

Centro San Valero

**PROYECTO FINAL
GRADO SUPERIOR EN DESARROLLO DE
APLICACIONES MULTIPLATAFORMA**

Phantom Limb

*Desarrollo de herramientas interactivas de Realidad Virtual para
el tratamiento del dolor de miembro fantasma en pacientes
amputados del miembro inferior*



**Alberto Mareca Espeleta
Guillermo Sesé Santos**

Zaragoza, junio 2019

Índice

1.	Presentación del proyecto.....	1
1.1.	Contexto del proyecto	1
1.2.	Resumen del proyecto (Español)	2
1.3.	Project summary (English)	3
1.4.	Presentación de los promotores.....	4
1.5.	Análisis del futuro de la empresa	4
2.	Logotipo	5
3.	Tecnologías utilizadas.....	6
3.1.	Electrónica	6
3.2.	Diseño	6
4.	Requisitos técnicos	7
5.	Manual de usuario.....	8
6.	Estudio de mercado.....	8
6.1.	Estudio del sector	8
6.2.	Análisis de la competencia.....	8
6.3.	Estudio de los clientes	8
6.3.1.	Clientes potenciales de la empresa	8
6.3.2.	Estudio del consumidor	9
6.4.	Análisis Interno	11
6.5.	Análisis DAFO	12
7.	Plan de marketing.....	13
7.1.	Objetivos	13
7.2.	Productos/Servicios	13
7.3.	Comunicación	14
7.4.	Distribución	14
7.5.	Precio	14
8.	Plan Económico-Financiero	15
8.1.	Inversiones materiales	16
8.2.	Inversiones inmateriales	17
8.3.	Gastos generales.....	17
8.4.	Plan de Tesorería	18
8.5.	Cuenta de Resultados	19

8.6. Balance de Situación	20
9. Organización y recursos humanos.....	21
10. Conclusiones.....	23
11. Bibliografía.....	24
12. Anexos	25

1. Presentación del proyecto

1.1. Contexto del proyecto

La idea del proyecto es presentada a los alumnos por su tutor Alberto Hernández al cual le contactaron las responsables del Grado en Fisioterapia de la Universidad San Jorge, Raquel Lafuente y Carolina Jiménez-Sánchez.

El proyecto ha sido desarrollado basándose en el Trabajo de Fin de Grado de Arthur Larrous (alumno de Raquel y Carolina, mencionadas anteriormente) presentado el 1 de junio de 2018 con el título *“Tratamiento del dolor de miembro fantasma en pacientes amputados de miembro inferior a través del empleo de Realidad Virtual”* junto la colaboración de una asociación de amputados llamada ADAMPI (Asociación de Amputados Ibérica).

La finalidad del proyecto es facilitar la rehabilitación fisiológica a un sector específico de pacientes.

Este sector lo componen aquellas personas que hayan sufrido una amputación de alguno de sus miembros (tren superior o inferior) y, durante el periodo de rehabilitación, tengan el llamado *síndrome del miembro fantasma*.

Este síndrome o sensación del miembro fantasma no tiene por ahora un origen claro (Larrous, 2018), pero todas las teorías apuntan a que sea producido por una alteración del sistema nervioso. Puede aparecer como respuesta inmediata a la amputación, o producirse de manera tardía, llegando a aparecer años después.

Dicho síndrome produce (Larrous, 2018) en el paciente dolor, manifestándose como presión, calambres, quemaduras e incluso puñaladas.

Para tratar a los pacientes, se desarrolló la *terapia de la caja espejo* en el que se somete al paciente a que refleje el miembro sano en un espejo. Con esta terapia se consigue engañar a un grupo de neuronas denominadas “neuronas espejo” (Larrous, 2018) (son las que nos permiten interpretar las acciones motoras de otros individuos y las que nos ayudan a reconocer emociones). Al producirse este engaño al cerebro se le hace creer que el miembro amputado está sano, por lo que se reducen los niveles de dolor sufridos.

1.2. Resumen del proyecto (Español)

El proyecto se basa en la terapia comentada anteriormente, pero llevada a un entorno virtual que combina los movimientos del paciente y la tecnología para reducir su dolencia.

Se ha desarrollado con la idea que se empleado en terapias médicas, en el que el paciente esté acompañado de un responsable médico.

El funcionamiento sería el siguiente:

- El usuario o responsable de éste conectará unos electrodos en los grupos musculares del miembro afectado.
- Un conjunto de componentes electrónicos interpreta los datos leídos por los sensores. Después transmite la señal a un ordenador.
- En el ordenador ejecutará un programa virtual configurable y adaptable al paciente. En el que éste podrá ver sus acciones representadas y realizar los ejercicios propuestos por el responsable médico y/o aplicación.
Estos ejercicios se han desarrollado pensando en el paciente, es decir, fomentar el trabajo que tiene que realizar mediante pequeños juegos y retos.
- Finalmente, el responsable médico tendrá acceso a los resultados de los ejercicios desarrollados por el paciente, así como establecer distintas rutinas de trabajo.

Se contempla el adaptar la funcionalidad virtual a la tecnología de Realidad Aumentada para sumergir al paciente en un entorno más real e incrementar la eficacia de la terapia.

1.3. Project summary (English)

The project is based on the therapy mentioned previously. In this case is taking place in a virtual environment which combines the patient movement and the technology in order to decrease its malady.

It has been developed with the aim of being used in medical therapies, where the patient is under the charge of a doctor.

This is how it works:

- The user or its responsible will connect the electrodes on the main muscles of the patient's affected limb.
- An electronic device reads the muscle sensor data. After been transformed, the data signal is sent to a computer.
- The computer will be running a program which settings can be adapted to the patient requirements. In this program the patient will be able to see his actions played on a virtual environment, besides it will train the exercises suggested by the doctor.

These exercises have been developed thinking of the patient, that is, encouraging the work it must do by playing little games.

- Finally, the doctor will have access to the exercise results and then he will be able to develop different work routines for the patient.

It is considered to adapt the current virtual environment to Augmented Reality with the purpose of having a better immersive experience with the patient and increasing the therapy efficiency.

1.4. Presentación de los promotores

El equipo está compuesto por dos integrantes: Alberto Mareca Espeleta y Guillermo Sesé Santos.

Alberto, con 25 años y, aun que no tenga titulación oficial de ello, cuenta con experiencia en el mundo de la administración de la óptica. Desde pequeño tiene una gran afición por la composición musical, la cual acompaña a su interés por el desarrollo de modelado 3D para videojuegos.

Esta última cualidad ha sido de ayuda a la hora de implementar y trabajar con un modelo 3D.

Guillermo, con 23 años, tiene un título de Mantenimiento Electrónico y ha trabajado en empresas de desarrollo I+D en dicha área como pueden ser: Valeo Térmico S.A.U. o Prodeo Ingeniería y Consultoría.

Gracias a esta formación, se cuenta con cierta ventaja de conocimiento en el mundo electrónico y de los sensores que se han empleado.

Ambos componentes tienen una clara especialización en distintas áreas que abarca el proyecto, por lo que han podido aportar sus conocimientos para avanzar con las tareas y resultados. Esto no implica que ambos hayan mostrado interés por aprender durante todo el proceso de desarrollo del proyecto.

1.5. Análisis del futuro de la empresa

La empresa a corto plazo invierte en la idea a través de los materiales electrónicos y herramientas software para la investigación de posibles mejoras a la par que testea y valida las funcionalidades requeridas de la aplicación.




A largo plazo se pretende ampliar las funcionalidades, e invertir en los canales de promoción y distribución creando una página web y perfiles en las redes sociales para que se la empresa obtenga mayor atención.

2. Logotipo

En esta sección se explica el proceso por el cual se eligió el principal logo de la aplicación.

El diseño del logotipo debía reflejar las características por las que se identifican las personas que sufren del síndrome del miembro fantasma, es decir, una parte del miembro que han perdido pero que sin embargo aún continúa presente para su cerebro.

Por ese motivo, se eligió como miembro una mano y su contraparte que produce el dolor con un juego de colores amarillo y negro, que simbolizan la ausencia y afección del problema, en este caso el negro, y el amarillo que simboliza la luz que ilumina al miembro desapareciendo todas esas sombras que son el origen del dolor.

Primera Versión	Segunda Versión	Versión Definitiva
		

3. Tecnologías utilizadas

El proyecto está dividido en dos áreas, el área de la **electrónica** y el área del **diseño** de la interfaz y del juego de la aplicación.

Antes de exponer las tecnologías, indicar que para los programas de desarrollo del proyecto se han utilizado licencias comunitarias proporcionadas por los desarrolladores oficiales. Estas licencias son gratuitas.

3.1. Electrónica

Se estuvieron valorando distintos sensores que permitiesen realizar Electromiografías (también conocido como EMG; que permite leer la contracción/elongación de los músculos).

Se terminó seleccionando el MyoWare Muscle Sensor (MyoWare, s.f.) por su precio y simpleza. Éste permite ser alimentado entre 2,7V y 5,7V. Tiene protección contra tensión invertida y permite obtener los datos del EMG de manera cruda.

Para controlar estos sensores se utilizó un Arduino UNO (Arduino, Detalles Arduino UNO, s.f.) (el modelo más conocido de la franquicia, caracterizado por su simplicidad. Dispone de todas las entradas/salidas necesarias para la realización del proyecto).

Se aprovechó que uno de los integrantes del equipo ya poseía una así que se realizaba un ahorro en el coste del desarrollo. También se podría haber empleado algún modelo más reducido que supliría perfectamente los requerimientos necesarios. (Por ejemplo, la Arduino NANO) (Arduino, Detalles Arduino NANO, s.f.)

Ambas tienen puertos de entrada analógica (para leer los sensores) y un puerto USB que se conecta al PC (para enviar la lectura).

Para programar la placa Arduino se utiliza un lenguaje propio (con extensión **.ino**) basado en el lenguaje de programación **C**. Desde la página oficial se puede descargar el IDE propio que tienen o incluso programarlo online. (Arduino, Arduino Software, s.f.)

3.2. Diseño

En el apartado de diseño se incluye todo aquello relacionado con la aplicación en sí. Tanto motor gráfico como programas empleados para el desarrollo 3D de los elementos.

Para realizar la aplicación se tuvo claro desde un primer momento que se utilizaría Unity. Esta conclusión se llevó a cabo por varias razones:

- Curva de aprendizaje muy sencilla para nuevos desarrolladores.
- Lo respalda una gran comunidad, hay mucha documentación y tutoriales.
- Tiene una versión gratuita con, prácticamente, las mismas prestaciones que la versión de pago.
- Un integrante del equipo ya tenía experiencia con el programa.

En Unity tienes la posibilidad de añadir *assets* (elementos con los que se puede interactuar) y asignarles funcionalidades mediante *scripts*.

Estos *assets* se pueden trabajar con un programa de diseño 3D, en este caso se utilizó **Blender** por aspectos nombrados anteriormente (es gratuito).

Para ahorrar tiempo en el proyecto, se utilizó un asset gratuito al que posteriormente se modificó en Blender para darle *rig* (esqueleto) y desde Unity poder moverlo como si de un elemento real se tratase.

El funcionamiento de los *assets* y de la aplicación en general se han controlado mediante *scripts*. Estos se desarrollan en el lenguaje **C#** con el programa Visual Studio (el cual se integra perfectamente con Unity).

4. Requisitos técnicos

Dado que el juego interactivo se ha desarrollado con el motor de videojuegos *Unity*, se expondrán los requerimientos técnicos (Unity, s.f.) indicados en su página web:

Requisitos más detallados:

- Escritorio:
 - OS: Windows 7 SP1+, macOS 10.12+, Ubuntu 16.04+
 - Tarjeta de video con capacidad para DX10 (*shader* modelo 4.0).
 - CPU: compatible con el conjunto de instrucciones SSE2.
- El reproductor de iOS requiere iOS 9.0 o superior.
- Android: OS 4.1 o posterior; ARMv7 CPU con soporte NEON o CPU Atom; OpenGL ES 2.0 o posterior.

Unity también permite que sus juegos sean ejecutados en entornos web (con versiones recientes de navegadores, por ejemplo, Chrome, Firefox, Edge o Safari) gracias a WebGL.

5. Manual de usuario

(Ver anexo)

6. Estudio de mercado

6.1. Estudio del sector

FACTORES	SAMSUNG
MERCADOS	Sanitario/Tecnológico
PRODUCTOS	Samsung Gear VR Phantom Limb Therapy
PRECIOS	129,00 €
COMUNICACION	Todos los medios
DISTRIBUCION	INTERNET
RECURSOS TÉCNICOS	Oficinas y fábricas
RECURSOS ECONÓMICOS	200.8 billones de dólares
RECURSOS HUMANOS	200000 empleados

No se conocen productos sustitutivos que estén en el alcance del ámbito comercial, pues sus usos no salen del ámbito de la investigación fisiológica.

6.2. Análisis de la competencia

Se ha realizado un estudio de qué posibles competencias existen para el proyecto.

Existen algunos proyectos de características similares desarrollados por personas que han sufrido una amputación. Como es el caso de *Bionico Hand* (BionicHand, s.f.), de Francia. Desarrolla e imprime modelos en 3D de brazos modificados y adaptados para usos cotidianos, facilitando el día a día de las personas. También hace proyectos sobre la automatización de estos modelos mediante sensores (BionicHand - Comparación de sensores, s.f.) (en el que se incluye el utilizado para el proyecto).

6.3. Estudio de los clientes

6.3.1. Clientes potenciales de la empresa

Según el Instituto Aragonés de Estadística (Aragón, s.f.) a fecha de 1 de enero de 2018, España cuenta con una población de 46.722.980 y Aragón 1.308.728 habitantes.

España es, con casi 59.000 personas censada (ADAMPI, s.f.), el segundo país con mayor número de amputaciones a nivel mundial en tren inferior causadas por diabetes tipo 2.

Según el Instituto Nacional de Estadística (2008) (Estadística, s.f.), en Aragón existe una tasa media de 1,94 por cada 1000 habitantes de los cuales padecen amputaciones y/o agenesia. Lo que dada la población de Aragón corresponde a un conjunto de 2.512,76 habitantes. (Según el INE no hace distinción de qué porcentaje de ese 1,94 corresponde a amputaciones o agenesia).

Los clientes potenciales de la empresa son los pacientes que sufren amputaciones de extremidades, tanto del tren superior como inferior. Se incluye también a los médicos que supervisan la terapia, por lo que también a centros médicos, hospitales, ambulatorios y clínicas privadas.

6.3.2. Estudio del consumidor

A lo largo del tiempo varios investigadores han experimentado diferentes ensayos clínicos (Larrous, 2018) basados en la realidad virtual para tratar el síndrome del miembro fantasma.

Uno de los investigadores, el doctor Mercier, procedió a grabar videos del miembro sano del paciente e invertir digitalmente la imagen como si se tratara de un espejo para que el paciente la visualizara. El tratamiento se realizó 2 veces por semana durante 8 semanas con una muestra de 8 pacientes, y seguimiento de 4 semanas más.

Los doctores *Murray C*, *Patchick E* y *Pettifer S* pusieron en marcha un sistema de sensores alrededor del muñón afectado para generar un miembro fantasma virtual. La finalidad fue la de percibir y controlar el movimiento del paciente a través de sesiones de 30 minutos a la semana, entre 7 y 10 sesiones con un grupo de 5 pacientes amputados tanto de miembro superior izquierdo como de miembro inferior.

El doctor *Cole* se basó en la terapia de espejo para construir un juego con un avatar virtual que controla el paciente a través de lecturas del movimiento. El estudio seleccionó a 2 grupos, 7 pacientes amputados de brazo y otros 7 de pierna para que realizaran sesiones de una duración de 60 a 90 minutos.

Por último, los doctores *Perry B. N.* , *Aphonso, A. L.* y *Tsao, J W* realizaron una investigación en una plataforma “*Entorno virtual integrado*” (VIE) para el síndrome del miembro fantasma y el entrenamiento modular de la extremidad protésica en un grupo de pacientes concreto. Se les colocó 8 pares de electrodos bipolares circunferencialmente alrededor del muñón, y a través de un avatar en el ordenador se les da un *feedback* visual dividido en 2 fases. La fase pasiva en dónde miran e imitan los gestos y la parte activa donde se forma el movimiento y se evalúa. Las sesiones se realizaron durante un mes, con una duración de 30 minutos y una cantidad de 30 sesiones.

Las conclusiones de los diferentes estudios permiten que se mejora nuestra idea de proyecto para los pacientes, incrementando la efectividad del tratamiento.

6.4. Análisis Interno

DAFO EQUIPO	
Análisis Interno	Análisis Externo
Debilidades	Amenazas
<p>La auto exigencia que nos mete presión a ambos integrantes.</p> <p>La pereza que surge tras terminar la jornada y dedicarle tiempo al proyecto.</p> <p>La timidez.</p> <p>La inexperiencia al afrontar un reto nuevo donde desconocemos tanto el entorno como las herramientas para realizar el proyecto.</p>	<p>El tiempo que nos limita a la hora de realizar tareas del proyecto que deben ser terminadas para el fin del mismo.</p> <p>La inexperiencia que puede entorpecer el desarrollo y que va unido con el tiempo.</p> <p>La financiación para poder utilizar tanto software como hardware de calidad, o instalaciones específicas.</p>
Fuertes	Oportunidades
<p>La constancia que aportamos nosotros mismos para poder afrontar el reto.</p> <p>Las habilidades personales de cada uno que se complementan para sacar mayor desarrollo y mejor producto.</p> <p>Trabajo en equipo permitiendo mayor productividad en el mismo tiempo.</p> <p>La ambición.</p>	<p>Aprovechar una idea ajena dado que podemos mejorar lo que otros comenzaron (proyecto en el que nos basamos).</p> <p>Subvención y patrocinio por parte de las empresas.</p>

6.5. Análisis DAFO

DAFO EMPRESA	
Análisis Interno	Análisis Externo
Debilidades	Amenazas
<p>Inexperiencia en el campo del proyecto (temas de salud y de Realidad Mixta).</p> <p>La complejidad del resultado esperado puesto que no sabemos si será un éxito tanto para la empresa como para nuestro público (pacientes de sanidad).</p>	<p>El escaso tiempo para investigar las tecnologías que se emplean.</p> <p>La financiación para las necesidades del proyecto.</p> <p>La dificultad del mismo, puesto que son tecnologías de alta complejidad como la realidad virtual.</p>
Fuertes	Oportunidades
<p>La motivación de un reto en el que se aprenden cosas que son de interés, en este caso relacionado con la realidad virtual y de paso la situación fisiológica de las personas con extremidades amputadas.</p> <p>El dominio por parte de los componentes de la empresa sobre la tecnología que se va a utilizar.</p> <p>El trabajo en equipo que agiliza la velocidad de desarrollo mejora la cantidad de ideas para el proyecto, etc...</p>	<p>Aprovechar una idea ajena dado que se puede mejorar lo que otros comenzaron (proyecto en el que se basa la idea).</p> <p>Subvención y patrocinio por parte de las empresas (tanto para material como el marketing).</p> <p>Pioneros en un producto sanitario sin precedentes y que puede ayudar a mejorar la vida de las personas, y a la empresa para obtener notoriedad.</p>

7. Plan de marketing

7.1. Objetivos

El objetivo a corto plazo es consolidar la empresa a través del desarrollo de este proyecto aprendiendo los conocimientos requeridos como la parte electrónica y el entendimiento de la terapia sobre nuestros principales clientes.

Dado este paso, se pretende realizar una presentación con el prototipo en junio con el objetivo de fidelizar clientes y en el mejor de los casos, conseguir financiación para extender la vida útil del proyecto.

A largo plazo, contribuir a mejorar al colectivo social que sufre del síndrome del miembro fantasma incluyendo mejoras en el proyecto para incluir a menores de edad con juegos interactivos.

7.2. Productos/Servicios

El principal producto es “RA”, una aplicación de realidad virtual para pacientes que sufren el síndrome del miembro fantasma. Consiste en una serie de sensores electrónicos (*Myoware Muscle Sensor + cables electrodos*) que detectan los impulsos de los músculos que el paciente mueve, y que a través de una placa electrónica (*Arduino*) se transforma a lo que se ve en pantalla.

Se suministra como un pack que va todo lo necesario para el funcionamiento descrito.

El usuario podrá ver una representación en 3D de su miembro amputado con la que podrá interactuar, como ejemplo si es la parte inferior podrá simular que camina o si es la parte superior jugar un partido de tenis.

En el prototipo actual puede realizar una simulación con cualquier músculo del cuerpo a través de una simulación del tren inferior y de un pequeño “minijuego” que dentro de la aplicación son el modo entreno y el modo libre.

Se ofrece un servicio técnico postventa y una pequeña guía para asesorar a los médicos que monitorizarán la actividad de los pacientes.

7.3. Comunicación

Se va a realizar una presentación del prototipo para obtener patrocinio e inversores que se interesen por nuestro producto único.

Además, se van a crear perfiles en las redes sociales sobre la empresa y una página web propia, en dónde podrán visualizar y adquirir el principal producto, y ver sus características en una serie de vídeos subidos en la plataforma YouTube con su forma de utilización.

Además de lo descrito anteriormente, en el caso de que el producto sea comercializado (actualmente es un modelo Free), se haría un descuento inicial del 25% para los primeros miembros. Para entidades públicas se haría un precio especial.

7.4. Distribución

El principal canal de distribución es la página web de la empresa, en donde podrán visualizar las características del producto y su adquisición.

En nuestros planes de futuro, se encuentra que la aplicación sea multiplataforma por lo que se podrá comprar en la Play Store de dispositivos Android y en la App Store para dispositivos IOS.

7.5. Precio

El precio inicial de la aplicación es gratis y según como crezca la empresa planteamos un modelo gratis con micro pagos para servicios especiales postventa.

Los únicos costes a sufragar son los del material necesario para la utilización de la aplicación, que serían el material electrónico y la estación de trabajo.

La vida de las personas no tiene precio, y por eso apostamos por este modelo de negocio.

8. Plan Económico-Financiero

La empresa necesita una inyección de capital inicial para poder realizar el desarrollo del prototipo de la aplicación.

Los socios fundadores aportan con su **capital (20.000€)** la compra del material electrónico para el funcionamiento de la aplicación y estaciones de trabajo (ordenadores portátiles) necesarios para el desarrollo del proyecto.

Cuentan como **inversor** del proyecto a profesores de la Universidad San Jorge para el material necesario en lo referente a la electrónica (**500€**). La infraestructura para la concepción de las reuniones la suministra el centro San Valero en sus instalaciones de forma gratuita.

Los futuros trabajadores tendrán un **contrato** por los que se les pagará de forma mensual y la empresa pagará los costes asociados tanto de la Seguridad Social y otros impuestos relacionados como el IRPF.

Las **gestiones** para la realización de la documentación, junto con otros gastos internos como la **constitución de la sociedad** en el registro mercantil, correrán a cargo de una **gestoría** que se contrata con parte del capital inicial.

8.1. Inversiones materiales

A continuación, se detallan los materiales físicos y electrónicos con los que se realizan los proyectos:

Nombre	Cantidad (Ud.)	Precio (€/Ud.) A fecha de 16/11/2018	Comprar	Comentarios	Total (€)
Acelerómetro	1	-	-	Por ahora se ha prescindido de este elemento.	-
Pad de Gel	3	0,123	Enlace	Se compró el pack de 100 pero por cada uso se emplean 3.	0,37
Cables electrodos	1	28*	Enlace	*Se han hecho caseros para abaratar costes.	-
Myoware Muscle Sensor	1	37,95	Enlace	-	37,95
Ordenadores	2	1500			3000
Arduino Uno	1	20	Enlace	-	20
TOTAL					3058,32

8.2. Inversiones inmateriales

En la siguiente tabla se recogen los programas y el material software que se ha utilizado para las diversas tareas del proyecto, tanto la conectividad del material electrónico al ordenador, y la construcción del entorno virtual:

Producto	Precio (€)	Unidades	Comprar	Total (€)
Licencia Windows 10 Pro	259	1	Enlace	259
Arduino IDE	0	1	Enlace	0
Unity Personal	0	2	Enlace	0
Blender	0	2	Enlace	0
Visual Studio Community	0	2	Enlace	0
Otros	-	-	-	-
TOTAL				259

8.3. Gastos generales

Las previsiones económicas de gastos incluyen el **pago a la gestoría** para la constitución de la sociedad, y la inscripción y obligatoriedad en el registro mercantil y otros documentos anexos.

Además, se hará un gasto anual del seguro de responsabilidad civil para la protección de los posibles daños ocasionados por terceros.

Se prevén también gastos mensuales como el agua, la electricidad y otros.

Concepto	Periodicidad de pago	Concepto	Coste (€)
Gestoría	Mensual	Papeleo de la constitución de la sociedad y otros	150
Seguro	Anual	Seguro de responsabilidad civil	875
Otros	Mensual	Suministros	60
	TOTAL		1085

8.4. Plan de Tesorería

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
SALDO INICIAL (1)		16942,68	16702,68	16462,68	15347,68	15107,68	14867,68	14627,68	14387,68	14147,68	13907,68	13667,68
COBROS:												
Capital de los socios	20000,00											
Inversores	500,00											
TOTAL COBROS (2)	20500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAGOS:												
Material electrónico	58,32											
Material informático	3259,00											
Publicidad	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Gestoría	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Suministros	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Seguros				875,00								
TOTAL PAGOS (3)	3557,32	240,00	240,00	1115,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
SALDO NETO MES (2-3)	16942,68	-240,00	-240,00	-1115,00	-240,00	-240,00	-240,00	-240,00	-240,00	-240,00	-240,00	-240,00
SALDO FINAL (1+2-3)	16942,68	16702,68	16462,68	15347,68	15107,68	14867,68	14627,68	14387,68	14147,68	13907,68	13667,68	13427,68

8.5. Cuenta de Resultados

CONCEPTO	Primer año
INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	
Ventas previstas	0,00
Total Ingresos de explotación:	0,00
GASTOS DE EXPLOTACIÓN	
Materiales	3317,32
Publicidad	360
Suministros	720
Gestoría	1.800
Seguros	875
Amortizaciones de Inmovilizado Intangible	51,8
Amortizaciones de Inmovilizado Material	611,66
Total Gastos de explotación:	7735,78
RESULTADOS DE EXPLOTACIÓN	-7735,78
Ingresos financieros	0,00
Gastos financieros	0,00
RESULTADOS ANTES DE IMPUESTOS	-7735,78
Impuestos sobre beneficios	0
RESULTADOS DEL EJERCICIO	-7735,78

8.6. Balance de Situación

BALANCE DE SITUACIÓN PREVISIONAL						
ACTIVO				PATRIMONIO NETO Y PASIVO		
ACTIVO NO CORRIENTE			2653,86	PATRIMONIO NETO		12764,22
Inmovilizado intangible			207,2	Capital social	20.000,00	
	Aplicaciones informáticas	259,00		Inversores	500,00	
	(Amortización Ac. Inm. Intangible)	-51,8		Resultado del ejercicio	-7735,78	
Inmovilizado material			2.446,66	PASIVO NO CORRIENTE		0,00
	Material electrónico	58,32				
	Material informático	3.000,00				
	(Amortización Ac Inm. Material)	-611,66				
Inmovilizado financiero			0,00			
ACTIVO CORRIENTE			13.427,68	PASIVO CORRIENTE		2.675,00
Existencias			0,00	Seguros	875,00	
Créditos pendientes de cobro			0,00	Pagos a gestoría	1.800	
Disponible			13.427,68			
	Bancos c/c	13.427,68				
TOTAL ACTIVO			15439,22	TOTAL PASIVO		15439,22

9. Organización y recursos humanos

La empresa está constituida por los fundadores de la sociedad Alberto Mareca y Guillermo Sesé. Ambos tienen capacidades que se complementan bien, por una parte, Alberto tiene experiencia en el diseño gráfico y el modelado 3D, y por otra parte Guillermo tiene buenas capacidades para organizar y gestionar los proyectos, y otra parte técnica que comparten los dos sobre programación en general.

Desde recursos humanos se gestionan las peticiones de los socios fundadores para buscar talentos que rellenen las posiciones donde se necesita gente.

Las posiciones que actualmente la empresa necesita son las de desarrollador de aplicaciones con experiencia en el entorno Unity, modelado y animación 3D.

Las posiciones a cubrir son:

- *3D Artist* – Funciones relacionadas con el modelado y la animación de elementos para el entorno interactivo de las aplicaciones.
- *Unity Technical Artist* – Encargado de la implementación e integración de los *assets* en el entorno Unity.

La selección del personal se realizará a través de centros formativos dispuestos a realizar las prácticas con nosotros y también por los portales de empleo como por ejemplo el INEM y aplicaciones web tales como Infojobs.

Los empleados seleccionados tendrán un periodo de prueba de 2 meses y se les hará un contrato temporal de 6 meses para comprobar si es apto en la empresa. Una vez finalizado el plazo pasarían a un contrato indefinido y se les asignaría la categoría profesional según el convenio y titulación.

Categoría profesional	Salario base unitario mensual	Nº de trabajadores
Titulado de Grado Superior	1500	2
Titulado en Grado Universitario	1700	0

	Mensual	Anual
Salario Bruto	3.000	36.000
Seguridad Social	180	2.160
Retenciones IRPF	150	1.800
Salario Neto	2.670	32.040
Seguridad Social a cargo de Empresa	899,79	10.797,48

10. Conclusiones

Las conclusiones del equipo implicado son las siguientes:

En un principio el proyecto se tomó con mucha ilusión y con ganas de abordarlo. Como ya se ha comentado previamente, ambos componentes tenían conocimiento en alguna de las áreas del proyecto, por lo que, a simple vista, no parecía resultar una tarea excesivamente complicada de trabajar.

Durante los primeros días de desarrollo se le dedicó tiempo al estudio de opciones con las que se podía trabajar (componentes, software, estructura del proyecto, etc.). Sin embargo, el equipo estudia a la vez que trabaja en la empresa privada, por lo que el tiempo destinado al proyecto se redujo de forma considerable.

La constitución de este proyecto ha supuesto una mejora como personas porque han aprendido un trozo de cómo funciona el mundo empresarial desde la vista del empresario y/o gestor de la misma. Una tarea que supone un reto y un gran esfuerzo por parte de los participantes.

Se pretende mejorar la calidad del proyecto a corto plazo decidiendo los puntos clave y mejoras técnicas, y a largo con un plan de futuro para extender la idea a un plano más multidisciplinar (apoyo a más partes de miembros amputados y diferentes dolencias aparte).

11. Bibliografía

- ADAMPI. (s.f.). *ADAMPI*. Obtenido de ADAMPI - Sobre amputaciones:
<http://www.adampivalencia.com/sobre-amputaciones/>
- Aragón, G. d. (s.f.). *www.gobierno.aragon.es*. Obtenido de Instituto Aragones de Estadística:
https://gobierno.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Institutos/InstitutoAragonesEstadistica/AreasTematicas/02_Demografia_Y_Poblacion/01_CifrasPoblacion_Y_Censos/01_Padron/ci.01_Cifras_oficiales_poblacion.detalleDepartamento
- Arduino. (s.f.). *Arduino Software*. Obtenido de Software Arduino:
<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- Arduino. (s.f.). *Detalles Arduino NANO*. Obtenido de Arduino NANO:
<https://store.arduino.cc/arduino-nano>
- Arduino. (s.f.). *Detalles Arduino UNO*. Obtenido de Arduino UNO:
<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>
- BionicHand*. (s.f.). Obtenido de Bionico: <https://bionico.org/>
- BionicHand - Comparación de sensores*. (s.f.). Obtenido de Bionico:
<https://bionico.org/2018/10/29/test-sur-des-capteurs-de-muscles-et-infrarouge-high-tech-vs-low-tech/>
- Estadística, I. N. (s.f.). *INE*. Obtenido de INE - Tasa de población discapacitada:
<http://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t15/p418/a2008/hogares/p02/modulo1/I0/&file=04028.px&L=0>
- Larrous, A. (2018). *Tratamiento del dolor de miembro fantasma*. Zaragoza.
- MyoWare. (s.f.). *MyoWare Datasheet*. Obtenido de MyoWare: <https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2699/AT-04-001.pdf>
- Unity. (s.f.). *Unity - Requerimientos técnicos*. Obtenido de Unity:
<https://unity3d.com/es/unity/system-requirements>

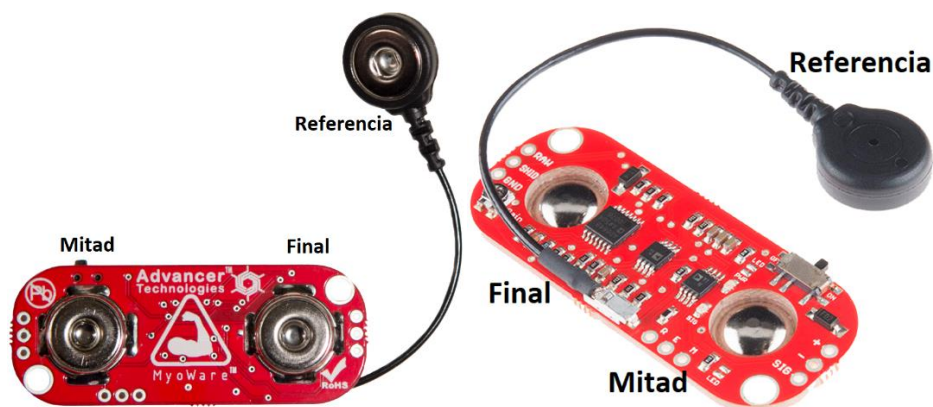
12. Anexos

Manual de Usuario y configuración

- Preparación previa

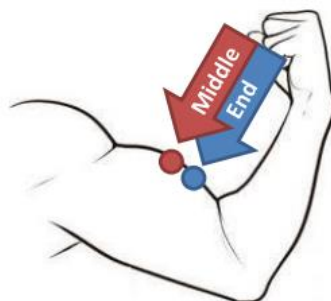
El primer paso que se ha de seguir es el colocar al paciente el sensor con los electrodos gel. Es **importante** tener el sensor apagado (interruptor en *OFF*) y el Arduino sin conectar al PC)

Para ello primero se ha de detectar en qué grupo muscular se colocará (sea de la pierna o del brazo). El sensor tiene 3 pads para electrodos, 2 en el “cuerpo” del sensor y un tercero unido al “cuerpo” mediante un cable:



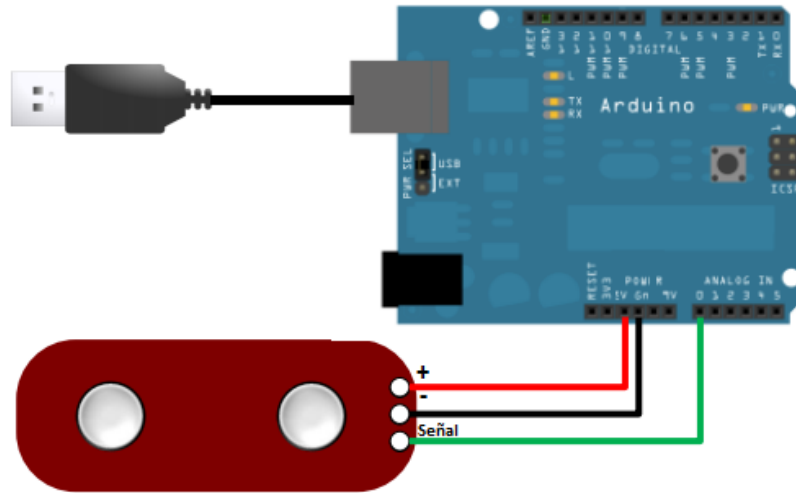
Se han indicado a qué parte del músculo deberán ir cada electrodo.

- Mitad: Debe ir colocado hacia la mitad del músculo.
- Final: Debe ir en la dirección del electrodo “mitad” hasta el final del músculo.
- Referencia: Debe ir colocado en una parte separada del cuerpo, como un hueso o un músculo no perteneciente a la zona a trabajar.



Cuando ya se tenga el sensor bien colocado, se conectarán los cables que transmiten los datos al Arduino. Estos cables son del siguiente color:

- Rojo (Alimentación): Conectado al pin de alimentación del Arduino (**5V**)
- Negro (Masa): Conectado al pin de masa del Arduino (**GND**)
- Verde (Señal): Conectado al pin que leerá los datos del Arduino (**A0**)



Para más información ver el *datasheet* correspondiente. (MyoWare, s.f.)

- Puesta en marcha

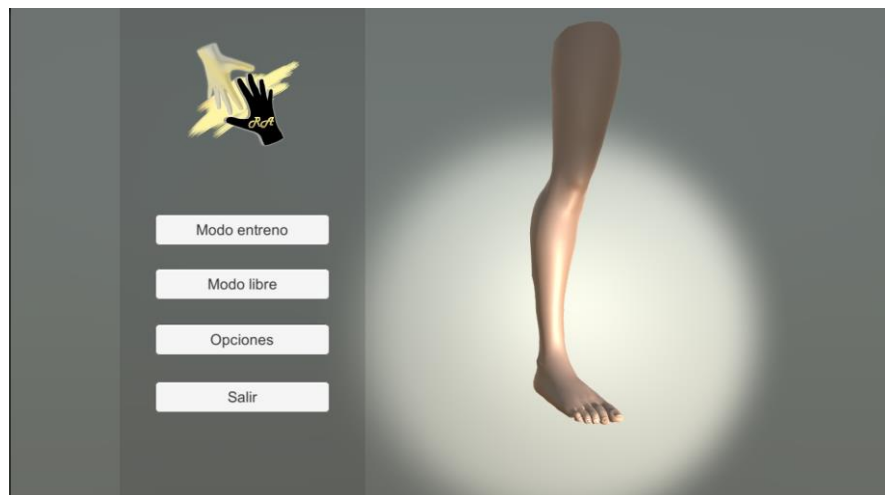
Primero se encenderá el sensor (interruptor en *ON*) y posteriormente se conectará el Arduino al PC (éste ya tendrá el programa necesario cargado).

Después abriremos la aplicación.

- Interfaces de la aplicación

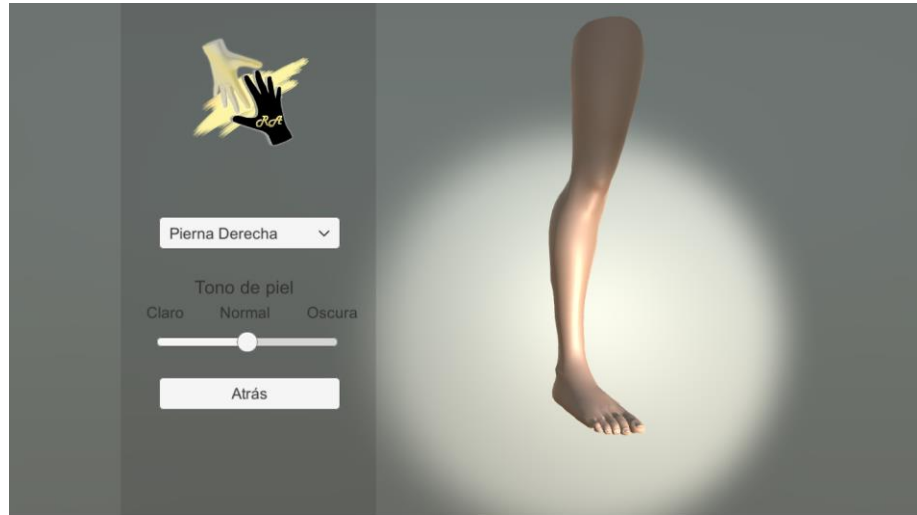
La aplicación se compone de 4 pantallas:

- Menú inicial



Es la primera pantalla que se ve al iniciar la aplicación. Es la pantalla conductora entre el resto de pantallas. En ella podremos acceder a los distintos modos de trabajo que hay: Modo Entreno o Modo libre. También se puede salir de la aplicación.

- Menú de ajustes



En esta pantalla podremos cambiar la configuración de la pierna a mostrar. Pierna izquierda o pierna derecha. También se puede cambiar el color de piel entre 3 distintos tonos.

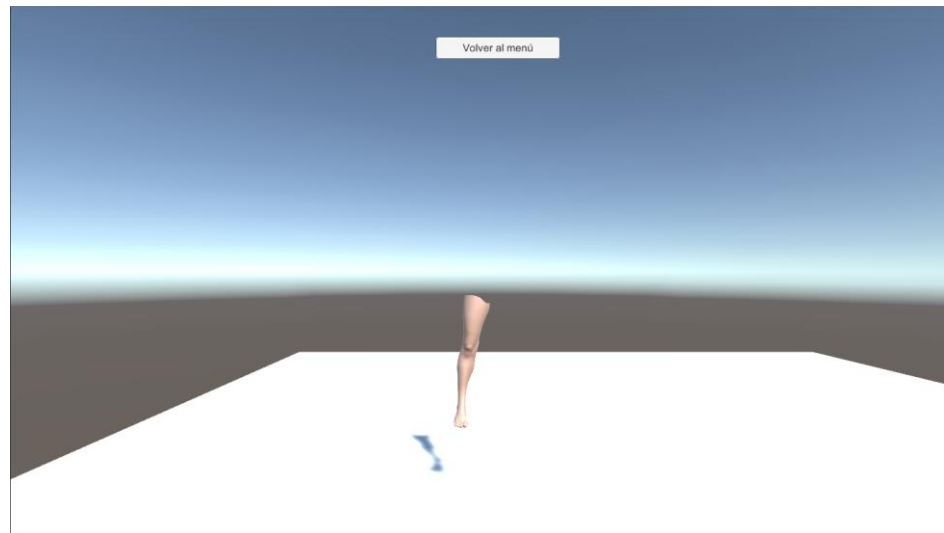
- Pantalla de entreno



Esta será la pantalla más importante, en la que el usuario puede practicar y realizar entrenamientos. Consiste en un juego en el que has de lanzar flechas a la diana.

La flecha solo será lanzada si el usuario tensa la cuerda lo suficiente, para que esto sea posible, tendrá que realizar una determinada fuerza. La sensibilidad de la fuerza que se ha de aplicar es regulable.

- Pantalla de entreno libre



Esta es la última pantalla, aquí podrá ver sus movimientos presentados de manera libre. Se utiliza como “campo de pruebas”.