



Universidad Europea de Canarias

TRABAJO FIN DE MASTER

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

**“Inteligencia artificial en la evaluación de riesgos
ergonómicos en puestos de trabajo, un enfoque
innovador”**

Alumno: Claudia Esperanza García Galindo

Tutor: José Fernando Pérez Serrano

(Barcelona), 2024



Universidad europea de Canarias

TRABAJO FIN DE MASTER

“Inteligencia artificial en la evaluación de riesgos ergonómicos en puestos de trabajo, un enfoque innovador”

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

Alumno: Claudia Esperanza García Galindo

TUTOR: José Fernando Pérez Serrano

(Barcelona), 2024

ÍNDICE

1	RESUMEN / ABSTRACT	7
2	INTRODUCCIÓN	8
2.1	Conceptos	8
2.1.1	Ergonomía.....	8
2.1.2	Inteligencia artificial (IA).....	8
2.1.3	Inteligencia artificial en la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo	8
2.2	Las diversas aplicaciones de la IA en la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo	9
2.3	La aplicación de la IA en la detección del riesgo ergonómico	10
3	OBJETIVOS	12
4	METODOLOGÍA	12
4.1	Protocolo	12
4.1.1	Pregunta de Investigación	12
4.1.2	Estrategia de búsqueda de literatura y fuentes de información.....	12
4.2	Criterios de elegibilidad	13
4.2.1	Criterios de inclusión	13
4.2.2	Criterios de exclusión	13
4.3	Selección de estudios	13
5	JUSTIFICACION	14
5.1	PROBLEMÁTICA	16
6	RESULTADOS	17
6.1	Primera fase: Recopilación de los datos del puesto de trabajo	18
6.1.1	Información preliminar	18
6.1.2	Grabación del video de las tareas a evaluar	19
6.1.3	Importación de video de las tareas a evaluar.....	19
6.2	Segunda Fase. Evaluación de los riesgos	21
6.2.1	Informe de resultados	26
6.3	Tercera Fase: Propuestas de mejora	26
7	CONCLUSIONES	27
7.1	Impacto de la inteligencia artificial en la evaluación ergonómica de los puestos de trabajo	27
7.2	Beneficios que trae la inteligencia artificial para la evaluación de los riesgos ergonómicos	27
7.3	Oportunidades de mejora de la inteligencia artificial	28
7.4	Rentabilidad de la inversión en Inteligencia artificial, aplicada a la evaluación ergonómica de puestos de trabajo	29
8	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	31

9	BIBLIOGRAFÍA.....	33
10	ANEXOS	37

1 RESUMEN / ABSTRACT

Resumen

La inteligencia artificial está revolucionando la manera de identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados a la Seguridad y Salud de los trabajadores. Específicamente en el campo de la Ergonomía aplicada a la adaptación del puesto de trabajo.

La inteligencia artificial es una gran herramienta que utiliza los algoritmos y las metodologías ya implementadas en las evaluaciones ergonómicas de puestos de trabajo, tales como: OWA, NIOSH (Norma ISO), OCRA, RULA, REBA entre otras; para hacer la recopilación de los datos de los puestos de trabajo de manera más precisa y rápida que los utilizados actualmente, proporcionando una gestión preventiva y eficiente a la hora de abordar el riesgo ergonómico, y no una gestión reactiva que dificulta el tiempo de respuesta y de control del riesgo.

Las evaluaciones de puesto de trabajo con la interacción de la Inteligencia Artificial, pueden llegar a reducir hasta en un 70% el tiempo invertido en la evaluación de los riesgos ergonómicos por parte de los profesionales encargados, teniendo en cuenta que la mayor dificultad se presenta en la recopilación y codificación de la información.

Por medio del uso de los algoritmos de la inteligencia artificial el profesional de la salud tiene una menor dificultad a la hora de codificar las diferentes posturas ergonómicas del trabajador, elimina sesgos o errores que el profesional de la salud puede llegar a presentar al hacer esta tarea de manera repetitiva y manual, y agiliza el informe de resultados que permite generar controles a tiempo que pueden evitar enfermedades laborales, bajo rendimiento de los trabajadores y altas tasas de ausentismo laboral.

Abstract

Artificial intelligence is revolutionizing the way of identifying, evaluating and mitigating risks associated with the Safety and Health of workers. Specifically in the field of Ergonomics applied to the adaptation of the workplace.

Artificial intelligence is a great tool that uses the algorithms and methodologies already implemented in ergonomic evaluations of jobs such as: OWA, NIOSH (ISO Standard), OCRA, RULA, REBA among others, to collect data. of jobs more accurately and quickly than those currently used; provided efficient preventive management when addressing ergonomic risk, and not reactive management that hinders response time and risk control.

Job evaluations with the interaction of Artificial Intelligence can reduce the time invested in the evaluation of ergonomic risks by the professionals in charge by up to 70%, taking into account that the greatest difficulty occurs in the collection and coding of information.

Through the use of artificial intelligence algorithms, the health professional has less difficulty when encoding the different ergonomic postures of the worker, eliminating biases or errors that the health professional may present when having to do this task in a repetitive and manual manner, and speeds up the reporting of results that allows for timely controls to be generated that can avoid occupational illnesses, poor worker performance and high rates of absenteeism from work.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 Conceptos

2.1.1 Ergonomía

La Ergonomía es la disciplina aplicada a la interacción entre las personas y otros elementos del sistema o la profesión. Globalmente se puede definir como el conjunto de técnicas cuyo objetivo es la adecuación entre el trabajo y la persona. Es por esto que la gestión de riesgos ergonómicos en las empresas se enfoca en la adecuación del puesto de trabajo al trabajador y no lo contrario. (1) Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el Trabajo, 2008, s. f.)

2.1.2 Inteligencia artificial (IA)

La IA es una herramienta que simula las capacidades del humano en el campo del aprendizaje, la resolución, el razonamiento y que llega para revolucionar la forma en que trabajamos e interactuamos entre los hombres y las máquinas. (2) visual, News Mundo, 2023 s. f.

Se basa en el aprendizaje de datos sin que necesite programación. Integra también la robótica y permite al sistema informático procesar información visual y lenguaje natural por lo que comprende y genera lenguaje humano. (2) visual, News Mundo, 2023 s. f.

2.1.3 Inteligencia artificial en la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

La legislación en materia de prevención de riesgos y de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo (SST), implica para el empresario una obligación de vigilancia y control sobre el entorno laboral y los trabajadores. (3) (Castillo, 2020).

La incorporación de tecnologías innovadoras en los procesos de toma de decisión que son potestad de la empresa, permite optimizar los recursos y mucho más si este tipo de tecnologías son las encargadas de molar los datos e información en tiempo real, e informar al empresario sobre los riesgos inminentes en las actividades donde puede incluso, estar en riesgo la vida de los trabajadores o la continuidad del negocio. (3) (Castillo, 2020).

La inteligencia artificial trae consigo un gran reto y es que este tipo de tecnología asuma parte del trabajo que no aporta o que no tiene un valor añadido, y que los prevencionistas se puedan dedicar a la función esencial que es la protección de la salud de los trabajadores. (4) Foment del Treball, 2023.

2.2 Las diversas aplicaciones de la IA en la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

En materia de Prevención de Riesgos Laborales, la IA se abre camino con diferentes aplicaciones y extensiones que facilitan las tareas del prevencionista abarcando desde la simple organización del trabajo (productividad), hasta las aplicaciones que inspeccionan a distancia los riesgos y generan alertas. (4) Foment del Treball, 2023.



Figura 1 elaboración propia (4) Foment del Treball, 2023

2.3 La aplicación de la IA en la detección del riesgo ergonómico

El objetivo de la ergonomía es mejorar la eficiencia, seguridad y bienestar. Recordemos que hemos hablado anteriormente que la ergonomía busca que el puesto de trabajo se adapte al trabajador, y no que el trabajador se adapte al puesto de trabajo. (5) Fernando Fernández, 2016.

Un Estudio ergonómico de un puesto de trabajo se desarrolla principalmente en tres fases:

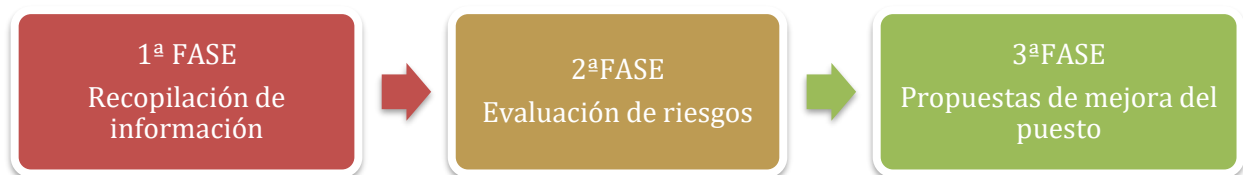


Figura 2 (5) Fernando Fernández, 2016

Fase de recopilación de información:

Esta fase es la base fundamental para que el resultado del estudio del puesto de trabajo sea lo más acertado posible. Se realiza por medio de:

- Observación directa del trabajo: Se trata de observar directamente a los trabajadores mientras realizan las tareas.
- Realizar entrevistas: Entrevistar a los trabajadores, y si es posible jefes inmediatos para conocer factores del trabajo como: la jornada laboral, actividades rutinarias y no rutinarias, estado de salud, formación e información, tiempos de descanso, las funciones del cargo, etc. (5) Fernando Fernández, 2016.
- Análisis de información documental: Revisar documentos como: manuales, procedimientos, evaluaciones de otros riesgos o incluso evaluaciones ergonómicas anteriores etc. (5) Fernando Fernández, 2016.
- Revisión de resultados si así lo fuera de mediciones de factores físicos como: Temperatura, iluminación, ruido, etc. (5) Fernando Fernández, 2016.

Fase de evaluación de riesgos:

Luego de obtener la información en la primera fase el profesional de la salud ya sea ergónomo, fisioterapeuta o prevencionista realiza la evaluación de riesgos implementando alguna de las metodologías de evaluación y codificando las posiciones de la espalda, brazos, piernas y carga. (5) Fernando Fernández, 2016.

Luego de hacer esta evaluación, determinará según los resultados, que nivel de riesgo tiene el trabajador por cada postura: Postura forzada, movimientos repetitivos, carga física etc.

Fase de propuestas de mejora del puesto:

En esta fase el profesional de la salud generara una priorización de medidas de control dependiendo los hallazgos encontrados en la evaluación del riesgo Ergonómico. Ejemplo: Utilizar mouse y teclado ergonómico, implementar técnicas correctas de levantamiento de cargas, realizar pausas activas cada cierto tiempo, rediseñar los puestos de trabajo etc.

Pero la ergonomía en el puesto de trabajo no solo se atañe a hacer un estudio ergonómico; ya que esta es una etapa de diagnóstico que permite detectar deficiencias o condiciones subestándar. La ergonomía va mucho más allá, e involucra muchos otros factores en el entorno de la empresa y del mismo trabajador, así como factores existentes relacionados o no con el trabajo. Ejemplo de ello el estrés.(6) (Donisi et al., 2022).

La inteligencia artificial propone los algoritmos propios que permiten abordar la evaluación ergonómica de puestos de trabajo, de manera precisa y eficiente automatizando las fases del estudio ergonómico que detallamos anteriormente, y revolucionando en otros aspectos como: El diseño o rediseño de los puestos de trabajo. Las aplicaciones más destacadas son:

(6) (Donisi et al, 2022).

- Sensores inteligentes para la captura de datos biomecánicos
- Detección en tiempo real de posturas incorrectas
- Detectores de fatiga y estrés
- Asistente virtual para promover hábitos saludables
- Información predictiva de riesgos
- Evaluación de riesgos de lesiones musculoesqueléticas

3 OBJETIVOS

Objetivo general:

- Identificar el impacto de la IA en la evaluación ergonómica de los puestos de trabajo.

Objetivos específicos:

- Examinar las ventajas y desventajas de la IA en la evaluación ergonómica de los puestos de trabajo
- Revisar la aplicación de la IA en materia de prevención de riesgos ergonómicos.

4 METODOLOGÍA

4.1 Protocolo

La revisión sistemática de la información científica se realizó por medio de la metodología Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)

4.1.1 Pregunta de Investigación

1. ¿Cómo se utiliza la IA para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo?
2. ¿Cuáles son las técnicas y herramientas más utilizadas de la IA para la evaluación ergonómica de los puestos de trabajo?
3. ¿Qué beneficios y limitaciones presenta la IA en la evaluación de puestos de trabajo?
4. ¿Cómo se utiliza la IA para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo?
5. ¿Cómo se utiliza la IA para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo?

4.1.2 Estrategia de búsqueda de literatura y fuentes de información

La estrategia de búsqueda de la literatura científica se realizó por medio de una selección de bases de datos relevantes: PubMed, Scholar, Scopus.

Las palabras clave y términos de búsqueda utilizados: “Artificial intelligence”, “Risk assessment”, “Occupational hazards”, “Ergonomics”, “Ergonomic postures”, “Work postures”.

También se obtuvo información por medio de contacto con algunos proveedores de software de estudio ergonómico de puestos de trabajo, basados en Inteligencia Artificial como lo es el Instituto de Biomecánica de Valencia y la empresa propietaria de kinebot.

Se realizó revisión de tutoriales, páginas web y manuales de proveedores de evaluaciones de puesto de trabajo.

No se aplicaron filtros de fecha, idioma o tipo de publicación.

4.2 Criterios de elegibilidad

4.2.1 Criterios de inclusión

- Artículos de IA en la medicina laboral
- Artículos donde se habla de la IA en la prevención de riesgos laborales
- Artículos de IA aplicada a la evaluación de riesgos Ergonómicos

4.2.2 Criterios de exclusión

- Artículos de inteligencia artificial general
- Artículos duplicados
- Artículos de uso de la IA para otros fines, como ejemplo: La rehabilitación o detección de enfermedades osteomusculares

4.3 Selección de estudios

La selección de la literatura se ha realizado mediante la lectura de los títulos y el contenido de los resúmenes que se adecuan a los criterios de inclusión y exclusión antes definidos.

La selección de otros estudios se realizó por medio de revisión de artículos, tutoriales, y páginas web de empresas que ofrecen plataformas tecnológicas en materia de evaluación de riesgos laborales.

El siguiente flujo muestra el número de documentos PRISMA y el número de documentos, tutoriales y páginas web incluidos en esta revisión sistemática.

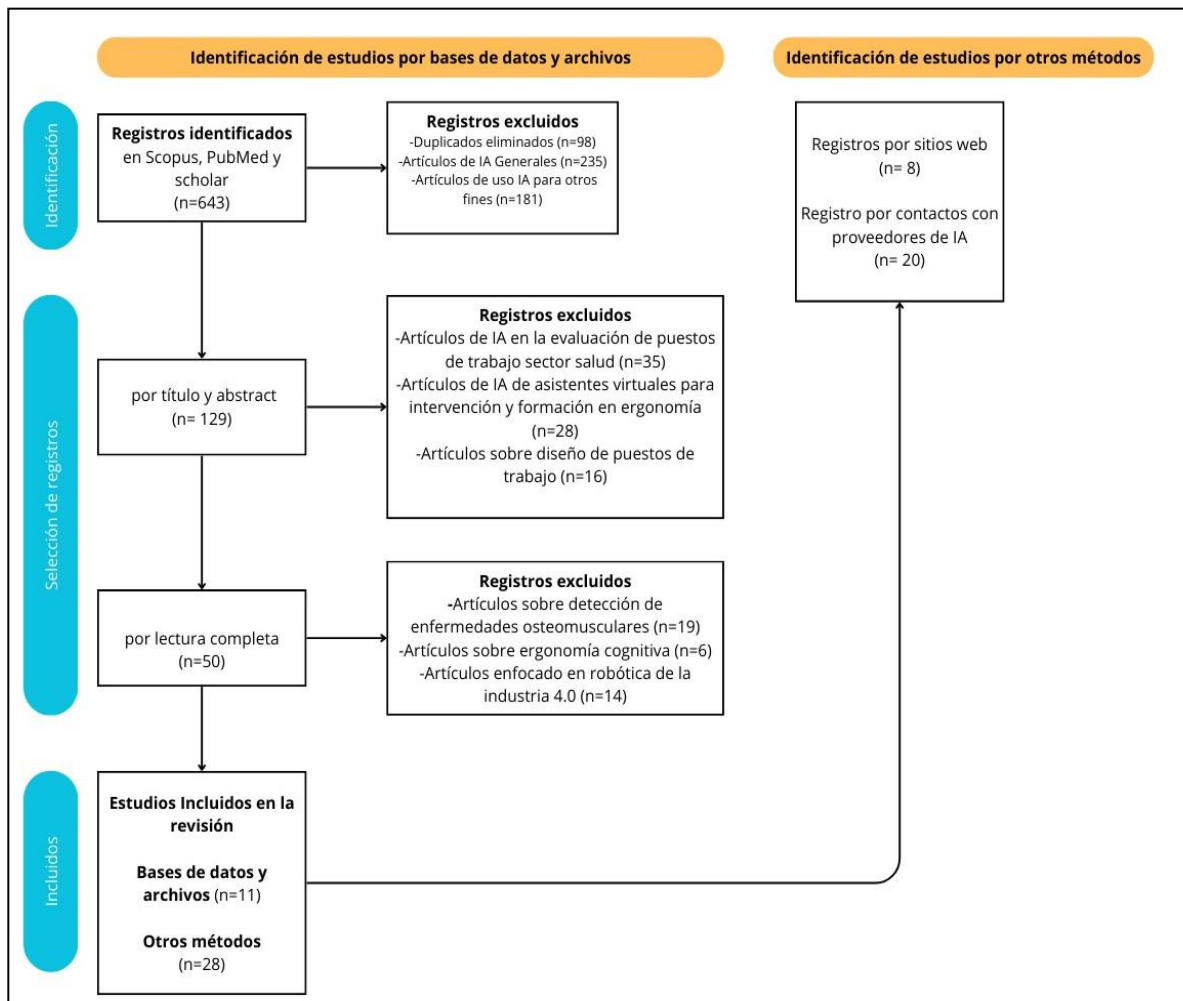


Figura 3 Diseño propio

5 JUSTIFICACION

En el año 2021 se realizó la más reciente encuesta sobre condiciones de trabajo en Europa más llamada European Working Conditions Survey (EWCS), y publicada en noviembre de 2023. Esta encuesta proporciona información sobre: evaluación y cuantificación de las condiciones de trabajo de la población por cuenta propia y cuenta ajena, identifica los grupos de riesgo, los aspectos preocupantes y los avances presentados, supervisa cada 5 años las tendencias y los cambios en los indicadores y permite la formulación de políticas europeas en materia de seguridad y salud en el trabajo. (7) (Eurofound, 2022).

Para el caso de España la muestra final se realizó con 2.903 trabajadores hombres y mujeres, que contestaron por medio de una entrevista telefónica las diferentes preguntas. (7) (Eurofound, 2022).

En lo que tiene que ver con la exposición a riesgos ergonómicos a través de las preguntas relacionadas con las condiciones físicas del trabajo, la carga de trabajo y la postura, se pueden detallar los datos más importantes que evidencia esta encuesta organizada desde lo más frecuente: (7) Eurofound, 2022.

- Realización de movimientos repetitivos de manos y/o brazos, indicada por el 63,2% de la muestra.
- Trabajar manteniendo posturas dolorosas o fatigantes siempre o casi siempre respondió el 31,0% de las personas.
- El 17,3% de la población tiene exposición a mover o llevar de forma recurrente cargas pesadas.
- Levantar o mover personas es una exposición que indica el 6,2% de los encuestados.

Esta encuesta también reveló información importante en cuanto al eje de salud y bienestar, ya que nos da una muestra del impacto de la exposición al riesgo ergonómico en la salud de los trabajadores. (7) Eurofound, 2022.

El 50% de los entrevistados también respondió a la pregunta si durante los últimos 12 meses, ha presentado alguno de los siguientes problemas de salud: (7) Eurofound, 2022.

- Dolor de espalda.
- Dolor muscular en los hombros, el cuello y/o brazos, codos, muñecas, manos, etc
- Dolor muscular en caderas, piernas, rodillas, pies, etc.

El 87,2 % indicó que padeció uno o varios de los problemas de salud de la lista durante los últimos 12 meses. En la tabla a continuación se detalla los resultados:

		Dolor de espalda	Dolor muscular miembro superior	Dolor muscular miembro inferior
Sexo	Hombres	57,7%	56,2%	38,9%
	Mujeres	71,0%	75,9%	42,3%
Ocupación	Directores y gerentes	55,3%	57,0%	29,8%
	Técnicos y profesionales científicos e intelectuales	66,5%	65,3%	36,3%
	Técnicos y profes. de apoyo	65,0%	65,0%	35,6%
	Pers. apoyo administrativo	63,9%	64,5%	30,1%
	Otro personal de servicios	66,2%	71,2%	47,0%
	Trabajadores cualificados en el sector primario	70,6%	64,7%	73,5%
	Artesanos y personal de la industria y la construcción	57,7%	65,9%	46,3%

	Operadores de instalaciones y máquinas, ensambladores, conductores	68,0%	68,0%	56,0%
	Ocupaciones elementales	60,5%	63,9%	50,4%
Actividad económica	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	63,2%	60,5%	65,8%
	Comercio y hostelería	61,3%	60,9%	40,6%
	Construcción	67,7%	69,9%	44,1%
	Educación	67,2%	68,0%	40,2%
	Servicios financieros	57,1%	65,3%	34,7%
	Salud y servicios sociales	70,3%	74,2%	50,8%
	Industria	58,4%	59,5%	39,3%
	Resto de servicios	68,0%	70,4%	37,2%
	Administración pública	58,0%	51,9%	28,4%
	Transporte y almacenamiento	55,7%	58,9%	42,3%
TOTAL		63,9%	65,4%	40,5%

Tabla 1 extraída (7) Eurofound, 2022.

Es importante destacar las limitaciones que tiene esta encuesta ya que no tuvo en cuenta trabajadores autónomos, de pequeñas empresas o del sector informal; por lo cual no se puede considerar que estos datos reflejen el panorama completo de la prevalencia e incidencia de los riesgos ergonómicos en Europa o España, o que sea una muestra representativa.

Sin embargo; y a pesar de que tiene limitaciones, esta encuesta si proporciona información de validez que puede dar inicio a líneas de investigación o a estrategias de mejora en el ámbito de los riesgos ergonómicos y los desórdenes musculoesqueléticos, y sin duda genera grandes expectativas sobre el enfoque de la IA en el campo de la ergonomía, en la evaluación de los riesgos ergonómicos y su gestión.

5.1 PROBLEMÁTICA

Cómo ya lo hemos visto con anterioridad, las técnicas que se han venido implementando para recabar los datos y la información de los riesgos ergonómicos de los trabajadores son las encuestas, entrevistas y las observaciones directas por parte de los profesionales. Este tipo de metodologías, aunque identifican de primera mano los riesgos y los niveles de exposición, presentan algunas desviaciones o limitaciones.

Pero no solamente nos referimos a la primera fase (recopilación de la información); también nos referimos a las dificultades que se presentan en la fase (evaluación de riesgos), a la hora de analizar la información documental y codificar las diferentes posturas mediante alguna de

las metodologías (Owas, Rula, Ocra, Reba, etc) y las mediciones de factores físicos. Los problemas más frecuentes:

(8) Institutobiomecanica, 2022.

- Tiempo y costo: por lo general es un proceso que implica invertir tiempo de ejecución ajustado a la tarea, actividad, sector económico, número de trabajadores, etc, por lo cual puede ser un proceso lento o demasiado trabajoso, que demanda horas de trabajo por parte del profesional y costos significativos. (8) Institutobiomecanica, 2022.
- Detección temprana y eficiencia: Retrasos en el proceso de obtención de datos y evaluación de la evidencia; por lo cual no se obtienen resultados proactivos ni predictivos que permita anticiparse a las consecuencias. (8) Institutobiomecanica, 2022.
- Análisis objetivo: El análisis puede estar condicionado a la experiencia y el juicio de valor que el profesional imparta, lo cual puede generar resultados sesgados o inconsistentes y por lo tanto, las propuestas de mejora pueden tener un efecto negativo o no tener efecto sobre el problema presentado. (8) Institutobiomecanica, 2022.

Esta revisión sistemática sobre la Inteligencia Artificial aplicada a la evaluación de riesgos ergonómicos busca identificar la aplicación de la IA en este campo, conociendo las ventajas, desventajas, la fiabilidad para los profesionales y los impactos en productividad y costos para la organización.

6 RESULTADOS

En cuanto a los resultados obtenidos de la revisión sistemática podemos destacar que; ya existen en el mercado software que involucra inteligencia artificial para realizar cada una de las fases del estudio ergonómico del puesto de trabajo. En este apartado hablaremos de las funcionalidades que tienen estos software de IA aplicada a la ergonomía, respondiendo a las preguntas de cómo se utiliza la IA en la evaluación ergonómica del puesto de trabajo y las técnicas y herramientas más utilizadas.

Estos resultados se basan en la exploración de algunos de estos software de IA que se encuentran en el mercado; entre ellos, los estudios realizados por el Instituto Biomecánico de Valencia con su herramienta ERGO/IA, y la herramienta KINEBOT, software especializado distribuido en Latinoamérica.

6.1 Primera fase: Recopilación de los datos del puesto de trabajo

6.1.1 Información preliminar

Para iniciar a trabajar con la IA se requiere entregarle unos datos básicos que deberá tener en cuenta para la valoración. Esta información se verá a posterior en el informe de resultados. Algunos de los datos que más se utilizan son:

(9) (Prevencionar, 2021)

- Datos del puesto de trabajo
- Tarea evaluada
- Empresa
- Departamento o sección
- Duración de la jornada
- Tiempo de ocupación en el puesto
- Datos del trabajador (nombre, apellido, sexo, edad, antigüedad en el puesto)
- Datos del evaluador (Nombre, apellido, fecha de la evaluación, empresa colaboradora) en caso que sea un externo.

También en algunos casos en esta fase se incluye el consentimiento informado del trabajador. Este consentimiento es opcional; y no limita la aplicación de la inteligencia artificial en la evaluación del puesto de trabajo. (9) (Prevencionar, 2021)

Esta puede ser una plantilla ya predefinida por la empresa o un modelo del proveedor del software, que contiene la autorización por parte del trabajador para utilizar sus datos, videos e imágenes con fines de investigación posterior que fortalezca el aprendizaje de la IA. Este formato una vez cumplimentado y firmado por el trabajador, se podrá adjuntar en la plataforma. (9) (Prevencionar, 2021).

Aquí también debemos seleccionar el método de evaluación que queremos aplicar (REBA, OWAS, tareas repetitivas). Esta selección va a depender del tipo de tarea que queremos evaluar. Algunas IA lo hacen desde el mismo momento en que registra la información cuando indicamos la tarea evaluada; pero otras IA no lo tienen, y lo dejan a selección del evaluador.

Estas tareas se clasifican en:

(9) (Prevencionar, 2021), (10) (Universidad Simón I. Patiño, 2023).

- Tareas que impliquen manipulación de cargas
- Tareas que impliquen movimientos repetitivos
- Posturas mantenidas
- Posturas forzadas

Para ejemplo práctico de esta evaluación, vamos a realizar la evaluación de tareas de manipulación de cargas bajo la metodología OWAS.

6.1.2 Grabación del video de las tareas a evaluar

El trabajador con la ayuda de otra persona, deberá grabar uno o varios videos de las tareas que se van a evaluar. Tal como lo vimos en el anterior punto, las tareas pueden ser;G para ejemplo práctico de esta investigación: manipulación manual de cargas. El trabajador grabará de manera natural y cotidiana la realización de la actividad que le implica levantar, arrastrar, empujar, transportar la carga, etc.

Este video no tiene límite de tiempo; más adelante veremos la razón y dependerá de la tarea que se esté evaluando. Sin embargo; los especialistas recomiendan que se puede subir un máximo de 3.600 fotogramas (imágenes). Lo entenderemos más a profundidad en el siguiente apartado. (9) (Prevencionar, 2021).

6.1.3 Importación de video de las tareas a evaluar

El video es subido en la plataforma de manera normal como se adjunta un documento en cualquier herramienta. Una vez allí se visualiza la grabación, y el especialista por medio del menú empieza a segmentar o cortar esta grabación en fragmentos dependiendo la subtarea que quiere analizar. Ejemplo; del minuto uno al minuto dos el trabajador está haciendo transporte de la carga; el especialista le indica a la IA que recorte ese intervalo y lo divida en fotogramas; por ejemplo práctico diremos que 60 fotogramas en ese minuto; lo que quiere decir que el video se dividirá en 60 imágenes o posturas; una por segundo. La aplicación hace el corte, y el especialista nombra este archivo recortado como una subtarea. En este caso será transporte de carga. Una vez esto, el especialista verifica que el video quedó recortado y con los fotogramas indicados. Procederá a aprobar (guardar) para que pase al siguiente proceso que es el análisis del segmento recortado. (9) Prevencionar, 2021.

De esa misma manera se pueden hacer todos los cortes que se requieran y definir los fotogramas (imágenes), que contienen las diferentes posturas de la sub tarea y que analizará posteriormente la IA. Podemos hacer lo mismo para las subtareas de levantamiento de cargas, arrastre de cargas, empuje de cargas, etc. Lo importante es no superar los 3.600 fotogramas. Incluso se puede subir un video entero sin ningún recorte. (9) Prevencionar, 2021.

Es en este instante cuando inicia la interacción de la inteligencia artificial; ya que cuando el profesional aprueba los archivos recortados que tienen el nombre de cada sub tarea, esta información es almacenada en el servidor y la IA de manera inmediata realiza el análisis. (9) Prevencionar, 2021.

Hasta el momento, solo le hemos suministrado la información general y el video con la grabación de las tareas y subtareas recortadas que realiza el trabajador. A continuación, se muestran imágenes tomadas de videos grabados subidos a la plataforma. (9) Prevencionar, 2021, (10) Universidad Simón I. Patiño, 2023.

Ejemplo 1:



Figura 4 (9) Prevencionar, 2021 Fuente ergoIA

Ejemplo 2:



Figura 5 (10) Universidad Simón I. Patiño, 2023 Fuente Kinebot

6.2 Segunda Fase. Evaluación de los riesgos

En esta interfaz la IA ya ha evaluado los datos y presenta los resultados casi de manera inmediata.

Para el ejemplo 1: La IA nos muestra la codificación de las posturas encontradas derivado del análisis de los fotogramas y el nivel de riesgo presentado. Este resultado lo muestra de manera dinámica; es decir, a medida que vamos avanzando el video, va codificando las posturas y arrojando el nivel de riesgo. (9) Prevencionar, 2021.

Para este caso, se muestra de manera dinámica la secuencia de la tarea 1 de cargue; y se indica al lado la información de la postura de la espalda, piernas, brazos con la codificación correspondiente. El índice de carga (peso), lo debe ajustar el profesional evaluador, ya que la carga puede ser un dato variable que, por ahora la IA no controla por medio de los fotogramas). (9) Prevencionar, 2021.



Figura 6 (9) Prevencionar, 2021 Fuente ergoIA

Para este ejemplo la IA nos indica que la espalda se encuentra inclinada y girada, las piernas una levantada y la otra recta, los brazos uno más arriba y la carga es menor a 10Kg. Nivel de riesgo de esta postura es 3. Si vamos avanzando este video de la subtarea cargue, el resultado de la codificación y nivel de riesgo ira variando.

Es importante en este punto indicar que; aunque este proceso esté casi parametrizado y manejado por la IA, requiere siempre que sea controlado por el profesional designado; ya que puede presentar errores en la codificación por la falla en la lectura correcta de los videos. Sin embargo; esta tarea es de fácil manejo por el profesional, ya que de presentarse algún error lo puede corregir de manera inmediata dando clic en la figura correcta. A continuación, se anexa la misma postura analizada en la foto anterior, pero con la corrección realizada por el profesional. (9) Prevencionar, 2021



Figura 7 (9) Prevencionar, 2021 Fuente ergoIA

Para el caso de la subtarea 2 descargue; la IA realiza el mismo análisis indicando la codificación de: Espalda inclinada, piernas las dos flexionadas y apoyadas, los brazos ambos por debajo de los hombros y la carga de 0 hasta 25 Kg, arrojando un nivel de riesgo 3.

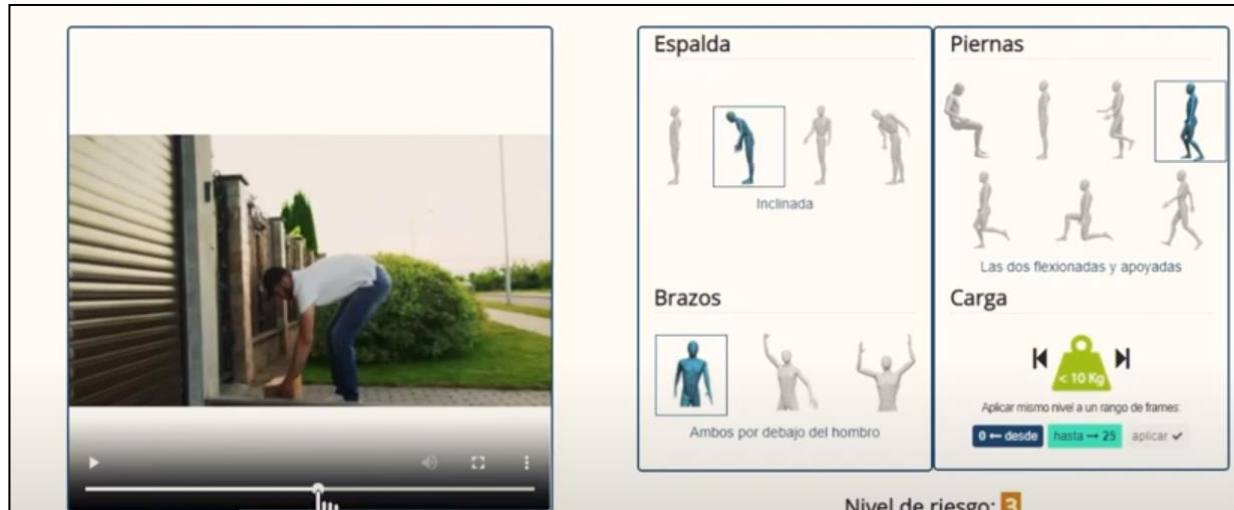


Figura 8 (9) Prevencionar, 2021 Fuente ergoIA

La IA también presenta en este mismo análisis los resultados graficados de manera dinámica, al pasar la secuencia de videos.

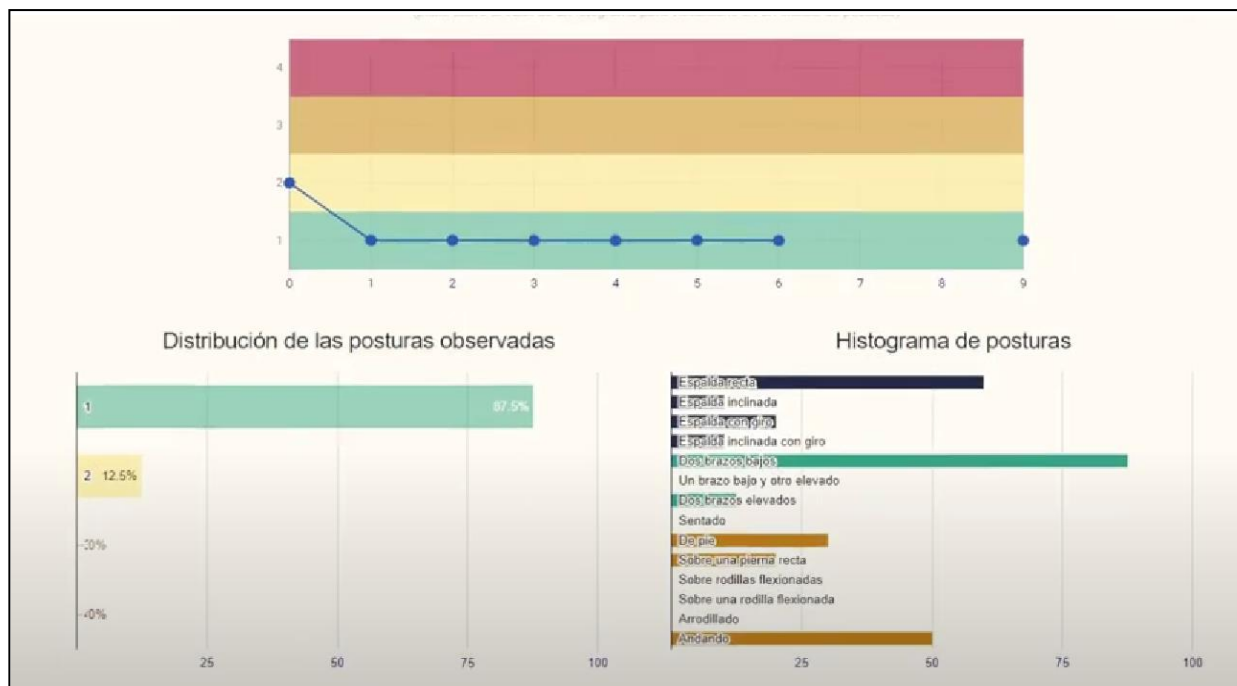


Figura 9 (9) Prevencionar, 2021 Fuente ergoIA

En el ejemplo 2; la IA realiza el mismo análisis haciendo una presentación de los resultados de manera diferente pero también en tiempo real. La IA identifica sobre el fotograma y directamente sobre el trabajador, las posturas de riesgo, las señala con líneas de colores y lo complementa por medio de gráficas tipo pastel, indicando los riesgos de manera dinámica y refiriéndose a cada segmento corporal.

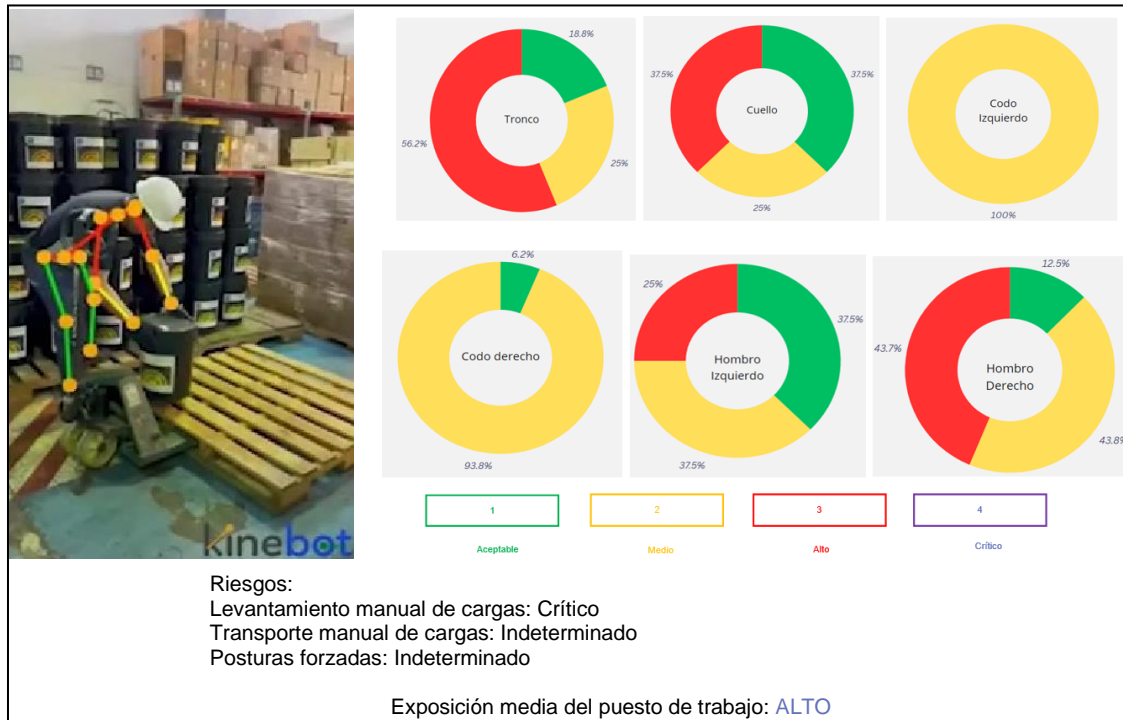


Figura 10 (10) Universidad Simón I. Patiño, 2023 Fuente Kinebot



Figura 11 (10) Universidad Simón I. Patiño, 2023 Fuente Kinebot

De esta misma manera la IA analiza y evalúa las tareas que implican posturas mantenidas, posturas forzadas y movimientos repetitivos.

Recordemos que el ejemplo, lo hemos realizado con la metodología OWAS. Para la metodología REBA, el análisis y la evaluación es muy similar a OWAS; la diferencia radica en que REBA lleva un mayor detalle en la codificación de las posturas por ejemplo: codifica brazo, antebrazo y muñeca para cada hemisferio (Derecho e Izquierdo). (9) Prevencionar, 2021.



Figura 12 (9) Prevencionar, 2021 Fuente ergoIA

De la misma manera arroja un análisis de los datos gráficos.

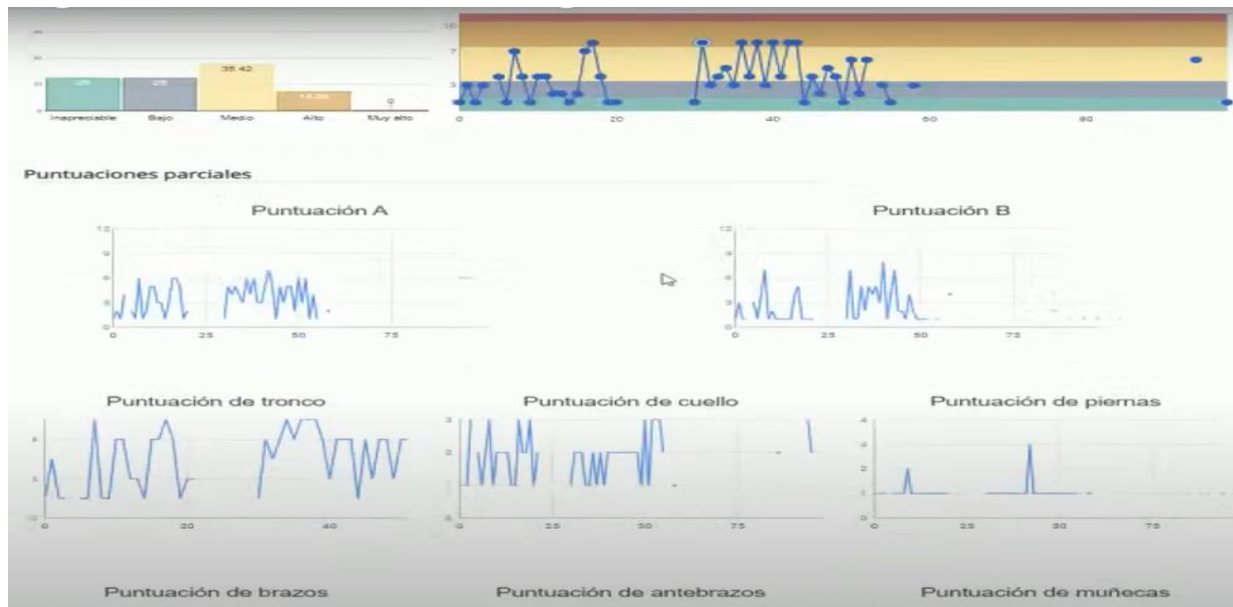


Figura 13 (9) Prevencionar, 2021 Fuente ergoIA

6.2.1. Informe de resultados

La IA genera el informe de resultados con toda la información recopilada desde la parte inicial de datos del puesto de trabajo, datos del trabajador, datos del evaluador, los resultados del global de los fotogramas con las subtareas asociadas a este puesto; e integra el histograma por niveles de riesgo y por posturas evaluadas.

6.3 Tercera Fase: Propuestas de mejora

Las propuestas de mejora están a cargo del profesional designado; quien deberá con la información proporcionada por la IA; proponer e implementar las medidas, preventivas o correctivas para evitar que el riesgo ergonómico afecte a los trabajadores.

Estas propuestas de mejora deberán estar alineadas a los principios de la acción preventiva: (11) (*Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.*, s. f.)

- Evitar el riesgo
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar
- Combatir los riesgos en su origen
- Adoptar el trabajo a la persona
- Tener en cuenta la evolución de la técnica
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro

- Planificar la prevención
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

Para el caso del diseño antropométrico de los puestos de trabajo, no se conoce aún una interacción de la IA; sin embargo, el Instituto de Biomecánica de Valencia tiene en su plataforma Ergo/IBV un módulo que facilita el diseño por medio de la inscripción de los datos de manera manual. (12) (*E22__20__Modulo-DisenoAntropometrico.pdf*, s. f.)

7 CONCLUSIONES

7.1 Impacto de la inteligencia artificial en la evaluación ergonómica de los puestos de trabajo

La inteligencia artificial revolucionó la manera de evaluar las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo, que venía utilizando técnicas tradicionales como lo eran: largos cuestionarios, u observaciones directas que podían estar sesgadas por el criterio del evaluador.

Las técnicas que ha aprendido la Inteligencia artificial, permite el análisis de imágenes y videos que puede proporcionar un resultado más objetivo, una detección más acertada de los riesgos que puede no ser percibidos por el evaluador y permite adaptar las evaluaciones a las características del trabajador, de las tareas y de los puestos de trabajo.

7.2 Beneficios que trae la inteligencia artificial para la evaluación de los riesgos ergonómicos

- Redirige el enfoque del prevencionista a realizar actividades de mayor impacto y eficiencia en la intervención pura de los riesgos ergonómicos. Disminuye aquellas actividades que no aportan valor a la SST. Está comprobado que la inteligencia artificial disminuye en un 70% el tiempo empleado por el profesional designado en la evaluación de puestos de trabajo.
- Aumento de la productividad; ya que una mejor evaluación de riesgo ergonómico impacta directamente en el ausentismo laboral y mejora la producción de los trabajadores.
- Las herramientas que involucran inteligencia artificial son amigables para el usuario, intuitivas y de fácil manejo; lo cual hace que la evaluación de los puestos de trabajo no

sea una tarea repetitiva, monótona o desmotivante para el prevencionista o el profesional a cargo.

- Permite hacer la evaluación de riesgos ergonómicos en simultánea para varios trabajadores. Es decir; se puede grabar un video de una tarea que realizan varios trabajadores a la vez, y la inteligencia artificial identifica todas las posturas y las codifica; si el profesional asignado así lo define en la separación de los fotogramas.
- El análisis de las posturas realizado por la inteligencia artificial es mucho más objetivo y certero que la metodología tradicional de observación empleada por el evaluador, que puede llegar a tener impresiones pudiendo afectar los resultados.
- La grabación de los videos no requiere grandes especificaciones o condiciones; pues se puede grabar desde un móvil, tablet o cámara; sin embargo, si es importante que se disponga del lugar iluminado, que los trabajadores estén en primer plano y que no se alejen mucho del dispositivo de grabación. De esto dependerá que la IA pueda analizar con exactitud los fotogramas.
- El proceso de evaluación con la inteligencia artificial se realiza a la inversa del método tradicional; pues hasta el momento el evaluador observaba las tareas que realizaba el trabajador e identificaba una, dos o cinco posturas ergonómicas; y luego, las evaluaba según el método. La inteligencia artificial puede detectar más de 60 posturas por minuto y es el evaluador el que debe seleccionar cuales de estas posturas analizará la IA.
- No se requiere instalar ningún dispositivo de movimiento en el cuerpo del trabajador para detectar las posturas o ángulos. Por lo cual lo hace una herramienta cero invasiva e incómoda para el trabajador.

7.3. Oportunidades de mejora de la inteligencia artificial

- Por ahora el profesional encargado supervisará que la inteligencia artificial esté realizando bien su trabajo. Como el ejemplo visto en el ítem de resultados. No está comprobado que la inteligencia artificial tenga un 100% de precisión en la evaluación de riesgos ergonómicos; por lo que el profesional deberá vigilar y corregir al momento los fallos presentados. Esto se debe a que la inteligencia artificial está en constante entrenamiento y aprendizaje neuronal.
- Implementación de otros módulos como por ejemplo: Adaptación de recomendaciones ergonómicas para la priorización de las medidas de control, seguimiento a la eficacia de las medidas de intervención y monitoreo de la situación ergonómica de la empresa.
- Aplicación de sistemas de detección temprana como alarmas o notificaciones sobre la adopción de posturas de riesgo para los trabajadores.

- Integración con otros sistemas de gestión de las compañías como, por ejemplo: Calidad ISO 9001 y seguridad de la información ISO 27001.
- Quizás la oportunidad más importante que reta a los creadores de la inteligencia artificial, a las empresas y a los gobiernos tiene que ver con la definición del marco regulatorio ético y legal; ya que este tipo de tecnología alberga, controla y gestiona los datos y la información de millones de usuarios, que pueden ser vulnerados por cualquier tipo de ataque informático o ser utilizados para suplantar personas como ya lo hemos venido conociendo.

7.4. Rentabilidad de la inversión en Inteligencia artificial, aplicada a la evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Actualmente se comercializa herramientas de inteligencia artificial para la evaluación de los puestos de trabajo, por medio de algunos servicios de prevención y algunas aseguradoras de riesgos laborales. Los casos más destacados son, por ejemplo: Quironprevención en alianza con el Instituto de biomecánica de Valencia y Kinebot por medio de Marsh, entre los más destacados.

La inversión y la rentabilidad de la implementación de la IA en la evaluación de ergonómica de puestos de trabajo, estará condicionada por diferentes factores; lo complejos que puedan ser los riesgos de la empresa, la cantidad de trabajadores, la capacitación del personal, etc.

En el mercado se encuentran ofertas desde 70€ por un número limitado de videos o fotogramas a analizar. Sin embargo; también hay aseguradoras de riesgo profesional que lo incluyen en el portafolio de servicio para las empresas, por medio de la reinversión de la cotización.

Con todo esto la mejor rentabilidad que tiene la empresa la podemos definir en tres grandes beneficios:

1. Mejora en la productividad:
 - Eficiencia de las tareas laborales de los trabajadores
 - Mano de obra disponible por menos bajas médicas de origen osteomuscular
 - Producto final de mejor calidad

2. Reducción de costos para la empresa:
 - Reduce el costo en horas hombre necesarias para realizar las evaluaciones ergonómicas. Esto permite que el profesional destine estas horas de trabajo a otras actividades de mayor impacto productivo.
 - Menos costos por enfermedades y accidentes laborales de origen osteomuscular. No solamente por los pagos de las compensaciones por baja médica, también porque tiene incidencia en otros costos como: Contratación de nueva mano de obra o pago de horas extras. Sin hablar de los costos que no se ven como, por ejemplo; el asignar más carga laboral a otros trabajadores que puede generar la aparición de otras patologías entre ellas el estrés.

3. Imagen positiva de la empresa:
 - La implementación de mejores prácticas ergonómicas demuestra que el empleador se preocupa por el bienestar de los trabajadores; y esto puede hacerse atractivo para la incorporación de nuevo talento a la compañía.
 - Baja rotación de personal al sentirse mucho más a gusto al trabajar en ambientes seguros con riesgos controlados.
 - Menos posibilidad de presentar sanciones o multas legales por no cumplir con los requisitos legales de las normas en materia de ergonomía. La ley no indica que sea obligatorio implementar la IA en la evaluación de riesgos ergonómicos; pero la eficiencia que muestra la IA en este campo facilita que las empresas tengan mayor control de este riesgo, y por tanto demuestren una mejor gestión de prevención ante un organismo legal.
 - Mayor competitividad al ser una empresa que invierte en tecnología y está a la vanguardia de las tecnologías innovadoras.

8 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como línea de investigación futura que puede complementar este análisis se propone, ahondar en el desarrollo de herramientas de inteligencia artificial que analicen datos de enfermedades laborales de tipo osteomuscular relacionada con el factor de riesgo ergonómico; que permita a la empresa tener modelos predictivos que identifiquen tendencias, patrones, situaciones recurrentes y facilite la actuación temprana del prevencionista.

Otra línea de investigación pudiera; ser la personalización de este tipo de herramientas de Inteligencia Artificial para atender las necesidades ergonómicas de población específica: Trabajadores en estado de discapacidad, trabajadores con enfermedades osteomusculares, trabajadoras en estado de embarazo o trabajadores adulto mayor.

9 BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el Trabajo, 2008. (s. f.). <https://www.insst.es/documents/94886/710902/Ergonom%C3%ADa+-+A%C3%B1o+2008.pdf/18f89681-e667-4d15-b7a5-82892b15e1fa>
2. Visual, P. el equipo de periodismo, 2023 (s. f.). ¿Qué es la IA? Una guía sencilla para entender la inteligencia artificial - BBC News Mundo. News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/resources/idx-74697280-e684-43c5-a782-29e9d11fecf3>
3. Castillo, M. del C. A. D. (2020). El uso de la inteligencia artificial en la prevención de riesgos laborales. Relaciones Laborales y Derecho del Empleo. https://ejcls.adapt.it/index.php/rldc_adapt/article/view/838
4. Foment del Treball (Director). (2023, octubre 18). Inteligencia artificial aplicada a la PRL. <https://www.youtube.com/watch?v=WhwptLVXTcM>
5. Fernando Fernandez (Director). (2016, septiembre 23). Introduccion ERGO IBV AERGO PERU. <https://www.youtube.com/watch?v=BURZKEYFhnw>
6. Donisi, L., Cesarelli, G., Pisani, N., Ponsiglione, A. M., Ricciardi, C., & Capodaglio, E. (2022). Wearable Sensors and Artificial Intelligence for Physical Ergonomics: A Systematic Review of Literature. *Diagnostics*, 12(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12123048>
7. Eurofound. (2022). EWCTSEuropean Working Conditions Surveys, 1991-European Working Conditions Telephone Survey, 2021 (1st Edition) [dataset]. [object Object]. <https://doi.org/10.5255/UKDA-SN-9026-1>
8. Institutobiomecanica (Director). (2022, octubre 7). ergoIA, Inteligencia Artificial aplicada a la evaluación de riesgos ergonómicos. <https://www.youtube.com/watch?v=hE5CrFQZado>
9. Prevencionar (Director). (2021, marzo 2). ergoIA Evaluación de riesgos ergonómicos mediante Inteligencia Artificial. <https://www.youtube.com/watch?v=QF1eQ-VMIFY>
10. Universidad Simón I. Patiño (Director). (2023, junio 5). MASTERCLASS ANÁLISIS DE RIESGOS ERGONÓMICOS CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL. <https://www.youtube.com/watch?v=6TIhM2QBy40>
11. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. (s. f.).
12. E22__20__Modulo-DisenoAntropometrico.pdf. (s. f.). https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__20__Modulo-DisenoAntropometrico.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-9TOsDktQKKp7eEQuyzajQeXz5gsz1O6LX-KxaEHiCR8wa4qP92cv6Nm9dq-6uCZKYVki23IJQtw1wpYTqspQ3SbTaW6oZgvcjkqi08ZxnHmkCOJ0&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation

13. E21__07__Modulo-MMC-Secuencial.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/03/E21__07__Modulo-MMC-Secuencial.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz--MlbbLcDn1A8fTzHLaboFZ-B7KhJR3-e86Fm_vf9dkQIBA52ncT-fFpF38keCAqy-lZij8zrN-zT9hmK1iuVJdAvySqZlyKXCmAz05SQzHzsirH0M&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
14. «E22__05__Modulos-MMC-Simple-Multiple.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__05__Modulos-MMC-Simple-Multiple.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-8S-VPe7hFK8bJKg9C-9S3_oXIKwgnGnI0xcVrRzDy3dhbCZLwv0VjQSbcx1vQWL82csQexpy993QwZ5PnCvbqtlXgvZ9N0RwAHMufqTyhiqD3JbrY&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
15. «E22__06__Modulo-MMC-Variable.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__06__Modulo-MMC-Variable.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-8xezZ_-hQ6l0W-8tJl8imGhjkFszfub30da_9NjuPaj-XKFhKIG2oiDXGT6TVIBJnK0Bd5r2vqeUJsueo4_yRIKMvnFARPdT_IUhsGj3SISHhhfZM&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
16. «E22__08__Modulo-MMC-Lesionados.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__08__Modulo-MMC-Lesionados.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-9nlO5vif-4d8O6hpZaoo9LJMoZNghZk5Mkjm6lavnHrtD3v4PLp-R3ydYTBn2aqoPfaRzy-X0-4zz68VoAvAY7e1KNtIFKX7wjLShZSTf8uCuQuHU&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
17. «E22__09__Modulo-MMP-MAPO.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__09__Modulo-MMP-MAPO.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-9c61X9fU57juOQWaeJ5gqPSzs_VXhcsuh_gF6orXtTS5ng9sgMT-iw5p4vAfdDT--2Ssy3hGiB4G1MJZFc_hdTV8mb2mTSLR_lyV8xoJofaf6nPs&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
18. «E22__10__Modulo-TareasRepetitivas.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__10__Modulo-TareasRepetitivas.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-9gqGbZXD_HpT3Nz6UMhDwZCCsbWqCTASBYKUQRKiNqEXoz5sVsREw0BUVBelkeBknpd-BevlgtBJCr-4G8s2vd-

- HipLYj_ubsEzK1IYCKtB3NCfD0&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
19. «E22__11__Modulo-OCRAMultitarea.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__11__Modulo-OCRAMultitarea.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-8W4ZgRL87VnEzpvCcqtPBD4HaBi2T_hg3F3M4aMLtShkUnxcf_fCR7b1CxudxhvHRP-WRTXYto4OZpx6GomP2MEK4lq6Tbtm6XhL_mv0u97AFgtw&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
 20. «E22__12__Modulo-PosturasOWAS.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__12__Modulo-PosturasOWAS.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-_8au0zsc9-14hYt9MouBFIrK0Jb_7eCRPMaqd1HV6EFDzsdDHYKsHlrgWfHs5OTKUgieaPKQ6EtYcOMDQHAvQshee2UiTdhJX10nkt5ej0VL6t2hA&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
 21. «E22__13__Modulo-PosturasREBA.pdf». Accedido 28 de abril de 2024. https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__13__Modulo-PosturasREBA.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-_mGyZ234wffuy1lx1ZLOI8t8DArW9iU-P3hdDSltfKAKfpPgsBtZL2Y6VSdDO7zL7WKVPLcPAck1NnYxfWYrqMsBrnUbQnimKShw-AfScofVr_WBY&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
 22. «E22__14__Modulo-UNEFuerzas.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__14__Modulo-UNEFuerzas.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-_jRhinyVcbb3yP-6IOvR_KpNk1Ch4ZkCL9VYmUMTAoZeiZYA1M39r0dPujYFOvJsXVNZP6MdmuZPL1InVVAVUMK24m4Rx3mLv2JTnd8A4NcDkMcTo&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
 23. «E22__15__Modulo-Oficina.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__15__Modulo-Oficina.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-9E5hyLGggzklp3Vy2-v3-jX42M0ZV_p1rFspPczpduKNQUvAloR3y6-6lgyb0qo9DXvXXtLsuqzsqAQANdadTmvf6EwD4g57ppqW6OTz9NkDy6oWg&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
 24. «E22__16__Modulo-Teletrabajo.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__16__Modulo-Teletrabajo.pdf.

- Teletrabajo.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-_yJ_oXqf5DLzan5U0XbdQaoOiS5_S7i1dAV32pbuAppi698jrMFUqYAJwbBJ5is9iYL-M-MmkMwlteZRZNa1LmwK3xthvjFKhO8qXNpEkRW_2zjGE&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
25. «E22__17__Modulo-Ergo50.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__17__Modulo-Ergo50.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-_QxcW3-EkRNdBBH-nr4tgCNhU6D_kmaw58LyzcZaO5HaYe71hxE_rnII5E7tTogSL1e3nJR2GMZOOVK95Xvco5ec70FVDZtn5lns0otIPUR86pxg&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
26. «E22__18__Modulo-ErgoMater.pdf». https://www.ergoibv.com/wp-content/uploads/2022/11/E22__18__Modulo-ErgoMater.pdf?utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz-9U3k8NXt-vJWuoUt5X8K41dl1beEaSXLsQS0RTGkWjo64J7dZ3I58HIs5N-HrJEioAJuZs5_wljq3ErJQSIH-jWtmmP8erJ3Ltv22a7LTfUjXClwl&_hsmi=68790590&utm_content=68790590&utm_source=hs_automation.
27. futurepedia. «Futurepedia - Find The Best AI Tools & Software». <https://www.futurepedia.io/>.
28. Quirónprevención. «ERGO IA, una nueva solución innovadora de análisis ergonómico». <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/ergo-ia-nueva-solucion-innovadora-analisis-ergonomico>.
29. Ergo/IBV. «ErgoIA: Inteligencia Artificial aplicada a la empresa | Ergo IBV». <https://www.ergoibv.com/es/posts/ergoia-inteligencia-artificial-empresa/>.
30. ergoIA. «Software de análisis biomecánico con IA para la evaluación de riesgos ergonómicos». <https://ergoia.net/>.
31. «Inicial - Kinebot», 27 de abril de 2022. <https://kinebot.com.br/>.
32. «Prevencion de riesgos con IA - SAFEIA», 3 de mayo de 2023. <https://safeia.online/>.
33. «¿Qué son los Riesgos Ergonómicos? Guía Definitiva (2024)», 9 de febrero de 2024. <https://www.cenea.eu/riesgos-ergonomicos/>.
34. Instituto de Biomecánica. «Instituto de Biomecánica - IBV». <https://www.ibv.org/>.
35. «Palestra Técnica Kinebot - YouTube». <https://www.youtube.com/watch?v=crI2H5Oiqs8>.
36. Tutorial ergoIA: OWAS, 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=Fsf4JknH-8>.
37. Haddaway, Martin Westgate & Neal. «PRISMA2020». Evidence Synthesis Hackathon, 23 de diciembre de 2023. <https://www.eshackathon.org/software/PRISMA2020.html>.

10 ANEXOS

Informe de evaluación de riesgos ergonómicos REBA



Posturas [REBA]



INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

IDENTIFICACIÓN

Fecha: 30/03/2010

Tarea: Lavandería

Empresa: LAVNET S.L.

Observaciones:



RIESGO de las POSTURAS

Subtarea	Postura	Frecuencia	Puntuación REBA	Nivel de Riesgo
Clasificación de ropa				
	Coger el saco	media	9	Alto
	Poner el saco en el carro	media	3	Bajo
	Sacar ropa del saco	alta	3	Bajo
Carga / descarga de lavadores				
	Coger ropa del carro	alta	5	Medio
	Cargar la lavadora	alta	7	Medio
Calandra de planchado				
	Recoger ropa de la calandra	alta	3	Bajo
	Plegar ropa en la mesa	alta	5	Medio
	Almacenar ropa en la estantería (estante alto)	media	3	Bajo
	Almacenar ropa en la estantería (estante bajo)	media	8	Alto

Puntuación REBA	Nivel de Riesgo	Nivel de Acción
1	Inapreciable	0 - No necesaria
2-3	Bajo	1 - Puede ser necesaria
4-7	Medio	2 - Necesaria
8-10	Alto	3 - Necesaria pronto
11-15	Muy alto	4 - Necesaria AHORA

Evaluación realizada por:

Ergo/IBV incluye procedimientos de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales que cumplen los criterios establecidos en el Artículo 5 del 'Reglamento de los Servicios de Prevención', y que se recogen en las 'Guías de Actuación' de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS).

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

DETALLE de la POSTURA

Subtarea: Postura: Frecuencia:
 Observaciones (postura): Referencia video:

Grupo A

Grupo B

TRONCO	
Flexión > 60°	5
Giro - Inclinación lateral X	5
CUELLO	
Flexión 0-20°	2
Giro X Inclinación lateral -	3
PIERNAS	
Soporte bilateral	1
Flex. rodilla 30-60° - >60° -	4
Tabla A 6 + FUERZA / CARGA 5-10 kg Fuerza repentina o brusca - 1 = Puntuación A 7	

BRAZO		Derecho	Izquierdo
Flexión 45-90°	4	--	
Abducc. X Rotación -	6	Abducc. - Rotación -	6
Hombro elevado -		Hombro elevado -	
Apoyado / a favor gravedad -		Apoyado / a favor gravedad -	
ANTEBRAZO			
Flexión < 60°	2	--	2
MUÑECA			
Flexión/Extensión 0-15°	1	--	
Giro - Desv. lateral -	3	Giro - Desv. lateral -	3
Tabla B 5 + AGARRE Regular 1 = Puntuación B 6			

Tabla C	
ACTIVIDAD	9
Estático (mantenido > 1 min) -	0
Repetido (> 4 veces/min) -	3
Cambios posturales / base inestable -	
Puntuación REBA 9 Nivel de Riesgo Alto Nivel de Acción Necesaria pronto	

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

DETALLE de la POSTURA

Subtarea: Postura: Frecuencia:
 Observaciones (postura): Referencia video:

Grupo A

TRONCO	
Erguido	1
Giro - Inclinación lateral -	5
CUELLO	
Flexión 0-20°	1
Giro - Inclinación lateral -	3
PIERNAS	
Soporte bilateral	1
Flex. rodilla 30-60° - >60° -	4
Tabla A 9 1	
FUERZA / CARGA	
5-10 kg	1
Fuerza repentina o brusca -	3
=	
Puntuación A 12 2	

Grupo B

BRAZO		Derecho	Izquierdo
Flexión 45-90°	3	---	---
Abducc. - Rotación -	6	Abducc. - Rotación -	6
Hombro elevado	-	Hombro elevado	-
Apoyado / a favor gravedad	-	Apoyado / a favor gravedad	-
ANTEBRAZO			
Flexión 60-100°	1	---	---
	2		2
MUÑECA			
Flexión/Extensión 0-15°	1	---	---
Giro - Desv. lateral -	3	Giro - Desv. lateral -	3
Tabla B 9 3			
AGARRE			
Regular	1		
	3		
=			
Puntuación B 12 4			

Tabla C 12 3	
+	
ACTIVIDAD	0
Estática (mantenida > 1 min) -	3
Repetida (> 4 veces/min) -	-
Cambios posturales / base inestable -	-
=	
Puntuación REBA 15 3	
Nivel de Riesgo	Bajo
Nivel de Acción	Puede ser necesaria

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

DETALLE de la POSTURA

Subtarea Postura Frecuencia

Observaciones (postura) Referencia video

Grupo A

Grupo B

<p>TRONCO</p> <p>Erguido <input type="text" value=""/> 1</p> <p>Giro <input type="text" value="-"/> Inclinación lateral <input type="text" value="-"/> 5</p> <p>CUELLO</p> <p>Flexión > 20° <input type="text" value=""/> 2</p> <p>Giro <input type="text" value="-"/> Inclinación lateral <input type="text" value="-"/> 3</p> <p>PIERNAS</p> <p>Soporte bilateral <input type="text" value=""/> 1</p> <p>Flex. rodilla 30-60° <input type="text" value="-"/> >60° <input type="text" value="-"/> 4</p> <p>Tabla A 1</p> <p>FUERZA / CARGA</p> <p>< 5 kg <input type="text" value=""/> 0</p> <p>Fuerza repentina o brusca <input type="text" value="-"/> 3</p> <p>Puntuación A 1</p>	<p>BRAZO</p> <p>Derecho</p> <p>Flexión 20-45° <input type="text" value=""/> 2</p> <p>Abducc. <input type="text" value="-"/> Rotación <input type="text" value="-"/> 6</p> <p>Hombro elevado <input type="text" value="-"/> 1</p> <p>Apoyado / a favor gravedad <input type="text" value="-"/> 1</p> <p>IZQUIERDO</p> <p>Abducc. <input type="text" value="-"/> Rotación <input type="text" value="-"/> 6</p> <p>Hombro elevado <input type="text" value="-"/> 1</p> <p>Apoyado / a favor gravedad <input type="text" value="-"/> 1</p> <p>ANTEBRAZO</p> <p>Flexión < 60° <input type="text" value=""/> 2</p> <p>MUÑECA</p> <p>Flexión/Extensión > 15° <input type="text" value=""/> 3</p> <p>Giro <input checked="" type="checkbox"/> Desv. lateral <input type="text" value="-"/> 3</p> <p>Tabla B 4</p> <p>AGARRE</p> <p>Bueno <input type="text" value=""/> 0</p> <p>Puntuación B 4</p>
--	---

Tabla C **2**

ACTIVIDAD

Estática (mantenida > 1 min) **1**

Repetida (> 4 veces/min) **3**

Cambios posturales / base inestable **1**

Puntuación REBA **3**

Nivel de Riesgo **Bajo**

Nivel de Acción **Puede ser necesaria**

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

DETALLE de la POSTURA

Subtarea: Postura: Frecuencia:

Observaciones (postura): Referencia video:

Grupo A

Grupo B

TRONCO	
Flexión 20-60°	3
Giro - Inclinación lateral -	5
CUELLO	
Flexión > 20°	2
Giro - Inclinación lateral -	3
PIERNAS	
Soporte bilateral	1
Flex. rodilla 30-60° - >60° -	4
FUERZA / CARGA	
Tabla A	4
+ ~ 5 kg	0
Fuerza repentina o brusca -	3
=	4
Puntuación A	12

BRAZO		Derecho	Izquierdo
Flexión 20-45°	3	-	-
Abducc. - Rotación X	6	Abducc. - Rotación -	6
Hombro elevado -	-	Hombro elevado -	-
Apoyado / a favor gravedad -	-	Apoyado / a favor gravedad -	-
ANTEBRAZO			
Flexión < 60°	2	-	-
	2		2
MUÑECA			
Flexión/Extensión 0-15°	1	-	-
Giro - Desv. lateral -	3	Giro - Desv. lateral -	3
AGARRE			
Tabla B		4	
+		0	
Bueno		0	
		3	
=		4	
Puntuación B		12	

Tabla C		4	
+		1	
ACTIVIDAD		1	
Estática (mantenida > 1 min)	-	3	
Repetida (> 4 veces/min)	X	1	
=		5	
Cambios posturales / base inestable		15	
Puntuación REBA		5	
Nivel de Riesgo		Medio	
Nivel de Acción		Necesaria	

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

DETALLE de la POSTURA

Subtarea: Postura: Frecuencia:

Observaciones (postura): Referencia video:

Grupo A

Grupo B

TRONCO	
Flexión > 60°	4
Giro -	5
Inclinación lateral -	5
CUELLO	
Flexión 0-20°	1
Giro -	3
Inclinación lateral -	3
PIERNAS	
Soporte bilateral	2
Flex. rodilla 30-60° X	4
>60° -	4
FUERZA / CARGA	
Tabla A	5
< 5 kg	0
Fuerza repentina o brusca -	3
Puntuación A	
	12

BRAZO		Derecho		Izquierdo	
Flexión > 90°	4	-	-	-	-
Abducc. -	6	Abducc. -	6	Rotación -	6
Rotación -	6	Hombro elevado	-	Hombro elevado	-
Hombro elevado	-	Apoyado / a favor gravedad	-	Apoyado / a favor gravedad	-
Apoyado / a favor gravedad	-	ANTEBRAZO			
		Flexión < 60°	2	-	2
		MUÑECA			
		Flexión/Extensión 0-15°	1	-	-
		Giro -	3	Giro -	3
		Desv. lateral -	3	Desv. lateral -	3
		AGARRE			
		Tabla B	5		
		Bueno	0		
		Puntuación B			

		Tabla C			
		12	6		
		+			
ACTIVIDAD		3	1		
Estática (mantenida > 1 min)	-				
Repetida (> 4 veces/min)	X				
Cambios posturales / base inestable	-				
		=			
Puntuación REBA		15	7		
				Nivel de Riesgo	
				Medio	
				Nivel de Acción	
				Necesaria	

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

DETALLE de la POSTURA

Subtarea: Postura: Frecuencia:
 Observaciones (postura): Referencia video:

Grupo A

Grupo B

TRONCO	
Flexión 20-60*	3
Giro -	Inclinación lateral - 5
CUELLO	
Flexión 0-20*	1
Giro -	Inclinación lateral - 3
PIERNAS	
Soporte bilateral	1
Flex. rodilla 30-60*	- >60* - 4
Tabla A 2	
FUERZA / CARGA	
< 5 kg	0
Fuerza repentina o brusca	- 3
Puntuación A 2	

BRAZO		Derecho	Izquierdo
Flexión 20-45*	2	-	-
Abduc. -	Rotación - 6	Abduc. -	Rotación - 6
Hombro elevado	-	Hombro elevado	-
Apoyado / a favor gravedad	-	Apoyado / a favor gravedad	-
ANTEBRAZO			
Flexión < 60*	2	-	-
	2		2
MUÑECA			
Flexión/Extensión 0-15*	1	-	-
Giro -	Desv. lateral - 3	Giro -	Desv. lateral - 3
Tabla B 2			
AGARRE			
Bueno		0	0
		3	3
Puntuación B 2			

Tabla C 2		
ACTIVIDAD		
Estática (mantenido > 1 min)	-	1
Repetida (> 4 veces/min)	X	3
Cambios posturales / base inestable	-	1
Puntuación REBA 3		15
Nivel de Riesgo	Bajo	
Nivel de Acción	Puede ser necesaria	

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

DETALLE de la POSTURA

Subtarea Postura Frecuencia

Observaciones (postura) Referencia video

Grupo A

Grupo B

<p>TRONCO</p> <p>Flexión 20-60° <input type="text" value=""/> 3</p> <p>Giro <input type="text" value="-"/> Inclinación lateral <input type="text" value="-"/> 5</p> <p>CUELLO</p> <p>Flexión > 20° <input type="text" value=""/> 2</p> <p>Giro <input type="text" value="-"/> Inclinación lateral <input type="text" value="-"/> 3</p> <p>PIERNAS</p> <p>Soporte bilateral <input type="text" value=""/> 1</p> <p>Flex. rodilla 30-60° <input type="text" value="-"/> >60° <input type="text" value="-"/> 4</p>	<p>BRAZO</p> <p>Derecho</p> <p>Flexión 20-45° <input type="text" value=""/> 3</p> <p>Abducc. <input checked="" type="checkbox"/> Rotación <input type="text" value="-"/> 6</p> <p>Hombro elevado <input type="text" value="-"/> 1</p> <p>Apoyado / a favor gravedad <input type="text" value="-"/> 1</p> <p>Izquierdo</p> <p>Flexión <input type="text" value="-"/> 1</p> <p>Abducc. <input type="text" value="-"/> Rotación <input type="text" value="-"/> 6</p> <p>Hombro elevado <input type="text" value="-"/> 1</p> <p>Apoyado / a favor gravedad <input type="text" value="-"/> 1</p>
<p>ANTEBRAZO</p> <p>Flexión < 60° <input type="text" value=""/> 2</p>	<p>MUÑECA</p> <p>Flexión/Extensión 0-15° <input type="text" value=""/> 1</p> <p>Giro <input type="text" value="-"/> Desv. lateral <input type="text" value="-"/> 3</p>
<p>FUERZA / CARGA</p> <p>Tabla A 4</p> <p>< 5 kg <input type="text" value=""/> 0</p> <p>Fuerza repentina o brusca <input type="text" value="-"/> 3</p> <p>=</p> <p>Puntuación A 4</p>	<p>AGARRE</p> <p>Tabla B 4</p> <p>Bueno <input type="text" value=""/> 0</p> <p>=</p> <p>Puntuación B 4</p>

<p>ACTIVIDAD</p> <p>Estática (mantenida > 1 min) <input type="text" value="-"/> 1</p> <p>Repetida (> 4 veces/min) <input checked="" type="checkbox"/> 3</p> <p>Cambios posturales / base inestable <input type="text" value="-"/> 1</p> <p>=</p> <p>Puntuación REBA 5</p>	<p>Tabla C 4</p> <p>+</p> <p>12</p> <p>+</p> <p>3</p> <p>=</p> <p>15</p>	<p>Nivel de Riesgo Medio</p> <p>Nivel de Acción Necesaria</p>
--	---	---

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

DETALLE de la POSTURA

Subtarea: Postura: Frecuencia:

Observaciones (postura): Referencia video:

Grupo A

TRONCO	
Erguido	1
Giro - Inclinación lateral -	5
CUELLO	
Flexión 0-20°	1
Giro - Inclinación lateral -	3
PIERNAS	
Soporte bilateral	1
Flex. rodilla 30-60° - >60° -	4
Tabla A 1	
FUERZA / CARGA	
< 5 kg	0
Fuerza repentina o brusca -	3
Puntuación A 1	

Grupo B

BRAZO		Derecho	Izquierdo
Flexión 20-45°	2	Flexión 45-90°	4
Abducc. - Rotación -	6	Abducc. X Rotación -	6
Hombro elevado -	-	Hombro elevado -	-
Apoyado / a favor gravedad -	-	Apoyado / a favor gravedad -	-
ANTEBRAZO			
Flexión < 60°	2	Flexión < 60°	2
	2		2
MUÑECA			
Flexión/Extensión 0-15°	1	Flexión/Extensión > 15°	2
Giro - Desv. lateral -	3	Giro - Desv. lateral -	3
Tabla B 6		Tabla B 6	
AGARRE			
Bueno	0		
	3		
Puntuación B 6			

Tabla C 3	
ACTIVIDAD	
Estática (mantenida > 1 min)	-
Repetida (> 4 veces/min)	-
Cambios posturales / base inestable	-
Puntuación REBA 3	
Nivel de Riesgo	Bajo
Nivel de Acción	Puede ser necesaria

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

DETALLE de la POSTURA

Subtarea: Postura: Frecuencia:

Observaciones (postura): Referencia video:

Grupo A

Grupo B

TRONCO	
Flexión > 60°	4
Giro -	
Inclinación lateral -	5
CUELLO	
Flexión 0-20°	1
Giro -	
Inclinación lateral -	3
PIERNAS	
Soporte unilateral o postura inestable	3
Flex. rodilla 30-60° X	
>60° -	4
FUERZA / CARGA	
Tabla A	6
< 5 kg	0
Fuerza repentina o brusca -	3
Puntuación A	
	6

BRAZO	
Derecho	
Flexión 20-45°	2
Abducc. -	
Rotación -	6
Hombro elevado -	
Apoyado / a favor gravedad -	
Izquierdo	
Flexión 45-90°	4
Abducc. X	
Rotación -	6
Hombro elevado -	
Apoyado / a favor gravedad -	
ANTEBRAZO	
Flexión 60-100°	1
	2
Flexión < 60°	2
	2
MUÑECA	
Flexión/Extensión 0-15°	1
Giro -	
Desv. lateral -	3
Flexión/Extensión > 15°	2
Giro -	
Desv. lateral -	3
AGARRE	
Tabla B	6
Bueno	0
	3
Puntuación B	
	6

ACTIVIDAD	
Estática (mantenida > 1 min)	-
Repetida (> 4 veces/min)	-
Cambios posturales / base inestable	-
Puntuación REBA	
Tabla C	8
	12
+	
	0
	3
=	
	8
	15
Nivel de Riesgo	Alto
Nivel de Acción	Necesaria pronto