

## Tablero fisioterapéutico para reducir alteraciones en manos de adultos mayores

### Physiotherapeutic board to reduce hand disorders in older adults

JONATHAN ANDRÉS BASANTES PANCHI (\*), DANIELA ESTEFANÍA PAREDES TROYA,  
ADRIÁN GIOVANNY ALDAS PALACIOS, PABLO ORLANDO MENA LASLUIA,  
MARIO POLIBIO JIMÉNEZ LEÓN

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE  
Sede Latacunga , Calle Quijano y Ordoñez y Márquez de Maenza,  
Latacunga- Ecuador

\*jabasantes1@espe.edu.ec

## RESUMEN

El proyecto desarrollado en conjunto con el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), “Mis Mejores Años”. En él las brigadas médicas realizan visitas domiciliarias periódicas en coordinación con los GAD parroquiales de la provincia de Cotopaxi. Personal de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sede Latacunga, como apoyo a los profesionales, han construido dispositivos para realizar rehabilitación fisioterapéutica apropiada para los adultos mayores con el fin de reducir los dolores producidos por la artritis, artrosis y tendinitis.

Este trabajo presenta la construcción de un sistema multi-medial inteligente con tecnología asistida, para rehabilitación fisioterapéutica de dolores musculares en los adultos mayores de la provincia de Cotopaxi, de una de las unidades del MIES, “Canas de Vida” en Mulalillo.

Al pasar los años la fuerza muscular se ve afectada por las enfermedades degenerativas ya mencionadas debido al desgaste

Recibido: 2021-07-01  
Aceptado: 2021-11-17



progresivo de los cartílagos que se encuentran en el interior de las articulaciones por las actividades realizadas durante el transcurso de la vida.

Con base en las encuestas realizadas en la Unidad "Canas de Vida" se obtiene un análisis estadístico y se presenta la construcción de un sistema de rehabilitación para el cuarto segmento del miembro superior (mano). Se ha desarrollado un tablero con tecnología asistida que permite la atención a los adultos mayores para la rehabilitación y cuantificación del progreso del paciente con ayuda de un registro. El tablero electrónico portátil integra una comunicación inalámbrica (Bluetooth), la cual permite conectar el smartphone del médico especialista, proporcionando así un sistema de monitorización.

**Palabras clave:** enfermedades, fisioterapia, rehabilitación, monitorización, multi-medial.

## ABSTRACT

The project was developed in help of Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), "My Best Years". The medical brigades make periodic home visits in coordination with the parish governments of the Cotopaxi province. Members from the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga branch, in support of the professionals, have built devices to perform appropriate physiotherapeutic rehabilitation for older adults in order to reduce pain caused by arthritis, osteoarthritis and tendinitis.

This work presents the construction of an intelligent multi-medial system with assisted technology for physiotherapeutic rehabilitation of muscle pain in older adults in the Cotopaxi province, in one of the units of the MIES, "Canas de Vida" in Mulalillo.

As the years go by, muscle strength is affected by the aforementioned degenerative diseases, due to the progressive wear and tear of the cartilage inside the joints as a result of the activities carried out during the course of life.

Based on the surveys carried out in the "Canas de Vida" Unit, a statistical analysis is obtained and the construction of a rehabilitation system for the fourth segment of the upper limb (hand) is presented. A board with assisted technology has been developed that allows the care of older adults for rehabilitation and quantification of the patient's progress with the help of a registry. The portable electronic board integrates wireless communication (Bluetooth), which allows connecting the specialist physician's smartphone, thus providing a monitoring system.

**Keywords:** diseases, physiotherapy, rehabilitation, monitoring, multi-medial.

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA SOCIAL

El MIES tiene 59 centros de atención de adultos mayores en la provincia de Cotopaxi. El centro de atención "Canas de Vida" es uno de ellos y está ubicado en la parroquia de Mulalillo. Las enfermedades comunes en esta unidad son: artritis, artrosis y tendinitis causadas por: antecedentes familiares, lesiones en articulaciones y la edad, afectando directamente al adulto mayor,

debido al dolor, pérdida de movimiento en las articulaciones e impidiendo sus actividades.

Se propone el diseño y construcción de un tablero para rehabilitación fisioterapéutica con sistemas multi-mediales y tecnología asistida, que tiene como objetivo brindar una mejor atención al adulto mayor.

## SÍNTESIS Y APLICACIONES PRÁCTICAS

La población beneficiaria en su totalidad es 76% mujeres y 24% hombres, pertenecientes a la unidad "Canas de Vida". En las encuestas realizadas, se determina que el 100% de los adultos mayores tienen síntomas de artritis y artrosis en las manos. Con un 52% artritis, 16 % artrosis y 31% ambas enfermedades.

El tablero contiene tecnología asistida para el registro y almacenamiento de datos del paciente que permite la monitorización del avance del mismo. El tablero es fácil de transportar de un lugar a otro.

## INTRODUCCIÓN

Las alteraciones de la salud están relacionados con el aparato locomotor, es decir, músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos, nervios donde el cuerpo humano es sometido a posturas estáticas y repetitivas, durante prolongado tiempo, se puede iniciar una serie de eventos que pueden afectar el estado de la salud (Acevedo Avila et al., 2013).

Dentro del aparato locomotor, las manos son el instrumento principal de desarrollo y manipulación física de las actividades humanas, una lesión es de mucha importancia tomando en consideración la gran cantidad de terminaciones nerviosas que el cuerpo humano posee, siendo el principal transmisor táctil del medio, llegando a ocasionar incapacidad y limitaciones en el desarrollo de las actividades diarias (Cadena Vasco, 2016).

En la actualidad, constituyen un problema que afecta a millones de personas sin diferenciar etnia, clases sociales, sexo o edad, pues estas abarcan desde molestias leves pasajeras, hasta lesiones irreversibles y discapacidad, que pueden incluso dificultar o imposibilitar a la persona para trabajar y llevar una vida productiva y satisfactoria (Rodríguez et al., 2015).

La artrosis en los adultos mayores es una de las enfermedades degenerativas que más producen limitaciones de las capacidades funcionales y alteraciones de la calidad de vida, causadas por la edad o el empleo excesivo de las manos en actividades laborables llegando a una fatiga muscular hasta el desgaste del cartílago y a los tejidos que lo rodean (Jiménez Rodríguez, 2020).

La artritis es la hinchazón y sensibilidad de las articulaciones provocando dolores y rigidez, que con la edad llega a empeorar de manera drástica a causa de: el cartílago, el tejido duro y resbaladizo, que cubre a los huesos que pueden romperse provocando a las personas que lo padecen cansancio, fiebre y pérdida del apetito hasta llegar a afectar otras partes del cuerpo humano (Escobar Zurita, 2016).

Uno de los trastornos más frecuentes es la tendinitis que es la inflamación o la irritación del tendón y las cuerdas fibrosas que unen el músculo con el hueso, causando fuertes dolores en las muñecas, provocando hinchazones leves. Esto se debe a que las personas envejecen y sus tendones se vuelven flexibles, haciéndolos más vulnerables (Escobar Zurita, 2016).

Dentro de la provincia de Cotopaxi, los centros gerontológicos de atención no cuentan con los equipos necesarios para la rehabilitación en un 95%, por lo cual la atención es médica y no de rehabilitación, donde la población estimada es de 31934, es decir, el 8% de habitantes, los mismos que están entre los setenta a ochenta años. Las enfermedades comunes que atacan son osteoporosis (19%), diabetes (13%), problemas del corazón (13%) y enfermedades pulmonares (8%), en la provincia, el 58% son abandonados por parte de su familia (Granja Robayo, 2020).

La ingeniería de rehabilitación puede ser definida como: la aplicación de soluciones tecnológicas a los diferentes problemas que podrían enfrentar en la cotidianidad personas con discapacidad". En la actualidad, como resultado del acelerado avance en tecnologías para rehabilitación aplicadas en terapias, se puede proponer el concepto: Nuevas Tecnologías en Rehabilitación (Acevedo Londoño et al., 2017).

La Universidad de las Fuerzas Armadas Espe, como institución de educación superior, ha efectuado proyectos e investigaciones que han ayudado al área de fisioterapia por medio de las diferentes ramas de la ingeniería; la carrera de Ingeniería Mecatrónica ha realizado el diseño y construcción de una plataforma interactiva

para fisioterapia continua pasiva para lesiones del hombro, con el uso del dispositivo Kinect, donde aplicaron técnicas de movimiento continuo-pasivo y terapia de espejo por medio del estudio de la biomecánica (Muñoz Dávila & Rodríguez Raza, 2017). En la misma rama de la ingeniería se realizó el diseño e implementación de un dinamómetro digital para la valoración de fuerzas musculares en ángulos específicos de la flexión y extensión de la articulación de la rodilla, se incorporó el estudio de la biomecánica del cuerpo humano y usado para el fortalecimiento muscular y pruebas de rendimiento físico (Albán Paz & Ruales Franco, 2015).

La carrera de Ingeniería en Electrónica presentó el proyecto de diseño e implementación de un prototipo para fisioterapia con Kinect, desarrollada con Visual Studio 2013 con lenguaje de programación C++ WPF, donde el sistema se encarga de extraer la información de la rutina realizada por el paciente en cada sesión y almacenada en el sitio web (Fonseca Factos, 2016). En la misma área se realizó el diseño y construcción de un electro-estimulador y electromiograma con comunicación inalámbrica para la detección y tratamiento de enfermedades neuromusculares por medio de sensores que permiten adquirir señales bioeléctricas del cuerpo humano, generadas por los músculos esqueléticos con ayuda de electrodos no invasivos permitiendo la detección de enfermedades neuromusculares, siendo estas transmitidas inalámbricamente por bluetooth (Tutillo Taipe & Sinchiguano Chiliquinga, 2015).

En la sede Latacunga se realizó el diseño y construcción de una prótesis automatizada para la rehabilitación de la articulación de la rodilla en los pacientes del Patronato Municipal de Amparo

Social de la ciudad de Latacunga, el cual tiene por objetivo cumplir con el tratamiento de rehabilitación de rodilla de una manera automatizada, de tal forma que reduzca el tiempo de recuperación del paciente, tanto como el esfuerzo del profesional en fisioterapia, y de esta manera se contribuya notablemente en mejorar el nivel de vida de los pacientes (Jerez Villacrés & Vásquez Álvarez, 2017).

Dentro de la misma sede, los estudiantes propusieron el diseño y construcción de un equipo robótico para la rehabilitación de extremidades superiores para pacientes con daño cerebral adquirido, el cual consta de una plataforma interactiva para que el paciente realice la terapia con apoyo de los profesionales en fisioterapia (Ortiz Rendon & Cárdenas Arias, 2019).

El desinterés del adulto mayor es un problema que afecta a la provincia de Cotopaxi, en cuanto se habla de una rehabilitación desarrollada por los profesionales en fisioterapia. Por lo cual este proyecto tiene como objetivo diseñar y construir un tablero de rehabilitación fisioterapéutica que ayudará reducir un 10 % la atrofia, dolores musculares y afines, causada por la artritis, artrosis y tendinitis en los adultos mayores beneficiados del proyecto "Canas de Vida", en la parroquia Mulalillo del cantón Salcedo.

## METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló en el cantón Salcedo, parroquia Mulalillo, Unidad de Atención del MIES brigada "Canas de Vida".

La parroquia de Mulalillo está situada entre una altitud de 2600 a 3600 metros sobre el nivel del mar; queda al sur oeste de la cabecera cantonal a una distancia de 9 kilómetros, pasando por la vecina parroquia de Panzaleo. Jurisdiccionalmente limita al norte con la parroquia de San Miguel, al este con las parroquias de Panzaleo y Antonio José Holguín, al sur con la provincia de Tungurahua y al oeste con la parroquia de Cusubamba (GAD Parroquial Mulalillo, n.d.).

## MÉTODOS

Para obtener la información se formalizó una recopilación de datos elementales, basada en la técnica de encuesta realizada a la población beneficiaria. Además del apoyo de datos secundarios encontrados en artículos científicos, tesis, fichas técnicas (datasheet), las cuales fueron parte primordial para sustentar el desarrollo de la investigación. Por otra parte, se utilizó el enfoque cualitativo, lo que permitió analizar las evidencias encontradas y se pudo obtener datos que permitan conocer la situación actual de las enfermedades que presentan los adultos mayores en el centro de atención Canas de Vida.

Los adultos mayores beneficiarios de este proyecto tienen una edad mayor a los 70 años, de los cuales los hombres se encuentran en un rango de 71 a 95 años y las mujeres de 72 a 96 años.

Para recolectar los datos se aplicó como técnica de investigación la encuesta, siendo una técnica muy utilizada por su versatilidad y eficiencia. Permitiendo la formulación

de preguntas variadas, con el fin de recolectar información por medio del cuestionario, siendo este la fuente de datos primarios tomados en campo. El cuestionario constó de 10 preguntas, mismas que fueron formuladas de forma clara y concisa, direccionadas a obtener información sobre la situación actual que presentan los adultos mayores en el centro de atención Canas de Vida.

El sistema empleado para la rehabilitación fisioterapéutica en adultos mayores es un tablero inteligente con tecnología asistida, diseñado y desarrollado para la atención en la Unidad “Canas de Vida” Mulalillo, para cuantificar el progreso del paciente. El tablero inteligente integrará varios elementos electrónicos y eléctricos descritos en la Tabla 1.

El diagrama de flujo del tablero en la Figura 1 detalla el funcionamiento secuencial del tablero inteligente, desde su conexión inalámbrica hasta la generación del reporte obtenido con base en la información de los ejercicios realizados por el adulto mayor.

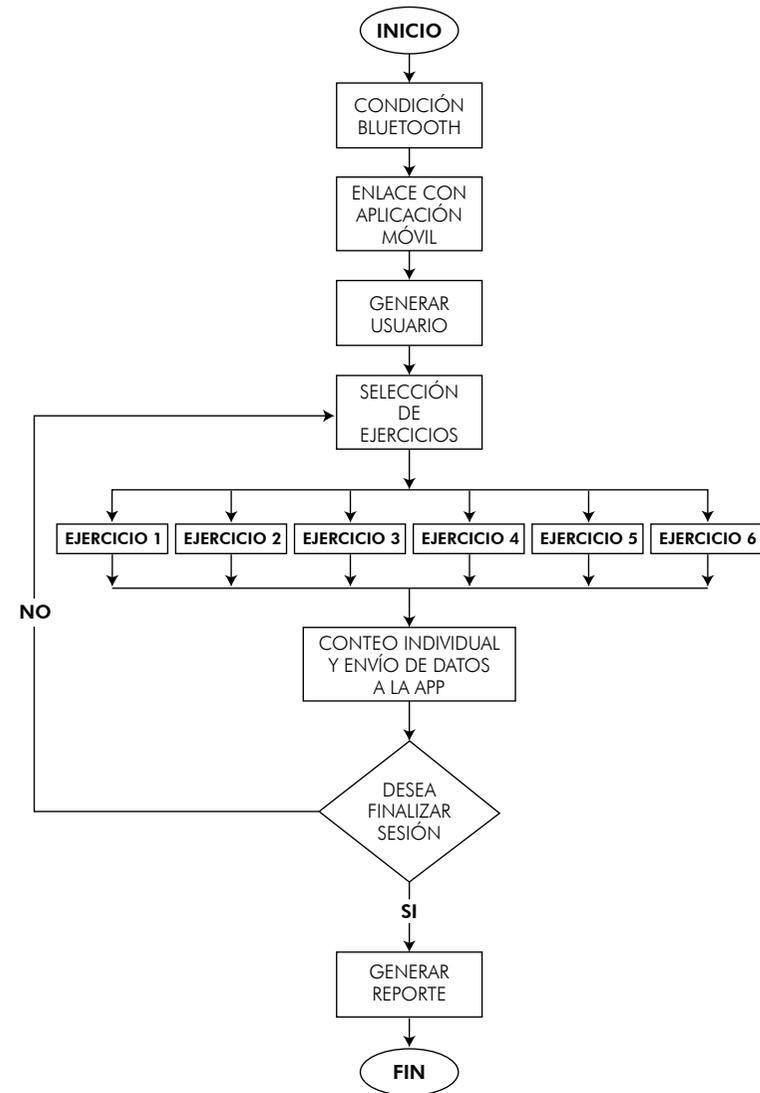
Los componentes electrónicos no solo se aplican para el diseño de un circuito electrónico, también sirven de forma adecuada para que se realicen ejercicios básicos para la rehabilitación de la mano en los adultos mayores. Además, resulta económica la implementación en este tipo de proyectos.

### Pulsador e Interruptor

La función principal del pulsador e interruptor o switch es permitir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica. En el

**Figura 1**

Diagrama de flujo del funcionamiento del tablero electrónico



**Nota.** Diagrama de flujo del funcionamiento general entre la interacción del tablero y la aplicación Android.

campo de la fisioterapia estos elementos se usan para la rehabilitación donde los adultos mayores pueden aplicar una fuerza para activarlos. Esta acción se la conoce como gramos de activación o fuerza de activación donde se debe aplicar aproximadamente 20 newtons (N) para un pulsador, y para un interruptor o switch está entre los 35-65 N. (5G, n.d.).

### Joystick

Un joystick en la rehabilitación fisioterapéutica es una palanca que permite desplazarse manualmente de manera rápida, suave y con un esfuerzo mínimo (eao, n.d.).

### Potenciómetro

Un potenciómetro es un resistor eléctrico variable y generalmente ajustable. En la actualidad se usa mucho el potenciómetro para la rehabilitación de pacientes debido a que se puede cuantificar los giros realizados por el paciente, donde el médico analizará con mayor facilidad su progreso (Ojeda Eguileor, 2017).

## RESULTADOS

El diseño y construcción del tablero electrónico es realizado con la finalidad de ayudar y mejorar la movilidad de la mano de un grupo de 25 adultos mayores de los sectores de San Luis, Saguota, El Rosal, San Ignacio; pertenecientes a la parroquia de Mulalillo en la provincia de Cotopaxi.

**Tabla 1**

*Elementos Electrónicos usados en el tablero de rehabilitación*

Elementos	Función
MÓDULO JOYSTICK	Ayuda a la movilidad de los dedos, al usar únicamente un dedo a la vez mediante un ejercicio de rotación circular con retorno automático.
MÓDULO ROTATIVO	Consiste en un potenciómetro que gira para encender leds de colores progresivamente de acuerdo al avance.
MÓDULO INTERRUPTORES	Enfocado para el uso de todos los dedos de la mano, en donde se debe aplicar fuerza, ya que a cada uno le corresponde un interruptor.
MÓDULO PULSADORES	Ayuda a ejercer presión constante al momento de utilizar los dedos de la mano, los interruptores se encuentran distribuidos acordes a la posición de los dedos.
MÓDULO ALDABA	Enfocado para realizar un desplazamiento lineal, aplicando fuerza para llegar al final del recorrido y puede ser usado para fomentar el agarre de pinza
MÓDULO ULTRASÓNICO	Incentiva a realizar ejercicios de apertura y cierre de las manos.
LEDS	Son el estímulo visual que acompaña a los ejercicios de cada módulo.
BLUETOOTH	Se encarga de la comunicación inalámbrica.
BATERÍA	Para dar alimentación de voltaje al tablero se usa un "Power Bank", que proporciona 5 Voltios para lograr un funcionamiento autónomo. La batería se recarga mediante un cargador USB de 5 voltios

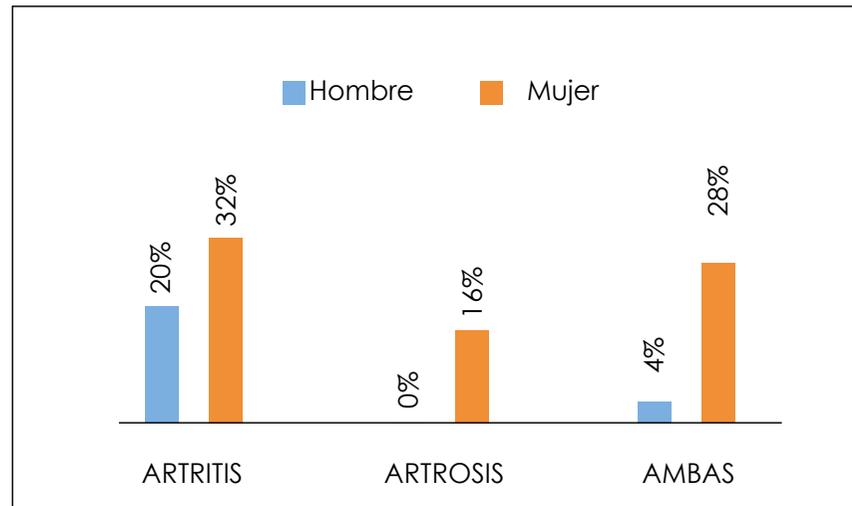
**Nota.** Descripción de los elementos eléctricos y electrónicos que incorpora el tablero y la función de cada uno.

La población beneficiaria del proyecto son 76% del género femenino y un 24% masculino, en cuanto al porcentaje de adultos mayores que viven acompañados es del 88% y el 12% viven solos.

Las encuestas también nos muestran que las mujeres son las más propensas a sufrir de artritis y artrosis en comparación a los hombres. Se obtiene que el 20% corresponde a los hombres que tienen artritis, el 4% corresponde a los hombres que sufren ambas enfermedades. Por otro lado, el 32% corresponde a las mujeres que sufren solo de artritis; el 16% corresponde a las mujeres que poseen artrosis y el 28% sufre de ambas enfermedades representadas en la Figura 2.

**Figura 2**

Frecuencia de hombres y mujeres con artritis y artrosis



Nota. Obtenido de encuesta

El diseño del tablero de rehabilitación fisioterapéutica fue realizado por medio del diseño asistido por computador, siendo un método muy aplicado en la actualidad para el desarrollo de prototipos. Para el diseño se consideraron las necesidades del usuario, por medio de pruebas y análisis de medidas. Efectuado por personal médico y de ingeniería.

La construcción de la estructura física del tablero de rehabilitación fisioterapéutica fue realizado en una impresora 3D, con el fin de construir una estructura liviana y resistente como se observa en Figura 3.

**Figura 3**

Construcción física del tablero vista lateral, vista derecha e izquierda



Nota. Resultado final de la construcción del tablero de rehabilitación para adultos mayores.

La aplicación móvil que va a poseer el médico tratante se puede descargar, instalar y acceder directamente desde su teléfono celular. Para instalar la aplicación es necesario tener el archivo apk desarrollado, que es compatible con el sistema operativo Android.

Por medio de la interfaz de la aplicación se tendrá acceso a ingresar los datos del paciente, tipo de ejercicio y crear un documento de registro de las actividades realizadas por el paciente.

### Tratamiento sugerido por fisioterapeuta

El tratamiento sugerido por la especialista en fisioterapia, la cual inspeccionó y manipuló el tablero de rehabilitación con sistemas multi-mediales inteligentes y tecnología asistida es el siguiente:

- **Módulo joystick**

Se pide al adulto mayor que forme una “pinza” con los dedos pulgar e índice para sujetar el joystick y realice movimientos circulares con la muñeca.  
 Repeticiones: 3 series de 5 repeticiones.

- **Módulo rotativo**

Se pide al adulto mayor que forme una “pinza” con los dedos pulgar e índice para sujetar el potenciómetro y realice movimientos circulares con los dedos.  
 Repeticiones: 3 series de 5 repeticiones.

- **Módulos interruptores**

Se pide al adulto mayor que con cada uno de los dedos, de forma independiente, ejerza una fuerza en los interruptores correspondientes a cada dedo.  
 Repeticiones: 3 series de 5 repeticiones.

- **Módulos pulsadores**

Se pide al adulto mayor que ejerza una fuerza simultánea con los 5 dedos de la mano en cada uno de los pulsadores correspondientes a cada dedo.  
 Repeticiones: 3 series de 5 repeticiones.

- **Módulo aldaba**

Se pide al adulto mayor que forme una “pinza” con los dedos pulgar e índice para sujetar el picaporte de la aldaba y ejerza una fuerza al pulsador que se encuentra al frente con el deslizamiento.  
 Repeticiones: 1 series de 10 repeticiones.

- **Módulo ultrasónico**

Se pide al adulto mayor que coloque su mano abierta en frente de los sensores y que abra y cierre su mano.  
 Repeticiones: 3 series de 5 repeticiones.

## DISCUSIÓN

Con base en los datos obtenidos de las encuestas realizadas, se determina que el 100% de adultos mayores tienen síntomas de

artritis y artrosis como se plantea en los análisis del presente documento. Todos los encuestados tienen sintomatología en las manos, por lo que se requiere realizar un sistema de rehabilitación fisioterapéutica para esta parte del cuerpo en específico. Para mejorar la eficiencia y calidad del acceso de la información generada por el paciente, se puede implementar a futuro una base de datos conectada a la nube, en la cual el fisioterapeuta tendrá la facilidad de observar y analizar el progreso de cada caso clínico del adulto mayor, desde un celular o desde su ordenador con acceso a internet.

Además, por el momento la aplicación se encuentra desarrollada y disponible para dispositivos móviles que cuenten con sistema operativo Android, se tiene como expectativa de publicar esta aplicación en la Play Store de Google.

## CONCLUSIONES

El diseño del tablero con tecnología asistida para la rehabilitación fisioterapéutica de dolores musculares en los adultos nace a partir de las encuestas realizadas a los pacientes de la unidad de atención "Canas de Vida" Mulalillo, y se determina que todos los adultos mayores presentan síntomas de artritis y artrosis en las manos.

El tablero de rehabilitación posee tecnología asistida para el registro y almacenamiento de datos del paciente que permite la monitorización del avance del mismo. El tablero es compacto y portátil, siendo fácil de transportar de un lugar a otro.

Para la comunicación entre el tablero y el dispositivo móvil se emplea tecnología Bluetooth, que se encuentra incorporada en todos los smartphones en la actualidad. Siendo así posible desarrollar una aplicación Android para el uso del médico tratante, y de esta manera coordinar el envío y recepción de información del paciente de forma local en su dispositivo. La interfaz de usuario permite al médico interactuar con el tablero de forma dinámica, clara y eficiente en tiempo real.

Con el compromiso entre el médico a cargo de la Unidad "Canas de Vida" y el trabajo multidisciplinario de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sede Latacunga, se logró determinar los ejercicios requeridos que van a ayudar a los adultos mayores con la implementación del tablero de rehabilitación y así reducir el 10% de atrofia, dolores musculares y afines, causada por la artritis y artrosis.

## AGRADECIMIENTOS

Extendemos un agradecimiento a las autoridades del Ministerio de Inclusión Económica y Social MIES, por su apertura y colaboración con el proyecto, el cual se lo hizo en beneficio de la comunidad partiendo del contexto social y de acuerdo a sus necesidades, beneficiando al centro de atención para adultos mayores "Canas de Vida", Mulalillo.

Se extiende un especial agradecimiento al centro de atención para adultos mayores "Canas de Vida", cuya participación fue pilar fundamental en la presente investigación.



## REFERENCIAS

- 5G, M. (n.d.). Extensor para la gama de botones 5G. ERMEC. <http://www.ermec.com/catalogos/2013/extensor-para-pulsadores-con-alturas-variables-castellano.pdf>
- Acevedo Avila, P., Soto Subiabre, V., Segura Solano, C., & Sotomayor Castillo, C. (2013). Prevalencia de Síntomas Asociados a Trastornos Musculoesqueléticos en Estudiantes de Odontología. *International Journal of Odontostomatology*, 7(1), 11–16. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2013000100002>
- Acevedo Londoño, J., Caicedo Bravo, E., & Castillo García, J. (2017). Aplicación de tecnologías de rehabilitación robotica en niños con lesión del miembro superior. *Revista de La Universidad Industrial de Santander*, 49, 103–114. <https://doi.org/10.18273/revsal.v49n1-2017010>
- Albán Paz, A., & Ruales Franco, L. (2015). Diseño e implementación de un dinamómetro digital, para la valoración de fuerza muscular en ángulos específicos de la flexión y extensión de la articulación de la rodilla [Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/13069/T-ESPE-057230.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cadena Vasco, A. S. (2016). Recuperación funcional y muscular del dedo medio, anular y meñique tras la amputación realizada hace 3 años del dedo pulgar e índice de la mano izquierda, sin haber asistido a rehabilitación durante este período [Universidad Técnica De Ambato]. In Universidad Técnica De Ambato. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24035/2/Cadena Vasco Annabella Stefania.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24035/2/Cadena%20Vasco%20Annabella%20Stefanía.pdf)
- eao. (n.d.). Joysticks. Eao. [https://eao.com/fileadmin/documents/PDFs/es/03\\_brochures/EAO\\_PB\\_09\\_Joysticks\\_ES.pdf](https://eao.com/fileadmin/documents/PDFs/es/03_brochures/EAO_PB_09_Joysticks_ES.pdf)
- Escobar Zurita, M. A. (2016). Incidencia de tendinitis rotuliana asociada a la falta de estiramiento post entrenamiento en ciclistas. Universidad Técnica de Ambato.
- Fonseca Factos, S. (2016). Diseño e implementación de un prototipo para fisioterapia con KINECT [Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/11612>
- GAD Parroquial Mulalillo. (n.d.). Situación geográfica de la parroquia “Mulalillo.” GAD Parroquial Mulalillo. <https://mulalillo.gob.ec/cotopaxi/situacion-geografica/>
- Granja Robayo, C. (2020). Vulnerabilidad de la población adulta mayor del cantón Latacunga para identificar un modelo de desarrollo local. Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Jerez Villacrés, P., & Vásquez Álvarez, J. (2017). Diseño y construcción de una órtesis automatizada para la rehabilitación de la articulación de la rodilla, en los pacientes del patronato municipal de amparo social de la ciudad de Latacunga [Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/13083>

Jiménez Rodríguez, K. M. T. (2020). Análisis biomecánico osteomioarticular de artrosis de mano en pacientes que acuden al laboratorio de terapia física de la Universidad Técnica de Ambato [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30967>

Muñoz Dávila, J., & Rodríguez Raza, R. (2017). Diseño y construcción de una plataforma interactiva para fisioterapia continua pasiva para lesiones del hombro con el uso del dispositivo KINECT [Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/13069/T-ESPE-057230.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ojeda Eguileor, I. (2017). Utilidad del potenciómetro frente al pulsómetro en el entrenamiento de ciclistas [Universidad de Valladolid]. [http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/26662/TFGO\\_993.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/26662/TFGO_993.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ortiz Rendon, A., & Cárdenas Arias, M. (2019). Diseño y construcción de un equipo robótico para la rehabilitación de extremidades superiores, para pacientes con daño cerebral adquirido (DCA) [Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/20685>

Rodríguez, L., Acosta, Y., Irausquín, C., & Millano, V. (2015). Enfermedades y trastornos del sistema osteomuscular y la planificación de políticas de salud pública en Venezuela. *Revista Multiciencias*, 15, 4. <https://www.redalyc.org/pdf/904/90444727010.pdf>

Tutillo Taipe, K., & Sinchiguano Chilibingua, N. (2015). Diseño y construcción de un electroestimulador y electromiograma con comunicación inalámbrica para la detección y tratamiento de enfermedades neuromusculares [Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/10116>



## BIOGRAFÍA DE LOS AUTORES



**Jonathan Andrés  
Basantes Panchi**

Estudiante de  
Ing. Electrónica e  
Instrumentación.  
Experiencia Laboral:  
Pasante en ACSIMB  
Automatización y Control.



**Daniela Estefanía  
Paredes Troya**

Estudiante de  
Ing. Electrónica e  
Instrumentación  
Experiencia Laboral:  
Pasante en Les Levo  
Electromechanical Services  
Cia. Ltda.



**Adrián Giovanni  
Aldas Palacios**

Egresado de la carrera de  
Ingeniería Electromecánica  
Experiencia Laboral:  
Pasante en Mega Electric



**Ing. Pablo Orlando  
Mena Lasluisa**

Ingeniero Eléctrico.  
Magister en Gestión de  
Energías.  
Jefe de la Central Pucara  
(INECEL)1982-1986  
Docente a tiempo  
completo de la Universidad  
de Las Fuerzas Armadas  
ESPE- Sede Latacunga  
en el Departamento de  
Eléctrica y Electrónica.  
Director de Vinculación  
con la Sociedad



**Ing. Mario Polibio  
Jiménez León**

Ingeniero Electromecánica.  
Magister en Energías  
Renovables.  
Docente a tiempo  
completo de la Universidad  
de Las Fuerzas Armadas  
ESPE- Sede Latacunga  
en el Departamento de  
Eléctrica y Electrónica.