



UNIVERSIDAD DE  
VALLADOLID



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

MASTER UNIVERSITARIO EN  
GESTION DE LA PRL, CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Título del TFM:

***Evaluación de Riesgos de un Robot de Rehabilitación de miembros superiores***

**Autor: Mao Rui**

**Tutor de Empresa: Dr. Jesús María Martín Marroquín**

**Empresa: Fundación CARTIF**

**Tutor Académico: Profesor Gregorio Antolín Giraldo**

**Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente de la UVA**

**Valladolid, septiembre, 2020**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1.MOTIVO DEL TRABAJO.....	4
1.2.LUGAR DEL TRABAJO.....	5
1.3.TUTOR DE LA EMPRESA.....	5
1.4.TUTOR ACADÉMICO.....	5
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	6
3. MEDIOS EMPLEADOS.....	6
3.1 MEDIOS MATERIALES.....	6
3.2 MEDIOS HUMANOS.....	6
4. COLABORACIÓN CON EL RESPONSABLE DE PRL DE CARTIF EN LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE PRL DE LA FUNDACIÓN CARTIF.....	7
5. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	11
6. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE UN ROBOT DE REHABILITACIÓN DE MIEMBROS SUPERIORES.....	14
6.1.ALCANCE DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	14
6.2.OBJETIVO DEL ROBOT DE REHABILITACIÓN DE MIEMBROS SUPERIORES.....	14
6.3.DESCRIPCIÓN DEL PHYSIOBOT.....	14
6.4.INSTALACIÓN Y CONEXIÓN DEL PHYSIOBOT.....	16
6.5.UTILIZACIÓN DEL PHYSIOBOT.....	16
6.6.TABLA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	25
7. BALANCE ECONÓMICO DE LA IMPLANTACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS.....	26
8. CONCLUSIONES DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS.....	28
9. CONCLUSIONES DE LAS PRÁCTICAS REALIZADAS.....	29
10. BIBLIOGRAFÍA.....	30

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 MOTIVO DEL TRABAJO

El propósito de este trabajo es para realizar las Prácticas Curriculares para poder culminar el Máster Universitario en Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiente de la Universidad de Valladolid, realizadas en la Fundación CARTIF.

En la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, a efectos de la presente Ley y de las normas que la desarrollen:

1.º Se entenderá por «prevención» el conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

2.º Se entenderá como «riesgo laboral» la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.

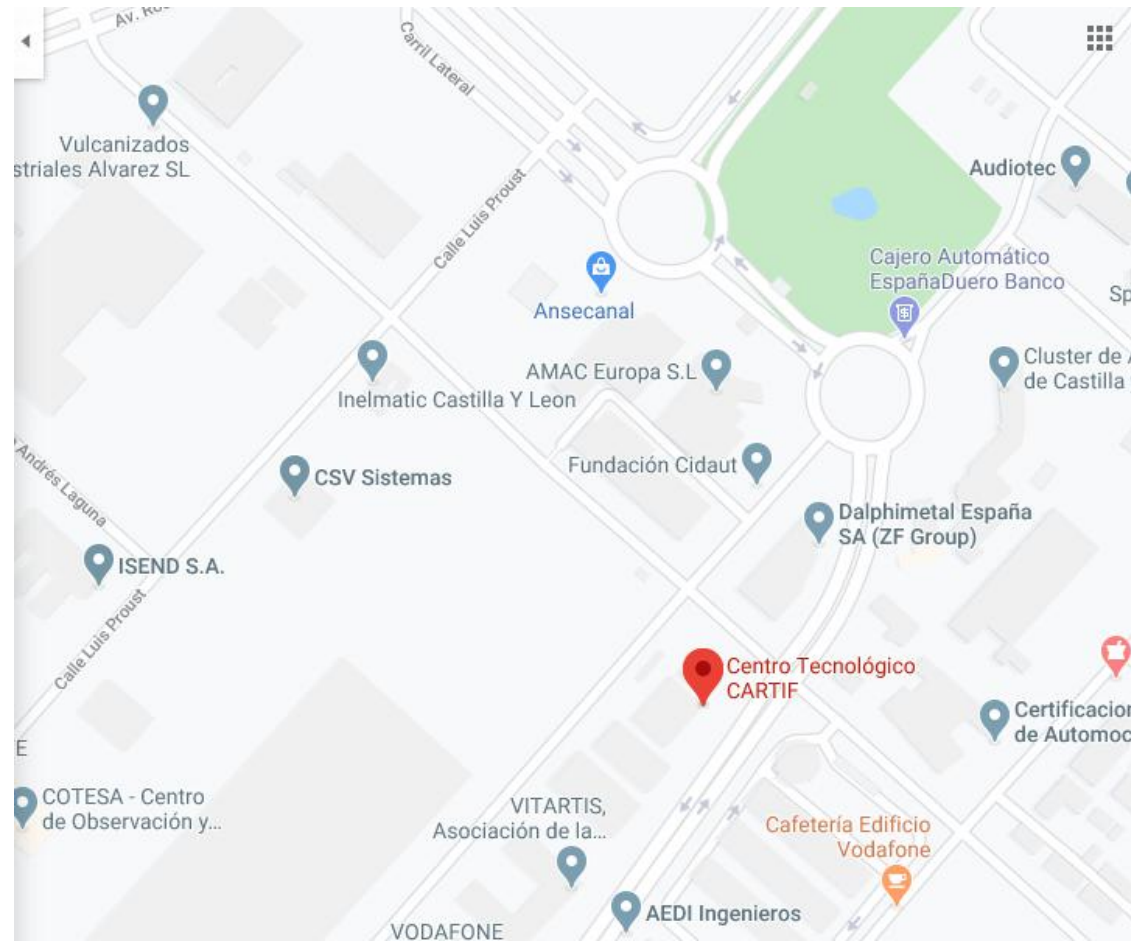
La Prevención de Riesgos Laborales deberá integrarse en el sistema general de gestión de la empresa, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los niveles jerárquicos de ésta, a través de la implantación y aplicación de un Plan de Prevención de Riesgos Laborales.

Este Plan de Prevención de Riesgos Laborales deberá incluir la estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para realizar la acción de Prevención de Riesgos en la empresa, en los términos que reglamentariamente se establezcan.



**Figura 1:** Vista exterior de las instalaciones de CARTIF I

## 1.2. LUGAR DEL TRABAJO



**Figura 2:** Ubicación de la empresa Fundación CARTIF

## 1.3 TUTOR DE LA EMPRESA

El tutor de la empresa es el Responsable de Prevención de Riesgos Laborales de la Fundación CARTIF, es el Dr. Jesús María Martín Marroquín, que servía de guía a lo largo de toda la duración de las prácticas, tanto a nivel teórico como práctico.

## 1.4 TUTOR ACADÉMICO

El tutor académico es el Dr. Gregorio Antolín, Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid (UVa).

## 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La justificación y los objetivos de este trabajo son para realizar la Evaluación de Riesgos de un robot de rehabilitación de miembros superiores de las personas que lo necesitan para recuperar su movilidad.

Con la ayuda del Responsable de Prevención de Riesgos Laborales de la Fundación CARTIF, se han incluido las siguientes actividades:

- Estudio de la Legislación necesaria para el mercado CE como producto sanitario.
- Recorrido de las dependencias del Centro: Despachos y dependencias, instalaciones de la Fundación CARTIF y equipamiento existente para la realización de los trabajos en el Centro.
- Revisión de las máquinas y equipos utilizados en las instalaciones de trabajo y su documentación correspondiente.
- Gestión de pedidos y manejo de Equipos de Protección Individual.
- Revisión y aplicación de los conocimientos en materia de prevención adquiridos durante el presente Máster.
- Inmersión teórico-práctica en la Gestión del sistema de Prevención de Riesgos Laborales de la Fundación CARTIF.

## 3. MEDIOS EMPLEADOS

### 3.1 MEDIOS MATERIALES

Un ordenador, la fotocopidora de la empresa, los software informáticos fundamentales, las Normativas de Prevención de Riesgos necesarias (Real Decreto, etc.).

### 3.2 MEDIOS HUMANOS

El Dr. Jesús María Martín Marroquín, que es el Responsable de Prevención de Riesgos Laborales de la Fundación CARTIF, quién ayudaba a lo largo de toda la duración de las prácticas.

El Ingeniero D. Rubén Alonso, Ingeniero en automática y electrónica que es Investigador de CARTIF, quien me enseñaba la utilización del robot de rehabilitación de los miembros superiores de las personas para recuperar su movilidad.

Ámbos me han facilitado el material y la información necesaria para la realización del trabajo.

#### 4. COLABORACIÓN CON EL RESPONSABLE DE PRL DE CARTIF EN LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE PRL DE LA FUNDACIÓN CARTIF

CARTIF es un Centro Tecnológico de investigación aplicada, horizontal, creado en 1994 como Centro de Tecnología enfocado en investigación aplicada. Jurídicamente es una Fundación privada y sin ánimo de lucro, surgida de la Universidad de Valladolid, cuya misión es ofrecer soluciones innovadoras a las empresas para mejorar sus procesos, sistemas y productos, mejorando su competitividad y creando nuevas oportunidades de negocio.

Un Servicio de Prevención Ajeno, es una empresa especializada en la Prevención de Riesgos Laborales que cuenta con un Acreditación Oficial para poder asesorar, gestionar y adaptar a organizaciones y empresas para que cumplan con todos los requisitos marcado por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Los Servicios de Prevención Ajeno, son entidades privadas cuyo objetivo es dar soporte al resto de empresas para garantizar la adecuada protección en seguridad y salud laboral de los trabajadores.

El Servicio de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales Ajeno de la Fundación CARTIF es la Mutua Cualtis, S.L.U, que es una Mutua de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social, que se encuentra acreditada para las cuatro especialidades preventivas en todo el territorio nacional: Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial, Ergonomía y Psicología Aplicada y Medicina del Trabajo.

A lo largo de la duración de la práctica, se visitaron las instalaciones de CARTIF junto con el trabajador Responsable de la Prevención de Riesgos Laborales. Aquí están todos lugares visitados:

- Cuarto de bombas contraincendios: En este cuarto hay una bomba jockey, que es la que automática de pequeño caudal, cuyo objetivo principal es mantener la presión en la red contraincendios. Además, evita la activación de las bombas principales en caso de pequeñas demandas generadas en la red.
- Sala de cuadros eléctricos de baja tensión: En esta sala está el Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), que puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado a todos los dispositivos que tenga conectados.
- Sala de compresores: En esta sala hay los compresores de aire, que proveen de aire comprimido a las instalaciones del Centro que lo precisan. Revisado el tanque de almacenamiento de aire comprimido comprobamos que tiene el marcado CE con el número de identificación del organismo notificado.
- Sala de alta tensión: En esta sala hay un transformador trifásico seco, que se ocupa de la reducción de la tensión eléctrica que proviene del Parque Tecnológico (aproximadamente 600 V) a la tensión de consumo (240 V / 380 V). Además, hay elementos de protección colectiva para Alta Tensión: Guantes, banqueta, pértiga, vallado perimetral con candado. La instalación está cerrada con llave para restringir el acceso a personal no autorizado.
- Sala del grupo electrógeno: En esta sala hay un generador eléctrico, que se activa pasados 10 segundos en el caso de una interrupción de la fuente de energía eléctrica. El cuarto dispone de señalización de peligro por encontrarse en su interior un depósito de gasoil de 1000 L de capacidad, que alimenta al generador.
- Sala de calderas: En esta sala hay detector de gases junto con extintores adecuados de polvo ABC, para que, en caso de que se produzca una fuga de gas natural y supere su Límite Inferior de Inflamabilidad (LII), pudiendo provocar un incendio, actúe para extinguirlo. También hay vestíbulo de independencia, que provee un espacio para aislarse.
- Nave de equipos a presión y nave de atmósferas explosivas: Ambas están equipadas con techo débil. Por otro lado, la nave de atmósferas explosivas cuenta con instalación eléctrica adaptada (luminarias, conducciones de cables, etc.)

- Sala de bombas de suelo radiante: En esta instalación se cuenta con la presencia de sensores de presión, temperatura y diferentes caudalímetros de la instalación de suelo radiante de las zonas que lo tienen instalado.
- Caseta de almacenamiento de botellas de gases: Hay 2 zonas, la izquierda es la zona de utilización de gases en los equipos de trabajo y la derecha es la zona de almacenamiento. En ambas zonas, las botellas inflamables se encuentran separadas del resto por un muro de resistencia al fuego de 60 minutos.
- Nave de CARTIF I: En esta nave se puede destacar la presencia de: Puente grúa, carretilla, robots de visión artificial, taller mecánico con diferentes herramientas de trabajo como taladro de columna, sierra de metal y madera, plegadora y cortadora de metal, equipo de soldadura eléctrica, radial, etc. En alguno de ellos hemos visto el manual de instrucciones y comprobado que tienen el marcado CE y la declaración CE de conformidad.
- Nave de CARTIF II: En esta nave se puede destacar la presencia de los equipos y máquinas correspondientes al proceso de peletizado de biomasa, triturado de neumáticos, extrusora de alimentos, secadero por aire, inyectora de plásticos, calderas de biomasa, etc. En alguno de ellos hemos visto el manual de instrucciones y comprobado que tienen el marcado CE y la declaración CE de conformidad.
- Nave de CARTIF III: En la nave se encontraban, entre otras, los equipos y máquinas de la planta piloto de producción de polisacáridos, gasificadores, pirolizador de biomasa y plásticos.
- Laboratorio de ensayos destructivos, Se puede realizar ensayos de tracción, compresión y torsión de diferentes piezas; ensayos de rayado, ensayos de curado de piezas, etc.
- Laboratorio de Análisis y Ensayos: Se trata de un laboratorio certificado por ENAC, en el que se analiza biomasa como combustible, mediante procedimientos normalizados según la Norma UNE-EN 14961. Además, se realizan ensayos físico-químicos sobre aguas residuales y está acreditado para el estudio de emisiones atmosféricas. El laboratorio está equipado con campanas de extracción de gases, donde poder trabajar con productos químicos que desprendan vapores tóxicos así como con duchas y lavaojos de seguridad que pueden ser empleados en caso de proyecciones o salpicaduras de productos corrosivos o irritantes sobre los trabajadores. También está equipado con sistemas de extracción localizada sobre cromatógrafos donde se pueden generar emisiones contaminantes.
- Laboratorio de Visión Artificial: Está equipado con ducha lavaojos de seguridad que puede ser empleada en caso de salpicaduras de los productos corrosivos utilizados en el revelado de placas electrónicas usadas en la construcción de robots. Además, en este laboratorio, se revisan diferentes sistemas de seguridad que presentan los robots, como sensores de ultrasonidos e infrarrojos, que impiden que estos robots puedan chocar contra objetos o personas que se encuentren en sus proximidades.
- Laboratorios de Medio Ambiente y Agroalimentación: Son laboratorios con equipos de análisis de las Áreas de cada uno, para poder realizar en ellos los trabajos necesarios en cada Proyecto de I+D+i que se realiza en cada una de las Áreas de investigación.
- Azotea del edificio CARTIF I y II: Donde se encuentran las instalaciones de climatización, y de energía fotovoltaica y solar térmica para autoconsumo del Centro. Allí se encuentran también las salidas de gases de las campanas extractoras de los laboratorios, destacando que la ubicación de éstas debe ser tal que los gases emitidos por ellas no alcancen las entradas de las máquinas de climatización. En la azotea también se encuentra la chimenea de la caldera de gas natural del edificio, donde se pudo observar el punto de toma de muestra donde realizar los análisis de emisiones atmosféricas.
- Ascensores: Se revisaron los sistemas de seguridad en labores de mantenimiento, por ejemplos, el mando de control, barandillas, sistemas de accionamiento, cableado, sistema de frenado y amortiguación en caso de caída, etc.



- Garaje: En él hay detector de CO, para en caso de que la concentración de CO emitida por los vehículos supere el VLA (Valor Límite Autorizado) se active la extracción de aire del garaje, para su renovación.

Los elementos de Seguridad y Salud:

- Detectores de presencia y contra incendios: Los hay de varios tipos: Iónicos, ópticos y termovelocimétricos.
- Señalización fotoluminiscente de emergencia: Para en caso de incendio, advertencia, obligación, prohibición y evacuación, etc.
- BIEs o bocas de incendio equipadas: Son armarios que contienen los equipos de lucha contra incendios, que permiten transportar y proyectar agua hasta el lugar del incendio. Se encuentran fijadas sobre la pared y conectadas a la red de agua de las instalaciones de CARTIF. Cuentan con una manguera de 25 mm de diámetro, que puede ser rígida o no, de 20 m de longitud. Se comprobó la correcta ubicación de las mismas, respetando la distancia máxima de 50 m entre cada una.
- Extintores: En las instalaciones de CARTIF se encuentran tres tipos de extintores dependiendo de su función:

*Agua*: Se utilizarían en las instalaciones que no tengan equipos eléctricos.

*Polvo ABC*: A para apagar sólidos, B para los que líquidos y C para el gases.

*CO<sub>2</sub>*: Funciona desplazando el oxígeno de la fuente y enfriando el material combustible, mediante la nieve carbónica que se formaría sobre el equipo incendiado.

- Identificación de los colores de tuberías:

*Azul*: Aire comprimido.

*Amarilla*: Gas natural.

*Roja*: Agua contra incendios.

*Verde*: Agua fría, para el empleo en los trabajos y usos del Centro.

En caso de que la tubería no esté clasificada por colores, se colocan etiquetas con el nombre del fluido que circula en cada una para una correcta identificación del contenido.

- Pinturas intumescentes: Otorgan resistencia al fuego a elementos estructurales de hierro en caso de incendio.
- Vestíbulo de independencia en el acceso: Se encuentra en el acceso al garaje al edificio y en el paso de la zona de trabajo en alta presión a la de atmósferas explosivas, así como en los accesos a las salas de calderas. Por otro lado, se encuentran puertas de protección contra incendios en los accesos a los diferentes laboratorios y cuartos de instalaciones.
- Equipos de medición de emisiones atmosféricas: Sonda isocinética para la determinación de partículas en la corriente de gas emitida por la chimenea, equipo de medición del índice de opacidad Bacharach, analizador de compuestos orgánico-volátiles (COVs), sistemas de medida de inmisión de partículas, analizador de humos de combustión (NOx, CO, H<sub>2</sub>S, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) y analizador de gases mediante tubo colorimétrico.
- Centro de procesamiento de datos (CPD): Se reconocieron las diferentes medidas de seguridad necesarias en este tipo de Centros, que cuenta con un sistema de extinción automático de incendios con botella de CO<sub>2</sub> y doble sistema de refrigeración.
- Los EPIs: Guantes contra riesgos eléctricos y mecánicos, arneses, cascos, gafas y botas de protección, etc.

Las actividades realizadas en relación al Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales de CARTIF:

- Marcado CE: Conforman un indicador fundamental de la conformidad de un producto determinado con la legislación europea vigente, según la Directiva 2006/42/CE. Se realizó una revisión de las máquinas presentes en las instalaciones de CARTIF para comprobar la presencia o ausencia del marcado.
- Coordinación de actividades empresariales: Se conoció la documentación entregada a la empresa correspondiente (Evaluación de Riesgos del centro de trabajo, Plan de Emergencia y trípticos de emergencia) y los datos que, del mismo modo, deben recibir (medidas de prevención y protección, certificación de cumplimiento de la legislación vigente, relación de operarios y su formación, etc.).
- Gestión de pedidos: A través de diferentes distribuidores de Equipos de Protección Individual donde se pudo conocer el valor unitario de cada equipo de protección, para poder realizar el balance económico posterior de las medidas que se proponen en la presente evaluación.
- Revisión del Plan de Emergencia de CARTIF: Donde se pueden ver los distintos tipos de emergencia (conato de emergencia, emergencia parcial y emergencia general) y sus respectivos medios a emplear y personal correspondiente. También se señalan las Normas de actuación en posibles derrames, amenazas de bomba y accidentes, y los recursos humanos asignados al Plan de Emergencia.
- Índices de protección de los diferentes equipos y máquinas: Se encargan de indicar los grados de protección proporcionados contra el acceso a las partes peligrosas, tanto contra la penetración de cuerpos sólidos extraños como contra la penetración de agua.

Alguna Normativa de prevención en las actividades que se realizan en la Fundación CARTIF:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- El REGLAMENTO (UE) 2017/745 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 5 de abril de 2017 sobre los productos sanitarios, por el que se modifican la Directiva 2001/83/CE, el Reglamento (CE) n.º 178/2002 y el Reglamento (CE) n.º 1223/2009 y por el que se derogan las Directivas 90/385/CEE y 93/42/CEE del Consejo.
- El REGLAMENTO (UE) 2016/425 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- DIRECTIVA 2014/30/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 26 de febrero de 2014 sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).
- UNE-EN ISO 13850:2007: Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño. (ISO 13850:2006).
- UNE-EN 614-1:2006+A1:2009 Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.

- UNE-EN 60601-1:2008 Equipos electromédicos. Parte 1: Requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

## 5. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

La Evaluación de Riesgos es el proceso encargado de estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas. El proceso de la Evaluación de Riesgos se divide en dos grandes etapas:

- Análisis del Riesgo: Mediante el cual se identifica el peligro y se estima el riesgo, valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro. El Análisis de Riesgo proporcionará la información para conocer el orden de magnitud del riesgo.
- Valoración del Riesgo: Con el valor del riesgo obtenido, y comparándolo con el valor de riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión.

La Evaluación de Riesgos es la actividad fundamental que la Ley establece, que debe llevarse a cabo inicialmente y cuando se efectúen determinados cambios, para poder detectar los riesgos que puedan existir en todos y cada uno de los puestos de trabajo de la empresa y que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El objetivo fundamental de la evaluación es minimizar y controlar debidamente los riesgos que no han podido ser eliminados, estableciendo las medidas preventivas pertinentes y las prioridades de actuación en función de las consecuencias que tendría su materialización y de la probabilidad de que se produjeran.

La Evaluación de Riesgos del robot de rehabilitación de los miembros superiores es el método general propuesto por INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). Dicho método establece el riesgo para cada peligro como una conjunción entre las consecuencias potenciales (baja, media alta) y la probabilidad de que el hecho se dé lugar (ligeramente dañino, dañino, extremadamente dañino). De esta forma quedarán evaluados los riesgos correspondientes a cada peligro para de esta manera poder establecer una escala de prioridades para la toma de acciones preventivas en el puesto de trabajo.

Para la severidad del daño se establece la clasificación que se indica en la Tabla 1, en función de la naturaleza del daño causado y la parte del cuerpo afectada por el mismo.

**Tabla 1:** Valoración de la severidad del daño.

<b>SEVERIDAD DEL DAÑO</b>	
<b>LIGERAMENTE DAÑINO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.</li> <li>• Molestias e irritación, como dolor de cabeza o disconfort.</li> </ul>
<b>DAÑINO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.</li> <li>• Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una.</li> <li>• Incapacidad menor.</li> </ul>
<b>EXTREMADAMENTE DAÑINO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.</li> <li>• Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.</li> </ul>

Para la probabilidad se han considerado las medidas de control ya implantadas, los requisitos legales y los códigos de buena práctica comprobados como medidas específicas de control (Tabla 2).

**Tabla 2:** Valoración de la probabilidad de que ocurra el daño.

<b>• PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO</b>	
• Baja (B)	• El daño ocurrirá raras veces.
• Media (M)	• El daño ocurrirá algunas veces.
• Alta (A)	• El daño ocurrirá siempre o casi siempre.

Mediante la recopilación de datos obtenidos previamente en cuanto a probabilidad y severidad del daño, se obtiene la estimación del nivel de riesgo como se expresa en la Tabla 3.

**Tabla 3:** Estimación del nivel de riesgo resultante.

• NIVEL DE RIESGO		• CONSECUENCIAS		
		• Ligeramente dañino (LD)	• Dañino (D)	• Extremadamente dañino (ED)
• PROBABILIDAD	• Baja (B)	• Trivial (T)	• Tolerable (TO)	• Moderado (MO)
	• Media (M)	• Tolerable (TO)	• Moderado (MO)	• Importante (I)
	• Alta (A)	• Moderado (MO)	• Importante (I)	• Intolerable (IN)

Los niveles obtenidos en la tabla anterior son los que formarán los cimientos para la decisión del tipo de acción preventiva que debe llevarse a cabo, estableciendo prioridades para esta acción según los criterios que definen cada nivel. La clasificación resultante es la siguiente:

**Tabla 4:** Tipos de acción preventiva según el nivel de riesgo.

RIESGO	ACCIÓN
Trivial (T)	No se requiere la realización de ninguna acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (MO)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

## 6. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE UN ROBOT DE REHABILITACIÓN DE MIEMBROS SUPERIORES

### 6.1. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

Nombre del robot	Localización	Número de trabajadores	División
PHYSIOBOT	CARTIF II - Boecillo	1	Sistema Industriales y Digitales

### 6.2. OBJETIVO DEL ROBOT DE REHABILITACIÓN DE MIEMBROS SUPERIORES

El robot de rehabilitación de miembros superiores es un tipo de equipo utilizado para ayudar a los ancianos o discapacitados con asistencia vital y terapia funcional, es una combinación perfecta de medicina de rehabilitación y robótica. No solo utiliza robots como herramientas de asistencia vital y tratamiento funcional para pacientes con disfunción, sino que también integra la tecnología de tratamiento de rehabilitación del nervio motor con robots para mejorar los efectos de rehabilitación clínica y desempeñar un papel en el proceso médico de rehabilitación. En la actualidad, los robots de rehabilitación se han utilizado ampliamente en enfermería de rehabilitación y tratamiento de rehabilitación. Además, con el desarrollo continuo de la interacción electromecánica, el control inteligente y las tecnologías robóticas, la tecnología robótica avanzada se introduce continuamente en la ingeniería de rehabilitación, y los robots serán más inteligentes, humanos, livianos y portátiles.

### 6.3 DESCRIPCIÓN DEL PHYSIOBOT

PHYSIOBOT: Dispositivo robotizado de agarre terminal para neuro-rehabilitación de miembros superiores, con terapias activas, auto-adaptadas a las necesidades de cada paciente.

El proyecto se encuadra dentro del campo científico denominado “neuro-rehabilitación robótica” y se basa en la aplicación integrada de un amplio espectro de tecnologías para el control del movimiento y control de fuerzas: robótica avanzada, mecatrónica, realidad virtual, control háptico, interfaces hombre-máquina y bio-feedback. Consiste en el diseño y desarrollo de un robot cartesiano (trabaja en un plano) para rehabilitar los miembros superiores de personas con algún tipo de discapacidad neuro-motora, por ejemplo, una persona que ha sufrido un ACV (Accidente Cerebro Vascular).

Este tipo de herramientas de rehabilitación funcional mejoran y aceleran el proceso rehabilitador.

IDECAL, junto con sus socios, con el proyecto PHYSIOBOT da un enfoque novedoso a las terapias de rehabilitación con robots, porque se adapta a las necesidades del paciente mientras éste realiza la terapia, utilizando para ello el paradigma de control conocido con el nombre de “asistencia a medida” (“assistance as needed”). El robot está enfocado a conseguir potenciar el control de los movimientos del paciente, lo que puede mejorar significativamente los beneficios de dicha terapia.

El PHYSIOBOT es pionero porque podrá reaccionar a la fuerza externa del paciente, dándole asistencia online (en forma de fuerza) en función de sus necesidades en cada instante.

Es decir, si el robot detecta que el paciente no es capaz de realizar un movimiento marcado por la terapia, le irá ayudando a realizar la acción requerida. Pero, si por el contrario el paciente es capaz de realizar el movimiento propuesto por la terapia, el robot se mantiene pasivo sin ayudar al paciente. Con este paradigma se intenta estimular la plasticidad neuronal del paciente que es el mecanismo biológico que produce el reaprendizaje del control de los movimientos.

Otro aporte novedoso de este proyecto es la incorporación del bio-feedback en las terapias de rehabilitación, que se basa en la realimentación de las señales fisiológicas del paciente, dentro del lazo de control biocooperativo. Este feedback tiene como objetivo garantizar que el paciente no está sometido a estrés o está físicamente cansado, durante la realización de las tareas de rehabilitación.



### **Algunas especificaciones técnicas**

- Dimensiones: 1.15 X 1.45 X 0.40 m.
- Peso: 62 kg (cuerpo del robot) y 9.10 kg (cuadro eléctrico).
- Alimentación Eléctrica: 230 V / 2.25 A / 50 Hz.
- Clase de seguridad eléctrica: Clase II, Tipo B.

*Tipo B* – Son los equipos de las clases I, II, III, o con alimentación interna, que tienen un adecuado grado de protección respecto a las corrientes de fugas y fiabilidad en la conexión de tierra (si es el caso). Deberán ser equipos tipo B todos aquellos equipos de uso médico que no tengan ninguna parte directamente aplicada al paciente.

En un equipo de Clase II, la protección contra las descargas eléctricas no descansa únicamente en el aislamiento básico, sino que incluye medidas de seguridad adicional tal como el aislamiento doble o el aislamiento reforzado (normalmente una caja de plástico), no existiendo una conexión de protección a tierra y confía en las condiciones de instalación. Es un producto sin tierra de protección, con doble aislamiento reforzado para proporcionar la protección contra la descarga eléctrica. Los equipos que tienen un cable de alimentación de dos clavijas (sin toma de tierra) son productos de Clase II. Los productos de Clase II no se basan en un aislamiento básico y tienen el aislamiento suplementario o aislamiento reforzado y se basan en dos capas de aislamiento y la protección básica es debida a por la primera capa de aislamiento. Si la protección básica falla, entonces el aislamiento complementario de protección impide el contacto con las partes en tensión.

- Protección contra contactos indirectos: ID (interruptor diferencial) 25 A 30 mA.
- Protección contra cortocircuitos: Fusibles y magnetotérmicos.

- Paradas de emergencia: 4 Pulsadores. 1 de ellos móvil.
- Actuadores intrínsecamente seguros.

## 6.4 INSTALACIÓN Y CONEXIÓN DEL PHYSIOBOT

### Conexión del robot:

1. Se realiza las conexiones entre el robot y su cuadro eléctrico (cables suministrados).
2. Se conecta un extremo del cable del “teach pendant” al physiobot (cable suministrado) y el otro al “teach pendant”.
3. Se conecta los cables de alimentación del ordenador y del physiobot a los conectores habilitados (cables suministrados) y a una toma de red de 230 V AC / 50 Hz
4. Su equipo se encuentra preparado y listo para arrancar. Asegúrese que ninguna seta de emergencia se encuentra presionada antes de arrancar el robot.

### Arranque e instalación del software del physiobot:

1. Asegurase que ninguna seta de emergencia se encuentra presionada.
2. Ponga el interruptor de alimentación del cuadro eléctrico en posición de “**On**”.
3. Pulse el botón de arranque del ordenador.

## 6.5 UTILIZACIÓN DEL PHYSIOBOT. MANUAL DE OPERACIÓN

### 1. Iniciar el software de terapias

Una vez termine de cargar el escritorio de windows, se puede observar a la izquierda un icono denominado “acceso directo a physiobot”. Para iniciar el programa, hacer doble click en este icono o hacer un solo click y presionar “**enter**” en el teclado.

Una vez el programa se haya iniciado, se mostrará en pantalla la siguiente ventana.

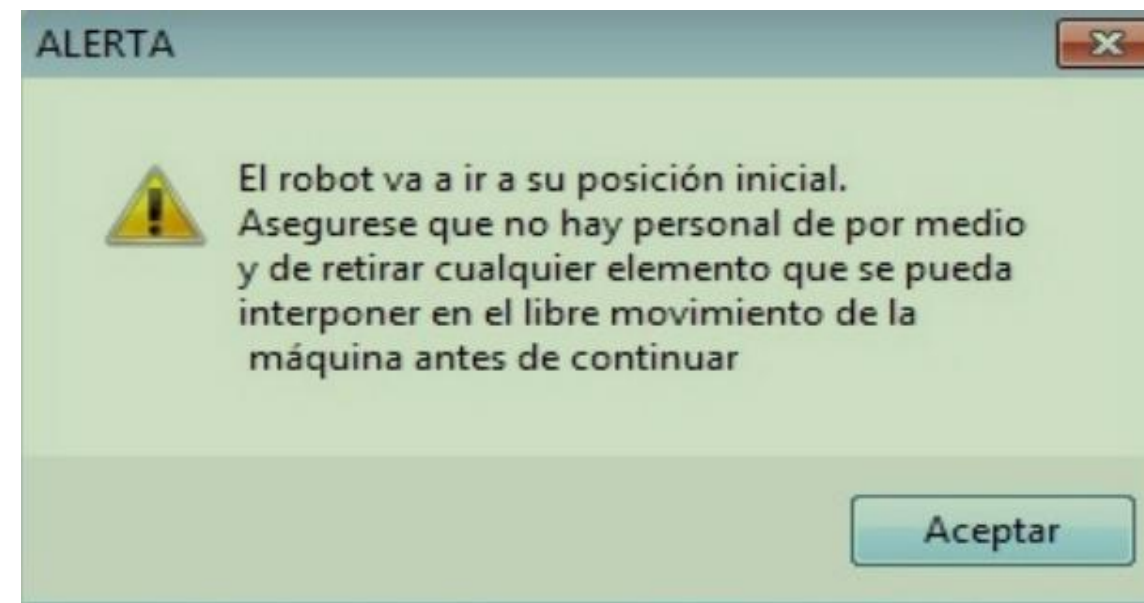




Esta ventana es el interfaz del fisioterapeuta. Inicialmente la interfaz tendrá dos botones activados y dos botones desactivados.

Lo primero que se debe hacer es pulsar el botón de Home, para que el robot vaya a la posición de home (está posición es la esquina inferior izquierda). Esta operación es indispensable para que el robot sepa la posición en la que se encuentra el robot en todo momento. Cuando se pulse este botón aparecerá en pantalla el siguiente mensaje en un pop-up:

*“El robot va a ir a su posición inicial. Asegúrese que no hay personal de por medio y de retirar cualquier elemento que se pueda interponer en el libre movimiento de la máquina antes de continuar”*



Una vez realizada esta operación el robot se encuentra preparado para la realización de las terapias y los dos botones que se encontraban inactivos, pasarán a estar activos. Estos dos botones activan cada una de las dos terapias que puede realizar el physiobot:

- **Terapia activa asistida.**
- **Terapia pasiva (guiada).**

## Terapia activa asistida.

### 1. Configuración de la terapia

Pulsando el botón “**activo asistido**” el sistema entrara en la terapia activa asistida y visualizara la siguiente ventana en la pantalla del ordenador.



Primeramente ha de seleccionar el paciente que va a realizar la terapia. Para ello ha de hacer click en el menú desplegable “**ID de paciente**”, al hacer esto se desplegará un menú con la ID de todos los pacientes registrados en la herramienta de administración de pacientes. Una vez desplegado el menú, basta con seleccionar al ID del paciente que vaya a efectuar la terapia en ese momento.

NOTA: Solamente se mostrarán los identificadores de los pacientes que hayan sido registrados previamente en la herramienta de administración de pacientes, así que si es la primera sesión de un paciente, deberá ser registrado antes de acceder a las terapias (ver punto x.x).

En la figura pueden verse tres cuadros de diálogo, estos cuadros tienen las siguientes funciones:

- En el cuadro de diálogo “**rango vertical de la terapia**” el fisioterapeuta puede ajustar el rango vertical máximo que puede moverse el physiobot.
- En el cuadro de diálogo “**rango horizontal de la terapia**” se puede ajustar el rango horizontal máximo en el que puede moverse el robot.
- El cuadro diálogo “**tiempo de terapia**” se introduce el tiempo que durará la terapia en segundos.

En el segundo menú desplegable que aparece en la ventana y denominado “**dificultad**”, Al hacer click en el se desplegará un menú con las dificultades disponibles para este tipo de terapia.

En función de la asistencia/dificultad, el paciente recibirá mayor o menor ayuda para lograr su objetivo.

## 2 Juego de la terapia

La terapia activa asistida consiste en que el paciente tiene que realizar un juego que explicaremos a continuación.



El primer elemento que debemos observar es la mano. La mano será movida por el paciente cuando éste mueva el physiobot. La ubicación de la mano en la pantalla será siempre correlacionada con la posición del robot, haciendo muy intuitivo su uso. El objetivo del juego es que el paciente mueva la mano hasta alcanzar el ratón a través del physiobot.

Para “capturar” al ratón, el paciente deberá intentar que la mano y el ratón ocupen el mismo espacio. El ratón se mueve de manera autónoma y errática, huyendo rápidamente cuando es alcanzado. En realidad nunca se captura al ratón, sino que se ganan puntos por el tiempo que se logra hacer coincidir ambos objetos.

En la esquina superior derecha se encuentra la puntuación. La cuál aumentará cuando se logre hacer coincidir la mano con el ratón y se incrementará en función del tiempo que logre mantenerse esta situación, como ya se ha comentado.

### 3 Terapia pasiva (guiada)

La terapia pasiva guiada consiste en que el fisioterapeuta “enseña” un movimiento al robot y este ayudará a repetirlo al paciente durante la terapia. El nivel de ayuda del robot es regulable. Pulsando el botón “**pasivo (guiado)**” el sistema entrara en la terapia pasiva (guiada) y visualizara la siguiente ventana en la pantalla del ordenador.



Al igual que en la terapia activa asistida al hacer click en el desplegable “IdPaciente” se desplegará un menú con la ID de todos los pacientes registrados en la herramienta de administración de pacientes. Una vez desplegado el menú, basta con seleccionar al ID del paciente que vaya a efectuar la terapia en ese momento.

Al hacer click en “grado de asistencia” se desplegará un menú con los diferentes niveles de asistencia disponibles para este tipo de terapia. En función de la asistencia/dificultad, el paciente recibirá mayor o menor ayuda para lograr su objetivo. Basta con seleccionar la entrada adecuada para que la asistencia/dificultad queden establecidas para la siguiente terapia.

La barra de estado, que se encuentra en la esquina inferior izquierda como se puede apreciar en la imagen, es un sistema de notificaciones para el fisioterapeuta. Desplegará diversos mensajes dependiendo del estado de la aplicación:

- Grabando: El sistema está grabando la trayectoria que está realizando el fisioterapeuta.
- Trayectoria almacenada: El sistema ya ha almacenado la trayectoria realizada por el fisioterapeuta.
- Reproduciendo: Se está reproduciendo al trayectoria almacenada con el paciente.



### Grabar una trayectoria

Para grabar una trayectoria en el physiobot el fisioterapeuta primeramente tiene que hacer click en el botón de grabación (rodeado con un círculo rojo en la siguiente figura).



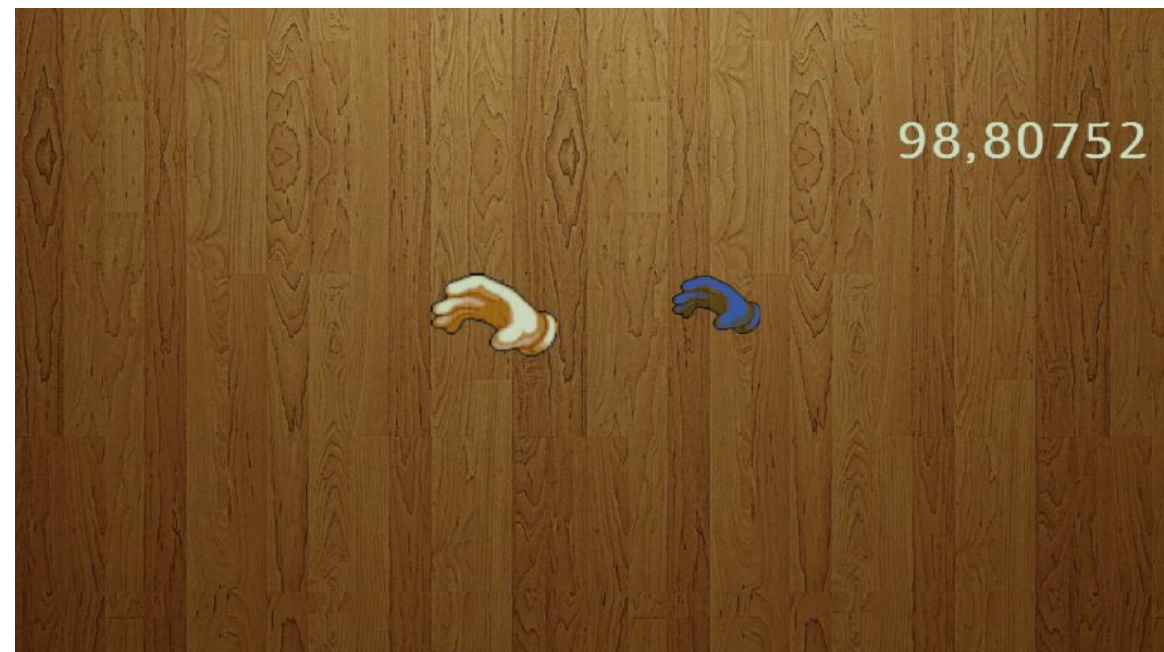
Una vez hecho esto, el fisioterapeuta ha de colocar al paciente en el robot y coger el teach pendant. Cuando esté listo, deberá mover al paciente y al robot.

## 2 Reproducir una trayectoria

El fisioterapeuta después de grabar la trayectoria, simplemente tendrá que seleccionar el nivel de dificultad deseado, indicar el tiempo que dure la terapia (en segundos) y hacer click en el botón play. En la figura que se muestra a continuación el botón viene rodeado con un círculo rojo.



Entonces el sistema cargara el interfaz de modo pasivo y se mostrará la siguiente pantalla.



El objetivo de este modo es el siguiente:

- La mano azul reproduce la trayectoria grabada anteriormente por el fisioterapeuta.
- La mano blanco, al igual que en el modo activo, representa la posición del Physiobot en estos momentos manejado por el paciente.
- El paciente debe seguir a la mano azul, y de este modo repetir la trayectoria almacenada, durante un determinado número de veces.
- Cuando la mano manejada por el paciente alcance la mano azul, la mano blanca que maneja el paciente cambiara a color rojo indicando le que lo está haciendo bien y la puntuación, situada en la parte superior derecha disminuirá, es decir una puntuación menos indica que se ha seguido mejor la trayectoria grabada.

### Administrador de pacientes

Para lograr esto hay que hacer click en el botón denominado registro de pacientes de la pantalla principal, a continuación se muestra una imagen con este botón rodeado con un círculo rojo.



Una vez hecho esto, aparecerá en la pantalla de su ordenador una ventana pop up como la que se muestra a continuación.




En la barra de navegación superior podemos movernos entre los diferentes pacientes que tenemos registrados en la aplicación mediante las flechas de la barra.

Para modificar un paciente ya guardado previamente, basta con seleccionar el paciente mediante las flechas, cambiar el o los datos que sean necesarios y hacer click en el icono con forma de disquete (botón guardar). Si lo que deseamos es eliminarlo, habrá que hacer click en el botón con forma de aspa roja (botón eliminar).

Para añadir un nuevo paciente, se debe hacer click en el icono de en forma de cruz amarilla, se generará un nuevo paciente con otro Id distinto. Después se rellenarán los campos con la información del paciente y se hace click el el botón guardar.



6.6. TABLA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

	<b>EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>			FECHA	PUESTO DE TRABAJO: Robot de rehabilitación de miembros superiores	
					SECCIÓN: Robótica	NÚM. DE TRABAJADOR: 1
<b>TAREAS REALIZADAS:</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puesta en marcha</li> <li>• Parte terapia</li> </ul>						
PROCESO	RIESGO	VALORACIÓN			CAUSAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
		P	S	R		
Puesta en marcha	Contacto eléctrico directo	B	D	T	Acceso a partes en tensión	Colocar protecciones que eviten el acceso a elementos en tensión. Carcasa plástica.
	Contacto eléctrico indirecto	B	D	T	Puesta en tensión de la masa del equipo por algún defecto del aislante de los cables de la máquina.	Colocar protector diferencial de 30mA.
	Caída al mismo nivel	M	LD	T O	Cables eléctricos por el suelo	Orden y limpieza del entorno de trabajo. Colocar canaleta pasacables en el suelo.
	Golpes y cortes	M	LD	T O	Caída de objetos y partes afiladas están presentes.	Colocar coberturas en las partes afiladas Redondear bordes afilados Utilizar botas de seguridad
Parte terapia	Fatiga y dolor ocular	M	LD	T O	Estimulación de luz brillante de la pantalla	Ajusta el brillo de la pantalla al rango de aceptación razonable de los ojos del paciente y deja que el paciente relaje los ojos después de un cierto período de tratamiento.
	Fatiga y dolor de manos	M	LD	T O	El rango máximo que puede moverse el physiobot no está adecuado o el grado de asistencia no es suficiente	Ajusta el rango máximo que puede moverse el physiobot y el grado de asistencia.
	Fatiga muscular	M	LD	T O	Postura inadecuada. El tamaño o el puesto no está adecuado por el paciente.	Ajusta el asiento hasta que se sienta cómodo.

## 7. BALANCE ECONÓMICO DE LA IMPLANTACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS

Medida	Número	Coste unitario (€)	Coste total (€)	Responsable de la implantación	Fecha prevista de implantación
Carcasa de protección aislante	1	200	200	Jefe de proyecto	Antes de comenzar el trabajo
Recubrimiento para bordes afilados	4	80	320	Jefe de proyecto	Antes de comenzar el trabajo
Interruptor Diferencial	1	50	50	Responsable de seguridad	Antes de comenzar el trabajo
Canaleta pasacable	1	60	60	Jefe de proyecto	Antes de comenzar el trabajo
Botas de seguridad	2	40	80	Jefe de proyecto	Antes de comenzar el trabajo
<b>TOTAL</b>					710 €

Para poner este tipo de robot al funcionamiento formalmente, es necesario presentar el Marcado CE, la Declaración CE de conformidad y el manual de instrucciones, ya tiene el manual de instrucciones, por lo que se llevarán a cabo todas las acciones posibles para la colocación del Marcado CE en el robot.

Los equipos empleados del robot se tiene que respetar unas normas europeas importantes, son las siguientes:

DIRECTIVA 2014/30/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 26 de febrero de 2014 sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).

UNE-EN ISO 13850:2007: Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño. (ISO 13850:2006).

UNE-EN 614-1:2006+A1:2009 Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.

UNE-EN 60601-1:2008 Equipos electromédicos. Parte 1: Requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial.

## **8. CONCLUSIONES DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS**

Deben cumplirse todas las medidas propuestas anteriormente, cuyo objetivo principal es permitir a los operadores y pacientes realizar trabajos de tratamiento en lugares de trabajo con condiciones apropiadas de salud y seguridad.

Antes de usar, todos los equipos deben verificarse para su funcionamiento normal, ver las limitaciones y precauciones de uso antes de utilizar el robot Physiobot. Al mismo tiempo, entienda lo que se debe hacer y lo que no. Por otro lado, cuando un trabajador informa un problema en la instalación y cada vez que algunas partes del equipo o componentes necesitan ser reemplazados, es conveniente realizar una inspección.

Los operadores deben haber recibido capacitación profesional durante un período de tiempo, no solo para estar familiarizados con el sistema operativo, sino también para dominar algunos asuntos básicos de manejo cuando se encuentran fallas, para proteger a los pacientes y ayudarlos a completar el tratamiento de manera más efectiva.

Mantenga regularmente el robot, inspeccione y reemplace las piezas desgastadas o de riesgo. Realice múltiples experimentos de simulación para garantizar el funcionamiento normal del robot. Si es posible, actualice el sistema operativo y el hardware para atender mejor al paciente.

## 9. CONCLUSIONES DE LAS PRÁCTICAS REALIZADAS

Después de la pasantía en la Fundación CARTIF, para individuos, la capacitación de pasantías de 150 horas es sustancial y satisfactoria. La capacitación recibida durante este período está estrechamente relacionada con el conocimiento teórico aprendido en el Máster, y el conocimiento teórico se consolida a través de la revisión práctica.

Por lo tanto, después de completar con éxito la práctica, se extraen las siguientes conclusiones:

- El conocimiento teórico aprendido en el curso de maestría debe combinarse con la práctica, y el proceso de operación de equipos y partes relacionadas debe entenderse más claramente en la práctica.
- Revise y familiarícese con las leyes y regulaciones relevantes para productos sanitarios, baja tensión, compatibilidad electromagnética y EPI, Mercado CE.
- Se ha obtenido información sobre el modo de funcionamiento del robot de rehabilitación de miembros superiores, descubra los riesgos que pueden presentarse al operador y al paciente, y proponga las soluciones viables correspondientes.
- A través de la comprensión de diferentes equipos, procesos, productos, etc., se ha obtenido conocimiento sobre las instalaciones y el modo de operación de los centros de investigación (como la Fundación CARTIF).
- Capaz de identificar instalaciones industriales y no industriales de uso común en edificios: aire acondicionado, protección contra incendios, instalaciones eléctricas de baja y alta tensión, servidores de datos, etc.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- EL REGLAMENTO (UE) 2017/745 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 5 de abril de 2017 sobre los productos sanitarios, por el que se modifican la Directiva 2001/83/CE, el Reglamento (CE) n.o 178/2002 y el Reglamento (CE) n.o 1223/2009 y por el que se derogan las Directivas 90/385/CEE y 93/42/CEE del Consejo.
- EL REGLAMENTO (UE) 2016/425 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- DIRECTIVA 2014/30/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).

- UNE-EN ISO 13850:2007: Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño. (ISO 13850:2006).
- UNE-EN 614-1:2006+A1:2009 Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.
- UNE-EN 60601-1:2008 Equipos electromédicos. Parte 1: Requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Página web de la Fundación CARTIF: [www.cartif.com](http://www.cartif.com)
- Página web <https://www.idecal.es/e2robot/>
- Página web del aislamiento eléctrico en los equipos electromédicos <https://www.redeweb.com/articulos/instrumentacion/el-aislamiento-electrico-en-los-equipos-electromedicos/#:~:text=Clasificaci%C3%B3n%20seg%C3%BAn%20la%20seguridad%20el%C3%A9ctrica&text=Deber%C3%A1n%20ser%20equipos%20tipo%20B,paiente%20mediante%20circuitos%20flotantes%20el%C3%A9ctricamente.>
- Equipos de Protección Individual Faru: [www.faru.es](http://www.faru.es)