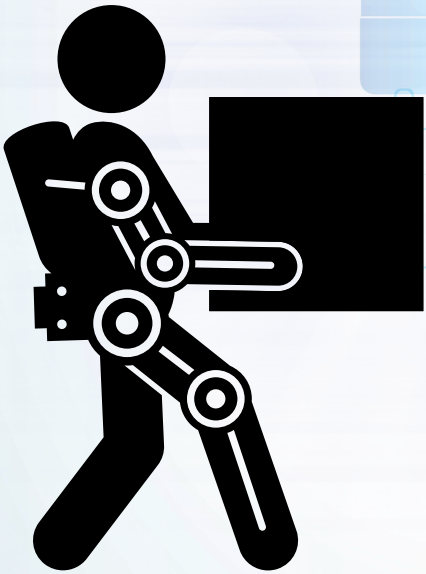


Introducción a los aspectos ergonómicos y a otros factores de riesgos derivados del uso de robots, exoesqueletos y drones





GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Título:

Introducción a los aspectos ergonómicos y a otros factores de riesgos derivados del uso de robots, exoesqueletos y drones

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Miguel Ángel Morano Muñoz
Centro Nacional de Condiciones de Trabajo (CNCT) del INSST

Edita:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.
C/ Torrelaguna 73, 28027 Madrid
Tel. 91 363 41 00, fax 91 363 43 27
www.insst.es

Maquetación:

Azcárate & Asocia2

Edición:

Madrid, Mayo 2023

NIPO (en línea): 118-23-012-0

Hipervínculos:

El INSST no es responsable ni garantiza la exactitud de la información en los sitios web que no son de su propiedad. Asimismo, la inclusión de un hipervínculo no implica aprobación por parte del INSST del sitio web, del propietario del mismo o de cualquier contenido específico al que aquel redirija.

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://cpage.mpr.gob.es

Catálogo de publicaciones del INSST:
http://www.insst.es/catalogo-de-publicaciones

datos abiertos

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 4

ROBOTS 6

Definiciones 6

Clasificación 8

Interacción robot-persona 8

Diferencias entre robot colaborativo y robot no colaborativo 9

Modos de funcionamiento de los robots colaborativos 10

Aplicaciones en el ámbito laboral 12

Riesgos y medidas preventivas 12

Legislación y normas técnicas 14

EXOESQUELETOS 16

Definición 16

Clasificación 16

Aplicaciones en el ámbito laboral 17

Riesgos y medidas preventivas 18

Legislación y normas técnicas 20

DRONES 22

Definiciones 22

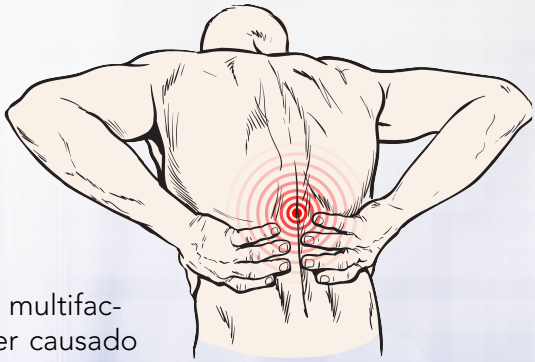
Clasificación 22

Aplicaciones en el ámbito laboral 24

Riesgos y medidas preventivas 25

Legislación y normas técnicas 26

INTRODUCCIÓN



Los trastornos musculoesqueléticos (TME) relacionados con el trabajo son uno de los problemas de salud laboral más comunes en España y en Europa.

Los TME tienen un carácter multifactorial. Su desarrollo puede ser causado por la presencia, tanto de forma individual como simultánea, de diversos factores de riesgo: biomecánicos, psicosociales, organizativos y personales.

Entre los factores biomecánicos que influyen en el desarrollo de los TME están, entre otros, las posturas de trabajo forzadas, las posturas estáticas, la aplicación de fuerzas y los movimientos repetitivos.



En el año 2022, en España se produjeron en total 161.099 accidentes con baja por sobresfuerzo físico sobre el sistema musculoesquelético. De ellos, 164 fueron calificados como graves.[1]

Hay aspectos que pueden ser determinantes de la incidencia que tienen los TME en la morbilidad laboral.

Entre estos, caben destacar los siguientes:

- Las exigencias biomecánicas de las tareas.
- Los factores ligados a las condiciones de trabajo.
- Las deficiencias preventivas.
- Los factores sociodemográficos, tales como la edad o el género.

Todos estos aspectos, sumados a la inmediatez de la asociación causa-efecto de los TME, hacen que siga siendo indispensable implemen-

[1] Avance Enero – Diciembre 2022 de la Estadística de Accidentes de Trabajo.

tar medidas preventivas eficaces para minimizar la incidencia. Por ello, la Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2023-2027 establece que, "…es necesario que las administraciones públicas y los interlocutores sociales continúen abordando la prevención de los TME en consonancia con las prioridades y objetivos del plan de acción aprobado por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (CNSST)."



"Los avances tecnológicos pueden crear nuevas oportunidades para los trabajadores en todas las etapas de su vida y su carrera profesional. Las tecnologías digitales también pueden aportar a los trabajadores soluciones digitalizadas que contribuyan a su salud y a su bienestar"[2]

Dispositivos y equipos tecnológicos desarrollados en la industria 4.0, tales como los robots, los exoesqueletos y los drones, pueden ser herramientas útiles para contribuir a prevenir o reducir los riesgos, entre otros, los de desarrollar los TME. Pero también hay que tener en cuenta que su utilización puede entrañar nuevos riesgos. Dichos riesgos tienen que ser evaluados para, posteriormente, mediante la adopción de medidas adecuadas, ser eliminados o reducidos hasta un nivel aceptable.

La eliminación o reducción de estos nuevos riesgos se llevará a cabo según la priorización establecida en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995), sobre principios de la acción preventiva. Para ello, en primer lugar, se deberían adoptar medidas para eliminar dichos riesgos y, en caso de no poder ser eliminados, tomar medidas para reducirlos y controlarlos.

[2] Marco estratégico de la UE de Seguridad y Salud en el Trabajo 2021-2027.

ROBOTS

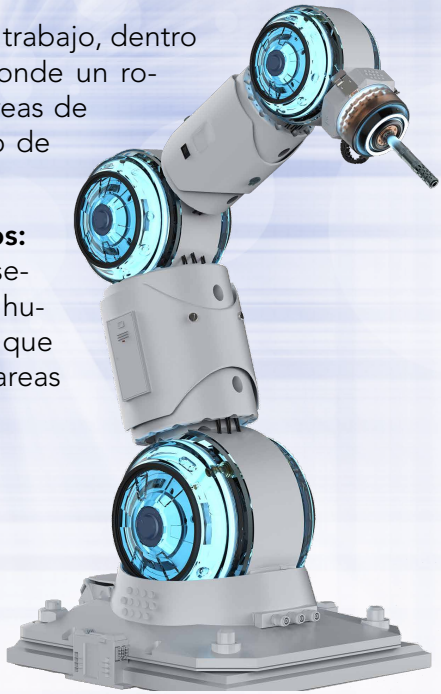
Los robots son dispositivos que se han puesto a disposición para mejorar el trabajo y las condiciones de seguridad y salud laboral de las personas.

Definiciones

Robot: Máquina o ingenio electrónico programable que es capaz de manipular objetos y realizar diversas operaciones.[3]

Robot industrial: Manipulador reprogramable para usos múltiples, controlado automáticamente con tres o más ejes programables, ya sea fijo o móvil, para uso en aplicaciones de automatización industrial.[4]

Robots industriales colaborativos: Son aquellos robots diseñados para la interacción directa con humanos en un espacio colaborativo.
El espacio colaborativo es la zona de trabajo, dentro del área resguardada (protegida), donde un robot y un humano pueden realizar tareas de forma simultánea durante el proceso de producción.[5]



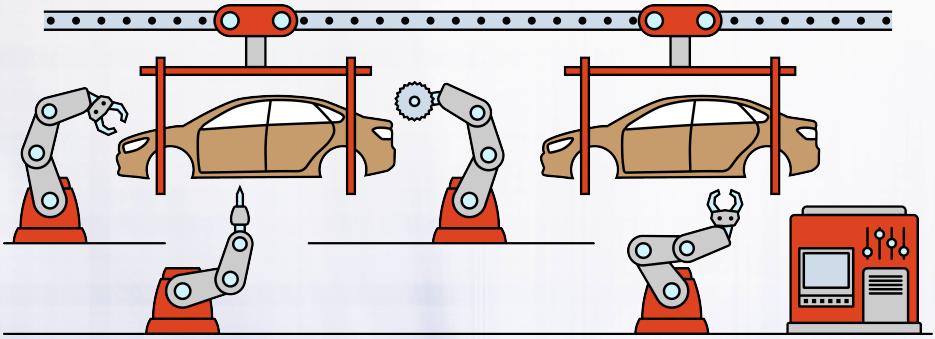
Robots industriales no colaborativos: Son aquellos robots que no están diseñados para la interacción directa con humanos en la zona de trabajo, por lo que robot y humano no pueden realizar tareas de forma simultánea.

---

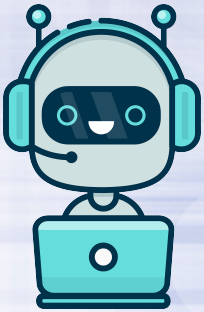
[3] Real Academia Española (RAE).

[4] UNE EN ISO 10218-1:2012. "Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 1: Robots".

[5] *Ibidem.*



Robot de servicio: Robot de uso personal o profesional que realiza tareas útiles para humanos o equipos, excluyendo aplicaciones de automatización industrial.[6]



Robot de servicio personal: Es el diseñado para uso personal. Ejemplos de robots personales son los robots domésticos y los robots asistentes de movilidad.

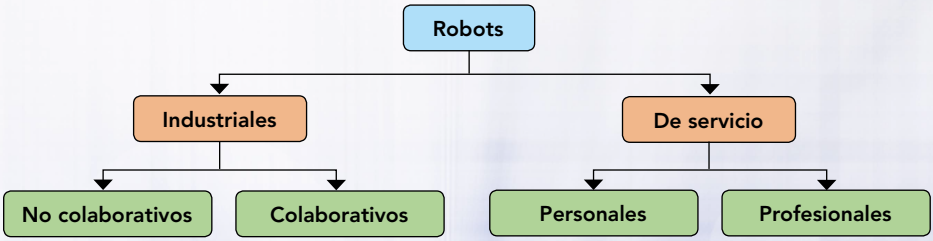
Robot de servicio profesional: Son los robots de servicio diseñados para uso profesional. En este grupo se incluyen los vehículos autoguiados (del inglés "Auto Guided Vehicle", AGV), y los robots móviles autónomos (del inglés "Autonomous Mobile Robot", AMR). También se incluyen en este grupo los robots de limpieza de lugares públicos y los robots de cirugía.



[6] ISO 8373:2021. "Robotics — Vocabulary".

Clasificación

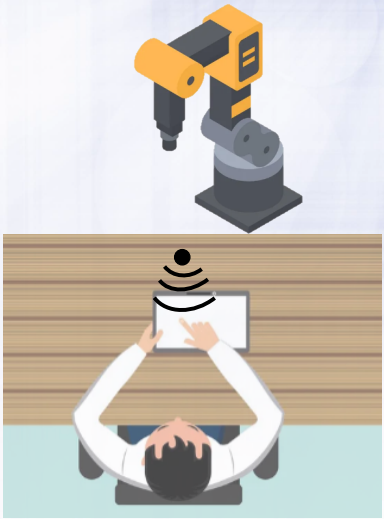
Dentro de las múltiples formas de clasificación de los robots, una puede ser según su uso:



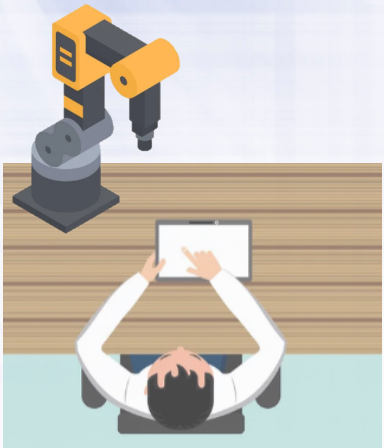
Interacción robot-persona

Se consideran varios tipos de interacciones entre el robot y la persona:

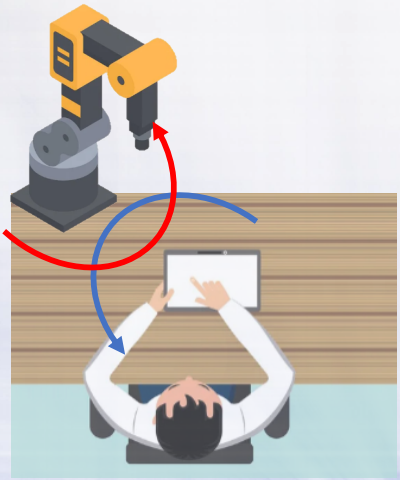
- **Coexistencia:** Ambos trabajan de forma simultánea pero no en la misma zona de trabajo.
- **Cooperación:** Ambos trabajan en la misma zona de trabajo, pero no de forma simultánea.
- **Colaboración:** Ambos trabajan en la misma zona de trabajo de forma simultánea.
- **Independiente:** El robot trabaja de forma autónoma e independiente.



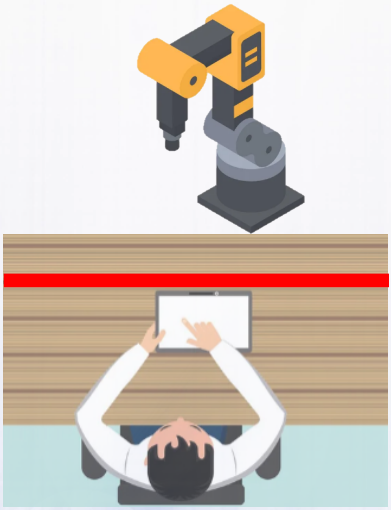
Coexistencia



Cooperación



Colaboración



Independiente

Diferencias entre robot colaborativo y robot no colaborativo

La principal diferencia entre un robot colaborativo y uno no colaborativo radica en su interacción con los humanos. El robot colaborativo está diseñado para la interacción directa con humanos, mientras que el robot no colaborativo no está diseñado para esa interacción.

Además de esta, existen otros aspectos y características que marcan la diferencia entre ambos tipos de robots.

Por una parte, los robots colaborativos:

- Son de menor tamaño y más livianos que los no colaborativos, por lo que la capacidad de carga es menor que la de estos.
- Trabajan a bajas velocidades.
- No requieren estar encerrados ya que permiten la interacción con los humanos.

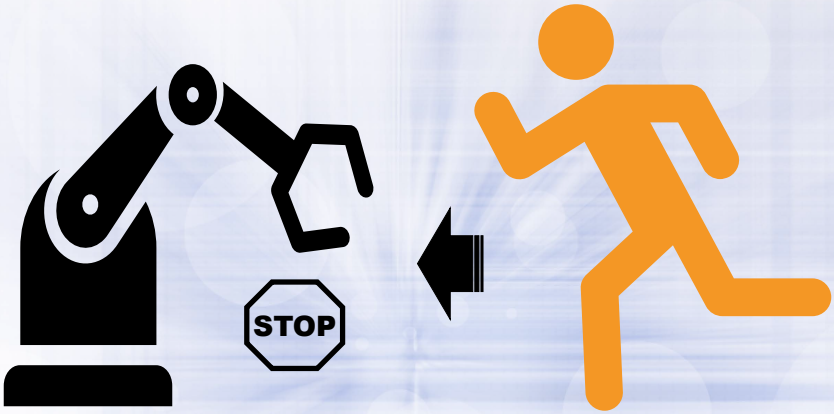
Por la otra, los robots no colaborativos se caracterizan por:

- Trabajan a altas velocidades.
- Son de gran tamaño.
- Tienen gran capacidad de carga.
- Tienen que estar encerrados para evitar el contacto con los humanos.

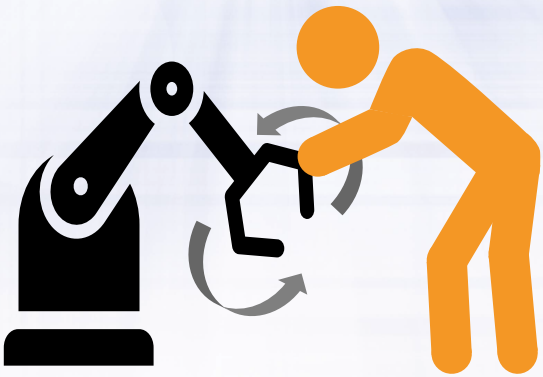
Modos de funcionamiento de los robots colaborativos

Con el objeto de que la interacción entre el robot y la persona se haga de forma segura, se establece diferentes modos de funcionamiento de los robots colaborativos:[7]

- Parada segura monitorizada: El robot se para cuando la persona invade al espacio de seguridad. Para ello se utilizan sistemas como escáneres laser o cortinas fotoeléctricas que detectan cuando la persona entra en el espacio de seguridad.

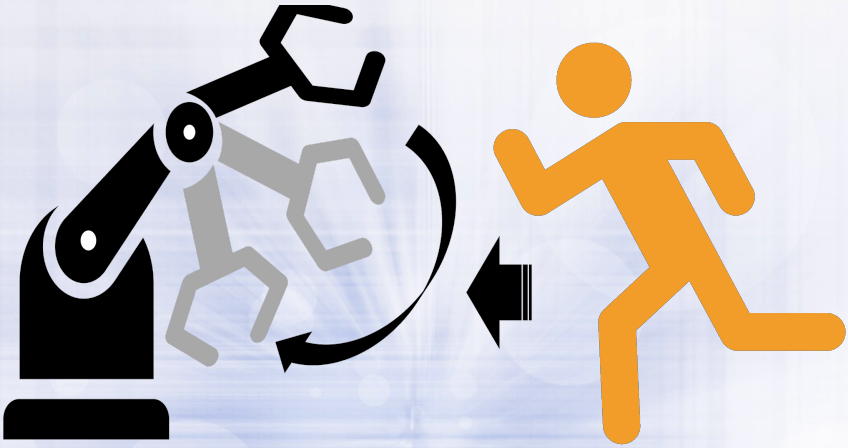


- Guiado manual: La persona puede manipular el movimiento del robot dentro del espacio de seguridad. Esta operación es útil en la elevación de materiales pesados. En estos casos, la persona guía al robot, pero es el robot quien sostiene la carga.

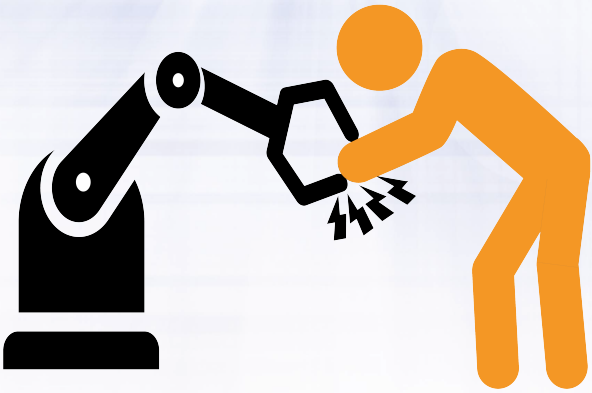


[7] ISO/TS15066. "Robots y dispositivos robóticos. Robots colaborativos".

- Control de velocidad y separación: La velocidad del robot disminuye, al igual que su rango de movimiento, a medida que la persona se acerca a la zona de seguridad. En este tipo de operación, el robot puede incluso pararse si la persona se acerca demasiado o invade dicha zona. Una vez la persona salga de la zona definida, el robot comenzará a moverse de nuevo.



- Limitación de fuerza y energía: En caso de contacto, ya sea por golpe o por atrapamiento, los robots deben ejercer una fuerza y energía que no cause ningún daño a la persona. Esto se consigue, entre otros aspectos, a través de la limitación de la velocidad del robot, la limitación del par de fuerza y la parada del robot cuando entra en contacto con la persona.



Aplicaciones en el ámbito laboral

Los robots se emplean cada vez más para llevar a cabo diferentes tareas en más aplicaciones y en un mayor rango de sectores productivos. Sectores tales como, por ejemplo:

- Industrial: Soldadura, montaje, etc.
- Agrícola y ganadero: Recolección de cultivos, mover y retirar ramas, etc.
- Asistencia sanitaria: Reparto de medicinas, desinfección de superficies, etc.
- Logístico: Manipulación de cargas y mercancías.
- Comercio y hostelería: Automatizado de inventarios, limpieza de entornos, etc.

Riesgos y medidas preventivas



Dentro de los riesgos que pueden causar los robots, los ergonómicos pueden ser uno de los tipos más significativos. Estos son producidos porque algunos procesos que llevan a cabo los robots pueden requerir que la persona realice, de manera complementaria, repetida y continuada en el tiempo, las siguientes operaciones:

- Manipulación manual de las piezas procedentes de los robots.
- La realización de movimientos repetitivos durante la manipulación.
- El mantenimiento de posturas forzadas.
- Realizar un sobreesfuerzo durante la manipulación cuando las piezas tienen un peso considerable.

Todas estas operaciones, tal y cómo se ha indicado, pueden influir en el riesgo de desarrollar TME.

Aparte de estos riesgos ergonómicos, no hay que obviar otros tipos de riesgos que pueden causar los robots directamente o derivados de las

tareas que ejecutan. Entre estos riesgos se pueden citar, de manera no exhaustiva, los siguientes:

Riesgo de cortes, golpes, etc., con los robots o con sus elementos. Estos contactos ocurren principalmente porque no se ha restringido el área de actuación del robot o no se ha aislado el mismo. Pero también puede suceder porque, aun habiendo un sistema de protección que permita el aislamiento del robot, la persona ha accedido a la zona de actuación con el robot en funcionamiento. Cabe la posibilidad de que esto ocurra, por ejemplo, por un fallo del sistema o por la manipulación indebida del mismo.

Es probable que la ejecución de determinadas tareas por parte de los robots también ocasione ciertos riesgos. Tareas como soldadura, taladrado, atornillado, etc., pueden causar riesgo de proyección de partículas y contacto térmico (por las chispas, salpicaduras). También puede haber riesgo de contacto térmico con herramientas que esté utilizando el robot, como, por ejemplo, el soplete. La realización de esas tareas también puede causar un nivel elevado de ruido que podría ser perjudicial para la persona.

Por otro lado, la ejecución de tareas como soldadura o aplicación de pintura pueden generar también un riesgo por exposición a agentes químicos peligrosos: por la inhalación de los vapores que emanan de las pinturas o la inhalación de los humos de la soldadura.

Hay que tener en cuenta que la utilización de robots también puede implicar un aumento del ritmo de la producción y una disminución de los periodos de descansos para las personas. El aumento de estas exigencias puede causar en las personas un aumento de la carga mental, así como un rechazo al uso de estos dispositivos para la realización de las tareas.

También puede ocurrir que el ritmo del proceso para llevar a cabo las tareas esté marcado por el ritmo de ejecución del robot. Esto puede provocar, entre otras cosas, la pérdida de autonomía de la persona. Es decir, la subordinación al ritmo del robot puede implicar una pérdida de autonomía y control para la persona.

Hay que indicar también que, a la hora de trabajar con los robots, las personas pueden requerir el realizar un esfuerzo de aprendizaje para saber cómo se tiene que utilizar. Este sería más crítico en las personas mayores.

Otro de los riesgos de la utilización de los robots, es que las personas pueden considerar a los robots como una amenaza para el mantenimiento de su puesto de trabajo.

Con el objeto de eliminar, reducir y controlar estos riesgos, se podrían recomendar las siguientes medidas preventivas:

- Colocación de un sistema que impida el acceso no autorizado a las personas a la zona de actuación del robot convencional cuando este se encuentre en funcionamiento. Un ejemplo del citado sistema puede ser el vallado de seguridad.
- Las personas deberán recibir formación e información sobre los riesgos del robot y las medidas preventivas de dichos riesgos.
- El ritmo del proceso se deberá adaptar a la persona y no al contrario.
- Las operaciones de revisión y mantenimiento de los robots deberán llevarse a cabo de acuerdo con las indicaciones establecidas por el fabricante y las dadas en la evaluación de riesgos.
- Las personas que trabajen con el robot o cercanos a este deberán llevar puesto la ropa de trabajo y equipos de protección individual adecuados a los riesgos que se pueden generar en el proceso en el que intervenga el robot.

Legislación y normas técnicas

Los robots son considerados cuasi máquinas por sí solos, pero en el momento en el que se le incorpora un accesorio o herramienta de trabajo, ya pueden ser considerados máquinas. Es por ello por lo que deben de cumplir lo establecido en el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Por otra parte, y en virtud de que los robots también son considerados equipos de trabajo, deben cumplir lo establecido en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Asimismo, también existen normas y especificaciones técnicas que recogen aspectos y criterios recomendados que pueden ser útiles para la prevención de los riesgos derivados de su uso. Algunas de ellas son:

- UNE EN ISO 12100:2012. "Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo".
- UNE EN ISO 10218-1:2012. "Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 1: Robots".
- UNE EN ISO 10218-2:2011. "Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 2. Sistemas robot e integración".



- UNE EN ISO 13482:2014. "Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots no industriales. Robots de asistencia personal no médicos".
- ISO/TS 15066:2016. "Robots y dispositivos robóticos. Robots colaborativos".
- UNE EN ISO 3691-4:2020. "Carretillas de manutención. Requisitos de seguridad y verificación. Parte 4: Carretillas industriales sin conductor y sus sistemas".

EXOESQUELETOS

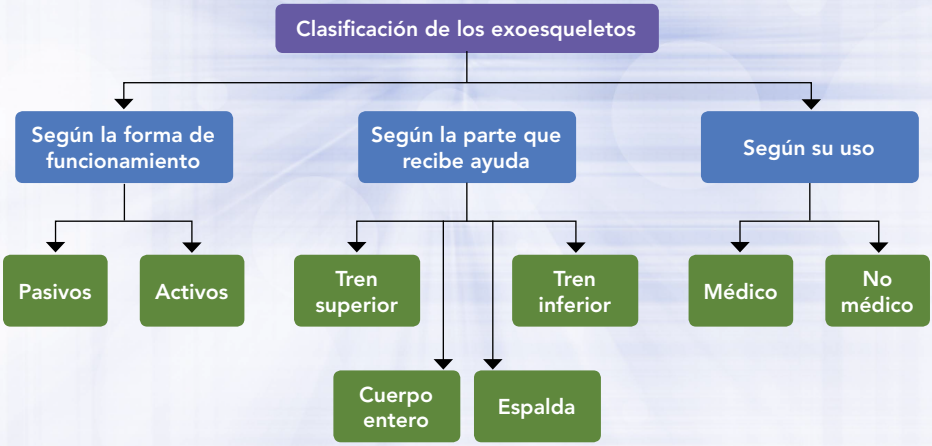
Los exoesqueletos son equipos que se colocan de forma externa en el cuerpo de una persona, con la finalidad de reducir la carga física de trabajo. Estos suponen una ayuda para la persona durante la realización de una determinada actividad, disminuyendo su exigencia física.

Definición

Los exoesqueletos se pueden definir como "dispositivos externos portátiles (en inglés "wearable", ya que se colocan sobre el cuerpo del usuario) utilizados con el objetivo de incrementar las capacidades.[8]

Clasificación

Los exoesqueletos se pueden clasificar de diversas formas atendiendo a diferentes criterios:[9]

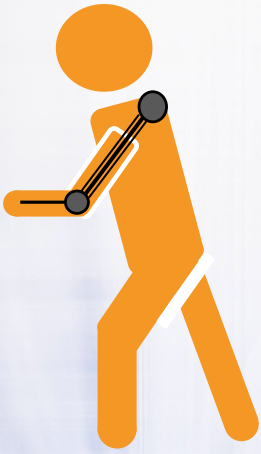


[8] Michael P. de Looze, "Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load", Ergonomics 2015.

[9] NTP 1162: Exoesqueletos I (2021).



Cuerpo entero



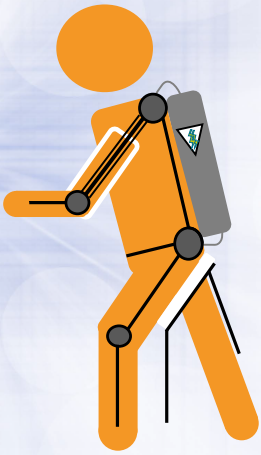
Tren superior



Espalda



Tren inferior



Activo

Aplicaciones en el ámbito laboral

Los exoesqueletos están diseñados y se utilizan para ayudar en las tareas que conllevan una elevada carga física. Tienen como objeto el reducir la carga muscular aliviando aquellas partes del cuerpo que están expuestas a sobresfuerzos o posturas estáticas prolongadas. Esto se consigue a través de la distribución del peso que soporta las extremidades superiores o la zona lumbar, hacia otras zonas de mayor fuerza muscular (como por ejemplo las piernas).

Riesgos y medidas preventivas

Los exoesqueletos, de acuerdo con lo comentado, ayudan a reducir los riesgos derivados de la realización de las tareas, pero no los eliminan. Por esta razón y, tal y como se ha citado anteriormente, se deben de implantar, previamente a su utilización, otras medidas, de acuerdo con lo establecido el artículo 15 de la ley 31/1995. En dicho artículo se indica que, en primer lugar, se deben de aplicar medidas para eliminar los riesgos y en caso de no poder tomarse esas medidas, aplicar medidas para reducirlos y controlarlos. Es por ello por lo que se deben aplicar, como primera opción, medidas técnicas, luego medidas organizativas, después, medidas colectivas y, por último, medidas personales. Hay que tener en cuenta que la utilización de los exoesqueletos estaría encuadrada en este último grupo de medidas.

Por todo ello, con carácter previo, se deberá llevar a cabo un estudio ergonómico de los puestos de trabajo para determinar si las personas están expuestos a algún tipo de riesgo. Si, derivado de ese estudio, se detecta que las personas estén expuestas a algún riesgo, habrá que valorarlo. Si el riesgo no es tolerable, se recomienda adoptar las medidas necesarias para eliminar o minimizar estos riesgos.

Si, posteriormente a la aplicación de las medidas (organizativas, técnicas y colectivas), todavía existe un riesgo para la persona, se puede aplicar medidas personales, entre las cuales se puede incluir la utilización de exoesqueletos.

Su utilización genera una serie de riesgos, de entre los cuales, se podría destacar como riesgos ergonómicos más relevantes, los siguientes:

- Exoesqueletos mal adaptados a las características morfológicas y anatómicas de la persona, o mal ajustados, pueden provocar rozaduras y compresiones en diversas partes del cuerpo. También podrían provocar molestias e incomodidades.
- El llevar la persona colocado el exoesqueleto, hace que esta tenga que soportar un mayor peso, lo que puede derivar en un aumento del ritmo cardíaco debido a un aumento del esfuerzo de la persona para sostenerlo.
- Cabe la posibilidad de que pueda aliviar determinadas partes del cuerpo en detrimento de provocar presiones en otras partes del

cuerpo que pueden ser perjudiciales. Esto es debido, tal y como se ha indicado, a que los exoesqueletos pasivos ayudan a reducir la carga física durante la manipulación de cargas a través del reparto de las cargas que sufre determinadas partes del cuerpo (hombros, lumbar, etc.), a otras partes que están más desarrolladas (piernas, pecho, etc.), y que pueden soportar más carga.

Además de estos riesgos, la utilización de exoesqueletos puede ocasionar otro tipo de riesgos.

La envergadura de los exoesqueletos puede provocar, si se utiliza en espacios limitados o con obstáculos, caídas, golpes y tropiezos. Los exoesqueletos también pueden restringir los movimientos de las personas, por lo que, en caso de emergencia, pueden dificultar la evacuación.

Hay que tener en cuenta también que el contacto del exoesqueleto con el cuerpo puede causar un aumento del estrés térmico de la persona, si este se utiliza en zonas de trabajo a altas temperaturas.

Los exoesqueletos, por otro lado, requieren de un mantenimiento y limpieza periódico ya que, en caso de no hacerse, este puede provocar irritaciones debido al contacto y al rozamiento con el cuerpo.

Los exoesqueletos, al igual que otros dispositivos o equipos, requieren de un periodo de adaptación para que sea utilizado correctamente. Si la persona no realiza ese periodo de adaptación, esta puede que necesite incrementar la atención durante su uso. También, si las tareas son muy variadas, la utilización del exoesqueleto puede provocar una disminución de la autonomía de la persona y entorpecer la realización de dichas tareas.

Es por todo lo mencionado, por lo que, entre otras razones, las personas puedan rechazar la utilización de los exoesqueletos.

En el caso de exoesqueletos activos, ciertos riesgos indicados anteriormente (golpes, caídas, choques, limitación de movimientos, estrés térmico), se agravarían aún más. Esto es debido a que este tipo de exoesqueletos tienen mayor peso y envergadura que los pasivos. También hay que tener en cuenta que su utilización requiere para la persona de un menor o nulo esfuerzo para llevar a cabo la manipulación de cargas. La razón es que los motores eléctricos o neumáticos de estos exoesqueletos permiten la ayuda a las personas, aumentando su capacidad física

o disminuyendo su fatiga. No obstante, los exoesqueletos activos pueden generar otros riesgos que no son generados por los pasivos, como por ejemplo el riesgo eléctrico, ya sea por contacto directo o indirecto con las partes activas del exoesqueleto.

Para eliminar, reducir y controlar los riesgos mencionados, se pueden proponer las siguientes medidas preventivas:

- Antes de la implantación de los exoesqueletos, habrá que evaluar los riesgos derivados de su uso y aplicar, si procede, las correspondientes medidas preventivas.
- Las personas que utilicen los exoesqueletos deberán recibir una formación e información sobre los riesgos derivados de su uso y las medidas preventivas.
- Establecer un periodo de adaptación a la utilización de los exoesqueletos.
- Los exoesqueletos deberán utilizarse, revisarse y mantenerse de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.
- Se deberá llevar a cabo un seguimiento y control de las medidas preventivas implantadas.

Legislación y normas técnicas

Los exoesqueletos activos (motorizados) que sean considerados como máquinas, deberán cumplir lo establecido en el Real Decreto 1644/2008 de comercialización de máquinas. Como equipo de trabajo, a todos los exoesqueletos les aplicará, al igual que se ha indicado en los robots, lo establecido en el Real Decreto 1215/1997.



La norma técnica ISO 18646-4:2021. "Robótica — Criterios de rendimiento y métodos de prueba relacionados para robots de servicio — Parte 4: Robots de soporte para la parte lumbar" tiene como objeto el facilitar la comprensión del rendimiento de los exoesqueletos entre los usuarios y los fabricantes. También define las características

importantes de rendimiento, como deben especificarse y como deben de colocarse los exoesqueletos. Esta norma no es de aplicación a los robots médicos, aunque sí pueden ser utilizados sus métodos de evaluación.

Hay que tener en cuenta que esta norma no tiene como objeto la verificación o la validación de los requisitos de seguridad.

DRONES

Definiciones

Un dron se puede definir, por una parte, como "aeronave no tripulada, dirigida a distancia desde una estación de pilotaje remoto"[10], (del inglés "Remotely Piloted Aircraft", RPA). Y, por la otra, también puede definirse como "cualquier aeronave que opere o esté diseñada para operar de forma autónoma o para ser pilotada a distancia sin un piloto a bordo" (aeronave no tripulada, ANT)[11] . También se le denomina UAS, del inglés "Unmanned Aerial System".

A los drones también se les denomina aeronaves no tripuladas por control remoto o vehículos aéreos no tripulados (UAV, del inglés "Unmanned Aerial Vehicle").

Clasificación

Los drones no tienen una clasificación formal, por lo que pueden clasificarse atendiendo a diversos criterios, entre los cuales están:

- Tipo de ala: Ala fija o variable.
- Número de hélices o brazos: Tricópteros, cuadricópteros, hexacópteros, octocópteros y coaxiales.

Aparte de estos criterios de clasificación, el Reglamento de ejecución (UE) 2019/945 de la Comisión de 12 de marzo de 2019, sobre los sistemas de aeronaves no tripuladas y los operadores de terceros países de sistemas de aeronaves no tripuladas, distingue siete clases de drones que van de la clase C0 hasta la clase C6.

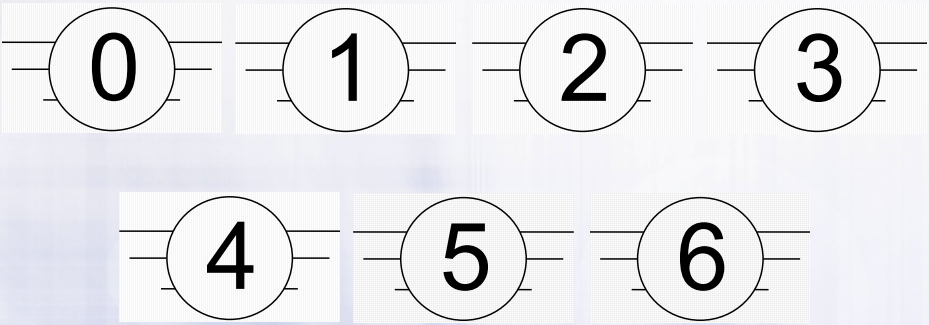
Estas clases están determinadas, entre otros, por aspectos tales como la velocidad máxima, la altura máxima y la masa máxima al despegue. Por otra parte, las clases también determinan el tipo de carné de piloto que se necesita para operar con el dron.

---

[10] Real Decreto 1036/2017 de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto.

[11] Reglamento de ejecución (UE) 2019/947 de la comisión de 24 de mayo de 2019 relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas.

Los drones deberán llevar un etiquetado en el que se identifique la clase a la que pertenece.



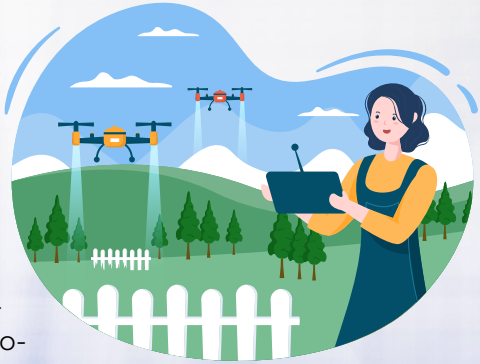


Dron clase C2



Dron clase C3

Aplicaciones en el ámbito laboral



Actualmente los drones se utilizan en muchos sectores como, por ejemplo, el militar, el logístico, el de la construcción, el industrial y el agrícola, entre otros.

Estos se utilizan para llevar a cabo numerosas tareas tales como: vigilancia, inspección de zonas peligrosas o de difícil acceso, rescate y búsqueda de personas, cartografía, control de cultivos, etc.

El uso del dron para llevar a cabo esas tareas ayuda a reducir, e incluso eliminar, los riesgos derivados de estas.



Simulación de entrada de dron en espacio confinado[12]

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos, una de las tareas en las cuales se utiliza el dron, tal y como se ha indicado anteriormente, es la inspección de zonas peligrosas o de difícil acceso (espacios confinados, torres de alta tensión, cubiertas, tejados, etc.). El uso de drones en este tipo de tareas permite a la persona poder inspeccionar la zona de trabajo sin tener que acceder a ella, evitando así, entre otros riesgos, las posturas estáticas prolongadas y forzadas durante la inspección.

[12] Foto de dron manipulado por operador de SGS (@SGS_Spain), realizada en jornada técnica de FLC.

Riesgos y medidas preventivas

La utilización de drones puede implicar una serie de riesgos que pueden afectar no solo a la persona que maneja el dron, sino también a las personas que estén o accedan al área de actuación del mismo.

Los riesgos asociados al uso de drones pueden ser de naturaleza muy heterogénea. No obstante, cabe tener presente los siguientes riesgos ergonómicos:

En el caso que se requiera transportar el dron de forma manual, y este tenga un peso considerable, le puede suponer a la persona realizar un sobreesfuerzo.

La rotación de las hélices del dron puede provocar un ruido que puede causar molestias a la persona. Si dicho ruido adquiere niveles muy altos, podría incluso dañar el oído de la persona.

El manejo del dron también puede provocar en la persona el tener que realizar movimientos repetitivos debido al uso continuado del mando. Su utilización también puede requerir la permanencia en el sitio manteniendo las mismas posturas sin moverse.

Además de los ergonómicos, los drones también pueden causar otra serie de riesgos que hay que valorar.

Si el dron se opera en terrenos irregulares o terrenos elevados, la persona que maneje este, puede estar expuesta a riesgos por caída al mismo o a diferente nivel.

Cuando el dron esté funcionando, las personas que estén en sus proximidades del pueden estar expuestos a riesgos por golpes con el dron o elementos de este. Si el contacto es con las hélices del dron, puede, incluso, causar cortes graves en las personas.

Los drones funcionan con baterías que, por falta de mantenimiento o por fallo de estas, pueden adquirir una alta temperatura llegando incluso a incendiarse o explotar. En relación con la batería, hay que indicar también que, en caso de manipulación de esta, se debe tener precaución con el contacto del líquido que hay en su interior ya que puede resultar peligroso.

Por otro lado, los drones, normalmente, se utilizan en campo abierto, a la intemperie. Es por ello por lo que, en caso de que la persona que

maneja el dron esté en un ambiente exterior, esta puede estar expuesto a riesgo por estrés térmico (tanto por frío como por calor).

Al igual que se ha visto en otros dispositivos, si la persona que tiene que utilizar el dron no tiene la experiencia suficiente, ni está familiarizado con la utilización del mismo, puede causarle un aumento de la carga mental y estrés.

Con respecto a las medidas preventivas para eliminar, minimizar y reducir los riesgos indicados anteriormente, se pueden sugerir las siguientes:

- Para evitar el contacto de otras personas con el dron se debería señalizar y balizar la zona de actuación del dron e impedir el acceso a la misma a las personas no autorizadas.
- Las personas que utilicen el dron deberían recibir formación e información acerca de los riesgos y las medidas preventivas y, las que tengan que acceder a la zona de actuación, además deberán recibir formación sobre las operativas del dron.
- La persona que maneja el dron debería usar la ropa de trabajo y equipos de protección individual adecuados a los riesgos a los cuales va a estar expuesto.
- El dron deberá usarse, revisarse y mantenerse de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante.

Legislación y normas técnicas

Al igual que se ha indicado en los dos dispositivos anteriores, a los drones, por ser considerados máquinas, le son de aplicación lo establecido en el Real Decreto 1644/2008 de comercialización de máquinas. También le son de aplicación, al ser considerados equipos de trabajo, lo establecido en el Real Decreto 1215/1997.



También existen normas técnicas que recogen aspectos y criterios recomendados:

- ISO 21384-2:2021. "Sistemas de aeronaves no tripuladas — Parte 2: Componentes UAS".
- ISO 21384-3:2019. "Sistemas de aeronaves no tripuladas — Parte 3: Procedimientos operativos".
- ISO 21384-4:2020. "Sistemas de aeronaves no tripuladas — Parte 4: Vocabulario".
- Asimismo, deberán cumplir la siguiente normativa que, aunque no esté dentro del ámbito preventivo, se menciona de forma complementaria.
- Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto.
- Reglamento delegado (UE) 2019/945 de la Comisión de 12 de marzo de 2019 sobre los sistemas de aeronaves no tripuladas y los operadores de terceros países de sistemas de aeronaves no tripuladas.
- Reglamento de Ejecución de la Comisión (UE) 2019/947 relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas.

La Agencia Estatal de Seguridad Aérea establece que "La normativa europea no es aplicable a las "actividades o servicios no EASA" por lo que los operadores que realicen este tipo de actividades deberán cumplir con lo dispuesto en el Real Decreto 1036/2017."

Por otro lado también indica que "Las actividades o servicios no EASA son aquellas excluidas del ámbito de aplicación del Reglamento (UE) 2018/ 1139 del Parlamento Europeo y del Consejo, artículo 2.3, letra a), llevadas a cabo por servicios militares, de aduanas, policía, búsqueda y salvamento, lucha contra incendios, control fronterizo, vigilancia costera o similares, bajo el control y la responsabilidad de un Estado miembro, emprendidas en el interés general por un organismo investido de autoridad pública o en nombre de este."

Es por ello por lo que, para actividades o servicios EASA, sería de aplicación la normativa europea, anteriormente citada.



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo