F. M. L., Batista, C. R. de L., Gonçalves, L. F. P., & Xavier, M. D. (2024). *Gestão de acidentes de trabalho com robótica colaborativa*. REMIPE – Revista de Micro e Pequenas Empresas e Empreendedorismo da Fatec Osasco, 10(2), 239–262. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10218974>

Rivero G. Robótica móvil colaborativa. Trabajo de Fin de Grado, Universidad de La Laguna, 2015. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/915/1411/1/Robotica+movil+colaborativa.pdf>

Tabuela. D. Implantación de robots en línea de producción Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Valladolid, 2017. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/23076/1/TFG-I-584.pdf>

Zaragoza, 2021. <https://zaguan.unizar.es/record/153882/files/TAZ-TFG-2024-1912.pdf>

Soler C. ROBOTICA COLABORATIVA. Universitat Oberta de Catalunya. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/144051/17/Diseno%20y%20fabricacion%20inteligente Modulo3.7 Robotica%20colaborativa.pdf>

Villani, V., Pini, F., Leali, F., Secchi, C. Survey on human–robot collaboration in industrial settings: Safety, intuitive interfaces and applications. *Mechatronics*, 55, 2018, pp. 248–266. <https://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2018.02.009>

Youtube. ¿Cómo los Robots están revolucionando la Prevención de Riesgos Laborales? Youtube, 2024. <https://www.youtube.com/watch?V=ke0spdgnjoa>

Zanitti, V. F. Estudio exploratorio de robots colaborativos: últimas tendencias. Universidad Tecnológica Nacional, 2021. <https://ria.utn.edu.ar/items/f0563200-446a-4a18-baf3-382506c213d6>