



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

“Lesiones musculoesqueléticas, exoesqueletos como medida de prevención”

*“Lesións musculoesqueléticas, exoesqueletos como medida
de prevención”*

*“Musculoskeletal disorders, exoskeletons as a prevention
measure”*

Facultad Ciencias del Trabajo - Ferrol

Grado en Relaciones Laborales y Recursos Humanos

Trabajo de fin de Grado / Curso académico 2019/2020

Lidia Rega Barca

Tutor: Juan de Dios Rodríguez García

Cotutor: Antonio Couce Casanova

INDICE

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN (Abstract)	4
PALABRAS CLAVE (Key words)	5
INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS	7
<i>Objetivos Generales</i>	7
<i>Objetivos Específicos</i>	7
METODOLOGÍA	8
JUSTIFICACIÓN, ESTADÍSTICAS	9
ANTECEDENTES HISTÓRICOS	13
DEFINICIÓN DE TRANSTORNO MUSCULOESQUELÉTICO (TME)	16
LAS LESIONES MÚSCULO ESQUELÉTICAS MÁS COMUNES	19
¿QUÉ ES UN EXOESQUELETO?	21
TIPOS DE EXOESQUELETOS	22
<i>Miembros superiores / Protección dorsal</i>	25
<i>Miembros inferiores</i>	26
<i>Zona lumbar</i>	28
SECTORES DE APLICACIÓN	32
LA NECESIDAD EN LA INDUSTRIA ACTUAL	35
CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS	40
ANEXO I - Datos Estadística de accidentes de trabajo 2019	40
1.1.- Total accidentes de trabajo con baja y sin baja en el 2019	40
1.2.- Accidentes de trabajo por sector de actividad 2019.....	41
1.3.- Número de accidentes con baja y mortales	43
1.4.- Variaciones de accidentes de trabajo frente al año anterior con baja y mortales.....	45
1.5.- Índices de incidencia de accidentes de trabajo con baja	47

1.6.- Tablas de datos estadísticos resultantes de la estadística de accidentes de trabajo (2019)	48
<i>ANEXO II</i> – Cuadro de enfermedades profesionales	51
<i>ANEXO III</i> - TME por región corporal.....	55
<i>ANEXO IV</i> – Ejemplo exoesqueleto miembros superiores / Ficha técnica	56
<i>ANEXO V</i> – Ejemplo exoesqueleto miembros inferiores.....	59
<i>ANEXO VI</i> – Ejemplo exoesqueleto zona lumbar.....	62
<i>ANEXO VII</i> – Ejemplo exoesqueleto protección de manos.....	65
<i>ANEXO VIII</i> - Campaña Ikea sobre exoesqueletos	67

AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento de este trabajo es a la empresa Grupo Iturri la cual me ha permitido utilizar su información y productos a modo de ejemplos, me ha brindado ayuda aportando aún más documentación, pero sobre todo por descubrirme el mundo de los exoesqueletos desconocido hasta entonces para mí, por tanto, ellos han sido la motivación para este trabajo y sin los cuales no habría sido posible

A Juan y Antonio, mi tutor y cotutor, por la motivación, paciencia y ayuda que me han aportado para la elaboración del trabajo, sobre todo por la motivación.

RESUMEN (Abstract)

De los totales de accidentes que se produjeron en España durante el 2019 en el transcurso de la jornada 184.421 corresponden a sobreesfuerzos del sistema musculoesquelético, existen diversas enfermedades reconocidas y asociadas a la sobrecarga del sistema musculoesquelético.

En el mercado podemos encontrar variedad de modelos de exoesqueletos de uso industrial y el tipo de exoesqueleto que el trabajador deberá utilizar para protegerse dependerá de las tareas a realizar, puedo llegar a afirmar que las medidas de protección actuales no son suficientes para la protección del trabajador.

Of the total accidents that occurred in Spain during 2019 in the course of the day 184,421 correspond to overstressing of the musculoskeletal system, there are various diseases recognized and associated with overload of the musculoskeletal system.

In the market we can find a variety of exoskeleton models for industrial use and the type of exoskeleton that the worker must use to protect himself will depend on the tasks to be performed, I can even say that the current protection measures are not enough for the protection of the worker .

PALABRAS CLAVE (Key words)

Sobresfuerzo, TME (Trastorno musculo esquelético), exoesqueletos activos/pasivos, RAF (Robot de asistencia física), DAF (Dispositivo de asistencia física), zona lumbar, miembros inferiores/superiores, protección de manos, aplicaciones en la industria actual.

Overexertion, MSD (Musculoskeletal Disorder), active / passive exoskeletons, RAF (Assistive Physique Robot), DAF (Assistive Physique Device), lumbar area, lower / upper limbs, hand protection, applications in today's industry.

INTRODUCCIÓN

La intención de este trabajo y la mía propia son la exposición de las distintas lesiones musculoesqueléticas que se manifiestan en los trabajadores a causa de sobreesfuerzos u otras causas, así como la recopilación de información sobre los exoesqueletos de uso laboral existentes en el mercado para la prevención de los trastornos musculoesqueléticos (TME) y la exposición de algunos ejemplos de exoesqueletos a la venta en el mercado actualmente.

Comenzar este trabajo con una evolución de la prevención de riesgos, y más concretamente sobre el tratamiento de los TME causados en y por el trabajo.

Los trastornos musculoesqueléticos siempre han formado parte del mundo laboral y su tratamiento ha cambiado mucho con el paso del tiempo, aunque por desgracia y a mi parecer que un trabajador sufra algún tipo de trastorno provocado por el trabajo está normalizado y debería intentar evitarse a toda costa, estas suponen un coste tanto económico como psicológico para el trabajador.

En muchas ocasiones un alto ritmo de trabajo es el problema principal de que los trabajadores y las personas encargadas de vigilar que se cumplan los planes de prevención descuiden las medidas preventivas a seguir por falta de tiempo o porque estas medidas retrasan los ritmos de trabajo.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Resumir los antecedentes históricos.
- Definir que es una lesión musculo esquelética provocada por el trabajo.
- Explicar que es un exoesqueleto.

Objetivos Específicos

- Identificar las lesiones musculo esqueléticas más comunes
- Exponer los tipos de exoesqueletos
- Enunciar las aplicaciones de los exoesqueletos en distintos sectores y labores.

METODOLOGÍA

Este trabajo en sí es un “estudio del estado del arte”, es decir, una fase previa a un proceso de investigación. Consiste en una recopilación bibliográfica.

Se trata de establecer qué se ha hecho recientemente sobre el tema relacionado con los exoesqueletos como medida de prevención de riesgos laborales, así como la realidad actual en el país sobre las lesiones musculoesqueléticas que padecen los trabajadores.

Recopilar la información e investigaciones realizadas hasta ahora para tener una visión del tema a tratar en este trabajo y llegar a unas conclusiones propias.

Así como explicar que es un exoesqueleto de uso industrial, sus tipos y ejemplos de la utilización de los mismos.

Intentaré con este trabajo contestar a sí los exoesqueletos de uso industrial pueden prevenir las lesiones musculoesqueléticas en tareas concretas donde se ejerce un sobreesfuerzo continuado.

JUSTIFICACIÓN, ESTADÍSTICAS

Para este punto utilizaré información extraída de informes y estadísticas oficiales del estado para su posterior análisis con el fin de ver el número de accidentes relacionados con que se provoquen TME a causa del desarrollo normal del trabajo.

He decidido no coger los pocos datos de este año 2020, por la situación actual con el Covid-19 y los periodos de confinamiento creo que no van a reflejar realmente la información por las alteraciones sufridas estos meses atrás, por tanto, me orientaré a los datos del año 2019.

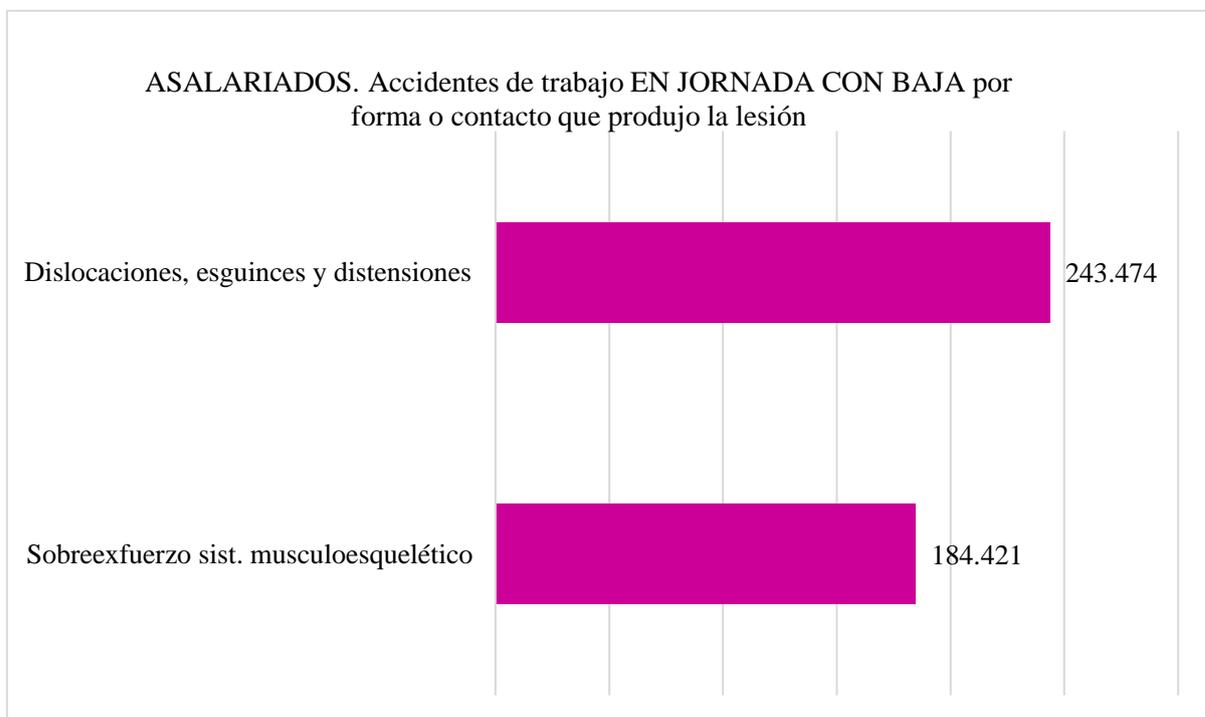
Según la estadística del año 2019 sobre accidentes de trabajo del Ministerio del Trabajo y Economía Social, el número total de accidentes comunicados a través de Delt@ sin baja fueron de 724.321 mientras que los accidentes comunicados con baja fueron 650.602.

En cuanto al top cinco de sectores donde más incidencia de accidentes se registran con baja durante la jornada laboral son en la industria manufacturera, comercio; reparaciones de vehículos, construcción, hostelería y transporte y almacenamiento, en cuanto al top cinco de accidentes durante la jornada, pero con muerte este top cinco es muy parecido cambiando la hostelería por la agricultura, ganadería, silv. y pesca. En el Anexo I de este trabajo se puede visualizar la gráfica al completo con todos los sectores, extraída de la estadística de accidentes de trabajo del ministerio.

En el año 2019 concretamente en la Comunidad Autónoma de Galicia se registraron 29.164 accidentes con baja durante la jornada laboral y 43 accidentes mortales durante la jornada aumentando un 4,9% los accidentes con baja y disminuyendo en 9 los accidentes mortales durante la jornada, variaciones frente al anterior. En el Anexo I la tabla completa de accidentes por comunidad autónoma, así como las tablas con las variaciones.

Se estima una incidencia total de accidentes de trabajo con baja durante la jornada en el territorio español de 3.427,6 por cada 100.000 trabajadores, Galicia está superando este índice total de incidencia con un índice de 3.703,6 por cada 100.000 trabajadores (tabla completa de índices de incidencia de accidentes de trabajo con baja en Anexo I).

En cuanto a la forma o contacto por la que se originó la lesión, voy a quedarme solo con el dato relacionado con las TME, este dato en la estadística de accidentes de trabajo como “Sobreesfuerzo sist. musculoesquelético” y también podemos quedarnos con “Dislocaciones, esguinces y distensiones” estando estas últimas relacionadas con las TME.



Fuente: Gráfico de elaboración propia con los datos extraídos del resumen de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

En la gráfica anterior tenemos el número de accidentes que se relacionan con los TME.

Pasando a especificar los accidentes según varias clasificaciones pero todas relacionadas con las TME y con las lesiones que se pueden proteger con los exoesqueletos de los que hablaremos posteriormente.

Para continuar seguiré hablando sobre el año 2019 y por tanto sobre las tablas de datos estadísticos resultantes de la estadística de accidentes de trabajo del Ministerio de Trabajo y Economía Social y siempre refiriendome a los accidentes durante la jornada.

En total nos interesan 3 de las clasificaciones que se hacen dentro de la tabla de datos de la estadística de accidentes de trabajo del 2019, estas clasificaciones de las que trataré con algo más de detalle a continuación son: “Por la actividad que desempeñaba el trabajador en el momento del accidente, forma o contacto que produjo la lesión y por la parte del cuerpo lesionada” (Estadística accidentes de trabajo, 2019, Tablas estadísticas)

Comenzando por los accidentes clasificados por la actividad que estaba realizando el trabajador, como he dicho con anterioridad solo hablaré de los accidentes o daños que se pueden evitar con el uso de exoesqueletos.

- Manipulación de objetos como atornillar, desatornillar, colgar, izar entre otras siendo un total de 157.640 trabajadores en los datos del 2019 siendo casi la totalidad accidentes leves.
- Transporte manual, alzar, levantar un objeto, transportar una carga, portar siendo un total de 71.347 accidentes, las más salientables en este trabajo son lo que se denomina transporte vertical en tabla de datos con un total de 35.806 accidentes y transporte de una carga por parte de una persona con un total de 16.979 accidentes, de ambos apartados casi la totalidad de los accidentes son leves.

La segunda clasificación de la tabla de datos de la estadística de accidentes de trabajo es por la forma o contacto que produjo la lesión mencionando solo la parte de sobreesfuerzo físico sobre el sistema musculoesquelético, digamos que sería el dato de más importancia para este trabajo, siendo un total de 191.864 trabajadores accidentados siendo la gran mayoría accidentes leves y ninguno mortal.

Finalmente los accidentes clasificados por la parte del cuerpo lesionada mencionando solo las partes que son posibles proteger con la utilización de los exoesqueletos, en el apartado tipos de exoesqueletos veremos como se protegen cada una de estas partes a través de los exoesqueletos.

Accidentes donde se producen daños en la espalda y vértebras dorsolumbares con un total de 85.821 accidentes, en la región de las extremidades superiores (Hombro, brazo, mano, dedos, muñeca) se comunicaron un total de 210.979 accidentes repartidos en las partes antes mencionadas de las extremidades superiores, para finalizar esta clasificación, los accidentes que afectaron a las extremidades inferiores (cadera, pierna, rodilla, tobillo, pie, dedos del pie) fueron un total de 163.176 también repartidas en las partes inferiores mencionadas pero destacando la pierna y rodilla.

Añadir que dentro de esta clasificación del número de accidentes por la parte del cuerpo lesionada entre todas las partes mencionadas hai 7 accidentes mortales.

Las tablas al completo de los datos mencionados están adjuntas en el Anexo I de este trabajo.

Como he mencionado al comienzo de este punto no he utilizado los datos del 2020 ni los he comparado con los del 2019 por la situación vivida de confinamiento meses atrás ya que creo que afecta significativamente a los datos, en general todos los accidentes con baja han disminuido, como era de esperarse, y los mortales han aumentado.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En este apartado expondré una breve escalada en la historia de la prevención de riesgos laborales y del tratamiento de las lesiones y trastornos provocados en o por el trabajo, fechas puntuales tales como la publicación de leyes que poco a poco fueron evolucionando hasta la prevención de riesgos que conocemos actualmente.

La referencia más antigua que tenemos está en el Código de Hammurabi, se basaba en la ley de Talión “ojo por ojo, diente por diente”, es decir, todo daño que sufriese el trabajador le pasará lo mismo al capataz o persona que estuviese al cargo de la obra, responsabilidad del constructor.

La prevención se hace verdaderamente necesaria en la revolución industrial, “los trabajadores no tenían ningún tipo de protección legal, ni tampoco seguros sociales. El trabajador a lo largo de todo el siglo XIX era considerado como el único responsable del accidente, siendo difícil demostrar la negligencia de los patronos si la hubiese.”¹

Tenemos varios ejemplos de leyes que fueron sentando las bases, algunas de las que considero relevantes son:

- Ley de accidentes de trabajo de 30 de enero de 1900, donde se reconoce el accidente de trabajo, “entiéndese por accidente toda lesión corporal que el operario sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena” (Gaceta de Madrid, 1900: 363)², “El patrono es responsable de los accidentes ocurridos á sus operarios con motivo y en el ejercicio de la profesión ó trabajo que realicen” (Gaceta de Madrid, 1900: 363)

¹ Juan de Dios Rodríguez García, Antonio Couce Casanova Máster de Prevención de Riesgos Laborales y Riesgos Comunes, Universidad de la Coruña, Facultad Ciencias del Trabajo (Ferrol). *Fundamentos das técnicas de mellora das condición de traballo. “Introducción Histórica. - Desarrollo de la prevención de riesgos laborales”*

² *Gaceta de Madrid. A 31 de enero de 1900, Madrid. “Ley de accidentes de trabajo de 30 de enero de 1900”, Publicación nº31, páginas 363.*

y lo más importante, “Se constituirá una Junta técnica encargada del estudio de los mecanismos inventados hasta hoy para prevenir los accidentes del trabajo” (Gaceta de Madrid, 1900: 364)³, aunque lo más probable sería que aunque hubiese mecanismos para la prevención de los accidentes no se utilizasen, por falta de implantación en la industria y falta de mecanismos de vigilancia para su utilización

- Ley de 13 de julio de 1936 de enfermedades profesionales, lo que podemos considerar como el antecedente del cuadro de enfermedades profesionales actual, este documento publicado en la Gaceta de Madrid el 15 de julio de 1936, donde se muestran una columna con enfermedades y otra con diferentes industrias donde se puede dar cada una de las enfermedades.
- Orden de 31 de enero de 1940, Reglamento general de seguridad e higiene del trabajo, “tiene por objeto, (...) proteger al trabajador contra los riesgos propios de su profesión, que ponen en peligro su salud y su vida” (BOE, 1940: 914)⁴, al comienzo de este reglamento se califican los “riesgos profesionales, secuela inevitable de la industria moderna” (BOE, 1940: 914), es decir, se asume que los trabajos corren algún tipo de riesgo en el desempeño normal de su trabajo pero ya lo dan por inevitable, probablemente porque en la época no se disponía de los medios necesarios y adecuados para la protección del trabajador, se nos menciona también la “reparación económica del daño causado por el accidente” (BOE, 1940: 914), estableciendo distintas cantidades según la incidencia.

Pasando al Capítulo IX sobre protección personal y obligaciones varias, en cuanto a la utilización de Epis en este Reglamento general de Seguridad e Higiene en el Trabajo

³ *Gaceta de Madrid. A 31 de enero de 1900, Madrid. “Ley de accidentes de trabajo de 30 de enero de 1900”, Publicación nº31, página 364.*

⁴ *Boletín Oficial del Estado (BOE), 3 de febrero de 1940, Madrid. “Orden de 31 de enero de 1940, Reglamento general de seguridad e higiene del trabajo”, Publicación nº34, paginas 914 – 922.*

dice que “los patronos están obligados a proporcionar a los trabajadores las siguientes protecciones:” (BOE, 1940: 922)⁵ y enumera una serie de Epis siendo un total de 8 las enumeradas.

- Ley 31/96 de Prevención de Riesgos Laborales, actualmente vigente es una ley extensa que recoge todas las acciones preventivas que debe implantar una empresa, como hablar sobre esta ley no es el tema principal de este trabajo no profundizaré más en ella, simplemente mencionarla como parte de este punto.

También podemos hablar en este punto sobre el Anexo I del Real Decreto 1299/2006 sobre el cuadro de enfermedades profesionales, pero lo dejaremos para un punto más adelante en que hablaré de él con más detalle.

⁵ Boletín Oficial del Estado (BOE). A 3 de febrero de 1940, Madrid. “ORDEN de 31 de enero de 1940 aprobando el Reglamento general de Seguridad e Higiene en el Trabajo”, Publicación nº34, Páginas 914 a 924. Recuperado de: <https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1940/034/A00914-00924.pdf>

DEFINICIÓN DE TRASTORNO MUSCULOESQUELÉTICO (TME)

Comenzar con la definición y análisis de trastorno o lesión musculoesquelética, según la RAE un trastorno es “una alteración leve de la salud y una lesión, un deterioro corporal a causa de una enfermedad”⁶, la definición de musculoesquelético según también la RAE engloba, “músculos, tendones, ligamentos, nervios, articulaciones, cartílagos, huesos o vasos sanguíneos”⁷.

Por tanto, un trastorno musculoesquelético producido por el trabajo es un daño en alguno de estos tejidos, comúnmente en los brazos, las piernas, la cabeza, el cuello o la espalda. Afecta a un gran número de trabajadores en distintos sectores de la actividad laboral, a causa de deficientes sistemas ergonómicos del puesto de trabajo, “Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son hoy en día (junto con la siniestralidad) el mayor problema de salud laboral, y comportan un fuerte impacto social, que además llega a suponer grandes pérdidas económicas en Europa)” (ISSGA, 2017: 5)⁸

Una exigencia física excesiva, es decir un sobreesfuerzo, se acaba traduciendo en una amplia diversidad de trastornos musculoesqueléticos que causan lesiones traumáticas y no traumáticas e en las que profundizaremos después.

⁶ Diccionario RAE (Real Academia Española), definición de trastorno

⁷ Diccionario RAE (Real Academia Española), definición de exoesqueleto

⁸ ISSGA – Instituto Galego de Seguridade e Saude Laboral, Santiago de Compostela, 2017. Página 5. “Curso de prevención de trastornos musculoesqueléticos para traballadores do sector da conserva de atún”. Texto original: “Os trastornos musculoesqueléticos (TME) son hoxe en día (xunto coa siniestralidade) o maior problema da saúde laboral, e comportan un forte impacto social, que ademais chega a supoñer grandes perdas económicas en Europa)”

Su identificación resulta difícil en ocasiones pero

“Los TME se manifiestan (de una forma general) en tres etapas:

1ª etapa - Aparece dolor y cansancio durante las horas de trabajo desapareciendo fuera de este. No se reduce el rendimiento en el trabajo, puede durar semanas y hasta meses, Es una etapa reversible, hasta se puede aliviar la causa mediante medidas ergonómicas.

2ª etapa - Los síntomas aparecen al empezar el trabajo y no desaparecen por la noche, alterando el sueño y disminuyendo la capacidad de trabajo repetitivo. Esta etapa persiste durante meses. A veces requiere tratamiento médico.

3ª etapa - Los síntomas persisten durante el descanso y aparece dolor hasta con movimientos no repetitivos. Se hace difícil realizar tareas, hasta las más triviales. Esta etapa puede durar meses o años. Se hace necesaria la atención médica.” (ISSGA, 2017: 8)⁹

En el ámbito laboral las principales circunstancias que generan trastornos musculoesqueléticos son aquellas tareas donde se requiere de los trabajadores una utilización excesiva de fuerza como la manipulación manual de cargas, las posturas forzadas y la repetitividad de movimientos.

En cuanto a la manipulación manual de cargas se entiende “De acuerdo con el RD 487/1997, entendemos por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o

⁹ ISSGA – Instituto Galego de Seguridade e Saude Laboral, Santiago de Compostela, 2017. Página 8. “Curso de prevención de trastornos musculoesqueléticos para traballadores do sector da conserva de atún”. Texto original: “Os TME maniféstanse (dun xeito xeral) en tres etapas: **1ª etapa** - Aparece dor e cansazo durante as horas de traballo, desaparecendo fóra deste. Non se reduce o rendemento no traballo, pode durar semanas e ata meses. É unha etapa reversible, ata se pode aliviar a causa mediante medidas ergonómicas. **2ª etapa** - Os síntomas aparecen ao empezar o traballo e non desaparecen pola noite, alterando o sono e diminuíndo a capacidade de traballo repetitivo. Esta etapa persiste durante meses. Ás veces require tratamento médico. **3ª etapa** - Os síntomas persisten durante o descanso, e aparece dor ata con movementos non repetitivos. Faise difícil realizar tarefas, ata as máis triviais. Esta etapa pode durar meses ou anos. Faise necesaria a atención médica.”

sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento.” (INSST)¹⁰

Las posturas forzadas son aquellas posiciones mantenidas durante el trabajo que suponen que “una o varias regiones anatómicas no se encuentran en una posición natural y cómoda para permanecer un tiempo prolongado (...) esto afecta fundamentalmente a tronco, brazos y piernas y son comunes en trabajados donde se permanece de pie o sentado” (Junta de Castilla y León: 5)

En cuanto a los movimientos repetitivos, estos se entienden como un grupo de movimientos continuos, que implica continuamente cargar el mismo grupo muscular provocando fatiga acumulada, sobrecarga, dolor y por último la lesión, dando lugar a las lesiones musculoesqueléticas especialmente en miembros superiores. “Se considera que un movimiento es repetitivo cuando su frecuencia es superior a 4 veces por minuto” (Junta de Castilla y León: 6)¹¹

¹⁰ INSST - Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid. “Manipulación manual de cargas”. Recuperado de: <https://www.insst.es/manipulacion-manual-de-cargas>.

¹¹ Junta de Castilla y León. “STOP a los sobreesfuerzos en el Trabajo”. Páginas 5 – 6.

LAS LESIONES MÚSCULO ESQUELÉTICAS MÁS COMUNES

Primero veremos donde se enmarcan los TME (trastornos músculo esqueléticos, desde ahora TME) en la legislación actual y como están reconocidas dentro del cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social.

En el Anexo I del Real Decreto 1299/2006 sobre el cuadro de enfermedades profesionales las TME se encuadrarían dentro del Grupo 2: Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos.

A modo de Anexo II, partes de dicho cuadro de enfermedades profesionales donde se ven las TME que se pretenden mitigar con los exoesqueletos, posturas forzadas, movimientos repetitivos, fatiga en la musculatura, es decir, patologías que pueden ser mitigadas o evitadas con el uso de exoesqueletos.

“A continuación se indican los TME más frecuentes en el ámbito laboral, en función de la parte anatómica que se encuentre afectada:

- *Los trastornos musculoesqueléticos (TME) más frecuentes en la extremidad superior son: Tendinitis del manguito de los rotadores; Epicondilitis; Epitrocleititis; Síndrome del túnel carpiano; Ganglión*
- *Los trastornos musculoesqueléticos (TME) más frecuentes en la espalda son: Síndrome cervical por tensión; Lumbalgia*

- *El trastorno musculoesquelético (TME) más frecuente en la extremidad inferior es: Bursitis prepatelar” (INSST)¹².*

Existen muchos otros trastornos musculoesqueléticos para cada una de las distintas regiones del cuerpo, pero se haría una lista demasiado extensa como para entrar en ella, dejaré las anteriores TME como alguno de los posibles ejemplos.

“Las lesiones localizadas en la espalda suponen el 36,5% sobre el total de sobreesfuerzos (...) La espalda es la localización donde con mayor frecuencia se sufren las lesiones consecuencia de los ATJT por sobreesfuerzos en todas y cada una de las actividades económicas” (INSST, 2019: 33)¹³. Los ATJT son los accidentes de trabajo en jornada de trabajo.

De un modo más visual y como ANEXO III una imagen con las lesiones más comunes según zona del cuerpo sufridas por los trabajadores extraído de un informe del ISGA¹⁴.

En la mayoría de las ocasiones la formación e información que se le ofrece a los trabajadores no es suficiente, los trastornos musculoesqueléticos no se manifiestan en un día, la musculatura acumula día a día esa carga y en muchas ocasiones el trabajador no se da cuenta hasta que padece una enfermedad, el cansancio muscular es el único que el trabajador nota a lo largo de la jornada.

¹² INSST – Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid. “*Cuáles son los TME más frecuentes*”. Recuperado de: <https://www.insst.es/-/cuales-son-los-tme-mas-frecuentes->

¹³ Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), Madrid, 2019. “*Accidentes de trabajo por sobreesfuerzos. 2018*”

¹⁴ ISSGA, 2017: 9. “*Curso de prevención de trastornos musculoesqueléticos para trabajadores do sector da conserva de atún*”, Recuperado de: <http://issga/portal/contido/documentacion/publicacions/>.

¿QUÉ ES UN EXOESQUELETO?

En lo primero que pensaremos si nos hablan de exoesqueletos será en escenas cinematográficas de película, aunque este trabajo está orientado a hablar de los exoesqueletos de uso industrial comenzaré por algo más básico que nos ofrece la propia naturaleza.

Algunos insectos y animales poseen unas características físicas exteriores que los protegen, estas protecciones son naturales de su especie, en cambio este trabajo se enfoca a protecciones fabricadas por el ser humano y destinadas a la protección de este.

Los exoesqueletos de uso industrial podrían definirse como “un dispositivo portátil que lleva/porta una persona y que genera una energía extra para soportar o realizar tareas físicas con menor esfuerzo.” (Rivera, Grupo Iturri, 2018)¹⁵

Al hablar de exoesqueleto cabe la posibilidad de pensar en máquinas que van a sustituir al trabajador, pero los exoesqueletos de uso industrial de los que voy a pasar a explicar en el siguiente punto son una herramienta para el trabajador, es decir, son una ayuda y protección para el trabajador no su sustituto.

En el siguiente punto realizaré un desglose de sus tipos, una explicación de cada uno de ellos y utilizaré ejemplos para la comprensión de su funcionamiento y aplicaciones.

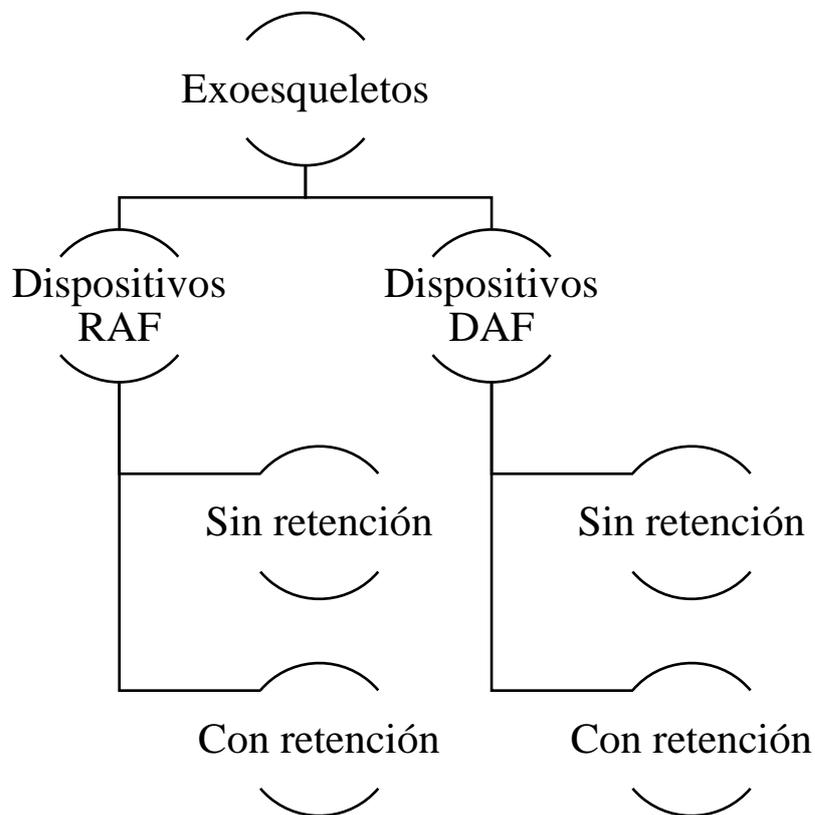
¹⁵ Daniel Rivera, Grupo Iturri, 2018. “Exoesqueletos: un nuevo impulso para la ergonomía”

TIPOS DE EXOESQUELETOS

Se puede hacer una clasificación de los exoesqueletos de uso industrial que actualmente podemos encontrar en el mercado, primero tenemos una división de dos grandes grupos:

- Dispositivos de asistencia física (DAF), los cuales no necesitan de corriente.
- Robots de asistencia física (RAF), necesitan corriente para su funcionamiento.

Veámoslo ahora de una forma más visual a modo de esquema y explicando posteriormente cada uno.



Fuente: INRS

En la familia “Dispositivos RAF”, aquellos que necesitan corriente para que sea posible su funcionamiento, tenemos una división.

Para poder entenderlos mejor voy a explicarlos a través de ejemplos, los robots de asistencia física (pasaré a llamarlos RAF) sin retención serían como por ejemplos los brazos robóticos, muy implantados en la actualidad, pero hablaríamos de brazos de pequeño tamaño que el trabajador pudiese manejar directamente, no como los grandes brazos robóticos que están dentro de una jaula para proteger a los trabajadores a su alrededor y que ya tienen implantadas las acciones que tienen que realizar.

Por otro lado, tenemos los RAF con retención, aquí ya entraría a hablar de los exoesqueletos activos, como tienen corriente para su funcionamiento son accionados y controlados por una persona, pero por ellos mismos generan la fuerza para desarrollar la actividad, al hablar de exoesqueleto con retención me refiero a que la persona llevaría “puesto” o encima dicho artilugio, podemos verlos como más fantasía, pero tienen diversas utilidades.

En cuanto al uso industrial he elegido un ejemplo que distribuye la empresa ITURRI, es un exoesqueleto activo orientado a la protección de las manos, he decidido explicarlo en otra parte del trabajo al mismo tiempo que los dispositivos de asistencia física sin retención para llevar una estructura más ordenada.

Además, he encontrado lo que parece ser un exoesqueleto activo o RAF de cuerpo completo, por ahora utilizado solo en prueba para distintas labores, este exoesqueleto es el Guardian XO fabricado por la empresa Sarcos Robotics y según promete “es capaz de sostener hasta 20 veces el peso de una persona. (...) comentar que este traje tiene una autonomía de 8 horas” (García Domínguez, 2019)¹⁶

¹⁶ Rafael García Domínguez, *Diario AS*, 2019. “Así es el exoesqueleto que multiplica tu fuerza por 20”. Recuperado de: https://as.com/meristation/2019/12/10/betech/1575994137_816233.html

Dentro de la familia de los “Dispositivos DAF” (Dispositivo de asistencia física, ahora los llamaré DAF), los cuales ya he mencionado que no necesitan de corriente para su funcionamiento, vemos en este caso también dos subgrupos, los dispositivos con retención y sin retención.

Para poder entenderlos mejor veámoslos a través de ejemplos, los DAF sin retención sería por ejemplo un brazo mecánico que es guiado por el propio trabajador y como su palabra indica es simple mecánica no tiene nada de robótico, sería como por ejemplo un soporte que sujeta una herramienta más pesada que el trabajador guía y mueve sin soportar el peso de dicha herramienta.

Ahora pasaré a la subcategoría dentro de los DAF que desde mi punto de vista es la más importante y hacia la que está más enfocada este trabajo. Este tipo de dispositivos con retención han sido diseñados para distintas zonas del cuerpo, miembros inferiores, miembros superiores, zona lumbar, protección dorsal.

Basándome en una empresa Española que distribuye exoesqueletos de uso industrial, empresa llamada Iturri, la cual ofrece 4 modelos de exoesqueletos de tipo DAF y uno del tipo RAF que he mencionado anteriormente, cada uno de estos modelos hecho para proteger una zona de las que he mencionado anteriormente, miembros inferiores, miembros superiores, zona lumbar, protección dorsal, esta empresa en concreto no ofrece un único exoesqueleto que proteja todas las zonas a la vez, y buscando no he encontrado ninguna empresa que fabrique un único exoesqueleto para la protección de todas las zonas.

La empresa Iturri define los exoesqueletos que tienen a la venta como, “*Pasivos: completamente mecánicos, no necesitan baterías*”, “*Mínimo mantenimiento*”, “*Sencillo: sin necesidad de modificar los procesos de trabajo.*” (Soluciones de Ergonomía, Grupo Iturri)¹⁷

¹⁷ Web Grupo Iturri, Soluciones de ergonomía. Recuperado de: <http://www.iturri.com/soluciones/ergonomia>

Basándome en la empresa Grupo Iturri y usando los modelos que distribuye como ejemplo comenzaré a exponer cada uno de ellos.

Miembros superiores / Protección dorsal

Comencemos con el exoesqueleto dedicado a los miembros superiores, estos artilugios serían indicados para los trabajadores que tengan los brazos elevados durante un tiempo prolongado, “reduce la carga producida en la musculatura de los miembros superiores y la espalda al realizar tareas con los brazos a la altura de los hombros o por encima.” (Soluciones de Ergonomía, Grupo Iturri), proporcionando un apoyo para mantenerlos elevados sin cargar los músculos de esa zona, es decir, hacen de apoyo de los brazos para poder mantenerlos elevados durante más tiempo y con menos esfuerzo soportando su carga. En un punto de este trabajo “*Sectores de aplicación*” se podrá ver ejemplos de tareas concretas en las que se puede utilizar este tipo de exoesqueleto.

Dentro de esta categoría he cogido el modelo SKELEX como ejemplo, para entenderlo, el modelo SKELEX (Fotografías del modelo y ficha técnica como ANEXO IV) va colocado sobre la persona con unas tiras a modo de mochila y otra cinta más ancha de tejido textil que está sujeta alrededor de la cintura para que sujeto correctamente al cuerpo, este modelo ofrece adaptabilidad, “Ajustable a cada usuario. Partes textiles independientes que permiten su lavado” (Soluciones de Ergonomía, Grupo Iturri).

Miembros inferiores

Este segundo grupo de exoesqueletos está indicado para trabajadores que estén gran parte o la totalidad de su jornada de pie, con el exoesqueleto para miembros inferiores se permite que el trabajador pueda “alternar entre posiciones de pie y sentado, con distancia caminando limitada” (Soluciones de Ergonomía, Grupo Iturri), en resumen, hace a modo de silla que el propio trabajador porta y con simplemente agacharse un poco la mecánica del exoesqueleto hace de apoyo para que el trabajador pueda descansar las piernas.

Pero el exoesqueleto orientado a los miembros inferiores no solo sirve para las piernas, todos sabemos por experiencia que si pasamos mucho tiempo de pie nuestra espalda también acaba sufriendo, por tanto, el descanso que ofrece este tipo de exoesqueletos en las piernas funciona también para reducir la carga que estamos generando en la espalda ya que “*Los trabajadores que pasan todo el día de pie están expuestos a un riesgo aún mayor*” (Empresa Noonee)¹⁸.

A modo de ANEXO V, fotografías y ficha técnica del modelo mencionado.

Como en el punto anterior utilizaré un modelo que tiene a la venta y distribuye el Grupo Iturri y de producción alemana por la empresa Noonee, este modelo en concreto es el “Noonee chairless chair”, indicado para la protección de piernas y zona lumbar. En las especificaciones de la tienda online de Iturri sobre este modelo que “*permite alternar de forma rápida entre caminar, estar de pie y estar sentado, con capacidad para regular la altura del asiento*”¹⁹, la altura del asiento se regula en “*Alturas de trabajo sentado entre 50 y 150 cm*”²⁰, se nos define este modelo en las especificaciones del producto como

¹⁸ Web Noonee, Chairless chair. Texto original: *Workers that spend their whole day standing are exposed to an even much higher risk.* Recuperado de: <https://www.noonee.com/en/>

¹⁹ Web Shop Online, Grupo Iturri - Exoesqueleto NOONEE Chairless chair. Recuperado de: <https://shop.iturri.com/resto-proteccion/472-exoesqueleto-noonee-20.html>

²⁰ Ficha técnica exoesqueleto NOONEE, Shop online Grupo ITURRI

“Multiusuario”, esto quiere decir que es “*Adaptable a diferentes tamaños de cuerpo y tallas de zapatos de seguridad*”²¹.

Pero, aunque se nos diga que es adaptable tiene sus limitaciones ya que “*Es aplicable a usuarios de entre 1,50 y 1,95 metros*” (Empresa Noonee)²², el cual es un rango bastante amplio y que se considera bastante aceptable, otra de las limitaciones del modelo es en cuanto al peso ya que soporta un peso máximo, “*Límite de peso 130 kg*” (Shop Iturri)²³.

A modo de ANEXO V, fotografías y ficha técnica del modelo mencionado.

²¹ Exo Iturri– Noonee Chairless chair. Recuperado de: <https://exo.iturri.com/noonee/>

²² Web Noonee, Chairless chair. Texto original: *Applicable for users for 1,50m to 1,95m*. Recuperado de: <https://www.noonee.com/en/>

²³ Web Shop Online, Grupo Iturri - Exoesqueleto NOONEE Chairless Chair. Recuperado de: <https://shop.iturri.com/resto-proteccion/472-exoesqueleto-noonee-20.html>

Zona lumbar

La zona lumbar puede afirmarse que es la zona del cuerpo que más sufre, pasarse muchas horas de pie, cargar con objetos pesados, agacharse..., todas estas acciones de lo más comunes cargan cada día la zona lumbar, en la mayoría de los casos derivando en algún problema.

Los exoesqueletos dedicados a la zona lumbar, como por ejemplo el modelo Noonee Chairless chair del que he hablado antes, y otro modelo que explicaré más adelante, intentan reducir la carga que soporta la musculatura de la zona lumbar, pongamos un ejemplo, si nos agachamos un poco estaremos así un par de minutos sin cansarnos, llegará un momento en que empezaremos a notar como nuestra musculatura se cansa, y de forma natural apoyaremos las manos en las rodillas para liberar parte de la carga, es decir, trasladaremos la carga que estamos comenzando a sentir en la zona lumbar hacia las piernas a través del simple gesto de apoyar nuestras manos en las rodillas, pasamos a estar en una postura más cómoda para nuestro cuerpo, solo hay un inconveniente, nuestras manos estarán ocupadas.

Pues precisamente lo que logra el modelo de exoesqueleto del que pasaré a hablar es parecido a esta postura natural solo que podremos tener las manos libres. Dicho modelo es el Laevo este “da soporte a la espalda inclinada mientras se trabaja y durante los movimientos repetitivos de elevación” (Shop Iturri)²⁴.

Este modelo está sujeto al pecho con dos tiras que cruzan la espalda y un cinturón que pasa por la parte lumbar inferior y glúteos, y la parte más importante son las sujeciones que hacen el efecto del apoyo de las manos que he explicado antes, podemos encontrar este modelo en la tienda del Grupo Iturri en cuatro tallas distintas, desde S a XL para poder adaptarlo a las

²⁴ Web Shop Online, Grupo Iturri - Exoesqueleto Laevo. Recuperado de: <https://shop.iturri.com/resto-proteccion/469-exoesqueleto-laevo-v256.html>

medidas del trabajador, también con un mismo armazón se pueden intercambiar las estructuras para adaptarlas a distintas tallas, a modo de ANEXO VI fotografías y ficha técnica del modelo donde se aprecia cada una de las partes.

Una diferencia de este exoesqueleto con los otros, aunque ninguno es igual, es que tiene un botón de ON/OFF que “permite desactivar el equipo para sentarse, conducir carretillas subir escaleras” (Grupo ITURRI)²⁵, una función de mucha utilidad para la comodidad del trabajador.

²⁵ Web Grupo Iturri, Soluciones de Ergonomía – Exoesqueleto Laevo. Recuperado de:
<http://www.iturri.com/soluciones/ergonomia>

Protección para manos (RAF)

En la explicación de los robots de asistencia física he hablado de los exoesqueletos activos, concretamente de un ejemplo en particular que figura en la empresa Iturri indicado para la protección de las manos. Este exoesqueleto “incorpora un motor que ayuda a reducir el esfuerzo empleado” (Grupo Iturri, Exo-Iturri)²⁶, se trata del modelo llamado *Ironhand*, las características de este figuran en la web del Grupo Iturri, algunas características como proporcionar “fuerza, resistencia y reducción del esfuerzo”, “Permite recopilar datos y evaluar el riesgo ergonómico de una tarea” (Grupo Iturri, Exo Iturri).

Esta última característica que dan del exoesqueleto *Ironhand* resulta de lo más interesante, poder saber con certeza cuáles son las tareas que más esfuerzo requieren, en este caso en las manos, es una herramienta muy útil para saber cuáles son las tareas con las que se tiene que tener más cuidado, sería una característica genial en cada uno de los exoesqueletos para tener unos datos numéricos e irrefutables de las tareas concretas que más esfuerzo muscular necesitan y más peligro presentan en la misma musculatura.

El modelo *Ironhand* consta de una pequeña mochila, la cual lleva el “motor que ayuda a reducir el esfuerzo empleado” (Grupo Iturri, Exo Iturri), a la mochila está unido, a través de un cable, un guante que es el que se coloca el trabajador, la propia empresa que lo fabrica define este exoesqueleto de una forma, que creo, engloba muy bien su función:

²⁶ Web Exo- Iturri – *Ironhand*. Recuperado de: <https://exo.iturri.com/ironhand/>

“Ironhand fortalece el agarre humano, permitiendo a los trabajadores de la industria usar menos fuerza de agarre cuando realizan tareas repetitivas.

Menos fuerza utilizada reduce la fatiga, previene las lesiones por tensión y reduce el número de días de baja por enfermedad, así como los costos asociados con ella. (Empresa Bioservo)²⁷

A modo de Anexo VII, fotografías del modelo.

Los exoesqueletos mencionados, en general, tienen un peso de entre 1 y 3 kg, no parece demasiado peso, al principio llevarlo no se notaría ese peso extra pero es probable que con el paso de las horas acabásemos notándolo, pero a mi parecer los beneficios de su utilización superan los pequeños inconvenientes y limitaciones que presentan algunos de los modelos, no se podría utilizar dos o más de estos exoesqueletos antes mencionados para la protección de varias zonas a la vez ya que sería muy incómodo para el trabajador que los llevase.

²⁷ Empresa Bioservo, modelo de exoesqueleto Ironhand, Recuperado de: <https://www.bioservo.com/sv/>. Revisado el 24/07/2020. Texto original: (Ironhand strengthens the human grip, allowing industry workers to use less grip force when performing repetitive tasks. Less force used reduces fatigue, prevents strain injuries and reduces the number of sick leave days as well as costs associated with it)

SECTORES DE APLICACIÓN

En este apartado veremos distintas aplicaciones reales de los exoesqueletos mencionados en puntos anteriores y las diferentes partes que protegen según la tarea que use de ejemplo.

Expondré los ejemplos agrupados según la zona que se fuerza más con las tareas a realizar y la aplicación de cada uno de los exoesqueletos según la zona.

Para los miembros superiores, trabajos donde se carga mucho la musculatura de esta zona serían algunos como en el sector de la automoción, líneas de montaje de coches donde en ciertas partes del proceso el trabajador tiene los brazos mucho tiempo en alto, varios ejemplos de empresas reales son Audi o Peugeot entre otras.

“Audi prueba dos tipos de exoesqueletos en la línea de montaje de su factoría de Ingolstadt (Alemania)” (Europapress, 2019)²⁸

“Así son los exoesqueletos de PSA Vigo. Comienzan las pruebas de dispositivos de asistencia física en puestos bajo caja” (Faro de Vigo, 2018)²⁹

Incluso en talleres de coches tendría una aplicación útil ya que cuando el coche está elevado y el trabajador realiza tareas de reparación mantiene los brazos en alto durante un tiempo prolongado.

Otra posible aplicación sería en obras, ciertos oficios dentro de la construcción requieren que el trabajador mantenga los brazos elevados, podrían ser aplicables a pintores, oficios de obra donde trabajen los techos.

²⁸ Europapress, 2019. Audi prueba dos tipos de exoesqueletos en la línea de montaje de su factoría de Ingolstadt (Alemania), Revisado el: 28/07/2020

²⁹ Faro de Vigo, 2018. Así son los exoesqueletos de PSA Vigo, Revisado el: 28/07/2020

Incluso en almacenes y grandes superficies comerciales tendrían una utilidad específica, si las tareas del trabajador constan en bajar y subir cajas, materiales u objetos de estanterías mantendrá los brazos elevados haciendo fuerza al cargar con los objetos a colocar, por tanto, el uso de un exoesqueleto indicados para miembros superiores ayudaría al trabajador a ejercer fuerza estando con los brazos elevados y reducir así la carga que soporta su musculatura.

En cuanto a los miembros inferiores, lo ideal sería para trabajos en los cuales se tenga que estar mucho de tiempo de pie, por ejemplo, en una línea de producción en la cual el trabajador está casi todo el tiempo en el mismo sitio y hace movimientos cortos, podríamos incluir también las cadenas de montaje en automoción, trabajadores que desempeñen sus tareas en un banco de trabajo. Serían actividades donde el trabajador está de pie, pero tiene movimientos limitados.

Incluso se podría utilizar para tareas concretas de un oficio, pero eso conllevaría que el trabajador se tenga que sacar y poner el exoesqueleto para cambiar de tarea.

Algunas de las empresas que figuran como clientes en la web de la empresa Noonee, fabricante del Noonee Chairless chair, son: Volkswagen, Audi, Toyota, Ford, etc....

La protección de manos a través de exoesqueletos, como por ejemplo el RAF que hemos mencionado en puntos anteriores, a mi parecer es algo más complejo de identificar tareas o industrias concretas donde se pudiese implantar la utilización de este exoesqueleto.

Podríamos utilizar este exoesqueleto en trabajos donde se manejen herramientas y el manejo de estas produzca una carga en la musculatura o en tareas manuales que requieran de ejercer fuerza continuamente con las manos, estas dos opciones aplicables a industrias como metalurgia fabricación de productos de hierro e industria de la alimentación respectivamente.

Por último, hablar de la aplicación de los exoesqueletos destinados a la protección de la zona lumbar, su uso sería para trabajos en los que se carguen pesos, por ejemplo, en un almacén, trabajos en el sector de la logística o supermercados donde los trabajadores levantan continuamente pesos como cajas y mercancía.

Por poner un ejemplo real, una campaña de IKEA sobre el uso de exoesqueletos en trabajadores a la hora de cargar con mercancía pesada, concretamente en esta campaña se utilizan un exoesqueleto destinado a la protección de la zona lumbar, anuncio de la campaña adjunta como ANEXO VII.

Otro uso que se le podría dar es en trabajos de obra, si el trabajador tiene que estar durante un tiempo en una posición semi agachado este exoesqueleto sería perfecto para aliviar la carga en la musculatura como haría la postura natural de colocar las manos en las rodillas de la ya hemos hablado.

Una gran ventaja del modelo Laevo que he usado anteriormente como ejemplo es la función de On/Off que posee ya que así el trabajador puede cambiar a tareas distintas con facilidad sin necesidad de sacarse y ponerse el exoesqueleto cuando lo necesite.

LA NECESIDAD EN LA INDUSTRIA ACTUAL

Si que es cierto que en la industria actual se han mecanizado muchas tareas que requerían sobre esfuerzos a través de nuevas tecnologías como robots, en el punto de *“Tipos de exoesqueleto”* ya hemos hablado de los robots colaborativos que nos facilitan ciertas tareas pero aun así *“los trabajadores todavía están expuestos a diversas actividades de producción como montaje o manejo de materiales y, por lo tanto, están expuestos a los riesgos asociados para el desarrollo de WMsDs”* (P. de Looze et al., 2015: 3)³⁰

Sigue habiendo multitud de tareas que son llevadas a cabo por el trabajador de carne y hueso, *“A pesar de la tendencia actual en automatización y mecanización. en la industria, muchos trabajadores aún están expuestos a cargas de trabajo físicas debido al manejo de materiales”* (P. de Looze et al., 2015: 3)³¹

En el punto anterior ya he expuesto varios ejemplos según la zona del cuerpo a proteger, ejemplos idóneos para saber la necesidad en la industria actual, que cambia según tarea y sector, y la zona del cuerpo afectada y en la que más atención hai que poner en proteger.

³⁰ Michiel P. de Looze, Tim Bosch, Frank Krause, Konrad S. Stadler & Leonard, W. O’Sullivan (2015): *Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load*, *Ergonomics*, Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2015.1081988>. Revisado el 09/01/2020. Texto original: *(workers are still exposed to various production activities such as assembling or material handling and hence are exposed to the associated risks for developing WMSDs)*

³¹ Michiel P. de Looze, Tim Bosch, Frank Krause, Konrad S. Stadler & Leonard, W. O’Sullivan (2015): *Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load*, *Ergonomics*, Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2015.1081988>. Revisado el 09/01/2020. Texto original: *(Despite the on-going trend in automation and mechanisation in industry, many workers are still exposed to physical workloads due to material handling)*

CONCLUSIONES

La información en tema de prevención que se ofrece a los trabajadores no es suficiente, se requiere también de actuaciones directas para asegurarse de que no sufren ningún tipo de daño en ninguno de los aspectos que cubre la prevención.

Tras este trabajo, el cual ya he expuesto que es una recopilación y explicación de bibliografía creo conveniente que se debería hacer un trabajo de investigación específica sobre una muestra de trabajadores, con y sin patologías previas aunque lo ideal sería sin ellas, que utilicen exoesqueletos en el desarrollo normal de sus tareas en el trabajo, frente a unos trabajadores que no los usen y así comprobar si el coste de cada exoesqueleto es rentable, si mejora la calidad de vida del trabajador, saber si aumentan o disminuyen los niveles de rendimiento del trabajador y contabilizar las lesiones que se producen desde el comienzo de uso, siendo el objetivo reducir el número de lesiones.

Los exoesqueletos pasivos funcionan gracias al trabajador que los utiliza, por tanto, no se puede dar el caso de hablar de que son un sustituto mecánico del trabajador, son una herramienta más que lo ayuda, pero sobre todo que protege su salud, igualmente con los exoesqueletos activos o robots colaborativos funcionan gracias a una persona que los maneja, si el trabajador posee una buena calidad de vida, esta se verá reflejada en la calidad de su trabajo.

Un avance que nos ofrecen las nuevas tecnologías y que se debería utilizar para la mejora de la calidad de vida de los trabajadores expuestos a riesgos. Si se nos presentan oportunidades que ayuden al trabajador en cualquier aspecto del desempeño de sus tareas o pudiendo minimizar los daños que pueda sufrir desarrollando estas, ¿Por qué no probarla?

BIBLIOGRAFÍA

1. *Bioservo, modelo de exoesqueleto Ironhand. Revisado el 24/07/2020. Recuperado de: <https://www.bioservo.com/sv/>.*
2. *Boletín Oficial del Estado (BOE), 3 de febrero de 1940, Madrid. “Orden de 31 de enero de 1940, Reglamento general de seguridad e higiene del trabajo”, Publicación nº34, páginas 914 a 922. Revisado el: 07/09/2020. Recuperado de: <https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1940/034/A00914-00924.pdf>*
3. *BOE. Real Decreto 1299/2006. Anexo I. “Cuadro de enfermedades profesionales”.*
4. *Daniel Rivera, Grupo Iturri, 2018. Ponencia “Exoesqueletos: un nuevo impulso para la ergonomía”. Revisado el: 16/02/2020*
5. *Diccionario RAE (Real Academia Española), definición de trastorno. Revisado el: 03/05/2020*
6. *Diccionario RAE (Real Academia Española), definición de exoesqueleto. Revisado el: 03/05/2020*
7. *Exo Iturri, Noonee Chairless chair. Revisado el: 26/08/2020. Recuperado de: <https://exo.iturri.com/noonee/>*
8. *Exo- Iturri, Ironhand. Revisado el: 01/09/2020. Recuperado de: <https://exo.iturri.com/ironhand/>*
9. *Europapress, 2019. “Audi prueba dos tipos de exoesqueletos en la línea de montaje de su factoría de Ingolstadt (Alemania)”, Revisado el: 28/07/2020*
10. *Europa press, 2019, “Ikea testa el uso de exoesqueletos en las unidades logísticas de sus tiendas”. Revisado el: 29/07/2020. Recuperado de: <https://www.europapress.es/economia/noticia-ikea-testa-uso-exoesqueletos-unidades-logisticas-tiendas-20190212114546.html>*
11. *Faro de Vigo, 2018. “Así son los exoesqueletos de PSA Vigo”, Revisado el: 28/07/2020*
12. *Ficha técnica exoesqueleto NOONEE, Shop online Grupo ITURRI. Revisado el: 26/08/2020*

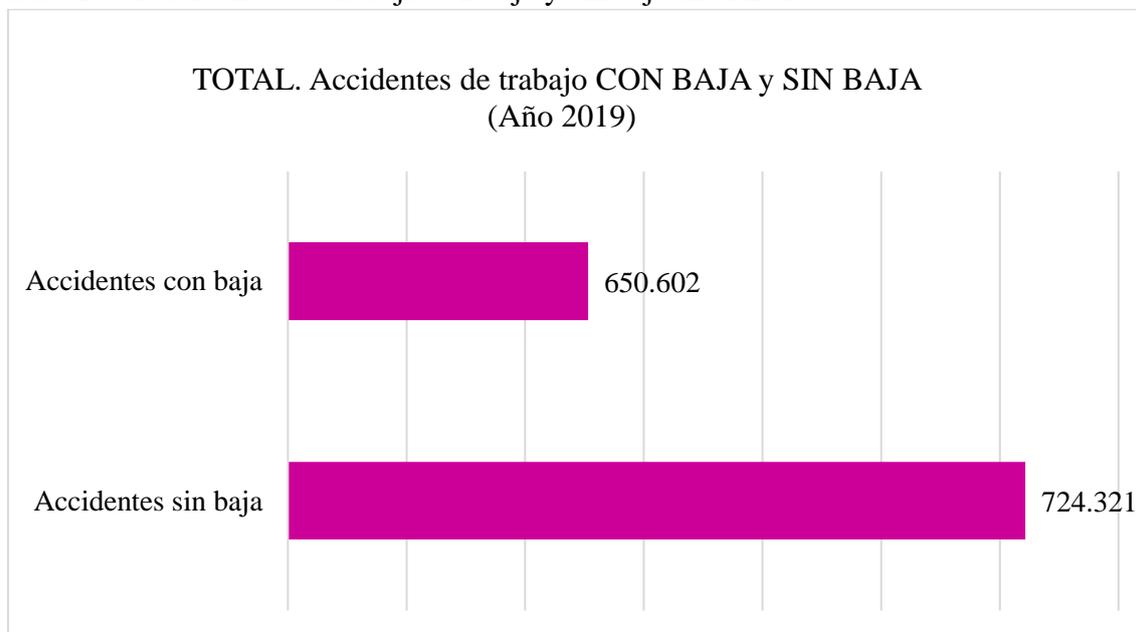
13. *Gaceta de Madrid*. A 15 de Julio de 1936, Madrid. “Ley de 15 de julio de 1936 de enfermedades profesionales”, Publicación nº197, páginas 515 a 516. Revisado el 07/08/2020. Recuperado de: <https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE/1936/197/B00515-00517.pdf>
14. *Gaceta de Madrid*. A 31 de enero de 1900, Madrid. “Ley de accidentes de trabajo de 30 de enero de 1900”, Publicación nº31, página 364.
15. Grupo Iturri, *Soluciones de ergonomía*. Revisado el: 07/09/2020. Recuperado de: <http://www.iturri.com/soluciones/ergonomia>
16. Grupo Iturri, *Soluciones de Ergonomía, Exoesqueleto Laevo*. Revisado el: 01/09/2020. Recuperado de: <http://www.iturri.com/soluciones/ergonomia>
17. ISSGA – Instituto Galego de Seguridade e Saude Laboral, Santiago de Compostela, 2017. Páginas 5 a 9. “Curso de prevención de trastornos musculoesqueléticos para trabajadores do sector da conserva de atún”. Revisado el: 27/07/2020. Recuperado de: <http://issga/portal/contido/documentacion/publicacions/>.
18. INSSST - Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid. “Manipulación manual de cargas”. Revisado el: 14/07/2020. Recuperado de: <https://www.insst.es/manipulacion-manual-de-cargas>.
19. INSSST – Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid. “Cuáles son los TME más frecuentes”. Revisado el: 04/05/2020. Recuperado de: <https://www.insst.es/-/cuales-son-los-tme-mas-frecuentes->
20. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSSST), Madrid, 2019. “Accidentes de trabajo por sobreesfuerzos. 2018”. Revisado el: 28/07/2020.
21. INRS, Francia, *Esquema tipos de exoesqueletos*. Revisado el: 08/06/2020. Recuperado de: <http://www.inrs.fr/risques/exosquelettes/ce-qu-il-faut-retenir.html>
22. Juan de Dios Rodríguez García, Antonio Couce Casanova; *Máster de Prevención de Riesgos Laborales y Riesgos Comunes, Universidad de la Coruña, Facultad Ciencias del Trabajo (Ferrol)*. *Fundamentos das técnicas de mellora das condición de traballo*.

- “Introducción Histórica. - Desarrollo de la prevención de riesgos laborales”*. Revisado el: 05/08/2020
23. *Junta de Castilla y León. “STOP a los sobreesfuerzos en el Trabajo”*. Páginas 5 – 6. Revisado el: 04/05/2020.
24. *Michiel P. de Looze, Tim Bosch, Frank Krause, Konrad S. Stadler & Leonard, W. O’Sullivan (2015). Página 3, Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load, Ergonomics*, Revisado el 09/01/2020. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2015.1081988>.
25. *Ministerio de trabajo y Economía Social, 2019, “Estadística de accidentes de trabajo 2019” (Resumen 2019 y Tablas estadísticas 2019)*. Revisado el: 11/08/2020.
26. *Noonee, Chairless chair*. Revisado el: 15/07/2020 Recuperado de: <https://www.noonee.com/en/>
27. *Rafael García Domínguez, Diario AS, 2019. “Así es el exoesqueleto que multiplica tu fuerza por 20”*. Revisado el: 30/07/2020. Recuperado de: https://as.com/meristation/2019/12/10/betech/1575994137_816233.html
28. *Shop Online, Grupo Iturri, Exoesqueleto NOONEE Chairless chair*. Revisado el: 01/09/2020. Recuperado de: <https://shop.iturri.com/resto-proteccion/472-exoesqueleto-noonee-20.html>
29. *Shop Online, Grupo Iturri, Exoesqueleto NOONEE Chairless Chair*. Revisado el: 01/09/2020. Recuperado de: <https://shop.iturri.com/resto-proteccion/472-exoesqueleto-noonee-20.html>
30. *Shop Online, Grupo Iturri, Exoesqueleto Laevo*. Revisado el: 01/09/2020. Recuperado de: <https://shop.iturri.com/resto-proteccion/469-exoesqueleto-laevo-v256.html>

ANEXOS

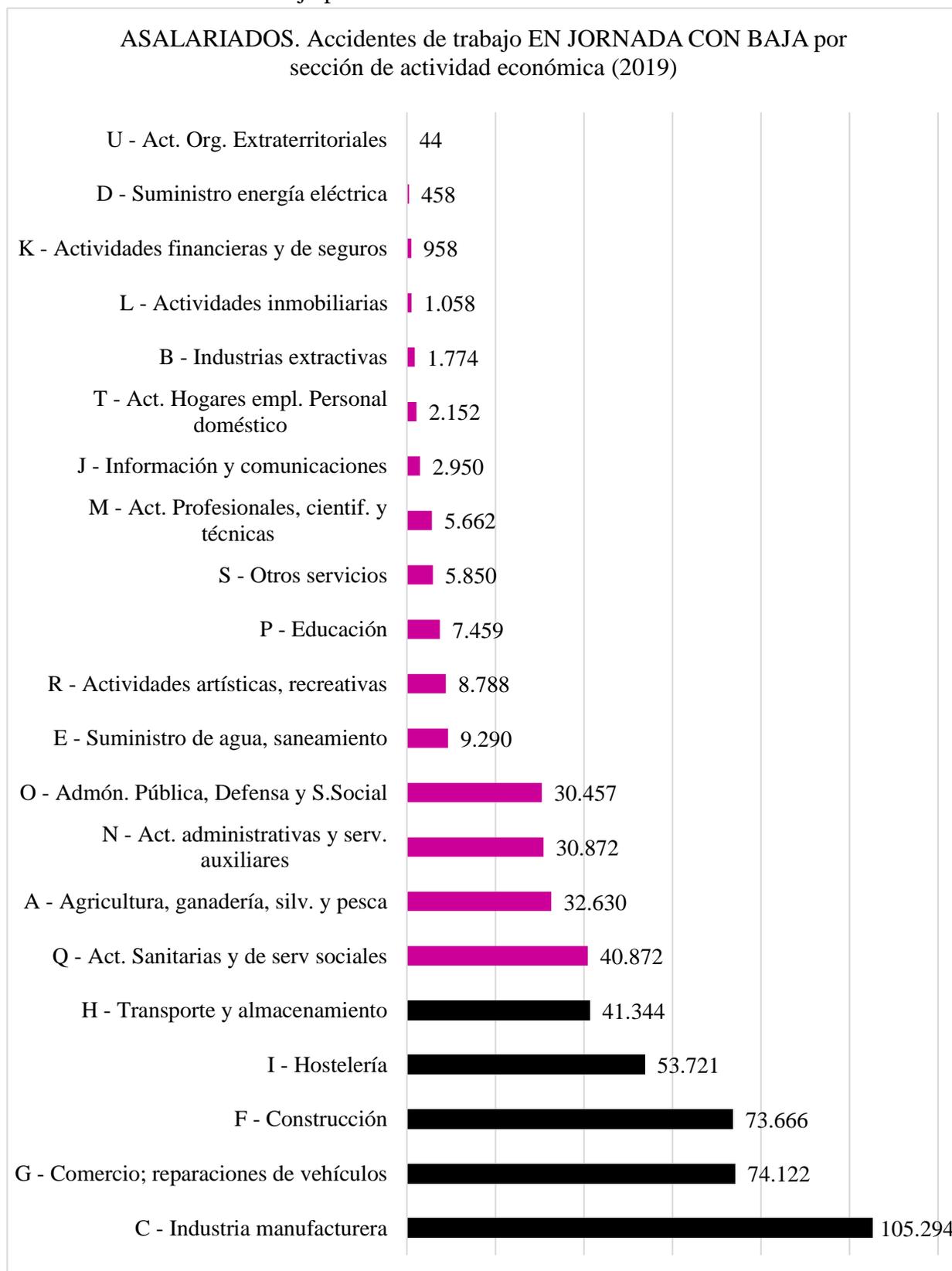
ANEXO I - Datos Estadística de accidentes de trabajo 2019

1.1.- Total accidentes de trabajo con baja y sin baja en el 2019



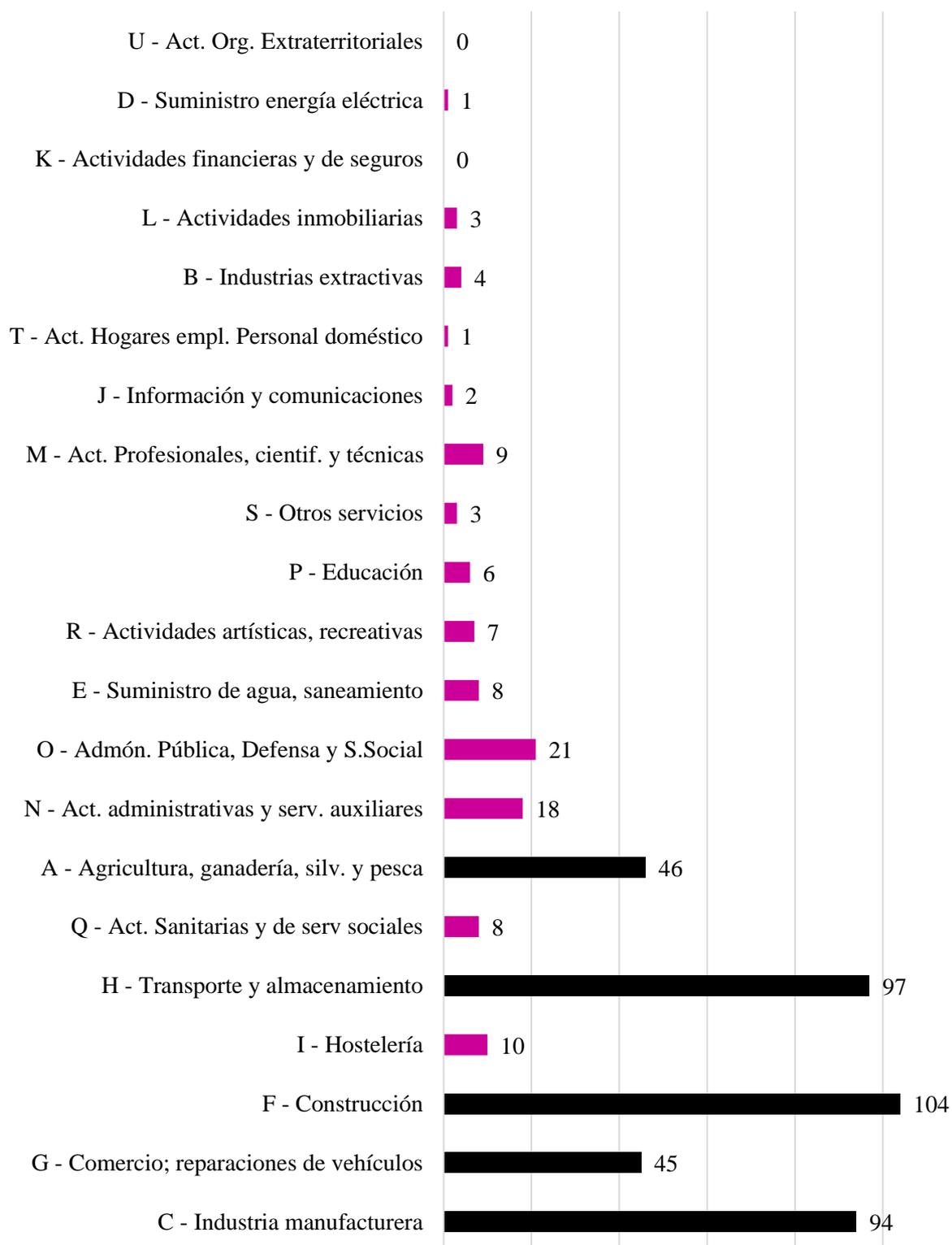
Fuente: Gráfico de elaboración propia con los datos extraídos del resumen de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

1.2.- Accidentes de trabajo por sector de actividad 2019



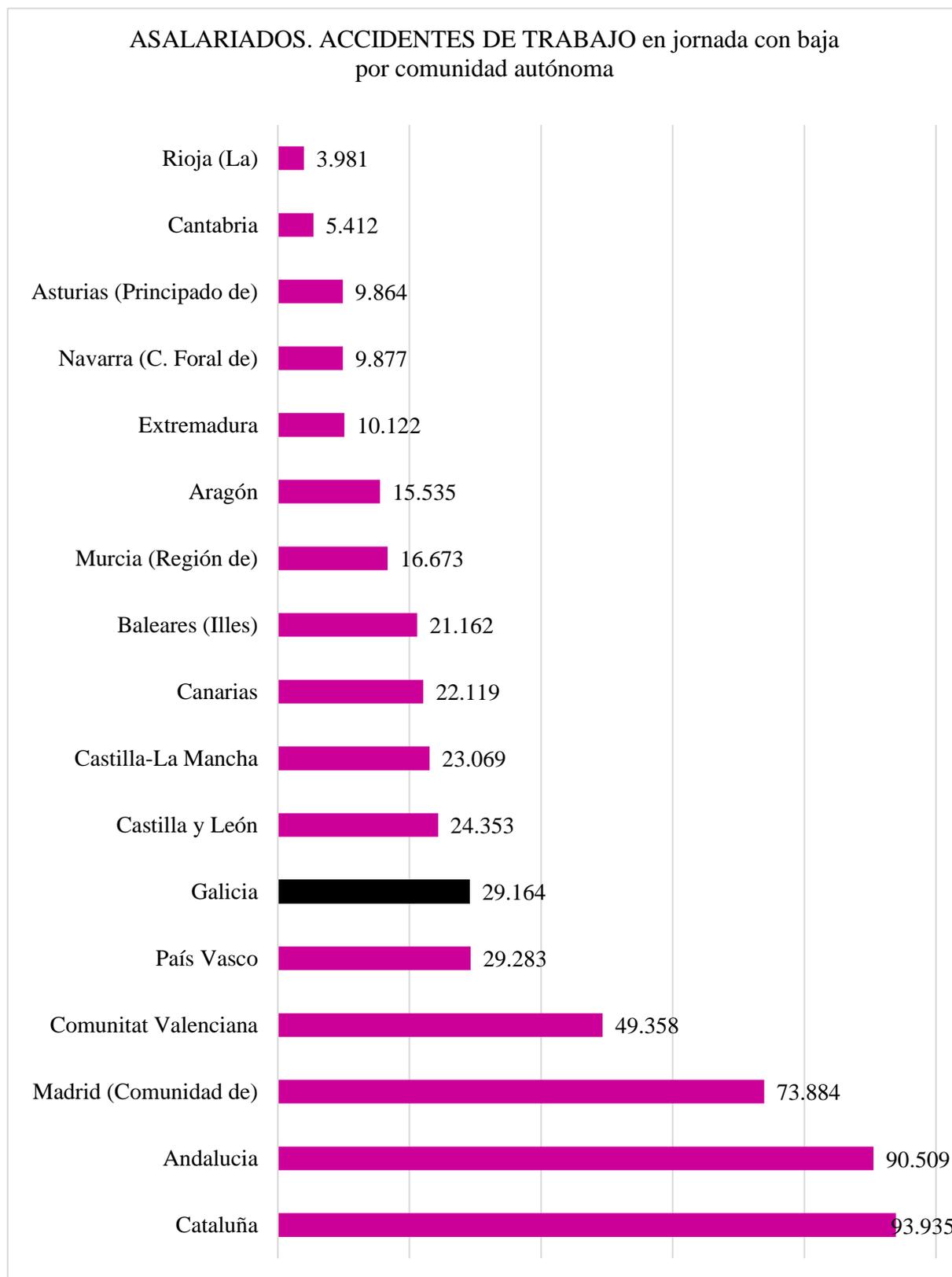
Fuente: Gráfico de elaboración propia con los datos extraídos del resumen de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

ASALARIADOS. Accidentes de trabajo EN JORNADA MORTALES por sección de actividad económica (2019)



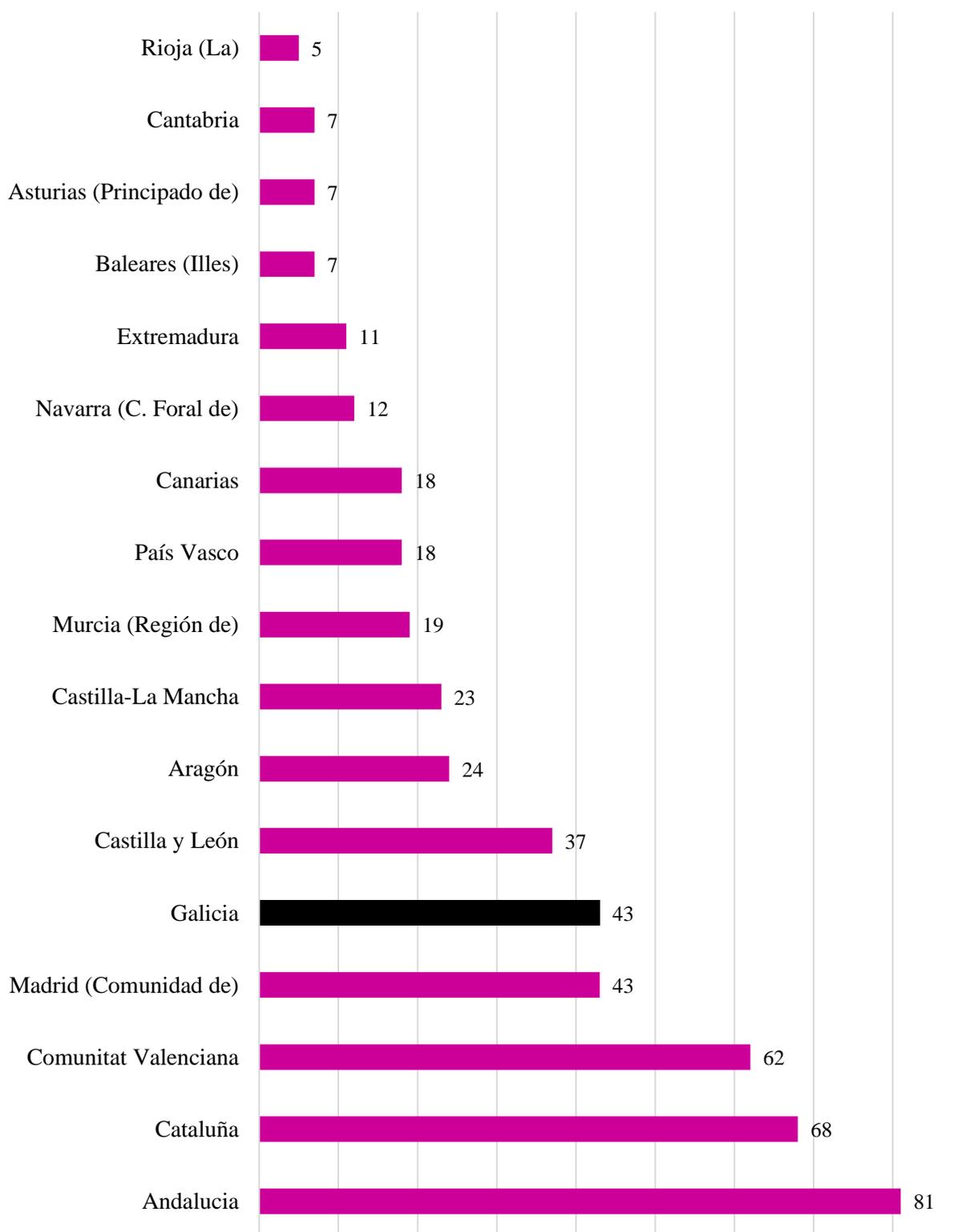
Fuente: Gráfico de elaboración propia con los datos extraídos del resumen de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

1.3.- Número de accidentes con baja y mortales



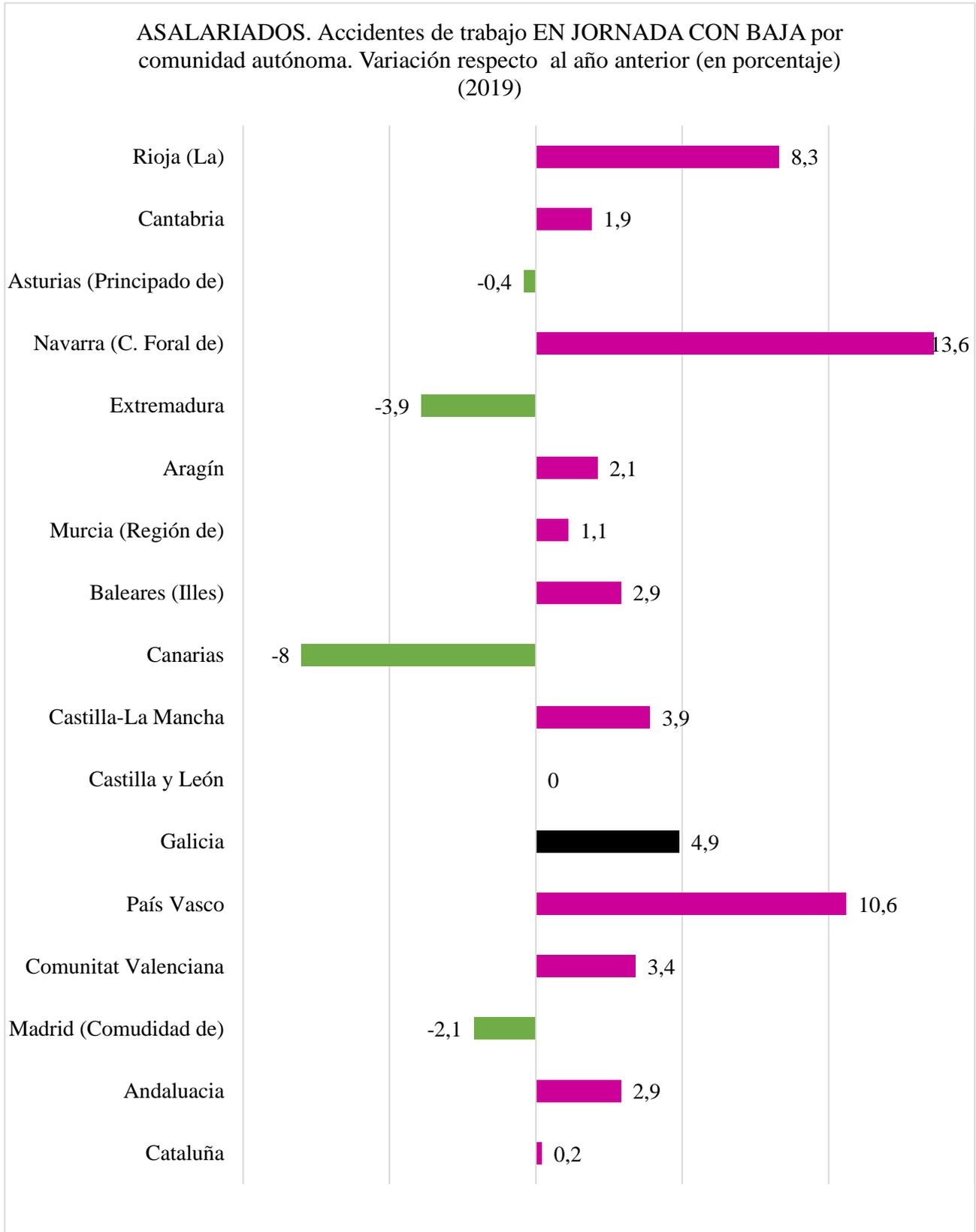
Fuente: Gráfico de elaboración propia con los datos extraídos del resumen de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

ASALARIADOS. Accidentes de trabajo EN JORNADA MORTALES por comunidad autónoma (2019)



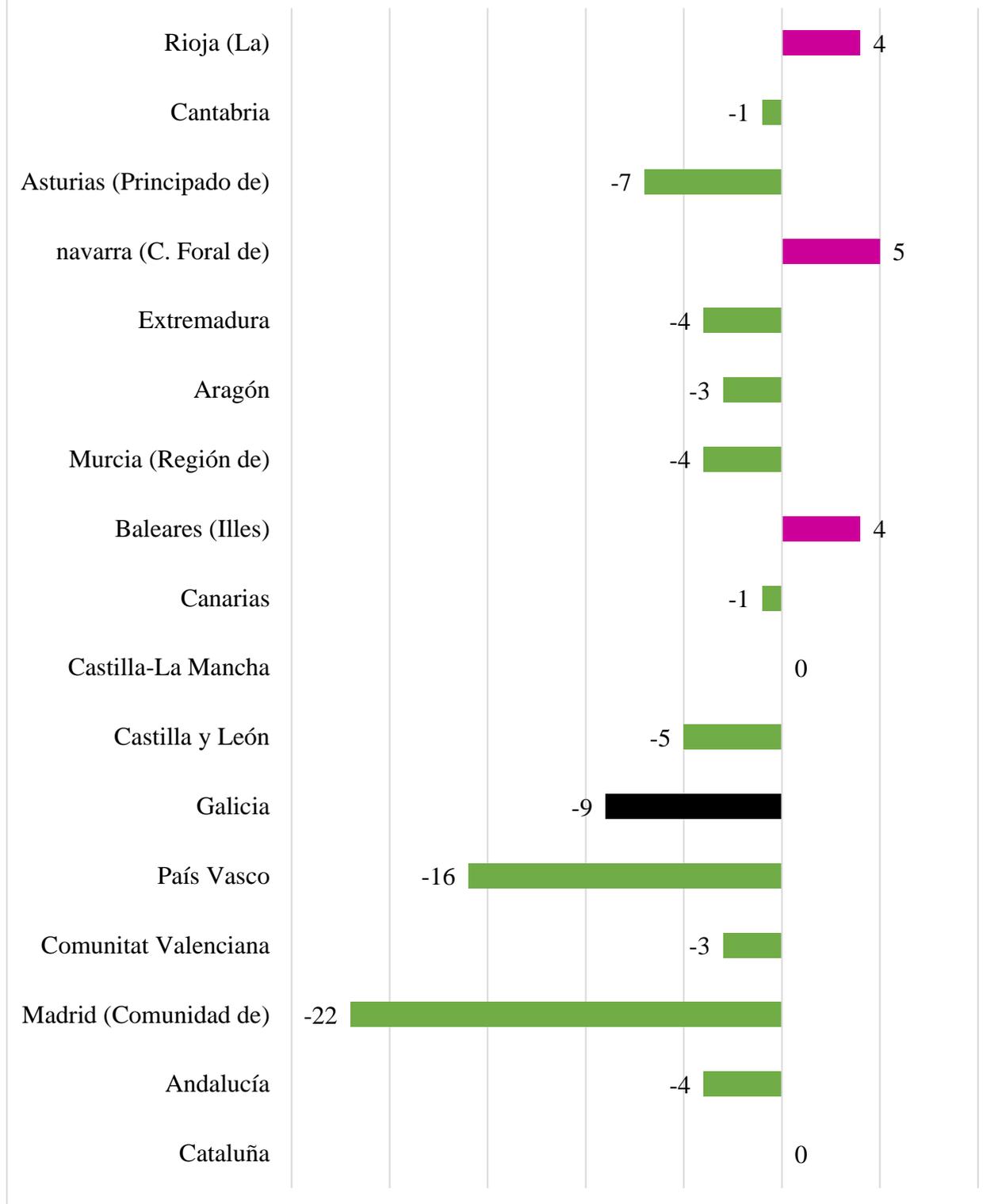
Fuente: Gráfico de elaboración propia con los datos extraídos del resumen de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

1.4.- Variaciones de accidentes de trabajo frente al año anterior con baja y mortales.



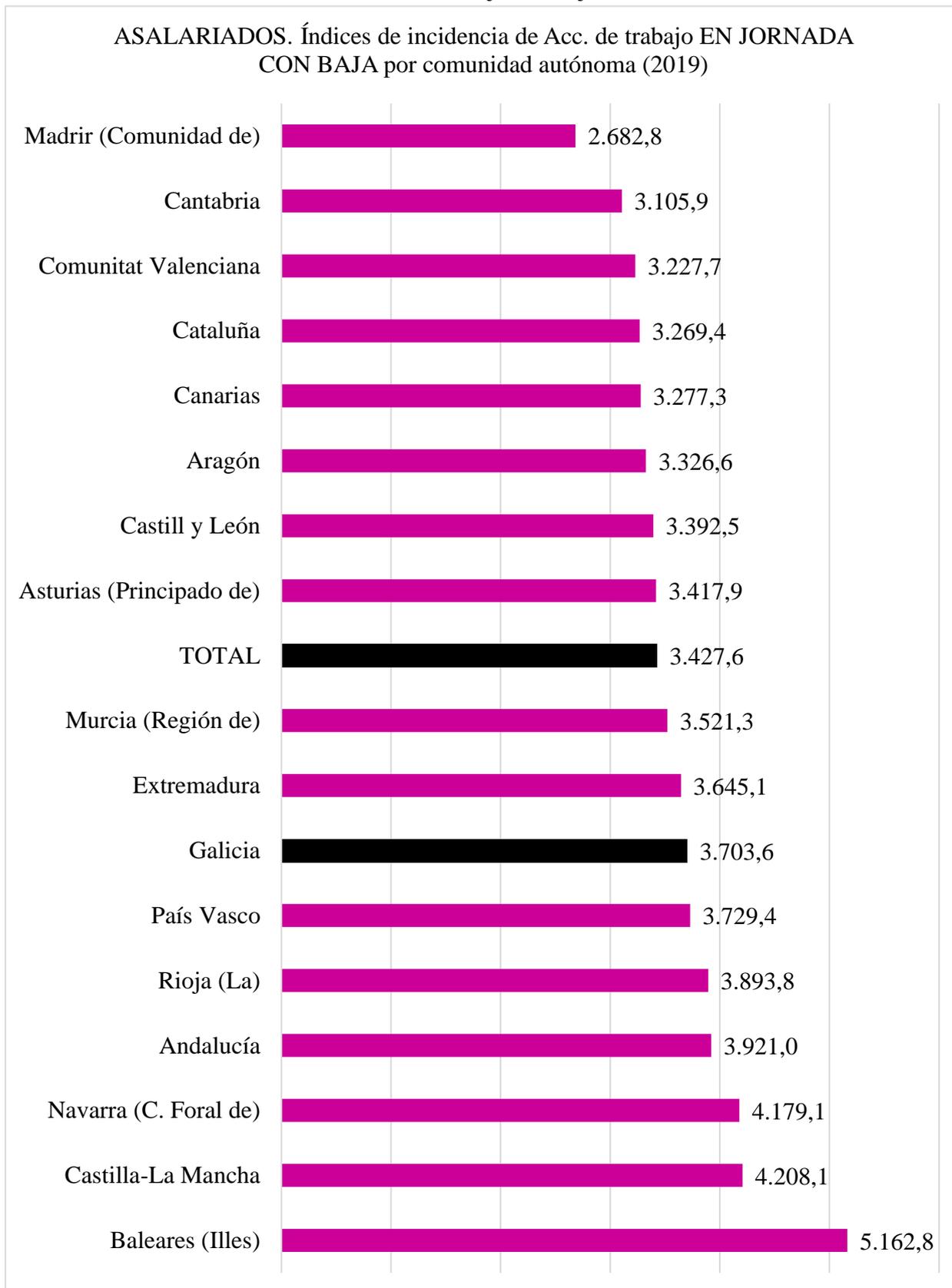
Fuente: Gráfico de elaboración propia con los datos extraídos del resumen de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

ASALARIADOS. Accidentes de trabajo mortales EN JORNADA por comunidad autónoma. Variación respecto al año anterior (valor absoluto) (2019)



Fuente: Gráfico de elaboración propia con los datos extraídos del resumen de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

1.5.- Índices de incidencia de accidentes de trabajo con baja



Fuente: Gráfico de elaboración propia con los datos extraídos del resumen de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

1.6.- Tablas de datos estadísticos resultantes de la estadística de accidentes de trabajo (2019)

ATR-A.6.2. ACCIDENTES DE TRABAJO CON BAJA, EN JORNADA E IN ITINERE, SEGÚN GRAVEDAD, POR PARTE	ATR	
	Leves	Mortales
EN JORNADA		
Total	85.821	282
Espalda, incluida la columna y las vértebras dorsolumbares	85.537	2
Extremidades superiores	209.930	1.048
Hombro y articulaciones del húmero	31.231	133
Brazo, incluida la articulación del cúbito	30.015	218
Mano	39.688	150
Dedo(s)	76.369	343
Muñeca	25.087	124
Extremidades superiores, múltiples partes afectadas	3.253	49
Extremidades superiores - Sin especificar	5.336	31
Extremidades inferiores	163.176	1.266
Cadera y articulación de la cadera	3.538	120
Pierna, incluida la rodilla	64.925	479
Tobillo	42.062	232
Pie	36.136	224
Dedo(s) del pie	7.000	24
Extremidades inferiores, múltiples partes afectadas	2.714	110
Extremidades inferiores - Sin especificar	6.801	77

Fuente: Tabla de elaboración propia con los datos extraídos de las tablas de datos resultantes de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

ACCIDENTES DE TRABAJO	ATR
ATR-A.4.3. ACCIDENTES DE TRABAJO CON BAJA, EN JORNADA E IN ITINERE, SEGÚN GRAVEDAD, POR ACTIVIDAD FÍSICA ESPECÍFICA QUE DESEMPEÑABA EL TRABAJADOR ACCIDENTADO	

	EN JORNADA			
	Total	Leves	Graves	Mortales
Manipulación de objetos	157.640	156.752	826	62
Transporte manual	71.347	71.126	208	13
Transportar verticalmente - alzar, levantar, bajar, etc. un objeto	35.806	35.726	76	4
Transportar una carga (portar) - por parte de una persona	16.979	16.901	71	7

Fuente: Tabla de elaboración propia con los datos extraídos de las tablas de datos resultantes de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

ACCIDENTES DE TRABAJO	ATR
<p>ATR-A.4.6. ACCIDENTES DE TRABAJO CON BAJA, EN JORNADA E IN ITINERE, SEGÚN GRAVEDAD, POR FORMA O CONTACTO QUE PRODUJO LA LESIÓN</p> <p>Año 2019</p>	

EN JORNADA

	Total	Leves	Graves	Mortales
Sobreesfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	191.864	191.694	170	-

Fuente: Tabla de elaboración propia con los datos extraídos de las tablas de datos resultantes de la estadística de accidentes de trabajo (2019). Ministerio de trabajo y Economía Social.

ANEXO II – Cuadro de enfermedades profesionales

<u>Grupo</u>	<u>Agente</u>	<u>Sub-agente</u>	<u>Actividad</u>	<u>Código</u>	<u>Enfermedades profesionales con la relación de las principales actividades capaces de producirlas</u>
2					Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos
	C				Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos en el trabajo; enfermedades de las bolsas serosas debida a la presión, celulitis subcutáneas:
		2			Bursitis glútea, retrocalcánea, y de la apófisis espinosa de C7 y subacromiodeltoideas
			1	2C0201	Trabajos en la minería y aquellos que requieran presión mantenida en las zonas anatómicas referidas
		3			Bursitis de la fascia anterior del muslo
			1	2C0301	Zapateros y trabajos que requieran presión mantenida en cara anterior del muslo
		4			Bursitis maleolar externa
			1	2C0401	Sastrería y trabajos que requieran presión mantenida en región maleolar externa

					Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos en el trabajo; enfermedades por fatiga e inflamación de las vainas tendinosas, de tejidos peritendinosos e inserciones musculares y tendinosas
			1		Hombro: patología tendinosa crónica de maguito de los rotadores
				1	2D0101
				2	Trabajos que se realicen con los codos en posición elevada o que tensen los tendones o bolsa subacromial, asociándose a acciones de levantar y alcanzar; uso continuado del brazo en abducción o flexión, como son pintores, escayolistas, montadores de estructuras
					Codo y antebrazo: epicondilitis y epitrocleitis
				1	2D0201
				3	Trabajos que requieran movimientos de impacto o sacudidas, supinación o pronación repetidas del brazo contra resistencia, así como movimientos de flexoextensión forzada de la muñeca, como pueden ser: carniceros, pescaderos, curtidores, deportistas, mecánicos, chapistas, caldereros, albañiles
					Muñeca y mano: tendinitis del abductor largo y extensor corto del pulgar (T. De Quervain), tenosinovitis estenosante digital (dedo en resorte), tenosinovitis del extensor largo del primer dedo
D					Trabajos que exijan aprehensión fuerte con giros o desviaciones cubitales y radiales repetidas de la mano, así como movimientos repetidos o mantenidos de extensión de la muñeca
				1	2D0301

E					Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos en el trabajo
					Arrancamiento por fatiga de las apófisis espinosa
		1		2E0101	Trabajos de apaleo o de manipulación de cargas pesadas
F					Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos en el trabajo: parálisis de los nervios debidos a la presión
		2			Síndrome del túnel carpiano por compresión del nervio mediano en la muñeca
		1		2F0201	Trabajos en los que se produzca un apoyo prolongado y repetido de forma directa o indirecta sobre las correderas anatómicas que provocan lesiones nerviosas por compresión. Movimientos extremos de hiperflexión y de hiperextensión. Trabajos que requieran movimientos repetidos o mantenidos de hiperextensión e hiperflexión de la muñeca, de aprehensión de la mano como lavaderos, cortadores de tejidos y material plástico y similares, trabajos de montaje (electrónica, mecánica), industria textil, mataderos (carniceros, matarifes), hostelería (camareros, cocineros), soldadores, carpinteros, pulidores, pintores
		3			Síndrome del canal de Guyon por compresión del nervio cubital en la muñeca

			1	2F0301	Trabajos en los que se produzca un apoyo prolongado y repetido de forma directa o indirecta sobre las correderas anatómicas que provocan lesiones nerviosas por compresión. Movimientos extremos de hiperflexión y de hiperextensión. Trabajos que entrañen compresión prolongada en la muñeca o de una presión mantenida o repetida sobre el talón de la mano, como ordeño de vacas, grabado, talla y pulido de vidrio, burilado, trabajo de zapatería, leñadores, herreros, peleteros, lanzadores de martillo, disco y jabalina
		5			Parálisis de los nervios del serrato mayor, angular, romboides, circunflejo
			1	2F0501	Trabajos en los que se produzca un apoyo prolongado y repetido de forma directa o indirecta sobre las correderas anatómicas que provocan lesiones nerviosas por compresión. Movimientos extremos de hiperflexión y de hiperextensión. Trabajos que requieran carga repetida sobre la espalda de objetos pesados y rígidos, como mozos de mudanzas, empleados de carga y descarga y similares
	G				Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos en el trabajo:
		1			Lesiones del menisco por mecanismos de arrancamiento y compresión asociadas, dando lugar a fisuras o roturas completas
			1	2G0101	Trabajos que requieran posturas en hiperflexión de la rodilla en posición mantenida en cuchillas de manera prolongada como son: Trabajos en minas subterráneas, electricistas, soladores, instaladores de suelos de madera, fontaneros

Fuente: BOE. Real Decreto 1299/2006. Anexo I. "Cuadro de enfermedades profesionales"

ANEXO III - TME por región corporal

1.1.2. PRINCIPALES TME E LME NO ÁMBITO LABORAL

No presente apartado preténdese ofrecer unha visión global de todos os tipos de TME que prevalecen no colectivo dos traballadores con independencia do seu sector.

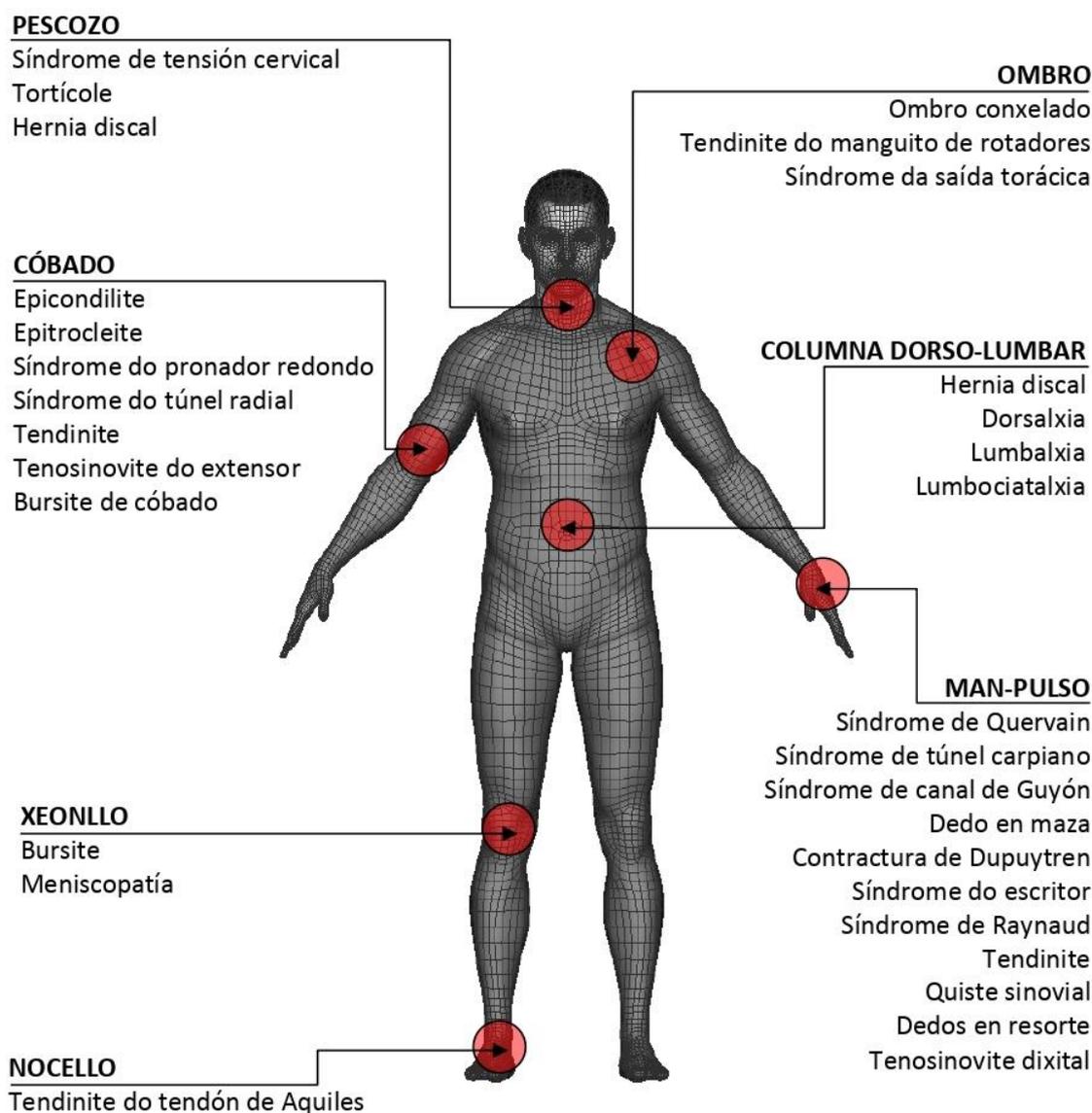


Figura 1.1. Esquema de principais TME por rexión corporal no ámbito laboral

Fuente: ISSGA, Prevención de TME no sector da conserva de atún, 2017

ANEXO IV – Ejemplo exoesqueleto miembros superiores / Ficha técnica



Fuente: Web ShopIturri – Modelo SKELEX



Fuente: Web ShopIturri – Modelo SKELEX



Fuente: Web ShopIturri – Modelo SKELEX



EXOESQUELETO SKELEX 360

40060925

Descripción

- EXOESQUELETO QUE SOPORTA EL PESO DE LOS BRAZOS PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS A LA ALTURA DE LOS HOMBROS O POR ENCIMA. REDUCE LA EXIGENCIA ERGONOMICA DE ESTAS TAREAS.
- PROPORCIONA UN EMPUJE MÁXIMO DE 4KG DE FUERZA EN CADA BRAZO QUE PERMITE SUJETAR UNA HERRAMIENTA EN LAS POSICIONES INDICADAS. LA FUERZA ES REGULABLE EN CADA BRAZO, SIN NECESIDAD DE HERRAMIENTAS.
- SÓLO 2,2KG DE PESO.

- 1 Aplicaciones**
Tareas en las que se necesite trabajar manteniendo los brazos a la altura de los ojos o por encima, con o sin usar herramientas.
- 2 Materiales**
Muelles de fibra de carbono.
Textiles desmontables para uso individual.
- 3 Tallas**
Anchura (distancia hombro a hombro): de 43 a 54 cm.
- 4 Normativas**
No hay normativas de aplicación
- 5 Categoría**
Exoesqueletos

 **skelex**

www.iturri.com

ANEXO V – Ejemplo exoesqueleto miembros inferiores



Fuente: Web ShopIturri – Modelo Chairless Chair



Fuente: Web ShopTurri – Modelo Noonee Chairless chair



EXOESQUELETO NOONEE

40060865

Descripción

La Chairless Chair® de noonee es un exoesqueleto que permite alternar de forma rápida entre caminar, estar de pie y estar sentado, con capacidad para regular la altura del asiento.

- REDUCE LA FATIGA DEL PUESTO, DISMINUYENDO LA EXIGENCIA FÍSICA DE MISMO
- PERMITE UN DISEÑO ERGONÓMICO Y ATRACTIVO DEL PUESTO DE TRABAJO

- 1 Aplicaciones**
Puestos en los que se pueda alternar entre posiciones de pie y sentado, con distancia caminando limitada.
Alturas de trabajo sentado entre 50 y 150 cm.
- 2 Materiales**
Marcado CE de Equipo de trabajo.
- 3 Tallas**
Una sola talla válido para personas desde 160 a 195 cm de altura. Límite de peso 130 kg.
- 4 Normativas**
No hay normativas de aplicación
- 5 Categoría**
Exoesqueletos

noonee

www.iturri.com

ANEXO VI – Ejemplo exoesqueleto zona lumbar



Fuente: Web ShopTurri – Modelo Laevo



Fuente: Web ShopTurri – Modelo Laevo



EXOESQUELETO LAEVO V2.56 40065023

Descripción

LAEVO es un dispositivo portátil, que da soporte a la espalda inclinada mientras se trabaja y durante los movimientos repetitivos de elevación.

- SIN BATERÍAS, SIN MANTENIMIENTO
- MUY LIGERO Y TRANSPIRABLE
- FACIL DE PONER Y QUITAR
- ESTRUCTURAS INTERCAMBIABLES PARA ADAPTAR A LA TALLA DEL USUARIO
- ÁNGULO DE FUNCIONAMIENTO REGULABLE

- 1 **Aplicaciones**
Todo tipo de trabajos con la espalda inclinada en diferentes ángulos. Manipulación de cargas. Trabajos en automoción, logística, aeronáutica, alimentación, sociosanitario.
- 2 **Materiales**
Peso de 2.8 kg, producto sanitario de clase I
- 3 **Tallas**
Desde S a XL, dependiendo de las medidas del usuario. Pueden comprarse tallas adicionales. Pueden fabricarse otras tallas bajo pedido.
- 4 **Normativas**
No hay normativas de aplicación
- 5 **Categoría**
Exoesqueletos

ANEXO VII – Ejemplo exoesqueleto protección de manos



Fuente: Web fabricante modelo Ironhand - Bioservo



Fuente: Web fabricante modelo Ironhand - Bioservo

ANEXO VIII - Campaña Ikea sobre exoesqueletos



HAN LLEGADO LOS EXOSQUELETOS PARA PROBAR EN LAS PRÓXIMAS SEMANAS

¡ BIEN ! TENGO CURIOSIDAD, ¡ SOMOS LOS PRIMEROS DEL SECTOR EN PROBARLOS !

¡ VAYA ! SON MUY FÁCILES DE COLOCAR

MUESTROS EXOWORKERS ESTÁN LUCHANDO CONTRA LA MALA POSTURA PARA QUE NO HAGA DE LAS SUYAS... ¡VEAMOS SUS AVENTURAS!

VAMOS A VER CÓMO FUNCIONAN...

ES MÁS SENCILLO COGERLO

REDUCEN LA TENSIÓN FÍSICA...

...Y LA FUERZA SOPORTADA POR LA ESPALDA HASTA EN UN 50%

CON UNA ESTRUCTURA FLEXIBLE QUE MEJORA LA HIGIENE POSTURAL

TO BE CONTINUED...

Fuente: Europa press, 2019. Campaña exoesqueletos IKEA

