

XI PREMIO NACIONAL DE
INICIACIÓN A LA
INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA



Miembros →

Victor Robleda Zapata

Hector Tamariz Cabrera

Zian Yu

Rodrigo Ramos Pérez

COLEGIO LEGAMAR
INTERNATIONAL SCHOOL

ÍNDICE

1.RESUMEN.....	1
2. Introducción al problema, hipótesis y marco teórico.....	2
3. Diseño inicial de la solución.....	5
4.Plan de desarrollo y cronograma de tareas.....	6
5.Avances del prototipo.....	7
6.Imágenes preliminares del prototipo o representación gráfica.....	8
7. CONCLUSIÓN.....	11

1.RESUMEN

Este proyecto propone una solución tecnológica para mejorar la recuperación de lesiones musculares, especialmente a las deportistas que tienen roturas en los músculos del muslo. Esta idea fue creada por hacer un seguimiento médico con ecografías es difícil y consume mucho tiempo. En lugar de depender solo de las citas médicas, esta manera permite a las deportistas pueden tener un control más constante sobre su recuperación sin perder el tiempo.

La muslera también tiene sensores que miden cosas como la presión, temperatura, posición y vibración del músculo. Estos sensores ayudan a ver como va mejorando el músculo y si tiene algunos problemas cuando estas haciendo actividades normales como caminar, subir escaleras. Esto permite monitorear la evolución de la sesión de manera precisa durante día a día, no hace falta de equipos médicos complicados. Se envía las informaciones a una aplicación que hemos hecho para mostrar cómo va la recuperación, actividades de los músculos y si tiene dolor o no. La aplicación expresa los datos con una forma clara y sencilla, permitiendo que el usuario puede saber su estado de salud en cuando quieran.

Esta muslera está hecha por neopreno, nylon y elastano, los que pueden hacer los músculos cómodos y elásticas. Estos materiales también aseguran que la muslera puede ser durable, permitiendo su uso prolongado sin perder sus propiedades. El plan de desarrollo de nuestro proyecto, será un proceso dividido en 6 partes. Primeros días (recolectar materiales), primera semana (desarrollo de la muslera), segunda semana (desarrollo de sensores), tercera semana (implantación de los sensores en la muslera), cuarta semana (continuación de la semana anterior) y primer mes (primer prototipo). En resumen, a las 2 semanas se tendrá la muslera y sensores hechos y al mes tendremos el primer prototipo. Durante cada día del proyecto se analiza lo que hemos hecho respecto a los productos finales de nuestro producto y nuestra aplicación.

La aplicación tiene 4 partes: Inicio, Medición en vivo, Progreso y Alertas, estos se usan para apuntar datos, generar informes y observar cómo va la lesión. De esta forma, los usuarios pueden recibir actualizaciones regulares sobre su estado y tomar decisiones informadas sobre su recuperación. Nuestro proyecto estará hecho en tinkercad, será una muslera en la cual se vean los 7 tipos de sensores que utilizamos para medir la evolución de la lesión colocados de forma estratégica. Por último, pero no menos importante, se verá reflejado el guión del video de 5 minutos.

Nuestro objetivo de este proyecto es ayudar a controlar las lesiones musculares desde casa y evitar ir al médico tantas veces y evitar nuevas lesiones. Además, al realizar un seguimiento constante, el proyecto también contribuye a prevenir nuevas lesiones al detectar posibles problemas a tiempo.

2. Introducción al problema, hipótesis y marco teórico

Introducción al problema: En la actualidad, el mundo del deporte se ve muy afectado con la sobrecarga de entrenamientos y partidos que sufren los deportistas. Cada vez la intensidad es mayor, el esfuerzo es mayor y la exigencia aún mayor. Esto lleva a mucha fatiga muscular provocando numerosas roturas de fibras en los músculos, sobre todo en los muslos. Esto hace que muchos deportistas pierdan tiempo y dinero en médicos. Como bien sabemos en la actualidad se tarda mucho tiempo en tener otra cita con un ecógrafo para que se realice una ecografía al músculo afectado tras realizar la primera cita. Por eso hemos pensado... ¿Y si hubiera una manera de llevar al día la recuperación del músculo solo llevando una maya que pueda analizar la evolución de la rotura de fibras?

Hipótesis: Nuestra propuesta es una muslera que no solo aprete el muslo, sino que a base de sensores y placas incrustadas en la malla esta pueda analizar la respuesta muscular del músculo viendo como esta responde a ciertas actividades como: estar sentado, estar de pie, andar, subir escaleras, ...). Esto facilitará la recuperación del músculo afectado ya que muchas veces pensamos que ya estamos recuperados pero no es así. Estos sensores le mandaran la información a una aplicación diciéndome como va evolucionando el músculo y que puedes hacer para acelerar su recuperación.

Marco teórico:

Inteligencia Artificial (IA) es una rama de la informática que busca crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento, el reconocimiento de patrones, la toma de decisiones y la resolución de problemas. Basada en modelos matemáticos, algoritmos y grandes volúmenes de datos, la IA se aplica en ámbitos como la salud, la educación, la robótica, el análisis de datos y el procesamiento de lenguaje natural, impulsando la automatización y optimización de procesos complejos. Dentro de este amplio campo, se encuentra Ideogram, una plataforma de inteligencia artificial generativa diseñada para crear imágenes a partir de descripciones textuales. Desarrollada por Ideogram AI, destaca por su capacidad para interpretar el lenguaje natural y generar representaciones visuales coherentes y creativas, integrando texto con gran precisión. Esto la convierte en una herramienta valiosa para la creación de carteles, logotipos, ilustraciones y contenido digital, contribuyendo al diseño gráfico asistido por IA y permitiendo que cualquier usuario produzca imágenes originales mediante simples comandos escritos. Por su parte, Chat GPT es un modelo de lenguaje basado en inteligencia artificial desarrollado por Open AI, diseñado para comprender y generar texto en lenguaje natural. Utiliza una arquitectura de red neuronal conocida como transformer y está entrenado con grandes volúmenes de datos textuales, lo que le permite mantener conversaciones, responder preguntas, redactar textos, traducir, resumir información y realizar tareas relacionadas con el procesamiento del lenguaje. La versión más reciente, GPT-5, mejora la coherencia contextual, la comprensión semántica y la generación de respuestas más naturales y precisas, siendo ampliamente utilizado en educación, atención al cliente, redacción asistida, programación e investigación.

Fuente: <https://www.ibm.com/es-es/topics/inteligencia-artificial> - IBM - 2023

Tinkercad es una herramienta en línea de diseño 3D y simulación electrónica desarrollada por Autodesk, que permite a los usuarios crear modelos tridimensionales, diseñar circuitos electrónicos y programar microcontroladores de manera intuitiva y accesible. Es ampliamente utilizada en educación, prototipado rápido y proyectos de ingeniería y robótica debido a su interfaz visual sencilla y entorno de simulación seguro.

Fuente:<https://www.tinkercad.com>–Autodesk–2024

El HTML (HyperText Markup Language), por sus siglas en inglés, es el lenguaje estándar de marcado utilizado para estructurar y representar el contenido de las páginas web. Fue desarrollado originalmente por Tim Berners-Lee a principios de la década de 1990 y constituye la base de la World Wide Web.

HTML utiliza una sintaxis basada en etiquetas (tags) que delimitan los distintos elementos de una página, como párrafos, títulos, imágenes, enlaces, tablas y formularios. Estas etiquetas permiten definir la organización semántica del contenido, facilitando su interpretación por los navegadores web.

En la actualidad, la versión más utilizada es HTML5, la cual incorpora nuevas etiquetas y funcionalidades que mejoran la integración de multimedia, interactividad y accesibilidad, además de permitir una mayor compatibilidad con tecnologías complementarias como CSS (Cascading Style Sheets) y JavaScript.

HTML es, por tanto, un componente esencial en el desarrollo web, ya que establece la estructura fundamental sobre la cual se diseñan y programan las aplicaciones y sitios en línea.

El lenguaje HTML (HyperText Markup Language) fue creado por Tim Berners-Lee en 1991.

Fuente:<https://developer.mozilla.org/es/docs/Glossary/HTML> – Mozilla Developer Network – 2025

Una aplicación es un programa de software diseñado para realizar tareas específicas en dispositivos electrónicos, como computadoras, tablets o teléfonos inteligentes. Su funcionamiento se basa en la interacción entre el usuario, la interfaz gráfica y el sistema operativo, donde la aplicación recibe entradas del usuario, las procesa mediante algoritmos y lógica de programación, y genera salidas o resultados que cumplen con la función para la que fue diseñada. Dependiendo de su tipo, las aplicaciones pueden ser locales (instaladas en el dispositivo) o basadas en la nube, accediendo a servicios y datos remotos para ampliar sus capacidades.

Fuente:<https://concepto.de/aplicacion/>–Concepto.de–2023

Los sensores biomédicos y táctiles son dispositivos esenciales en el monitoreo moderno, ya que permiten detectar y medir parámetros fisiológicos o mecánicos del cuerpo humano y convertirlos en señales eléctricas procesables para diagnóstico, seguimiento o tratamiento médico. Entre ellos se incluyen los sensores de temperatura, que registran cambios térmicos para controlar la posible inflamación o variaciones fisiológicas; los sensores de presión, capaces de medir la fuerza que se ejerce sobre una superficie para asegurar un ajuste adecuado y evitar daños o errores de medición; y los sensores de posición, que detectan la orientación o movimiento de un objeto, garantizando que el dispositivo se

mantenga correctamente colocado durante las mediciones. También se emplean sensores de contacto, que verifican la presencia o apoyo correcto sobre la piel, y sensores de vibración, que identifican pequeños movimientos musculares útiles en aplicaciones biomédicas. En conjunto, estos sensores ofrecen una lectura precisa, continua y confiable del estado del usuario, permitiendo un monitoreo integral en aplicaciones médicas, industriales y tecnológicas.

Fuente:<https://www.iberdrola.com/innovacion/sensores>–Iberdrola–2022

Una muslera es un dispositivo de soporte o sujeción que se coloca alrededor del muslo para brindar protección, compresión o estabilidad en la zona. Está comúnmente hecha de materiales elásticos y resistentes, como neopreno, spandex o poliéster, que permiten ajuste cómodo, movilidad y absorción de impactos. Las musleras se utilizan en deportes, rehabilitación y prevención de lesiones musculares, favoreciendo la circulación sanguínea y el soporte de tejidos durante la actividad física o la recuperación

Fuente:<https://www.ortopediaplus.com/blog/muslera-para-que-sirve>–Ortopedia Plus–2023.

La ecografía también llamada ultrasonografía, es una técnica de diagnóstico por imagen que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para generar imágenes del interior del cuerpo humano. Es un método no invasivo, seguro y sin radiación, ampliamente empleado en medicina general, obstetricia, cardiología y monitoreo de órganos internos, permitiendo visualizar tejidos, estructuras y fluidos con alta precisión.

Fuente:

<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003337.htm>–MedlinePlus–2023

La sobrecarga muscular se produce cuando un músculo o grupo muscular es sometido a un esfuerzo excesivo o repetitivo, superior a su capacidad de adaptación, lo que puede generar fatiga, dolor, microlesiones o inflamación. Es una causa frecuente de lesiones deportivas y molestias musculares, y su prevención incluye descanso adecuado, entrenamiento progresivo y técnicas de recuperación.

La rotura muscular es una lesión que ocurre cuando las fibras del músculo se rompen en su totalidad o parcialmente debido a sobrecarga, estiramientos bruscos o esfuerzos excesivos, lo que provoca dolor, inflamación, pérdida de fuerza y limitación del movimiento. Este tipo de lesión es frecuente en actividades deportivas o movimientos intensos sin preparación adecuada. **La recuperación de estas fibras dañadas** se basa en un proceso de reparación y regeneración que incluye la activación de células satélite y la síntesis de nuevas proteínas musculares, permitiendo restaurar la estructura y función del músculo. Dicho proceso se ve favorecido por el reposo, una buena nutrición e hidratación, así como por la aplicación de técnicas de fisioterapia y ejercicios de baja intensidad. Entre los ejercicios más recomendados están los estiramientos suaves, la movilidad articular, el trabajo ligero y los masajes, que ayudan a mejorar la circulación, reducir la inflamación y recuperar la fuerza y flexibilidad muscular, contribuyendo además a prevenir nuevas lesiones.

Fuente:<https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/rotura-muscular>–Clínica Universidad de Navarra–2024

Bluetooth es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite intercambiar datos a corta distancia entre dispositivos electrónicos, como teléfonos, computadoras, sensores o auriculares, utilizando ondas de radio de baja potencia. Su funcionamiento se basa en la creación de redes personales (piconets), donde los dispositivos se emparejan y sincronizan para transmitir información de manera rápida, segura y eficiente, sin necesidad de cables. Esta tecnología es ampliamente utilizada en dispositivos móviles, sistemas de audio, sensores biomédicos y wearables.

Fuente: <https://www.bluetooth.com/es/learn-about-bluetooth/> - Bluetooth SIG-2024

3. Diseño inicial de la solución

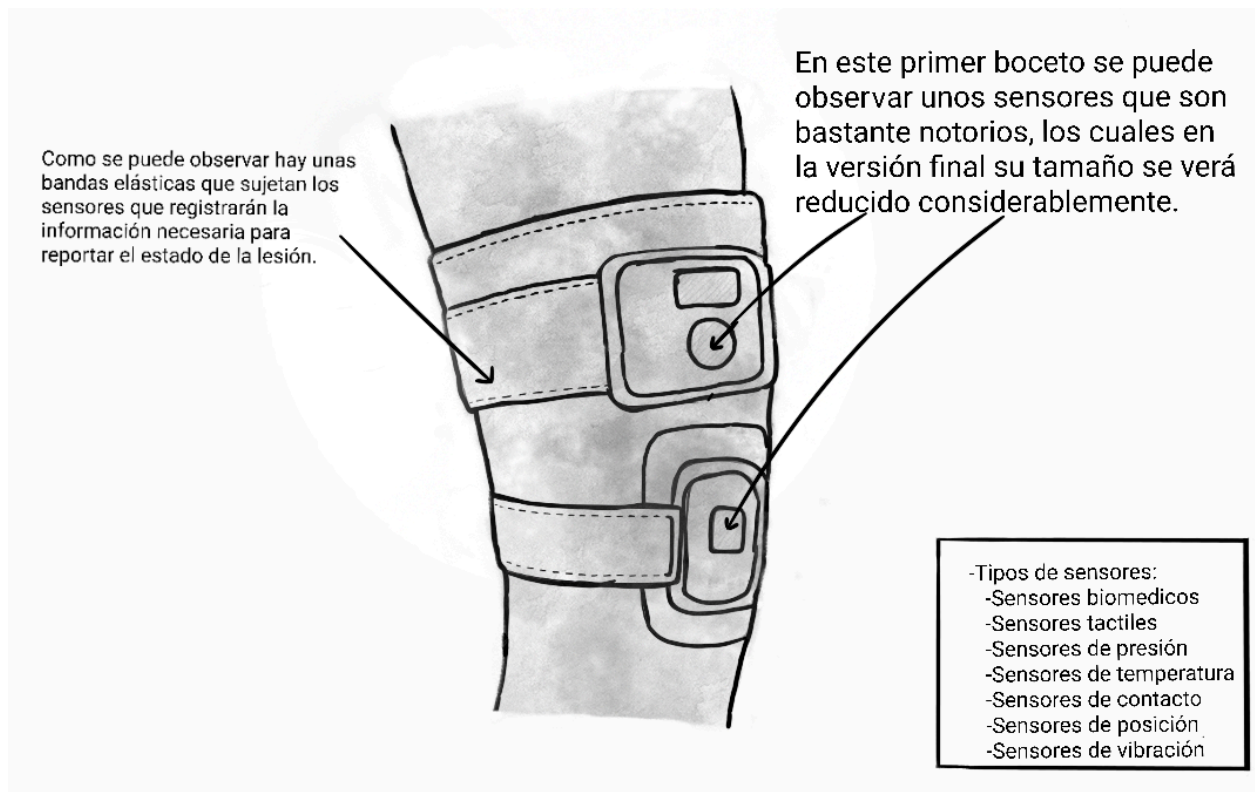


Figura 1. boceto inicial de nuestro proyecto

En esta imagen se puede observar nuestro concepto de nuestro experimento en el que como está explicado los sensores son unas de las cosas señaladas ya que son una de las cosas fundamentales para el funcionamiento de nuestro productor y a la recogida de los datos necesarios para posteriormente informará al usuario de su estado de la lesión y que pueda actuar en base a las mediciones de dichos sensores. También es fundamentalmente importante que el material sea lo bastante elástico y duradero para una fácil extracción y colocación de la muslera. Los materiales de todos los sensores y la propia tela serán de la mayor calidad posible, como ya está mencionado en el boceto las ligas que sujetan los dos sensores que posteriormente serán más pequeños y poco notorios. Por último implementaremos los distintos tipos de sensores que están en la leyenda de

nuestro boceto para una lectura de la mayor calidad posible y de la mayor precisión posible.



Figura 2. Pantalla principal de la aplicación.

Esta es nuestra interfaz de nuestra aplicación o lo que es lo mismo lo que vería un usuario nada más entrar en nuestra aplicación, obviamente cuando se conecte con la muslera mostrará un resumen rápido de el estado de tu lesión. Otra función que tendrá nuestra aplicación es que puedas ver voluntariamente tu progreso en el tiempo en el que esté conectado a la aplicación. Para continuar hay un boton que pone ir a medición en vivo el cual al darle te llevará directamente al apartado de la medición en vivo, en este apartado se podrá ver una medición precisa y certera de la lesión. Para concluir habrá que alertar al usuario de su nivel de dolor.

4. Plan de desarrollo y cronograma de tareas

Los materiales de los que se compondrá la solución son los siguientes:

Muslera→Está formada de neopreno que es el material que le da elasticidad a esta y es el material aislante que mantiene el músculo caliente.

Nylon que es el material que le da la durabilidad y resistencia al exterior de la muslera.

Elastano es el material que ejerce presión al músculo.

Sensores→Los sensores que vamos a utilizar son sensores de presión, temperatura, contacto, posición, vibración, biomédicos y táctiles. Estos están hechos de polímeros flexibles para adaptarse a la musculatura y la piel gracias a su gran flexibilidad que le dan los metales delgados.

Desarrollo→

1. *En los primeros días, se consideraron los materiales necesarios para la muslera y los sensores. Se realizó una búsqueda de información sobre estos.*

Se empezará a recolectar los materiales necesarios para la muslera y los sensores.

2. *En la primera semana*, se desarrollará la mejor muslera posible en base a los principios de comodidad, elasticidad y compresión. Cuando esté desarrollada continuaremos con los sensores.
3. *En la segunda semana*, se empezará o continuará el desarrollo de los sensores.
4. En la tercera semana, estos sensores hechos la semana anterior, se implementarán en la muslera para encontrar la manera de implementar el mayor número de sensores sin que la muslera sea incómoda.
5. *En la cuarta semana*, se continuará con lo de la semana anterior.
6. *Cuando llevemos un mes*, el primer prototipo deberá estar hecho.

Cronograma de tareas→

1. *Para la semana 2*, tanto la muslera como los sensores y los diagramas conceptuales deberán haberse desarrollado y terminado
2. *Para cuando llevemos un mes*, el primer prototipo deberá estar terminado y recibir las primeras pruebas de funcionamiento.

5. Avances del prototipo

Inicio del proyecto:

El desarrollo de Muslera SmartCare comenzó con la idea de crear una muslera inteligente capaz de monitorizar lesiones musculares y ayudar en el proceso de recuperación. Desde el primer momento, se planteó como un dispositivo wearable que integraría sensores y una aplicación móvil para ofrecer un seguimiento preciso y personalizado.

Primeros bocetos y definición anatómica:

En la primera fase se realizaron los primeros bocetos tanto de la muslera como de la aplicación que se conectaría a ella. Estas primeras aproximaciones permitieron visualizar la disposición de los componentes y la interfaz con la que interactuaría el usuario.

Posteriormente, se llevó a cabo una investigación anatómica fundamental para determinar la ubicación óptima de los sensores. Se identificaron los principales músculos que cubre la muslera y que serán objeto de estudio:

En la parte anterior del muslo: el cuádriceps femoral, el recto femoral, el vasto lateral y el vasto medial. En esta zona se decidió colocar el transductor principal de ecografía.

En la parte posterior del muslo: los isquiotibiales, incluyendo el bíceps femoral, el semitendinoso y el semimembranoso, músculos que presentan una alta incidencia en lesiones deportivas.

Se establecieron los criterios técnicos para la colocación de los sensores. El transductor principal debería situarse en el centro del vientre muscular, evitando los tendones, y mantenerse siempre en la misma posición, lo que

exigía una muslera con sujeción firme y puntos de referencia marcados. Además, se definió la disposición de los sensores secundarios: el sensor de presión se colocaría alrededor del transductor, el sensor de temperatura en las proximidades, el sensor de contacto en la superficie de apoyo del transductor, el sensor de posición en el módulo central para registrar la orientación y el movimiento de la pierna, y el sensor de vibración en zonas cercanas al músculo afectado.

Paralelamente, se inició el desarrollo de la aplicación móvil, que recibiría los datos de los sensores a través de conexión Bluetooth y los procesaría para mostrar los avances en la recuperación de la lesión.

Avances en la aplicación y optimización del diseño:

Durante la siguiente fase se continuó avanzando en el desarrollo de la aplicación, mientras se terminaban los bocetos iniciales y se introducían las primeras mejoras significativas, entre las que destaca la reducción del tamaño de los sensores a microsensores, lo que permitió hacer el dispositivo más discreto y cómodo para el usuario. En ese momento se completó también el desarrollo funcional de la aplicación.

Consolidación del prototipo y correcciones:

Se dio un paso clave con la selección de la muslera que serviría como base para el prototipo final. En este punto se definió el nombre del proyecto: Muslera SmartCare. Se elaboró una explicación conceptual de cómo se colocarían los sensores en la muslera, sentando las bases para la presentación del prototipo.

Posteriormente, se detectó y corrigió un fallo en la aplicación. Al mismo tiempo, se continuó trabajando en las imágenes preliminares, el diseño inicial y la elaboración de la portada, elementos esenciales para la comunicación visual del proyecto.

Finalización del proyecto:

En la fase final se elaboraron el guión y el resumen, así como la finalización del diseño inicial y las imágenes preliminares. Todo el trabajo concluyó en la obtención del prototipo final de Muslera SmartCare.

Características técnicas del prototipo:

El prototipo final integra los siguientes componentes:

Transductor de ecografía: ubicado en el centro del vientre muscular, ya sea en la zona anterior o posterior según el músculo lesionado, y fijado de forma estable mediante la sujeción firme de la muslera.

Sensor de presión: situado alrededor del transductor para garantizar un contacto adecuado.

Sensor de temperatura: colocado cerca del transductor para detectar posibles procesos inflamatorios.

Sensor de contacto: integrado en la superficie de apoyo del transductor para verificar que este se encuentra correctamente colocado.

Sensor de posición: alojado en el módulo central, encargado de registrar la orientación y los movimientos de la pierna durante la actividad del usuario.

Sensor de vibración: ubicado en zonas cercanas al músculo afectado para proporcionar retroalimentación táctil.

Todos los sensores se conectan mediante Bluetooth a una aplicación móvil, que procesa la información recibida y la presenta al usuario en forma de análisis y evolución de la lesión, facilitando así un seguimiento continuo y objetivo del proceso de recuperación.

Estado final:

Con la finalización del guión, el resumen, las imágenes preliminares, la portada y el prototipo conceptual, Muslera SmartCare queda como un proyecto completamente definido en su fase de diseño conceptual y funcional, listo para futuras etapas de validación técnica y desarrollo de prototipo físico funcional.

6. Imágenes preliminares del prototipo o representación gráfica

La aplicación consta de 4 páginas.

La primera de estas es la página de "Inicio". En la cual te aparecerá la presentación de esta y luego te pondrán los valores principales que miden nuestras musleras que son: dolor muscular, temperatura muscular y la actividad muscular.

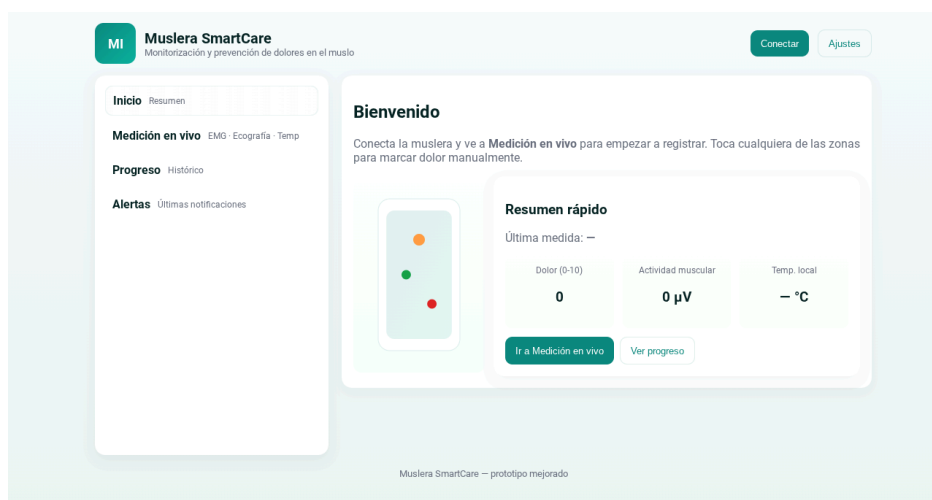


Figura 3. Pantalla de inicio de nuestra aplicación

En la segunda página, se llama "Medición en vivo". Esta proporciona los datos de dolor en tiempo real, tiene el botón que conecta desconecta la muslera de la aplicación, podrás imprimir los informes de actividad o

pasarlos a PDF para enviárselos al doctor y podrás generar un EXCEL con todas las alertas de dolor. Está analizará el dolor de las 3 principales partes del muslo: isquiotibiales (Posterior del muslo), cuádriceps (Anterolateral del muslo) y aductor (Zona lateral interna).

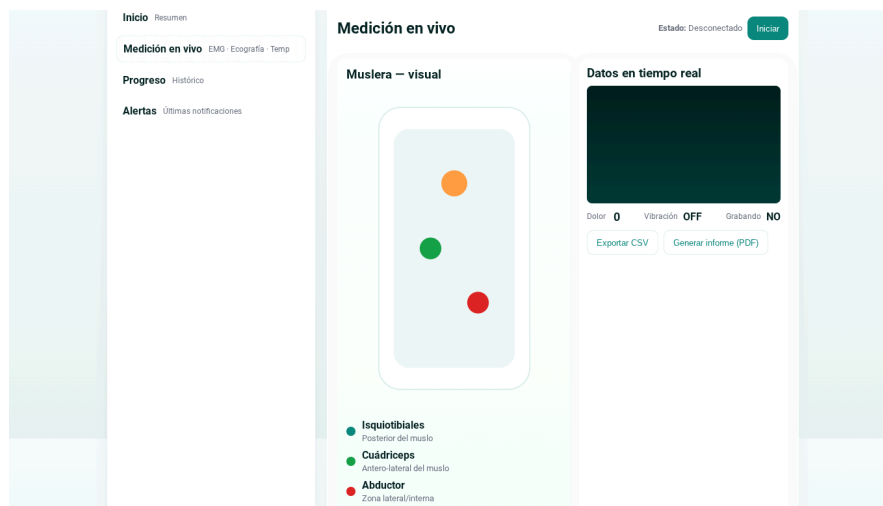


Figura 4. Pantalla que mide las constantes y las reacciones del musculo en tiempo real.

La tercera página, se llama “Progreso”. En esta página se verán los progresos diarios y semanales de la lesión, la previsión de mejora respecto a los días y semanas siguientes, la reducción de dolor durante el tiempo de la lesión y la media de EMG (promedio de la actividad eléctrica del músculo).

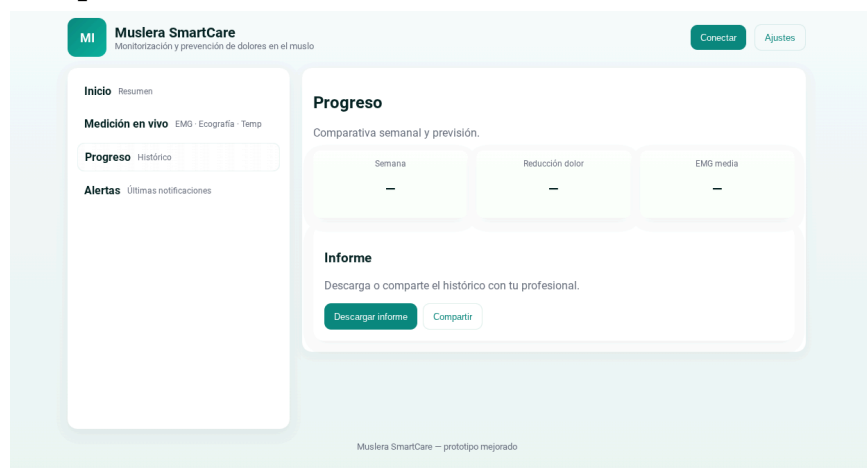


Figura 5. Pantalla que muestra el progreso

La cuarta y última página, se llama “Alertas”. En esta página saldrán las alertas de dolor muscular cada 3 segundos. Una posible referencia de la medición del dolor puede ser: 10-8 (hacer actividades de alta intensidad o estirar de forma excesiva), 7-5 (deporte de forma un poco intensa), 4-1 (actividades cotidianas como andar o subir escaleras o estirar levemente) y 0 (al estar en reposo sin hacer movimientos o sin estirar)

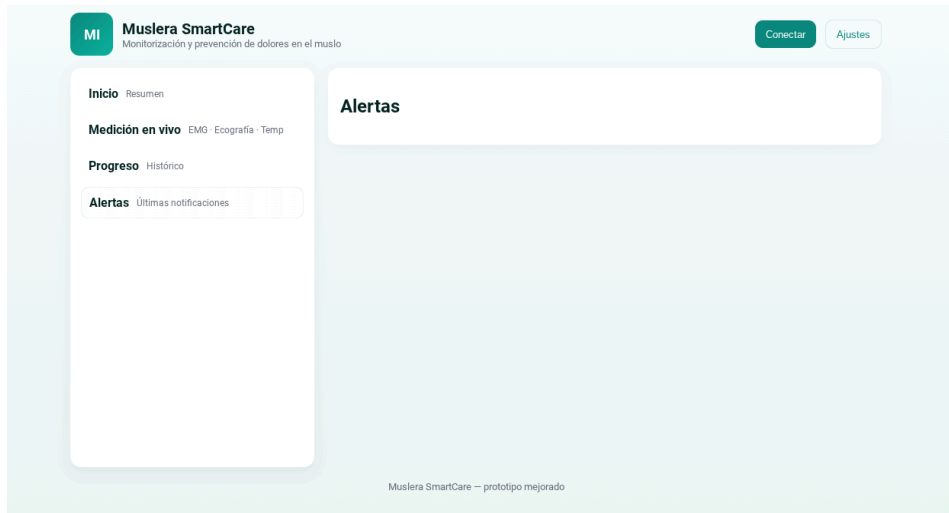


Figura 6. Pantalla que notifica las alertas
Este es nuestro prototipo final→

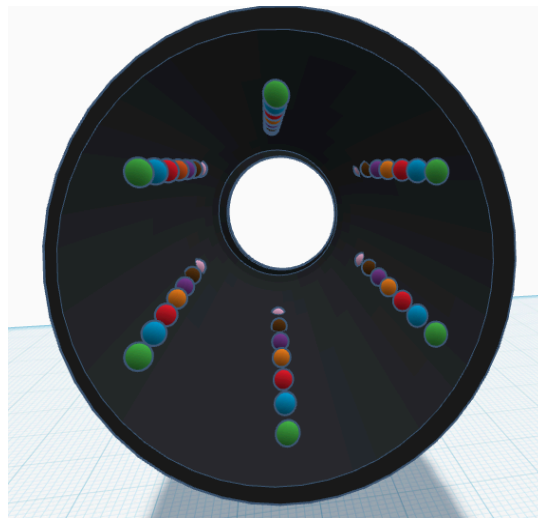


Figura 7. Imagen del proyecto final (Interior de la muslera frontal/zona alta)

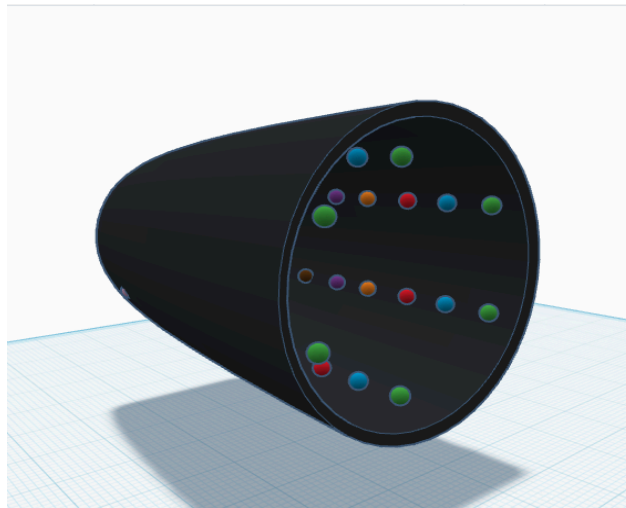


Figura 8. Imagen del proyecto final (Muslera lateralizada con vista al interior/derecha)

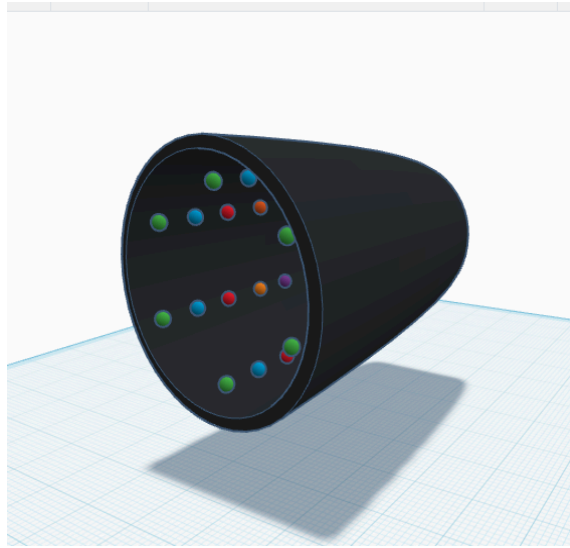


Figura 9. Imagen del proyecto final (Muslera lateralizada con vista al interior/izquierda)

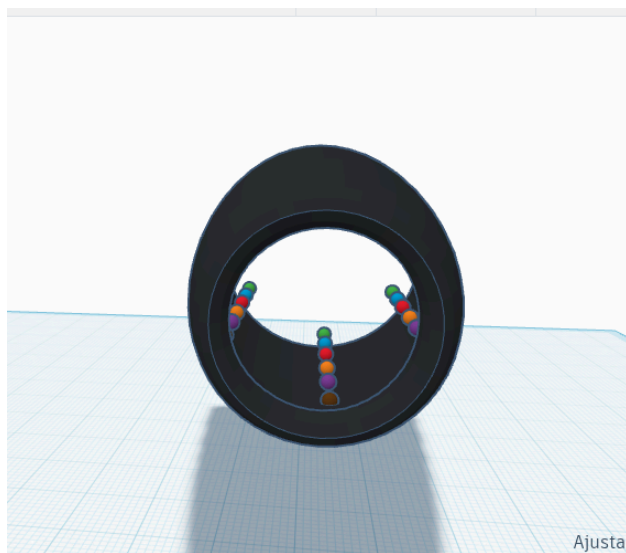


Figura 10. Imagen del proyecto final (Interior de la muslera frontal/zona baja)

Como se puede observar en las imágenes, vemos un cilindro negro la cual contiene diferentes bolas de colores. Este cilindro negro es la muslera dada su forma cilíndrica y cerandose hacia el fondo de esta haciendo ver así la forma de un muslo. Las pelotillas de colores hacen referencia a los conjuntos de 7 sensores ya antes mencionados (sensores de presión, temperatura, contacto, posición, vibración, biomédicos y táctiles). Cada conjunto de sensores medirá una parte específica del muslo para así asegurar que no existan confusiones por la señal de 2 sensores al mismo tiempo. También, con esta colocación buscamos abarcar el mayor espacio posible del muslo, consiguiendo un punto medio (ni muy incómodo o con pocos sensores).

7. CONCLUSIÓN.

Este proyecto desarrollado por alumnos de Legamar International School, presentó una solución tecnológica diseñada para mejorar la recuperación de las roturas de fibras musculares. Lleva sensores y un pequeño aparato de ecografía con el que se puede hacer un seguimiento desde casa, sin cables y en todo momento. Los datos se envían por Bluetooth a una aplicación móvil

que avisa si hay algún problema y muestra gráficos con los avances del paciente. De esta forma, la persona que se está recuperando puede cuidarse por sí misma y necesita ir menos veces al fisio, porque la aplicación ofrece informes claros que ayudan a mejorar la fisioterapia.