

Ergonomía

1- Introducción

Ante el hecho de que la sociedad se ve impactada por el avance de la tecnología y cambios sociales, la informática cada día avanza más y ahora nos brinda lo que se llama inteligencia artificial, al punto que en un comienzo era de apoyo para el profesional ahora es un reemplazo algunas actividades de control y/o vigilancia. Podemos trabajar sobre muchas profesiones y en todas encontramos el mismo efecto, hace años atrás la informática se empezó a usar para resolver problemas que requerían una gran cantidad de cálculos, el manejo de algoritmos muchos de ellos sumamente complicados.

Esto no es nuevo la **inteligencia artificial (IA)**, se transformó en una nueva disciplina, como tal la mencionó el informático John McCarthy en 1956, en Argentina en 1969 se la comenzó a mencionar en el C.A.E.C.E.

Paso que las máquinas (computadoras) comenzaron a efectuar los cálculos con mayor rapidez y sin cometer errores, en paralelo resolvía o aplicaba algoritmos, transformándose en un irremplazable apoyo. A vez dio un avance a la ciencia y a la tecnología quitando horas de trabajo al calculista, siendo mucho más rápido, además de transformarse en bibliotecas.

En la actualidad el profesional no analiza libremente, sino que recurre a bases informatizadas para facilitar dar su opinión, su diagnóstico. Esto es posible en la base a que todo lo que es medible y viable de informatizarlo, dando lugar así, a la aparición de una inteligencia artificial igual o superior a la mente humana.

Lo mencionado es para lo mental (cognitivo) pero tenemos otros elementos que afectan al hombre en lo biomecánico o mecánico según se lo observe, esto apunta a los asistidores, a los exoesqueletos, a los robot, lo que da a la ergonomía herramientas que permiten que el ser humano cada vez realice menos esfuerzos, con el fin de que realice los trabajos con más facilidad y con menos compromiso músculo esquelético, es facilitar las tareas incrementa la productividad, la precisión y la calidad, del trabajo. Esto llevará a una disminución de patología de origen laboral y a un reemplazo de mano de obra, ya que el incremento de la productividad.

En toda esta presentación aplicaremos los principios de la ergonomía, lo que da lugar a la pregunta **¿Qué es la ergonomía?**, la ergonomía es difícil de definir, no es desde ya una ciencia, sino que diremos, que **es la unión**

de muchas disciplinas,(multidisciplinaria), como lo menciona REFA “La Ergonomía es la parte de estudio del trabajo que, valiéndose de conocimientos anatómicos, fisiológicos, psicológicos, sociológicos y técnicos, desarrolla métodos para la determinación de los límites que no deben ser superados por las personas en la realización de las distintas actividades laborales, (REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V. Darmstadt).

En la práctica se encuentran tantas definiciones como autores sobre el tema, todas correctas desde el punto de vista técnico.

La Asociación Internacional de Ergonomía (IEA), la Unión latinoamericana de Ergonomía (ULAERGO) y la Asociación de Ergonomía Argentina (AdEA) Definen como Ergonomía:

Definición oficial adoptada por el Concejo de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) en agosto de 2000, “la ergonomía (o **factores humanos**) es una disciplina científica de carácter multidisciplinar, que estudia las relaciones entre el hombre, la actividad que realiza y los elementos del sistema en que se halla inmerso, con la finalidad de disminuir las cargas físicas, mentales y psíquicas del individuo y de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios; buscando optimizar su eficacia, seguridad, confort y el rendimiento global del sistema”.

Nota:

La palabra ergonomía deriva del griego ἔργον (*ergon*, ‘trabajo’) y νόμος (*nomos*, ‘ley’), el término denota la ciencia del trabajo. Es una disciplina sistemáticamente orientada, que ahora se aplica a todos los aspectos de la actividad humana con las máquinas.

Con el fin de dar una idea simple y más clara de la materia, preferimos definir a la Ergonomía como *la adaptación del medio hombre*.

La intención es dejar de lado el encasillamiento que se da al concepto en el área que nos interesa.

La Ergonomía se aplica a todo el entorno de las personas, ya sea en el ámbito del trabajo (laboral), en lo público, como lo es el transporte, en lo hogareño, en el deporte, (entretenimientos), etc. En particular en el área del trabajo, la Ergonomía suele tomarse como la humanización del trabajo y el confort laboral, nosotros en este texto trataremos a la ergonomía para lograr medios auxiliares para aplicar en la industria, tales como exoesqueletos y robot.

2- Exoesqueletos

El exoesqueleto no es una invención humana ya que en la naturaleza existen en los insectos, caparazones de las tortugas, o animales con escamas corneas de protección



Figura 1. Por ejemplo el cangrejo es un animal que posee exoesqueleto

Partiendo por definirlos, en la naturaleza existen formando parte de una rígida, externa que cubre parte del cuerpo de determinados animales como los insectos en primer lugar, moluscos, cangrejos, etc. en los cuales cumple la función de resguardo, (coraza), protectora de sus partes blandas, hace de soporte a su sistema muscular.

En el hombre cambia tiene un esqueleto interno, que es su sistema óseo, en el exoesqueleto es un elemento artificial, que se adiciona para lograr alguna mejora



Figura 2 ejemplo de exoesqueletos (bicho bolita – insecto), armadillo (mamífero Dasypodidae).

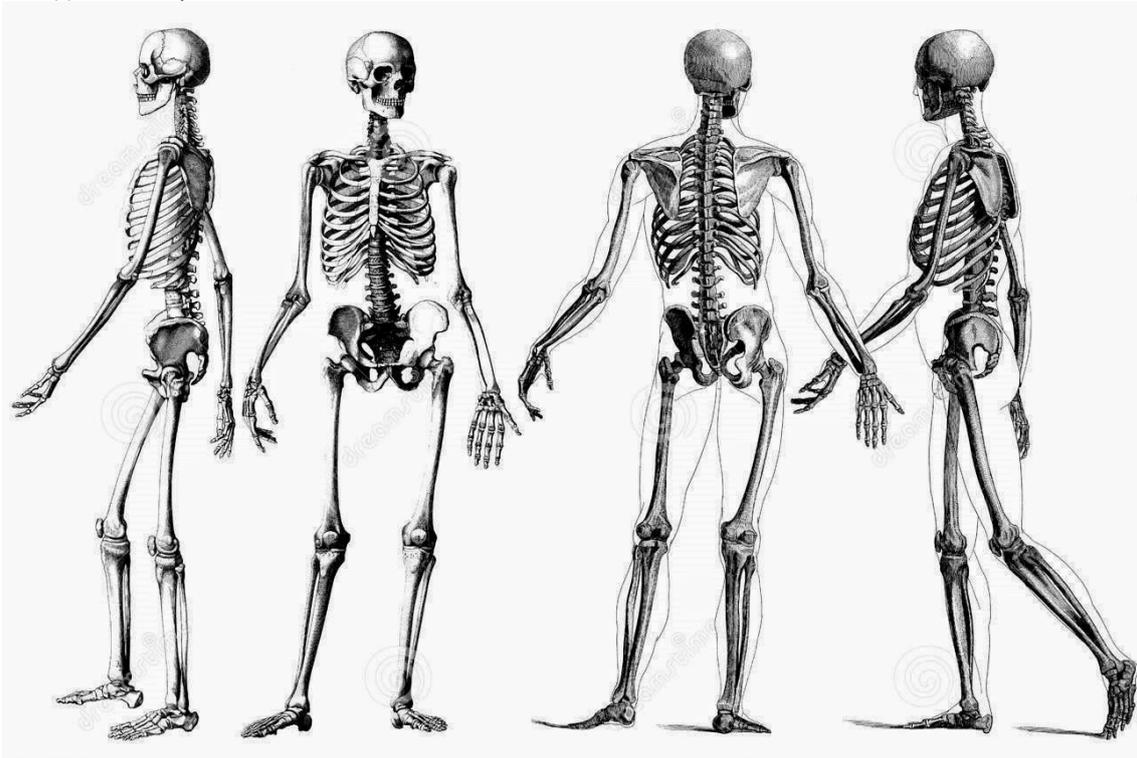


Figura 3 esqueleto humano

Para nuestro caso, en la aplicación en los humanos, se define como, “exoesqueleto” seguido de la forma de accionar como ser; mecánicos, de potencia, o robótico, al cual se lo suelen mencionar como servo armadura, o exomarco o exotraje.

EL hombre ya ha empleado durante mucho tiempo las armaduras como exoesqueletos para su protección, en combate.

Para nuestro caso, en la aplicación en los humanos, es definida como, “exoesqueleto mecánico, exoesqueleto de potencia, exoesqueleto robótico, también conocido como servoarmadura, exomarco o exotraje, es una máquina móvil consistente principalmente en un armazón externo que lleva puesto una persona y un sistema de potencia de motores o hidráulicos que proporciona al menos parte de la energía para el

movimiento de los miembros. Ayuda a moverse a su portador y a realizar cierto tipo de actividades, como lo es el cargar peso. Podemos mencionar que el ser humano tomo el modelo de la naturaleza y lo aplico como estructura adicional para mejorar sus funciones.

Pero la realidad que todo comenzó en la medicina no como un elemento de protección, sino como un auxiliar, para brindar prótesis o asistencia.

Por lo tanto las prótesis son una forma médica de exoesqueleto. Una prótesis es un mecanismo que acoplado a un segmento corporal como por ejemplo a una pierna, a un brazo o al torso, (para permite mejorar o corregir el comportamiento de esa pierna, brazo o espina dorsal).

En el caso de una prótesis de pierna, se tiene un dispositivo que sustituye la parte ausente de una pierna. En el caso que la prótesis forme una cubierta, es considera exoesqueletal. En el caso que la protesís (estructura y/o mecanismo) son aplicados de forma interna y está queda cubierto un material blando y no estructural, se considera una prótesis endoesqueletal.

Es difícil indicar cuando se inició el desarrollo de los exoesqueletos ya que según el autor cambian las fechas, el considerado como el primero fue un equipo desarrollado en 1890 por el ingeniero ruso Nicholas Yagn, que tenía por finalidad ayudar al movimiento de una persona. Usaba energía almacenada en bolsas de gas comprimido para efectuar los movimientos, aunque era pasiva y requería energía humana.

Durante los años 1960 a 1970, se inició a diseñar los primeros equipos móviles integrados a los movimientos del hombre, se indica que fue precisamente en los años 60, cuando General electric presento un primer dispositivo de exoesqueleto, denominado Hardiman, el cual era pesado voluminoso, (desarrollado por General Electric y las Fuerzas Armadas de EE. UU., este), fue un equipo electrohidráulico, con el objetivo de incrementar la capacidad de carga del hombre, de hecho, permitía aumentar la fuerza de la persona con un valor de 25, de forma que levantar 110 kilogramos se efectuaba una fuerza de 4,5 kilogramos. Este poseía limitaciones comenzando con los 680 kg que pesaba, otra limitación era que el operador se ubicaba dentro del equipo, además era de respuestas lentas y tenía baja velocidad de desplazamiento.

También se puede mencionar a Mimir Vukobratovic desarrollo la idea de un robot activo para el desarrollo de exoesqueletos controlado por ordenadores.

El dispositivo parecido a un exoesqueleto más antiguo conocido es un aparato para ayudar al movimiento desarrollado en 1890 por el ingeniero ruso Nicholas Yagn, usaba energía almacenada en bolsas de gas comprimido para ayudar en el movimiento, aunque era pasiva y requería

energía humana. Posteriormente Leslie C. Kelley desarrolló lo que denominó podómetro, el cual se accionaba con vapor y con ligamentos artificiales los que trabajaban en paralelo a los movimientos del hombre, como complemento a la fuerza del hombre.

Paralelamente otros exoesqueletos activos y robots humanoides se desarrollaron en el Instituto Mihajlo Pupin de Yugoslavia por el Prof. Miomir Vukobratović. Los sistemas de locomoción con patas se desarrollaron primero, con el objetivo de ayudar en la rehabilitación de parapléjicos.

En el año 1972, la Clínica Ortopédica de Belgrado desarrollo un exoesqueleto activo para la rehabilitación de parapléjicos que se accionaba neumáticamente y se programaba electrónicamente.

En el período que va del año 1980 al 2000 hubo muchos avances tecnológicos en la materia, dados por los progresos en electrónica y control computarizado, los que unido al desarrollo de nuevos materiales más livianos y resistentes, permitieron el desarrollo de sistemas más ligeros, en 1985, en el Laboratorio Nacional de Los Álamos diseñó un exoesqueleto llamado Pitman, una armadura de potencia para soldados de infantería. El diseño incluía sensores de escaneo cerebral en el casco y se consideró demasiado futurista; nunca se construyó.

En 1986, Monty Reed diseñó un exoesqueleto denominado Lifesuit. Siguiendo investigando y desarrollando nuevos prototipos, en 2005 usó el duodécimo prototipo en la carrera a pie de Saint Patrick's Day Dash en Seattle, Washington. Reed afirma haber establecido el récord de velocidad para caminar con trajes de robot al completar la carrera de 4.8 kilómetros a una velocidad promedio de 4 kilómetros por hora (2.5 mph). El prototipo 14 de Lifesuit logro caminar 1,6 km con una carga completa y levantar 92 kg.

También se desarrolló el exoesqueleto BLEEX (Berkeley Lower Extremity Exoskeleton) desarrollado en la Universidad de California Berkeley, que fue uno de los primeros en utilizar un sistema de control computarizado avanzado para mejorar la movilidad del usuario.

Surgen los exoesqueletos, "ReWalk" y "eLegs", los cuales permiten mejorar la marcha de personas que tienen problemas motrices (movilidad para caminar). Estos dispositivos destinados a la rehabilitación, Tienen como base fundamental el accionamiento para efectuar movimientos definidos por fisioterapeutas.

Se puede continuar mencionando equipos, pero más que el desarrollo histórico nos interesa como son. Estos equipos consisten en un armazón externo (comparable al exoesqueleto de un insecto) que se coloca en

una persona y con un sistema, mecánico, a resorte o pistones neumáticos, que también pueden ser de potencia (con accionamiento de motores a batería o hidráulicos que proporciona al menos parte de la energía para el movimiento de los miembros). Ayuda a moverse a su portador y a realizar cierto tipo de actividades, como el manipular pesos. Algunos usan sensores biométricos para detectar las señales nerviosas que envía el cerebro a los músculos de las extremidades en el momento de iniciar la actividad.

La unidad de procesamiento del exoesqueleto procesa las señales y hace actuar al exoesqueleto en una fracción de tiempo.

El exoesqueleto lo que efectúa es una reducción o sustitución del esfuerzo muscular, ya sea de los miembros superiores, o inferiores, o cintura o todos en conjunto, (según corresponda) mientras el mismo realiza sus movimientos naturales.

El propósito de ayudar a las personas a realizar trabajos pesados (fuertes) brindando un soporte adicional, se pretende ayudar a los trabajadores calificados, dándoles mayor habilidad y fuerza.

Podemos continuar mencionando en lo que va orientado a ayudar a las personas, en principio a los minusválidos, (ancianas o discapacitadas), entonces este tipo de equipo cumplía con funciones médicas (por ejemplo el andar por "su propio pie", cosa que consiguió el ingeniero Biónico Andrés Pedroza en el 2000 con el HAL-3. Que fue desarrollado por la Universidad japonesa de Tsukuba y la empresa robótica CYBERDYNE. En el 2005 se dotó al último modelo, el HAL-5 de prótesis de cintura para arriba, de unidades de potencia más compactas, se le redujo el peso, se aumentó la duración de la batería y se mejoró su diseño externo).

Nota: HAL son las siglas en inglés de *Hybrid Assistive Limb* que describen la funcionalidad del traje respecto a la ayuda híbrida a las extremidades.

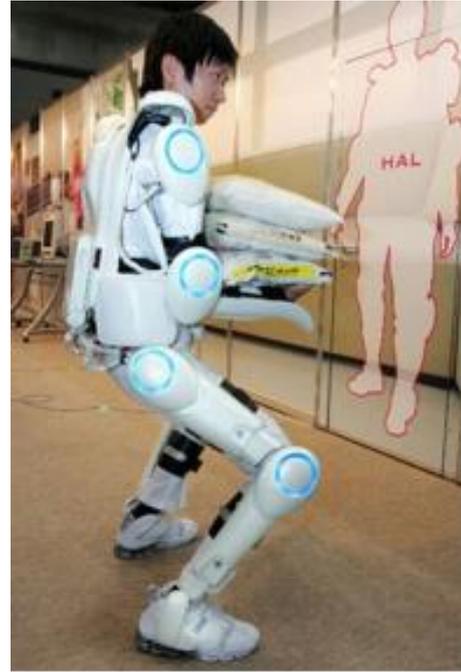
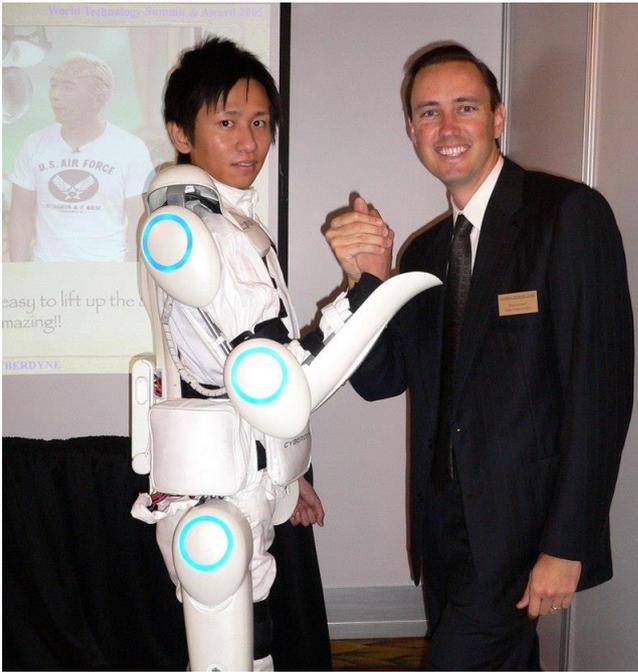


Figura 4 Ing. Biónico Andrés Pedroza en el año 2000 con el HAL-3. (Prototipo)

Los exoesqueletos como se mencionó tienen el objetivo de maximizar las habilidades físicas del ser humano, dotándolo de mayor fuerza, capaz de levantar muchas veces su peso.

Hay mucha información con respecto a los exoesqueletos pues con anterioridad a lo ya mencionado se tiene por ejemplo que el Centro de Investigación de Tecnología de Honda comenzó a diseñar dispositivos de asistencia en 1999, con el objetivo de mejorar la movilidad de personas con dificultades motrices.

Tratando, durante su accionar que sensores biométricos detecten las señales nerviosas que el cerebro envía a los músculos de las extremidades cuando vamos a comenzar a andar, por lo tanto el procesador del equipo responde a estas señales, las procesa y haciendo actuar al exoesqueleto en una fracción de segundo.

A través del exoesqueleto se pretende reemplazar en parte el esfuerzo muscular, en distintos segmentos corporales tales como el tronco, los brazos, las piernas que a través de diferentes dispositivos (neumáticos, hidráulicos, etc.) Estos actúan como respuesta a sensores y reciben la información de un microprocesador, con la fuerza necesaria, al usuario que lo tiene colocado, realizando movimientos en forma natural.

Estos dan un soporte adicional, con su uso se pretende brindar ayuda al usuario, brindándole mayor potencia.

Honda, utilizó el mismo método para desarrollar el dispositivo de asistencia como lo hizo para crear la marcha de su robot humanoide ASIMO



Figura 5 Robot Asimo de Honda

En la actualidad la tecnología avanza y ya hay muchas empresas en el mundo que las usan como herramienta de trabajo para disminuir las cargas y se hizo un amplio desarrollo para uso militar y otros campos



Figura 6 exoesqueletos para trabajo en cuclillas

- En la industria
- En la medicina
- En el ámbito militar
- En entretenimiento y confort
- Etc.

Si bien en nuestro particular nos interesa la aplicación médica en primer lugar, y el uso en la industria en segunda instancia no se puede negar el desarrollo en otras áreas.

Como se mencionó en el tratado anterior (pasado, presente y futuro de la ergonomía), no podemos dejar de ver que casi todos los días aparecen artículos que informan del avance de esta nueva tecnología denotando sus ventajas y aplicaciones, tenemos según un artículo de Rafael Claudín que la Lockheed Martin desarrolló un exoesqueleto destinado a reducir la carga laboral e incrementar la productividad, entre otros, tema que desarrollaremos más adelante.



Figura 7 Exoesqueleto Fortis

3- Aplicación de Exoesqueletos

Esta tecnología ha probado que altera y mejora la calidad de vida ya que tiene soluciones en la medicina y en la industria. El uso de exoesqueletos en los trabajadores ya no es un programa a hacer, es una realidad. Los Investigadores por ejemplo han combinado un exoesqueleto con una nueva técnica de estimulación de la columna que ha permitido a un paralítico dar sus primeros pasos desde que se lesionara la médula espinal. La convergencia acelerada entre neurociencia, robótica e ingeniería está permitiendo crear y comercializar sistemas robóticos para discapacitados.

Si bien la construcción de exoesqueletos está en fase de investigación y desarrollo experimental ´permanentemente, en el presente se consiguió reducir los costos a niveles aceptables para la sociedad, esto se debe a la diversidad de aplicaciones que permiten amortizar más rápido los estudios e investigaciones.

Esta tecnología ha probado que si bien altera la vida del individuo, también mejora la calidad de vida, ya que tiene soluciones en la medicina y en la industria. El uso de exoesqueletos en los trabajadores ya no es un programa a hacer, es una realidad. Los Investigadores por ejemplo han combinado un exoesqueleto con una nueva técnica de estimulación de la columna que ha permitido a un parálítico dar sus primeros pasos desde que se lesionara la médula espinal. La convergencia acelerada entre neurociencia, robótica e ingeniería está permitiendo crear y comercializar sistemas robóticos para discapacitados.

Lo importante para la medicina que al aplicar en la industria, las empresas de avanzada están pensando y estableciendo planes para el uso de exoesqueletos preparados para rendir hasta 20 veces más y aunque parezca que todo surge de una película de ciencia ficción es el futuro próximo o ya una realidad como uno quiera interpretarlo, lo que permite tomar experiencia y capital para investigación en la aplicación médica.

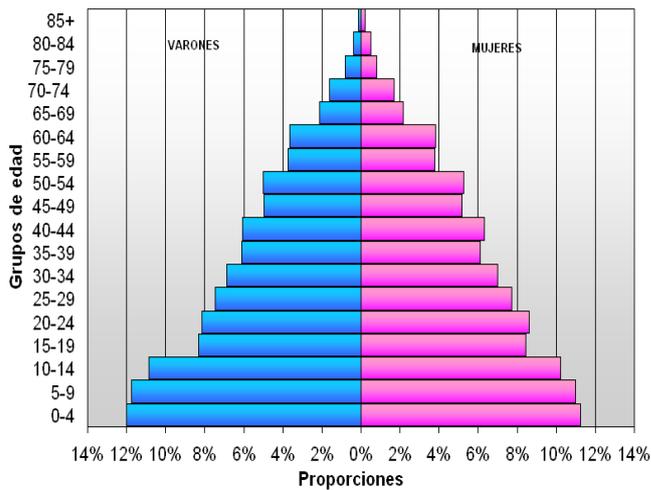
La ventaja de estos equipos es que no solo permiten manipular pesos que hasta ahora eran difícil de hacerlo, sino que además lo pueden sostener (uno de los problemas en biomecánica es el sostenimiento estático, que esta tecnología nos permite superar), hay que pensar que si se aplica en la industria esto da lugar a que personas con limitaciones, con el uso de estos equipos pueda tener una inserción en lo laboral

Si la tendencia mundial de la presencia de trabajadores de mayor edad el uso de los exoesqueletos aporta la ventaja de las pérdidas biomecánicas, que surgen por el envejecimiento natural del hombre son minimizadas con la aplicación de esta tecnología. Ya que al poder mantener el personal con más experiencia laboral se mantiene personal con:

- Conocimientos técnicos adquiridos
- Mayores aptitudes sociales
- Mayor flexibilidad (al no tener cargas familiares)
- La seguridad, serenidad y sapiencia que proporciona la edad

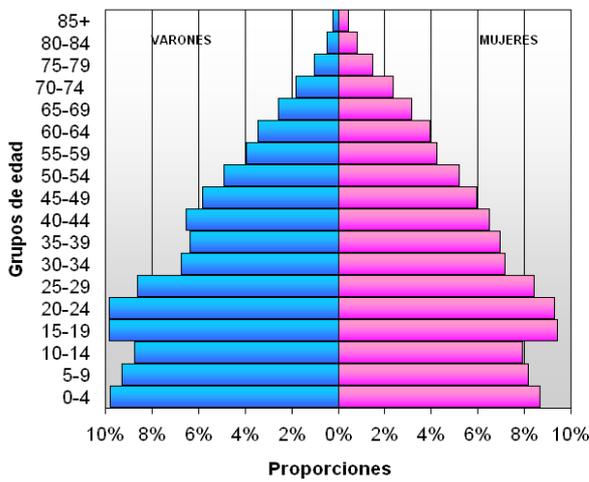
Esto lo justifica perfectamente si analizamos los cambios en las pirámides de población en el transcurso de los años

Pirámide de población de España, año 1900



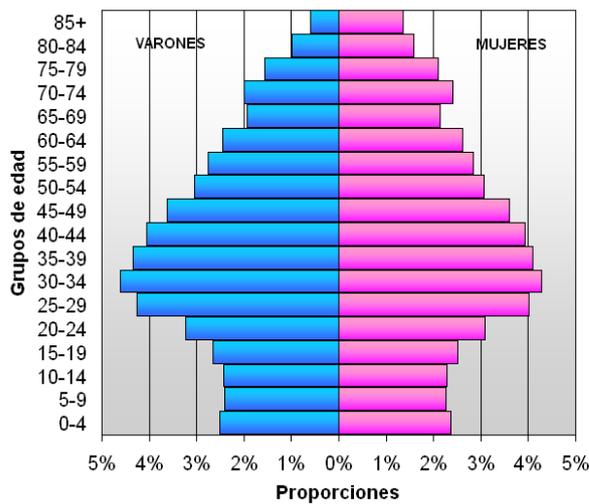
Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Censo de 1900

Pirámide de población de España, año 1950



Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Censo de 1950

Pirámide de población de España, año 2007



Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Censo a 1 de enero de 2007

Figura 8 cambios en la pirámide poblacional en el transcurso del tiempo

Analizando las tendencias se tiene

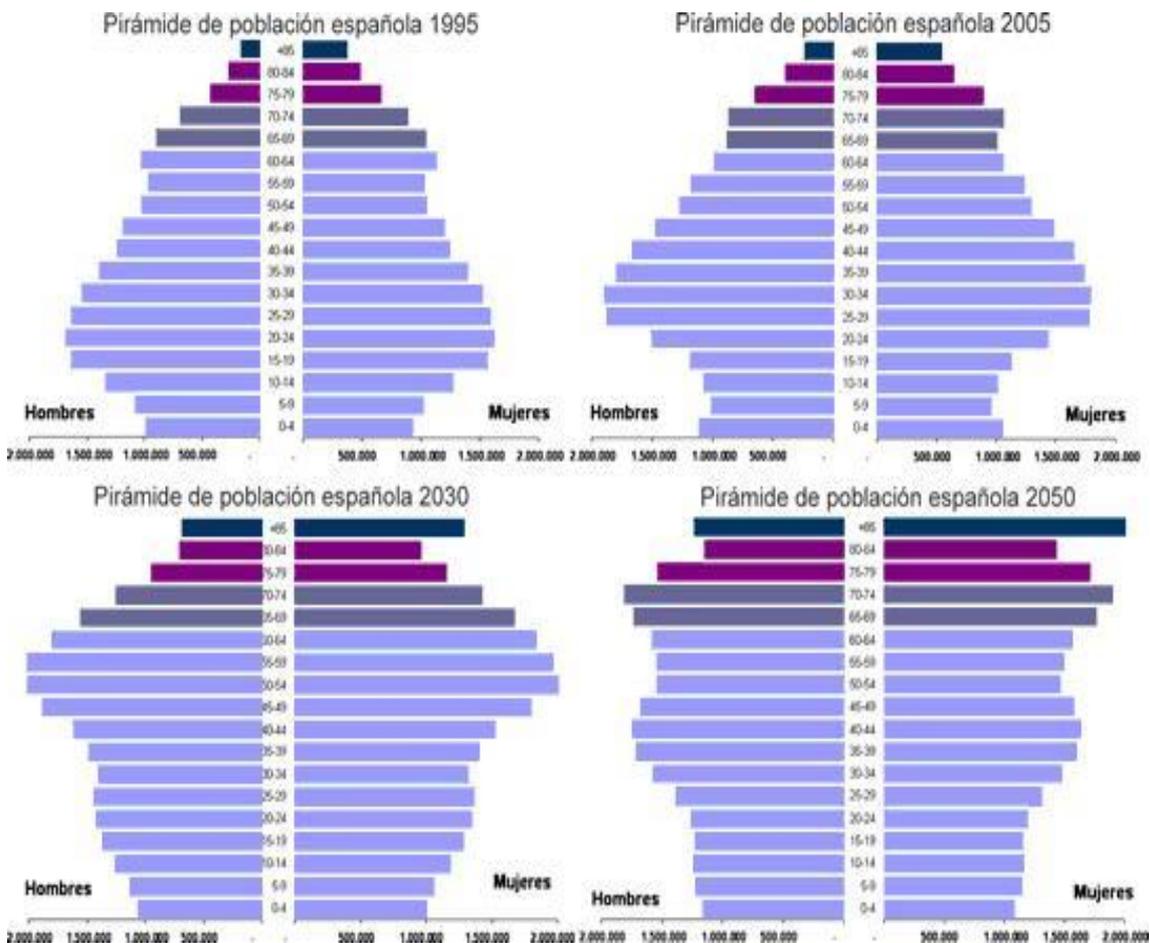


Figura 9 Proyecciones de los cambios en la piramide poblacional en el transcurso del tiempo

Considerando los gráficos los servicios de prevención deberán

- Realizar Evaluaciones de Riesgos que tengan en cuenta los grupos edad (no únicamente menores) y valoren los cambios que puedan sufrir las capacidades funcionales de sus trabajadores. En este sentido, una evaluación de riesgos que tenga en cuenta la edad deberá prestar una mayor atención, entre otros, a las exigencias físicas del trabajo, a los peligros del trabajo por turnos, al trabajo en condiciones de temperatura elevada, al ruido, etc.
- Adaptar el trabajo y el entorno de trabajo para hacer frente a estos cambios en las capacidades funcionales.

Deberá hacerse una redefinición de los puestos y los perfiles de su usuario, y ver si necesitan asistencia o no

- Rotación
- Uso de equipos y tecnologías auxiliar

De no usar asistencia limitaciones en las tareas con gran esfuerzo físico, observando lo planteado por ergónomos en particular Laurig, para hacer estudios del envejecimiento del ser humano y la variación de elementos tales como:

- Visión
- Audición
- Tacto
- Carga térmica
- Esfuerzo físico
- Etc.

El objetivo esencial de los exoesqueletos mecánicos es mejorar la movilidad de las personas, así como potenciar sus capacidades (aumentar su fuerza o capacidad física) y evitar sufrir lesiones provocadas por esfuerzos repetitivos o malas posturas.

Su uso está orientado a múltiples sectores, que van desde las personas con movilidad reducida, como ancianos, personas con limitaciones físicas o discapacitadas.

En resumen, los exoesqueletos prometen dar vida normal a los discapacitados como un empuje a toda la industria manufacturera. La eliminación de la fuerza es una ventaja competitiva de los hombres jóvenes podría abrir la puerta de trabajos con mucha demanda física a personas de mayor edad o a mujeres. Permiten recuperar personas con restricciones de tareas por lesiones

Permiten trabajar personas a las que se es recomienda tareas livianas como parte de una recuperación física o por su patología

En las terminales automotrices, en los talleres de mantenimiento de automotores, las tareas de control en fosas exigen trabajar por encima de los hombros inclusive por encima de la cabeza, son exigentes y necesitadas de 'esqueleto exterior'. Ninguna de las fábricas mencionó que sus trabajadores sufrieran dolencias por este tipo de trabajos, pero, según el centro de estudios británico The Work Foundation, al menos 44 millones de trabajadores de la Unión Europea tienen lesiones en su aparato locomotor. El coste estimado en absentismo y curación supera los 240.000 millones de euros al año.



Figura 10 Exoesqueletos de miembros superiores con ajuste en todos sus puntos de actuación (apoyo y articulación) (Gentileza de Worktech)

Los equipos de máxima tienen ajustes como se indican en la figura 10, que permiten adaptar antropométricamente el equipo al usuario y también la regulación de la potencia, pero lo fundamental es hacer la adaptación, ajustar y no variarla permanentemente, si bien esto se puede hacer, el efectuarlo lleva al desgaste de los elementos de regulación y acortan la vida útil del equipo

4- Aplicación específicas de Exoesqueletos en la Industria

Si bien la construcción de exoesqueletos está en fase de investigación y desarrollo experimental ya se logró reducir el costo de tal manera que se tornó rentable, para el mercado usuario de los mismos.

Ya las empresas de avanzada están pensando y estableciendo planes para el uso de exoesqueletos preparados para rendir hasta 20 veces más y aunque parezca que todo surge de una película de ciencia ficción es el futuro próximo o ya una realidad como uno quiera interpretarlo.

La ventaja de estos equipos es que no solo permiten manipular pesos que hasta ahora eran difícil de hacerlo, en forma dinámica o estática (de tiempo prolongado en lo general), es decir que además lo pueden sostener (uno de los problemas en biomecánica es el sostenimiento estático, que esta tecnología nos permite superar)

El exoesqueleto Fortis que no es el más avanzado, pero si es sumamente sencillo y solo pesa 13,600 kg, se tiene que la persona que lo uso no recibe el peso de él ni de lo que manipula ya que la descarga del peso total se hace en el piso

El exoesqueleto dispone de las mismas articulaciones que el cuerpo humano, permitiendo a su usuario mantenerse de pie no como un tótem, sino moverse con considerable libertad en el entorno. Este se trata de uno de los primeros exoesqueletos de uso industrial

El exoesqueleto de la figura 11 permite levantar hasta 450 kg y se espera poder comercializarlo a partir de 2020. Como se puede apreciar esas armaduras extrañas de las películas de guerras intergalácticas deja de ser ficción y pasan a ser una herramienta fundamental para el trabajo repetitivo, pesado que surge de la producción en serie. La empresa Sarcos Robotics que tiene en su historial más de 25 años diseñando robot con la finalidad de incrementar la seguridad y productividad laboral es la que desea lanzar al mercado el exoesqueleto de la figura 11 junto a otros dos modelos



Figura 11 Exoesqueleto Sarcos Robotics



Figura 12. Exoesqueleto Sarcos Robotics

4.1. Tipos de Exoesqueletos

Antes de continuar profundizando es conveniente El exoesqueleto dispone de las mismas articulaciones que el cuerpo humano, permitiendo a su usuario mantenerse de pie no como un tótem, sino moverse con considerable libertad en el entorno. Este se trata de uno de los primeros exoesqueletos de uso industrial

Podemos dividir a los exoesqueletos en dos tipos básicos según su forma de funcionamiento:

- Exoesqueletos Activos
- Exoesqueletos Pasivos

4.1.1. Exoesqueletos activos

Se denominan exoesqueletos activos a aquellos que cuentan, entre sus componentes móviles, partes accionadas a través de motores neumáticos o eléctricos, para ayudar en los movimientos, aumentando con ello su capacidad física de la persona portadora o disminuyendo el cansancio (agotamiento), estos exoesqueletos son muy empleados en manipular objetos.



Figura 13. Exoesqueleto activo – MATE XB

4.1.2. Exoesqueletos pasivos

En contraposición con los exoesqueletos activos, no poseen ni cuentan con contribución de energía externa que mueva alguna parte del sistema que compone el equipo. Utilizan solo la energía generada por el movimiento del propio hombre (fuerza muscular), que almacenada y repartida, sirve de reajustar la carga física soportada por diferentes segmentos corporales.

Son los más utilizados actualmente en la industria, lo emplean en depósitos, almacenes líneas de montaje que demandan mucha fuerza física en forma continua, o en forma repetitiva.



Figura 14. Ejemplos de exoesqueletos pasivos

4.2. Exoesqueletos según el segmento corporal

Una manera de segregar a los exoesqueletos según la zona de actuación:

- Exoesqueletos de miembros inferiores
- Exoesqueletos de acción lumbar
- Exoesqueletos de miembros superiores
- Exoesqueletos cervicales
- Exoesqueletos de muñecas, manos y dedos
- Exoesqueletos completos

4.2.1. Exoesqueletos de miembros inferiores

La postura de pie y la de cuclillas son muy comunes en la industria, se los emplea cuando la persona debe permanecer en una postura determinada durante un período largo o posee ciclos largos en postura estática de pie, se busca disminuir el cansancio de bipedestaciones prolongadas o con las piernas flexionadas.



Figura 15. Ejemplos de exoesqueletos para miembros inferiores

4.2.2. Exoesqueletos de zona lumbar

Hay casos en que la persona debe permanecer con la espalda flexionada (lumbares), en este caso hay dos grupos de exoesqueletos muy desarrollados, los textiles y los rígidos

Un exoesqueleto lumbar de material textil alivia a los músculos externos, da apoyo a la zona lumbar para levantamiento de cargas y/o corregir la postura. Da un excelente equilibrio entre la protección y la comodidad lumbar a largo sobretodo en tareas de ciclo largo (de largo plazo), que además es muy versátil y liviano.



Figura 16. Ejemplos de exoesqueletos textiles



Figura 17. Ejemplos de exoesqueletos para miembros inferiores

Están diseñados para darle soporte al movimiento lumbar y manipulación de cargas. Disminuye el cansancio de los brazos y el dolor de espalda.

Estos exoesqueletos dan asistencia a los movimientos, a través de un sistema de asistencia regulable que le permite a la antropometría de quien lo emplee, permite manipular cargas pesadas, hacer movimientos lumbares de manera repetitiva y soportar posturas exigentes para el cuerpo previniendo el cansancio y el dolor.

4.2.3. Exoesqueletos de Miembros superiores



Figura 18. Ejemplos de exoesqueletos para miembros superiores

El trabajar sobre los hombros es una carga y sobre la cabeza mucho mayor, de estas posturas hay una gran frecuencia de aparición en la industria

Estos exoesqueletos ayudan a apoyar los brazos del usuario, manteniendo una postura apropiada de esta forma disminuye la carga en tareas repetitivas con la parte superior del cuerpo, o en posiciones que mantenga elevadas de las extremidades superiores. Logrando reducir el cansancio en los brazos y hombros, baja la probabilidad de patologías en todo el puente escapular.

Por ese motivo, es perfecto para usuarios que trabajan en el sector industrial manejando cantidades significativas de peso, de forma continua que requieran a la altura de los hombros, o más.



Figura 19. Ejemplos de exoesqueletos para miembros superiores

4.2.4. Exoesqueletos de Mixtos miembros superiores y cadera

Lo que parece una teoría ya es una realidad la firma AUDI desde hace años, utiliza exoesqueletos en los montajes de sus vehículos en la planta de Neckarsulm con un dispositivo denominado *Chairless Chair* que ha desarrollado la start-up suiza Noonee,

Es un exoesqueleto hidráulico colocado en la parte trasera de las piernas, sujeto a caderas, rodillas y tobillos y ajustable a diferentes alturas. Utiliza un amortiguador de presión variable para mantener la postura y soportar el peso del usuario y de la carga. Cuando está apagado el trabajador puede caminar libremente con él puesto.

De esta forma logra una gran mejora ergonómica en la postura corporal y biomecánica, fundamentalmente en los trabajadores de la línea de producción que realizan tareas pesadas y repetitivas. Un tipo de trabajo que siembra de lesiones al sector manufacturero, especialmente en elevación y desplazamiento de cargas, precisamente la especialidad de esta montura utilizada por Audi.

El costo por lesiones en la industria manufacturera, es estima superior a los 15.000 millones de dólares anuales lo que demuestra que la protección de los trabajadores tiene sentido financiero, es decir la ergonomía bien aplicada es rentable.



Figura 20 Línea de producción en AUDI

Pero no solo Audi aplica la tecnología de exoesqueleto también lo hace FORD en la actualidad dejó de ser un ensayo, se sabe a ciencia cierta que los operarios que los utilizan se sienten muy aliviados de las cargas por esfuerzos y posturas, de hecho, reconocen una disminución del cansancio laboral

Ford es una de las pioneras en el uso de la tecnología en la planta valenciana de Almassafes, la empresa usa los equipos que se conoce como exoesqueletos mecánicos o pasivos, estructuras más parecidas a un arnés que a una armadura en las que no hay fuentes externas de energía: emplean resortes y se limitan a redistribuir el peso de la tarea sobre otras partes del cuerpo (o directamente sobre el suelo). "Se trata de levantar el mismo peso que los operarios podrían tener normalmente.

La acción lo hace desde una postura mucho más cómoda y redistribuyendo el esfuerzo muscular; en algunos casos la idea es darle un soporte para proteger la espalda del operario cuando tiene que

inclinarse hacia delante, según indicó el Ing. Israel Benavides, quien está a cargo del proyecto de implementar los exoesqueletos en la fábrica de Almussafes.

4.2.5. Exoesqueletos cervicales (de cuello)

En tarea que debe permanecer tiempo prolongado con la cabeza en extensión se usa un exoesqueleto de apoyo cervical



Figura 21 Operario usando un exoesqueleto de apoyo cervical.

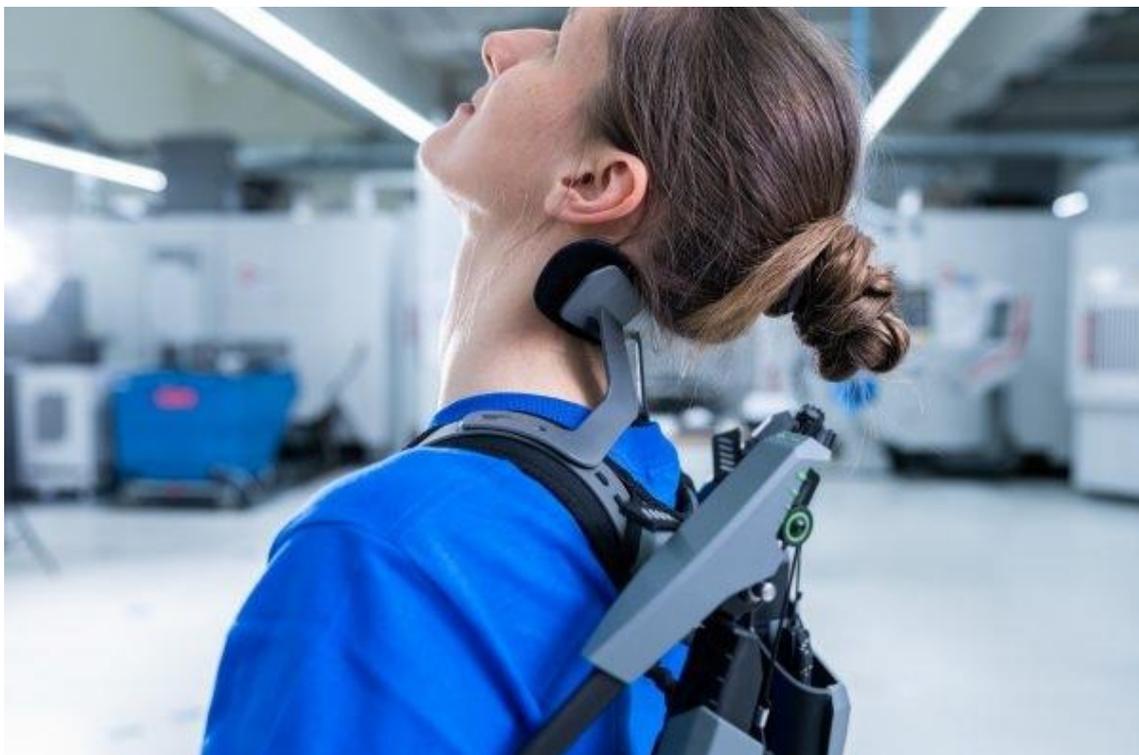


Figura 22 Operario usando un exoesqueleto de apoyo cervical. (Wertech)

4.2.6. Exoesqueletos para muñecas manos y dedos

El segmento corporal más expuesto del hombre está compuesto por el antebrazo, mano, dedos; que es además la herramienta fundamental del hombre, no en vano la legislación hace hincapié en la evaluación del compromiso que hay al desarrollar una actividad.

En medicina uno de los puntos a desarrollar en la rehabilitación es la recuperación de las manos y dedos

Existe una gran cantidad de exoesqueletos para mejorar las capacidades del hombre en las manos, para recuperación o para mejorar su potencia y/o movilidad.



Figura 23 Exoesqueleto para muñeca mano y dedos.

Estos pueden tomar todo el segmento corporal o hacerlo en forma parcial.

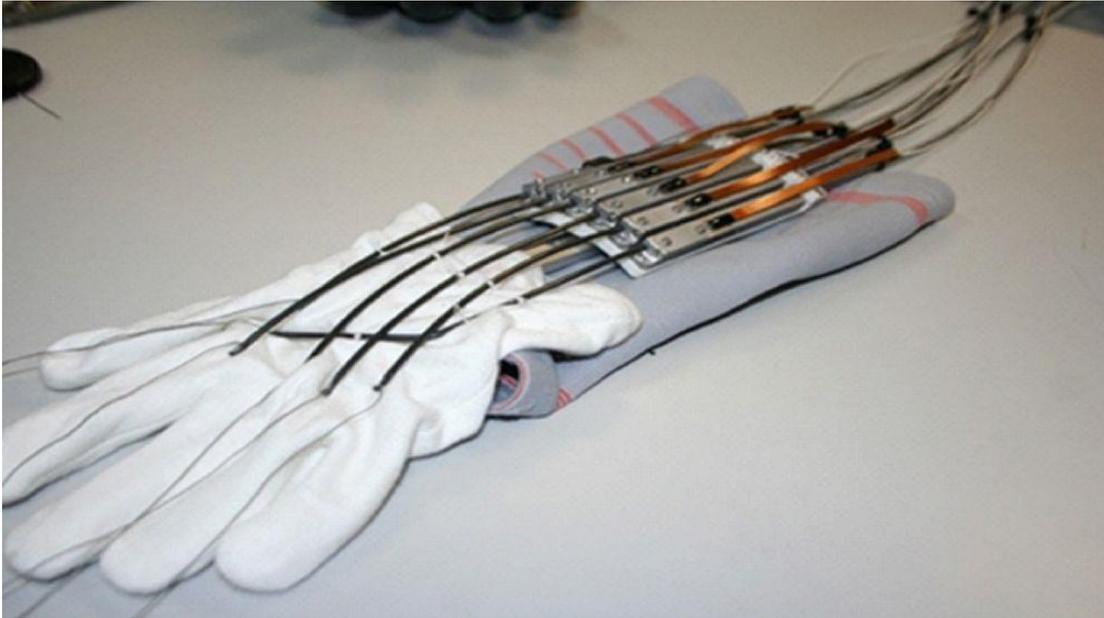


Figura 24 Exoesqueleto para muñeca mano y dedos, blando.



Figura 25 Exoesqueleto mano.



Figura 26 Exoesqueleto de protección de dedos (Artur).

5. ROBOT

5.1. Introducción a la robotica

En trabajos anteriores se mencionó que otro punto de impacto sobre la sociedad es el avance de la tecnología y cambios sociales, la informática, la robótica, la IA (inteligencia artificial), van avanzando sobre la actividad humana, lo hace al punto que en un comienzo, era de apoyo para el profesional ahora es un reemplazo del mismo profesional. Podemos trabajar sobre muchas especialidades y en todas encontramos el mismo efecto, hace años atrás la informática se empezó a usar para resolver problemas que requerían una gran cantidad de cálculos, el manejo de algoritmos muchos de ellos sumamente complicados.

La máquina (computadora) comenzó a hacer los cálculos cada vez más rápido y sin errores, en paralelo resolvía o aplicaba algoritmos, transformándose en un gran apoyo, que, posteriormente se transformó en un apoyo inevitable para el avance tecnológico y científico. A su paso daba un avance a la ciencia y a la tecnología pero le iba quitando horas de trabajo al calculista, al hombre, y ahora permite generar la IA.

No es difícil visualizar un futuro donde será ella (la computadora - IA) la que efectúe los cálculos, (si ya no lo hace) y no el hombre, a su vez dada la capacidad de almacenamiento pasa a transformarse en una biblioteca de información lo que nos lleva a ver que cada vez leeremos menos libros y en cambio recurriremos a ver la información en la PC, Notebook, la Tablet, el celular, etc. (todos ellos trabajan sobre la base electrónica de la informática, IA).

Es fácil ver que ya el profesional no analiza libremente, sino que recurre a bases informatizadas para facilitar dar su opinión, su diagnóstico. Esto fácilmente nos lleva a ver que determinadas profesiones tienen sus días contados ya que en un cercano futuro serán reemplazados por equipos que darán los resultados mucho más rápido y sin error, esto será posible en la base que todo lo que sea medible es viable informatizarlo, no así lo que es subjetivo en donde hasta que no aparezca una inteligencia artificial igual o superior a la mente humana.

Lo antedicho es para lo mental pero tenemos otros elementos que afectan al hombre en lo biomecánico o mecánico según se lo observe, esto apunta a los asistentes, en un primer paso, o, a los exoesqueletos, en otro paso al empleo de los robots, la ergonomía nos está dando herramientas que permiten que el hombre cada vez realice menos esfuerzos, con el fin de que realice los trabajos con más facilidad y con

menos compromiso músculo esquelético, en este facilitar las tareas incrementa la productividad, la precisión y la calidad, del trabajo. En el futuro llevará a una disminución de patología de origen laboral y a un reemplazo de mano de obra, ya que el incremento de la productividad disminuye los requerimientos de mano de obra, la calidad de lo realizado y la facilidad de uso de asistidores produce una reducción de personas altamente calificadas o especializadas.

Si nos fijamos en los robots, es simple analizar que resta mano de obra, ya que son más precisos, rápidos, no cometen errores y trabajan las 24 horas del día sin parar, no se enferman, no faltan, no se ponen de mal humos, no protestan, no hacen paros. Pero ellos a su vez necesitan quien los repare, les realice el mantenimiento preventivo, los actualice, programe y fundamentalmente los abastezca.

Por lo tanto a su vez de aumentar la producción, la calidad, genera, nuevas especialidades y necesidades de mano de obra altamente capacitada, hasta podemos mencionar que da lugar a nuevas carreras de estudio y posgrados de especialización.

5.2. Robot (definición)

Origen del término 'robot'

El término 'Robot' fue aplicado por primera vez para los autómatas artificiales en el 1920 R.U.R. por el escritor Checo , Karel Čapek., pero, Josef Čapek fue nombrado por su hermano Karel como el verdadero inventor la palabra 'robot' de todos modos no era nueva, después de haber sido en la lengua de Slavic como *robot* (trabajador forzado), un término que clasifica los campesinos obligados al servicio obligatorio bajo sistema feudal generalizado en Europa del siglo XIX

Čapek postuló la creación tecnológica de los cuerpos humanos artificiales (sin almas), y el viejo tema de la clase feudal *robot* elocuentemente cabe la imaginación de una nueva clase de fábrica, trabajadores artificiales.

La palabra *robot* puede referirse a robots físicos y virtuales agentes de software, pero estos últimos se refieren generalmente como bots., no hay acuerdo en definir cuando las máquinas califican como robots, pero hay un consenso general entre los eruditos y el general de las personas en que los robots tienden a poseer algunas o todas de las siguientes facultades y funciones:

- Aceptar la programación electrónica.
- Procesar los datos o las percepciones físicas electrónicamente.
- Operar en forma autónoma hasta cierto punto

- Moverse
- Operar partes físicas de sí mismo o procesos físicos
- Manipular su entorno
- Muestran un comportamiento inteligente, especialmente comportamiento que imita a los seres humanos u otros animales.

El concepto de *robot* está dentro de la Biología llamada sintética, cuya naturaleza es comparable más a los seres humanos que a las máquinas.

Los primeros robots autónomos electrónicos con comportamiento complejo fueron creados por William Grey Walter del Instituto neurológico de la carga en Bristol, Inglaterra en 1948 y 1949. Tenían como objetivo demostrar que las conexiones entre un pequeño número de células cerebrales podrían dar lugar a comportamientos complejos. Los primeros robots, llamados *Elmer* y *Elsie*, fueron construidos entre 1948 y 1949 y fueron descritos a menudo como *tortugas* debido a su lenta velocidad de movimiento y forma. Los robots tortuga tres ruedas eran capaces de phototaxis, ya que podría encontrar a una estación de recarga de la batería.

El robot primero digitalmente funcionado y programable fue inventado por George Devol en 1954 y en última instancia fue llamado Unimate. Esto en última instancia sentó las bases de la industria de la robótica moderna.

El Unimate se instaló en 1961 en una planta de General Motors en Trenton, Nueva Jersey para levantar piezas calientes de metal de una máquina de fundición a presión y apilarlos. El primer robot paletizador fue instalado en 1963 por la empresa Fuji Yusoki Kogyo Company. Desde entonces los Robots industriales están actualmente en uso generalizado realizar trabajos más barato o con mayor precisión y confiabilidad que los seres humanos.

Además, son empleados para trabajos que son demasiado sucios, peligrosos o riesgoso para los seres humanos. Robots son ampliamente utilizados en fabricación, montaje y embalaje, transporte, exploración de la tierra y el espacio, cirugía, armamento, investigación de laboratorio y producción en masa de bienes de consumo e industriales.

Los robots son cada vez más avanzados, lo que implica que se dirige a haber un sistema operativo computarizado estándar, diseñado principalmente para los robots. Japón espera que la comercialización a gran escala de los robots de servicio en 2025. Mucha investigación tecnológica en Japón se conduce por agencias del gobierno japonés, particularmente el Ministerio de comercio.

Estamos acostumbrados a designar robot a equipos que reemplazan al hombre haciendo tareas específicas que las pueden realizar sin su intervención, en forma rápida precisa y sin errores, estos son los designados robots industriales son en realidad equipos de asistencia que evitan tareas difíciles de hacer o imposibles, a continuación, se presenta una serie de estos equipos



Figura 27. Distintos robots industriales



Figura 28 Distintos robots industriales

Hay mucha dificultad para dar una definición formal de lo que es un robot industrial. El problema surge en la diferencia conceptual entre el mercado japonés y el mercado euroamericano de lo que es un robot o lo que es un manipulador. Para los japoneses un robot industrial es cualquier dispositivo mecánico dotado de articulaciones móviles destinado a la manipulación, mientras que los europeos y americanos son taxativos y piden una mayor complejidad, sobre todo en lo relativo al control. Otro elemento es en que los europeos y americanos se centran en concepto occidentales, pese a que hay una idea común sobre lo que es un robot industrial, no es fácil ponerse de acuerdo con la hora de establecer una definición concreta.

La evolución de la robótica ha ido obligando a diferentes actualizaciones de su definición

La definición más comúnmente aceptada posiblemente sea la de la Asociación de Industrias Robóticas (RIA), la cual establece:

Un **robot industrial** es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas, o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas.

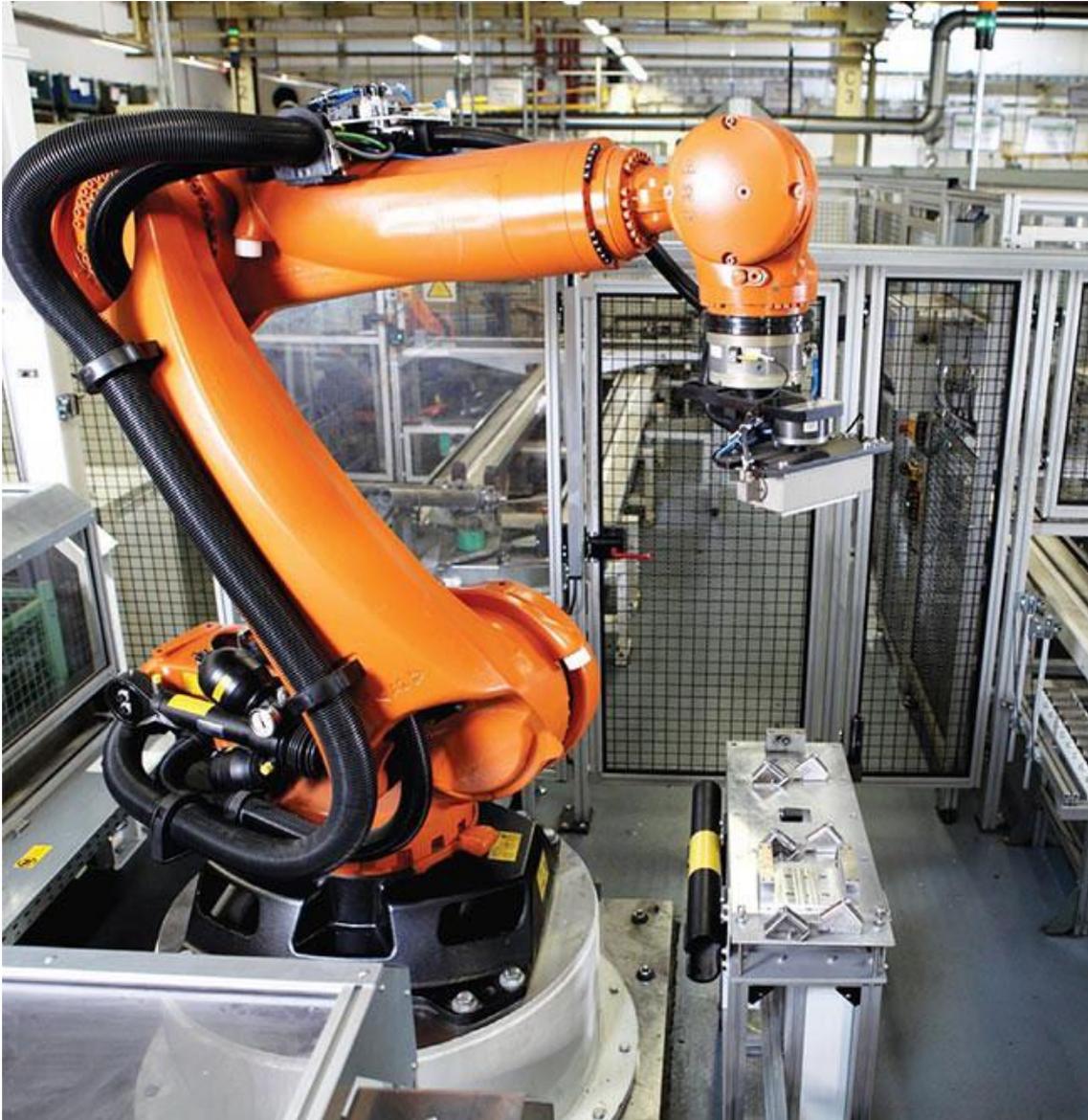


Figura 29 Robot industrial

Esta definición, ligeramente modificada, ha sido adoptada por la Organización Internacional de Estándares (ISO) que define al robot industrial como:

Manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas.

Esta definición establece la necesidad de que el robot tenga varios grados de libertad. Otra definición es la establecida por la Asociación

Francesa de Normalización (AFNOR), que define primero el manipulador y, basándose en esta define el robot:

Manipulador (asistidor):

Mecanismo formado generalmente por elementos en serie, articulados entre sí, destinado al agarre y desplazamiento de objetos. Es multifuncional y puede ser gobernado directamente por un operador humano o mediante dispositivo lógico. (Retomaremos este tema más adelante para detallarlo ya que es el que más aplicación tiene en la actualidad)



Figura 30 Ejemplo de manipulador

Entonces tenemos que un robot es en consecuencia manipulador automático servo-controlado, reprogramable, polivalente, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectorias variables reprogramables, para la ejecución de tareas variadas. Normalmente tiene la forma de uno o varios brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Normalmente su uso es el de realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.

La Federación Internacional de Robótica (IFR) distingue entre robot industrial de manipulación y otros robots:

Se entiende por robot industrial de manipulación a una máquina de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes que pueden posicionar y orientar materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, ya sea en una posición fija o en movimiento.

En esta definición se debe entender que la reprogramación y la multifunción se consiguen sin modificaciones físicas del robot.

El elemento común en todas las definiciones es que un robot industrial es un brazo mecánico con capacidad de manipulación y que incorpora un control. Un sistema robotizado, en cambio, es un concepto que engloba todos aquellos dispositivos que realizan tareas de forma automática en sustitución de un ser humano y que pueden incorporar o no a uno o varios robots, siendo esto último lo más frecuente.

Clasificación del robot industrial

Se puede decir que los mecanismos para la automatización rígida dejaron lugar al robot con el desarrollo de controladores más rápidos, basados en microprocesadores, los que permiten determinar con exactitud la posición real de los elementos del robot.

La evolución de estos da origen a distintos tipos de robots, como ser:

- 1- Manipuladores
- 2- Robots de repetición y aprendizaje
- 3- Robots controlado a través de un ordenador
- 4- Robots inteligentes
- 5- Micro-robots



Figura 31 Manipulador de tambores

5.2.1. Manipuladores (Asistidores)

Se denominan como tales a los sistemas mecánicos multifuncionales, que se operan con un sencillo sistema de control, el cual permite dirigir sus movimientos, los que podemos diferenciar en:

- a- Manual:
Se define así cuando el usuario controla directamente las acciones.
- b- De secuencia fija:
En el caso que se repite, de forma invariable, el proceso de trabajo programado (preparado previamente).
- c- De secuencia variable:
Se designa como tal al que se pueden alterar alguna de sus características de los ciclos de trabajo.

En toda empresa de manufactura hay operaciones que pueden ser realizadas mediante manipuladores, por lo que se debe considerar seriamente el empleo de estos dispositivos, cuando las funciones de trabajo sean sencillas, repetitivas o con posiciones forzadas.



Figura 32 Asistidor de vacío para levantar bolsas

También podemos citar que se denominan asistidor a todo elemento auxiliar que se utiliza para reducir la carga laboral, estos son de todo tipo y son movidos por distintas fuentes de energía incluyendo al hombre mismo, van de elementos simples a lo más complejo, como puede ser un empujador, un elemento que arrastre, un equipo balanceador, o izaje, etc.



Figura 33 equipos de tracción manual tractor de arrastre eléctrico movex (gentileza de Worktech)

Los manipuladores (asistidores), pueden ser operados por vacío, de sujeción con gripper, usando elementos electromagnéticos de sujeción, para inclinar, voltear, rotar y realizar otras funciones, como posicionar de la manera requerida los productos (materiales), para cargar o descargar una línea de producción, ensamblar, cargar o descargar una

máquina, facilitar el empaque o estibar sobre un palet , u otro elemento.



Figura 34 Manipulador de vacío (vacuom) gentileza de Worktech



Figura 35 Manipulador articulado como el Ergo Smart (gentileza de Worktech)



Figura 36 Lanza para manipular fardos



Figura 37 Manipulador por vacío (gentileza de Worktech)

Los ejemplos de las figuras anteriores son unos pocos de la gran diversidad, todos ellos permiten empujar, y/o manipular cargas con un menor esfuerzo, precisión y rapidez, si se desea hablar de ellos con detalle hay que escribir un manual completo

Los manipuladores (asistidores), industriales para ser ergonómicos se los construyen a medida, estos pueden ser fijos a columnas, paredes, o pueden integrar un sistema de rieles que pueden ser suspendidos de distintas maneras como ser un polipasto, un balancín neumático, un dispositivo gravedad-cero (balanceador), dar lugar a un sistemas ergonómicos rápidos, seguros y fáciles de operar.

En el caso de tener que efectuar tareas que necesiten operar donde haya un obstáculo (una obstrucción), o un lugar reducido, manipular piezas con centro de gravedad excéntrico, se usa un brazo articulado (pantógrafo), o una plataforma para izaje rígida montada sobre dos rieles.

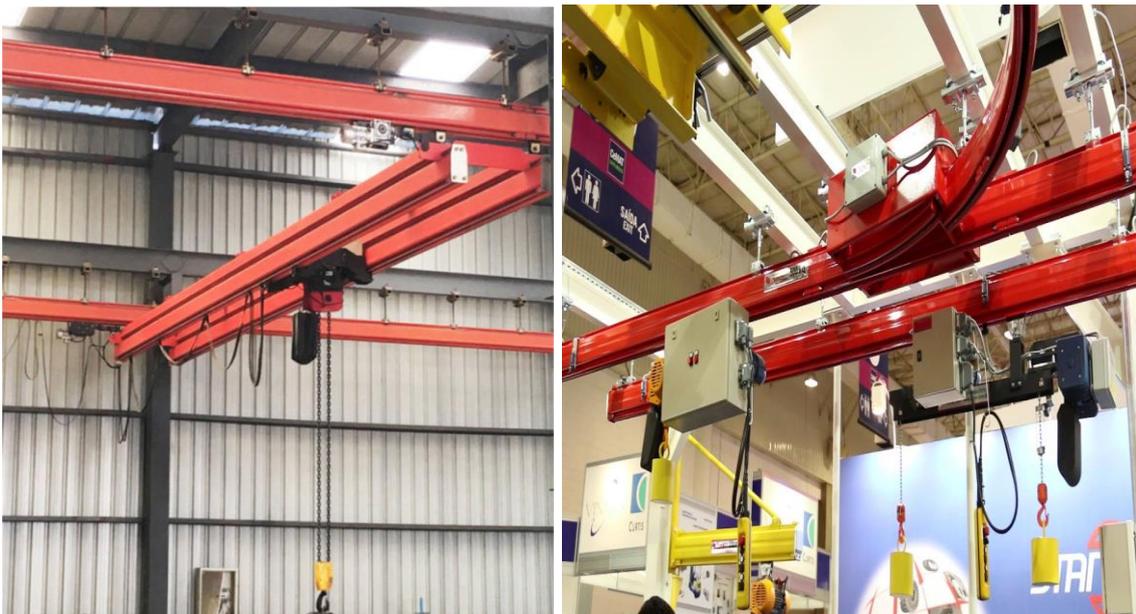


Figura 38 sistemas montados en rieles

5.2.2. Robots de repetición o aprendizaje

Los robots de repetición o aprendizaje son en sí manipuladores que repiten una secuencia de movimientos, previamente realizado un operador, mediante el uso de un controlador manual o un dispositivo auxiliar. En este tipo de robots, el operario en la fase de enseñanza, mediante el uso de un dispositivo de programación generalmente con diversos pulsadores o teclas, o un simple joystick, o, si lo permite el sistema, desplaza directamente la mano del robot. Los robots de aprendizaje son los más conocidos, hoy día, en los ambientes industriales y el tipo de programación que incorporan, recibe el nombre de "gestual".

En su avasallador avance, la robótica ha creado robots de autoaprendizaje, estas son máquinas capaces de aprender y adaptarse sin necesidad de programación específica, ya que usan. Estos robots utilizan algoritmos de aprendizaje automático, basados en la inteligencia artificial (IA), con la intención de adquirir nuevas habilidades, usando el principio de prueba y error, imitando la forma en que aprenden los seres humanos.



Figura 39 Robot educativo

5.2.3. Robots controlados a través de un ordenador

Son manipuladores o sistemas mecánicos multifuncionales, controlados por un computador, que habitualmente suele ser un microordenador. En este tipo de robots, el programador no necesita mover realmente el elemento de la máquina, cuando la prepara para realizar un trabajo. El control por computador dispone de un lenguaje específico, compuesto

por varias instrucciones adaptadas al robot, con las que se puede confeccionar un programa de aplicación utilizando solo el terminal del computador, no el brazo. A esta programación se le denomina textual y se crea sin la intervención del manipulador. Suelen ser denominados robot programable.



Figura 40 Robot industrial programable

5.2.4. Robots inteligentes

Son similares a los del grupo anterior, pero, además, son capaces de relacionarse con el mundo que les rodea a través de sensores y tomar decisiones en tiempo real (auto programable).

De momento, son muy poco conocidos en el mercado y se encuentran en fase experimental, en la que se esfuerzan los grupos investigadores por potenciarles y hacerles más efectivos, al mismo tiempo que más asequibles.

La visión artificial, el sonido de máquina y la inteligencia artificial, son las ciencias que más están estudiando para su aplicación en los robots inteligentes.



Figura 41 Robot inteligente que usa IA

5.2.5. Robots (micro-robots)

Con fines educacionales, de entretenimiento o investigación, existen numerosos robots de formación o micro-robots, cuya estructura y funcionamiento son similares a los de aplicación industrial.



Figura 42 Microrobot

5.3. Clasificación de los Robots según su uso

Nota: Con la finalidad de poseer una visión futurista, se muestra distintas clasificaciones de los distintos robots.

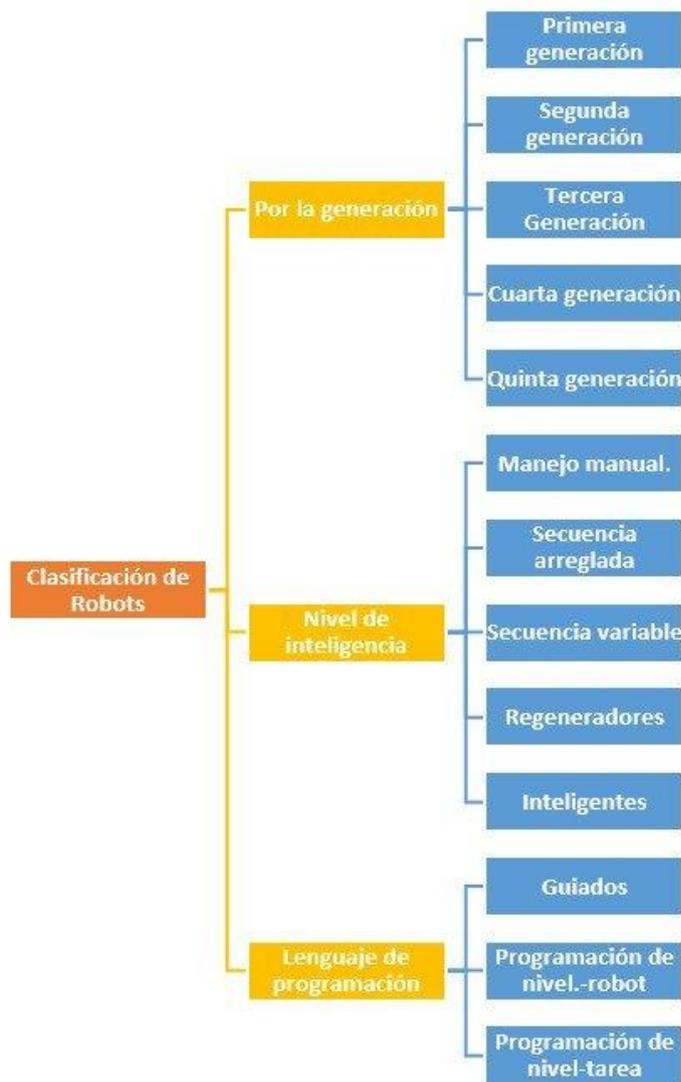


Figura 43 Clasificación del robot según <https://www.Clasificacióde.org>

De donde:

Clasificación por generación

Primera Generación	Robots manipuladores con movimientos limitados.
Segunda Generación	Capaces de recoger información del entorno para realizar movimientos más complejos
Tercera Generación	Equipados con sensores y programables para diversas funciones.
Cuarta Generación	Robots móviles inteligentes que interpretan el entorno en tiempo real
Quinta Generación	Robots con inteligencia artificial, autónomos e imitativos del comportamiento humano.

Clasificación por nivel de inteligencia

Manejo manual	Son aquellos que solamente pueden ser controlados por controles remotos
Secuencia arreglada	Son aquellos robots que de una forma u otro tienen cierto autodominio, pero es por la inclusión de comandos que permiten que los mismos puedan guiarse dentro del entorno
Secuencia variable	Robots que permiten ejecutar ciertos movimientos de forma libre, con la inclusión de algunos ya predeterminados.
Regeneradores	Son aquellos que imitan los movimientos de las personas, por medio de la colocación de aparatos en el cuerpo de este, lo cual hace las veces de control para la emisión de movimientos
Inteligentes	Son aquellos con la mayor de las capacidades para producir respuestas en el entorno como también para emitir cambios dentro del mismo, ya que estos pueden actuar e incluso mantener una retroalimentación con el exterior.

Clasificación lenguaje de programación

Guiados	Los robots que se mueven y desplazan solo porque la persona emite una especie de control sobre ellos por medio del control.
Programación de nivel-robot	Conforme a la cual la persona controla al robot por medio de la inclusión de una serie de comandos que determinan los movimientos a realizar de forma pregrabada.
Programación de nivel-tarea	Conforme a la cual las personas programan los robots con el fin de que puedan determinarse a realizar ciertas tareas y movimientos, de modo que puedan llevar a cabo funciones predeterminadas y establecidas, estos robots resultan por lo muy funcionales en las áreas mecánicas.

	Clasificación de los robots según la AFRI
Tipo A	Manipulador con control manual o telemando.
Tipo B	Manipulador automático con ciclos preajustados; regulación mediante fines de carrera o topes; control por PLC; accionamiento neumático, eléctrico o hidráulico.
Tipo C	Robot programable con trayectoria continua o punto a punto. Carece de conocimiento sobre su entorno.
Tipo D	Robot capaz de adquirir datos de su entorno, readaptando su tarea en función de estos.

(AFRI) Asociación Francesa de Robótica Industrial.

La IFR distingue entre cuatro tipos de robots:

1. Robot secuencial.
2. Robot de trayectoria controlable.
3. Robot adaptativo.
4. Robot tele manipulado.

	Clasificación de los robots industriales en generaciones
1ª Generación	Repite la tarea programada secuencialmente. No toma en cuenta las posibles alteraciones de su entorno.
2ª Generación	Adquiere información limitada de su entorno y actúa en consecuencia. Puede localizar, clasificar (visión) y detectar esfuerzos y adaptar sus movimientos en consecuencia.
3ª Generación	Su programación se realiza mediante el empleo de un lenguaje natural. Posee la capacidad para la planificación automática de sus tareas.

Clasificación de los robots según T. M. Knasel				
Generación	Nombre	Tipo de Control	Grado de movilidad	Usos más frecuentes
1 (1982)	<i>Pick & place</i>	Fines de carrera, aprendizaje	Ninguno	Manipulación, servicio de maquinas
2 (1984)	Servo	Servocontrol, trayectoria continua, progr. condicional	Desplazamiento por vía	Soldadura, pintura
3 (1989)	Ensamblado	Servos de precisión, visión, tacto,	Guiado por vía	Ensamblado, desbardado
4 (2000)	Móvil	Sensores inteligentes	Patas, ruedas	Construcción, mantenimiento
5 (2010)	Especiales	Controlados con técnicas de IA	Andante, saltarín	Militar, espacial

Los robots tienen muchas formas de clasificarse una de ellas es en base a su uso según se indica a continuación:

- 1- Robot móvil (o guiado de un vehículo)
- 2- Robot industrial (manipulación)
- 3- Robot de servicio
- 4- Robot educativo
- 5- Robots modulares
- 6- Robot de colaboración
- 7- Robots estrictamente militares
- 8- Robots autónomos

5.3.1. Robot móvil (Automático o guiado de un vehículo)

Los robots móviles son aquellos que poseen la capacidad de moverse en su entorno y no poseen una locación física (fija).

Por ejemplo, robot móvil, son de uso muy común en la industria, es un *vehículo guiado automatizado* o *vehículos de guiado automático* (AGV).

Un AGV, es un robot móvil, sigue los marcadores o los cables en el piso o utiliza la visión o el láser. Los robots guiados, también conocidos como *Automated Guided Vehicles* (AGV, por sus siglas en inglés), son vehículos que se usan en logística (abastecimiento y/o flujo de materiales en las líneas de producción). Llevan materiales entre puntos fijos dentro de un local l línea de producción.

Este sistema hace que no haya que operar sus movimiento ya que el desplazamiento es autónomo, se mueven en un circuito diseñado, inclusive los hay que ante el agotamiento de su batería, salen del circuito y van a la estación de recarga donde se auto conecta, unavez alcanzado el nivel de carga retornan automáticamente al circuito de trabajo.

Los AGV pueden transportar cualquier tipo de carga.

Ya se han desarrollado AGV que operan mediante la tecnología de la IA. (Denominados por esta causa, vehículos de guiado inteligente o AIV.



Figura 44. Robot móvil por guías en el piso

Los robots móviles se aplican en la industria, las fuerzas de seguridad, militar, o de servicio, de entretenimiento o para realizar ciertas tareas

como la limpieza por aspiración, en estos últimos casos lo hacen guiados a distancia

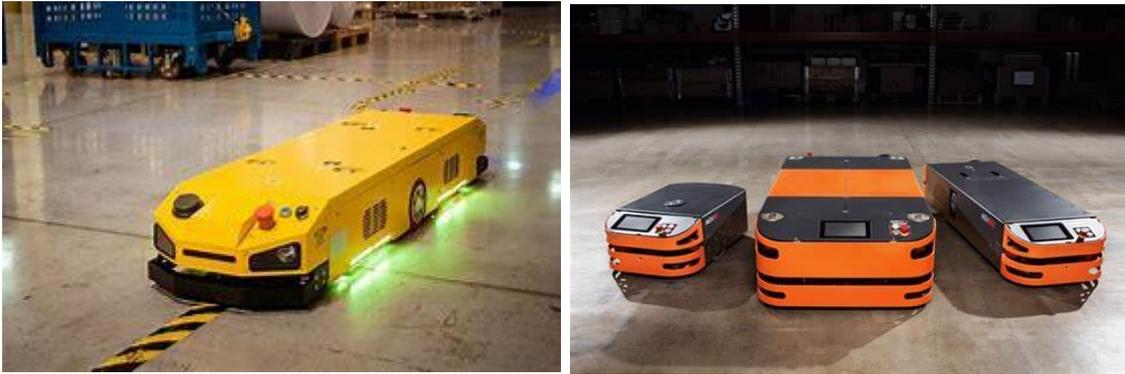


Figura 46. Típico Robot AGV



Figura 47- Ejemplo de Robot móvil guiado a distancia para desmalezado en autopistas, taludes, etc.



Figura 48- Ejemplos de Robot móvil para desmalezado en el campo.



Figura 49- Robot guiado remotamente para corte

Este tipo de robots (móviles) se utilizan en áreas que se pueden controlar perfectamente ya que tienen dificultad para responder a la interferencia inesperada.

Actualmente vemos que va creciendo el uso de este tipo de robot en limpieza y mantenimiento doméstico, por ejemplo, en la limpieza de los hogares, limpieza de piscinas etc.



Figura 50- El robot doméstico aspirador de Roomba

Dentro de esta categoría entran los tele robots, militares y de seguridad destinados a efectuar tareas de alto riesgo son dispositivos operados a distancia por una persona altamente entrenada, tiene comportamiento semiautónoma. También en actividades civiles son utilizados cuando un humano no puede estar presente en el sitio para realizar la actividad porque es peligroso, muy lejos, o inaccesible.

En la industria son utilizados para evitar exponer a los trabajadores a los espacios peligrosos, confinados o de escaso espacio físico, como en limpieza de conductos (los llamados chanchos). En minería al activar cargas explosivas o colocarlas



Figura 51- Robots de limpieza de conductos o chanchos

La policía, los militares y toda fuerza de seguridad emplean en desactivar bombas, enviando un pequeño robot para hacer la tarea peligrosa de desactivar.

Se utiliza un dispositivo llamado el Longpen para firmar remotamente, hay aviones y drones teleoperados, como depredador (vehículo aéreo no tripulado), utilizado por los militares.



Figura 52- Telerobot para detonar un artefacto explosivo enterrado.



Figura 53- dron robotizado para repart0.

5.3.2. Robots industriales (manipulación)

La definición (permanente mencionada) de robots industriales es generalmente un articulado brazo (manipulante múltiples enlazado) y un extremo efector que se une a una superficie fija. Uno del más común tipo de efector final es un montaje de la pinza .

La Organización internacional de normalización da una definición de un robot industrial de manipulación en ISO 8373:

"un automáticamente controlado, reprogramable, polivalente, manipulador programable en tres o más ejes, que pueden ser fijas en su lugar o móvil para uso en aplicaciones de automatización industrial."

Esta definición es utilizada por la Federación Internacional de robótica, la red europea de investigación robótica (EURON) y muchos comités de estándares nacionales.

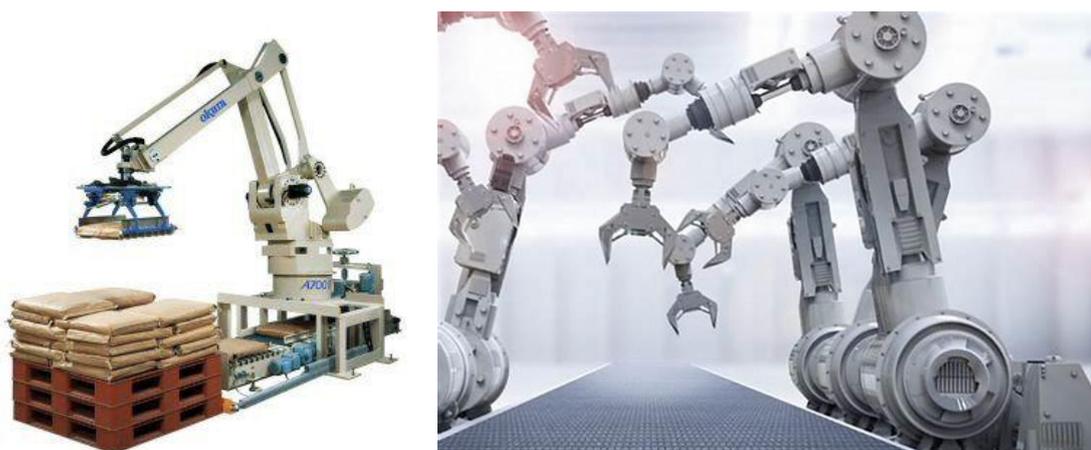


Figura 54- Robot industrial de manipulación

5.3.3. Robot de servicio

Son cada vez los más utilizados de los robots industriales son fijos brazos robóticos y manipuladores utilizados principalmente para la producción y distribución de piezas. El término "robot de servicio" está bien definido. La Federación Internacional de robótica ha propuesto una definición provisional, "un robot de servicio es un robot que opera semi - o completamente autónomo para realizar servicios útiles al bienestar de los seres humanos y equipos, excepto fabricación operaciones".



Figura 55- Robot industrial de servicio

5.3.4. Robot educativo

Son aquellos que se utilizan como asistentes educativos a docentes y/o alumnos

En los años 80 robots tales como los llamados tortuga se comenzaron a utilizarse en los institutos de capacitación y/o educación en la enseñanza de la programación de estos



Figura 56- Robot de educación

5.3.5. Robots modulares o de reconfiguración modular

Los Robots modulares son una nueva tecnología de diseño, esta tiene el objetivo de incrementar el uso de robots haciéndolos en una serie de módulos funcionales. Esta característica funcional y eficiencia de un robot modular facilita su incremento en comparación con los robots convencionales.

Estos robots están compuestos por un solo tipo de módulos, o de varios tipos de diferentes módulos, los que varían en tamaño y funcionalidad de tal forma que su diseño estructural permite generar hyper de robots modulares.

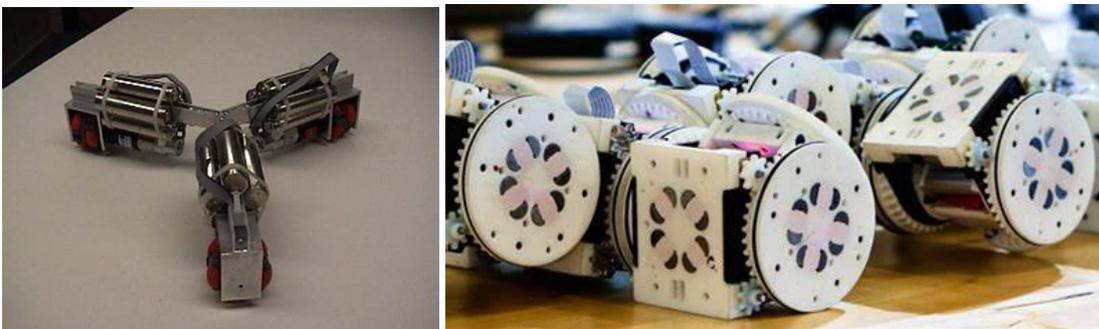


Figura 57- Robots modulares

5.3.6. Robots de colaboración

Estos robots también denominados Cabot interactúan con seguridad y eficacia con operarios en la ejecución de tareas industriales simples, procesos repetitivos, tareas sucias, monótonas, poco ergonómicas, operan junto a la persona debido a poseer sensores.



Figura 58- Robot de colaboración

5.3.7. Robots estrictamente militares

Los expertos y académicos han cuestionado el uso de robots para el combate militar, especialmente cuando tales robots reciben cierto grado de funciones autónomas, en general hay preocupación por el desarrollo de estos. Los primeros datan de la 2ª guerra mundial, como las bombas teledirigidas Goliath de Alemania si bien esta fuera del objetivo de este texto no podemos dejar de mencionarlos

Manuel De Landa ha señalado que "misiles inteligentes" y bombas autónomas dotadas de percepción artificial pueden ser consideradas robots, como hacen algunas de sus decisiones de manera autónoma. Esto representa una tendencia peligrosa en que entrega las decisiones sumamente importantes a las máquinas.



Figura 57- Robot militares

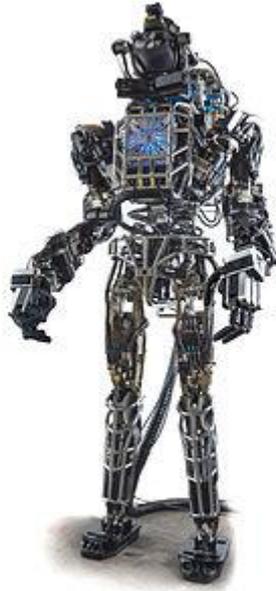


Figura 58- Robot Atlas desarrollado desde 2013 diseñado para tareas de búsqueda y rescate.

5.3.8. Robots autónomos

Se designan como robots autónomos a aquellos que pueden realizar funciones en forma independientemente. Estos robots autónomos, por ejemplo, pueden navegar independientemente en espacios conocidos, navegar alrededor de un cuarto, manejar sus propias necesidades de volver a carga, interfaz con puertas electrónicas y ascensores y realizar otras tareas básicas. Como ordenadores, robots autónomos que también se designan como robots de propósito general pueden vincular con redes, software y accesorios que aumentan su utilidad. Pueden reconocer personas u objetos, hablar, proporcionar compañía, supervisar la calidad del medio ambiente, responder a las alarmas, recoger suministros y realizar otras tareas útiles. Robots de propósito general pueden realizar una variedad de funciones simultáneamente o puede asumir diferentes roles en diferentes momentos del día.



Figura 59- Robots autónomos de colaboración

6. Androides

Algunos de estos robots están diseñados para imitar a los seres humanos y pueden incluso tener apariencia humana; en este caso se llama un robot humanoide, estos están en una etapa de desarrollo, poseen un comportamiento inteligente en su entorno



Figura 60- TOPIO, un robot humanoide, jugado ping-pong en Tokio International Robot Exhibición (IREX) 2009

Hay distintos tipos y clases de robots, con forma humana, o de animales, de plantas o incluso de elementos arquitectónicos, pero todos se diferencian por sus capacidades y se clasifican en 4 formas:

1. Androides: robots con forma humana. Imitan el comportamiento de las personas, su utilidad en la actualidad es de solo

experimental. La principal limitante es la implementación del equilibrio en el desplazamiento, pues es bípedo.

El androide siempre ha sido representado como una entidad que *imita* al ser humano tanto en apariencia, como en capacidad mental e iniciativa. Antes incluso de haber visto un verdadero robot en acción, la mayoría de las personas asocian la idea de robot con la de androide.



Figura 61- Robot Sophia

Un sistema de actuadores son los músculos del androide, formado por una gran cantidad de servomotores, elementos eléctricos, neumáticos o hidráulicos, engranajes, con un sistemas de articulaciones que le permiten el movimiento preciso y fluido. La cantidad de grados de libertad hacen la complejidad del sistema de actuación, (capacidad de moverse en diferentes direcciones).

2. Zoomórficos: se denomina así a un sistema de desplazamiento imitando a los animales. La aplicación de estos robots sirve, sobre todo, para el estudio de puntos peligrosos.



Figura 62- Robots zoomorficos

3. Poliarticulados: mueven sus extremidades con pocos grados de libertad. Su principal utilidad es industrial, para desplazar elementos que requieren cuidados.

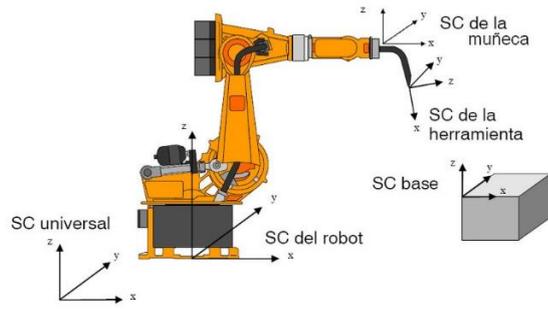
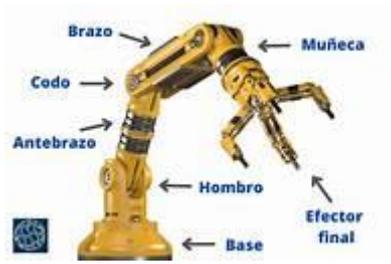


Figura 63- Robot poliarticulado



Figura 64- Robot fabricado por Toyota.

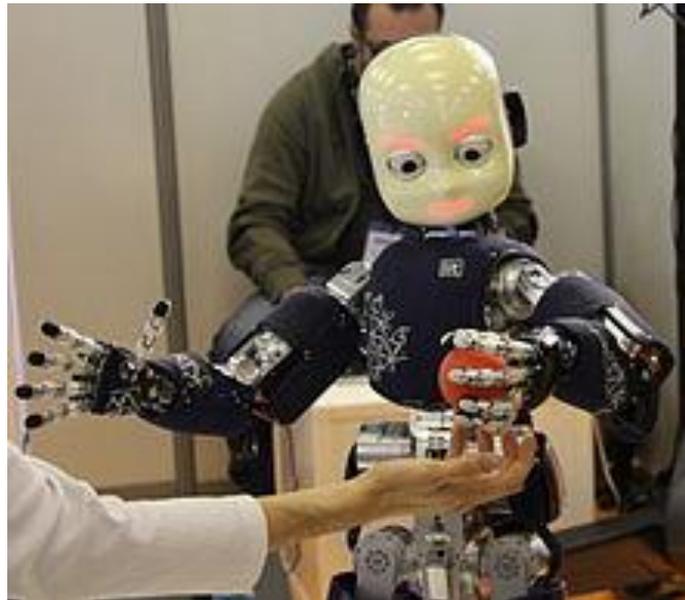


Figura 65-- Androide



Figura 66- Androide diseñado para parecerse a un humano y efectuar recepciones

BIBLIOGRAFIA

Exoesqueletos – Evolución de los trajes robóticos - Ing. Fabricio Urgilez - El Internetes.com

José Luis Melo “Ergonomía” (Editorial Journal, Buenos Aires 2005)

Ver en http://www.ulaergo.com/Luis_Melo.php

José Luis Melo, “Desde el comienzo”, Quilmes (Pcia. de Buenos Aires) 2023
Formato informático ULAERGO

Colocado en en la página de la ULERGO (Unión Latinoamericana de Ergonomía)

Ver en

http://www.ulaergo.com/Luis_Melo.php

José Luis Melo, “Pasado, presente y futuro de la ergonomía”, Quilmes (Pcia. de Buenos Aires) 2023 presentado para editar en Uruguay posteriormente en Formato informático en la biblioteca de ULAERGO

Colocado en en la página de la ULERGO (Unión Latinoamericana de Ergonomía)

Ver en

http://www.ulaergo.com/Luis_Melo.php

Fundación REFA de Argentina: REFA, Estudio del trabajo Libro 1, Buenos Aires 1985.

Fundación REFA de Argentina: REFA, "Módulo 1", Tema 3 (Conceptos fundamentales del estudio del trabajo), Buenos Aires 1988.

<https://mundo.sputniknews.com/tecnologia/201805031078374943-exoesqueleto-rusia-tecnologia/>

<https://www.cnet.com/es/noticias/exoesqueleto-industrial-suitx>

<http://www.discapacidadonline.com/exoesqueletos-evoluciontrajes-roboticos.html>

<https://elpais.com/tecnologia/2017/05/24/actualidad/1495640589>

<https://www.cnet.com/es/noticias/exoesqueleto-industrial-suitx>

<https://www.muycomputer.com/2015/05/05/exoesqueletos-audi>

https://es.wikipedia.org/wiki/Robot_industrial

<https://jenniymily.wordpress.com/tipos-de-robots-industriales>

<https://suministrosherco.com/blog/exoesqueletos-portaherramientas>

<https://www.kuka.com/.../sistemas-de-robot/robot-industrial>

Imagen exoesqueleto, Disponible en:

<http://www.elmulticine.com/imagenes-fotos-peliculas-2.php?orden=443910>

Lockheed Martin, Martin's HULC Robotic Exoskeleton Enters Biomechanical Testing at U.S. Army Natick Soldier Systems Center

new.abb.com/products/robotics/es/robots-industriales

Worktech Soluciones en manipulación, Exoesqueletos. Quilmes – Argentina 2018

www.costaoesteindustrial.com/2018/04/28/exoesqueleto-el-futuro-

[www.ticbeat.com/cyborgcultura/fortis-exoesqueleto-aumenta-20-veces.](http://www.ticbeat.com/cyborgcultura/fortis-exoesqueleto-aumenta-20-veces)

www.estabueno.com.ar/que-son-los-exoesqueletos 2018

Xataka, exoesqueletos 2018