

**SISTEMA DE IOT DE DETECCIÓN DE CAÍDAS APLICADO A PERSONAS DE LA
TERCERA EDAD EN COLOMBIA.**

Valentina Gonzalez Avila

Jaime Alexis Piñeros Guerrero

Universidad EAN

Facultad De Ingeniería

Ingeniería De Sistemas

Bogotá, Colombia

2022

**SISTEMA DE IOT DE DETECCIÓN DE CAÍDAS APLICADO A PERSONAS DE LA
TERCERA EDAD EN COLOMBIA.**

VALENTINA GONZALEZ AVILA

JAIME ALEXIS PIÑEROS GUERRERO

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO DE SISTEMAS

Director (a):

Julien Gwendal Chenet

Universidad Ean

Facultad De Ingeniería

Ingeniería De Sistemas

Bogotá, Colombia

2022

Resumen

Los adultos mayores tienden a tener accidentes o caídas que pueden ser perjudiciales para la salud, debido a las complicaciones que pueden venir después. Si estos accidentes y/o caídas no son tratadas a tiempo, tienden a complicar la vida del adulto mayor, además del costo del personal médico o de una enfermera, que puede elevarse significativamente, entre los gastos de una familia normal en Colombia. Una proporción alta de las familias no cuentan con los recursos suficientes para cubrir estos gastos, independientemente de lo dañino que representan estos accidentes para la salud emocional y física de los adultos mayores.

Se pretende ofrecer una solución a través de un sistema de IoT de detección de caídas, el cual pueda notificar a la persona encargada que el adulto mayor tuvo un accidente o una caída y necesita asistencia, cumpliendo 2 necesidades, una el monitoreo presente las 24 horas del día y la otra el factor económico en donde el producto es más accesible para las familias. Si bien en el mercado ya existen algunos sistemas que permiten cumplir con este objetivo, requieren de una infraestructura que no resulta favorable por lo cual se buscó una solución a esta necesidad.

El objetivo de nuestra investigación y desarrollo es la prevención de complicaciones en los adultos mayores, evitando que los accidentes o caídas pasen desapercibidos y terminen en complicaciones graves y/o con un costo médico elevado.

Palabras Clave: Caídas, Adultos mayores, IoT, Accidentes, Población, Tecnología, Detector, Acelerómetro, Giroscopio.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	8
2.1 GENERAL.....	8
2.2 ESPECÍFICOS.....	8
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	9
4. JUSTIFICACIÓN	10
5. Análisis de requerimientos	11
5.1 Fiabilidad del sistema.....	11
5.2 Funciones y servicios	11
5.3 Diseño	11
5.4 Interfaz de usuario.....	12
5.5 Conexiones.....	12
5.6 Normativo	12
6. Marco de referencia	12
6.1 Caídas en adultos mayores	12
6.1.1 Causas	13
6.1.2 Factores de riesgo.....	13
6.2 Tecnologías utilizadas	13
6.2.1 IoT (Internet de las Cosas)	13
6.2.2 Sensores	14
6.2.3 Antena Parche (Microstrip):	14
6.2.4 Protocolo UART:	14
6.2.5 Bus I2C:	14
6.2.6 Giroscopio y acelerómetros:	14
6.2.7 Velocidad angular:	14

7.	Análisis de restricciones.....	15
7.1	Económicas	15
7.2	Legales.....	15
7.3	Aplicación.....	15
8.	Metodología para la selección y desarrollo de la solución	16
8.1	Selección de la solución.....	20
9.	Análisis de costos.....	21
10.	Conclusiones.....	22
11.	Referencias.....	23

1. INTRODUCCIÓN

En todas las etapas de nuestra vida sufrimos accidentes de algún tipo que pueden conllevar a cambios en nuestros hábitos y estilo de vida; específicamente cuando llegamos a la vejez, nuestro cuerpo puede demorarse más tiempo y no necesariamente tiene la capacidad de sanar como en nuestra juventud.

En la antigüedad, las sociedades no necesariamente contaban con suficientes especialistas en el campo de la medicina y sus técnicas no esencialmente eran las mejores. Sin embargo, gracias a desarrollos tecnológicos, se han logrado grandes avances en la medicina. Hoy en día somos capaces de operar a distancia, se han generado modelos matemáticos que permiten predecir la probabilidad de padecer algunas enfermedades como el Alzheimer, todos estos avances han permitido que la expectativa de vida a nivel global haya incrementado significativamente. Según la Organización Mundial de la Salud, entre 2020 y 2030, el porcentaje de habitantes del planeta mayores de 60 años aumentará un 34% (Salud, Envejecimiento y salud, 2021, 4 octubre).

De acuerdo con datos obtenidos por el DANE en el censo de población y vivienda del 2018, el crecimiento de la población mayor de 60 años para el 2022 es del 4,8% anual, este número incrementa conforme pasan los años (DANE, 2020).

Si se tienen en cuenta, problemas específicos relacionados con la edad y el género, se logra evidenciar que debido a que, en sus etapas escolares y laborales, muchas de las mujeres que hoy atraviesan los 60 años no tuvieron una educación formal y su participación laboral no fue reconocida en muchos casos. En consecuencia, es muy común observar mujeres mayores que no cuentan con una pensión, ni con seguros de vejez, ni tampoco recursos materiales suficientes para sobrevivir (Social, (2013, abril)).

El cuidado de los adultos mayores se ha convertido en un tema de interés a nivel mundial, ya que cada vez se cuenta con menos personal capacitado que pueda satisfacer la demanda dicha población. Al referirnos específicamente de Colombia, podemos notar que los servicios médicos resultan sumamente costosos para la gran mayoría de personas, ya que aproximadamente el sueldo de un cuidador esta cercano a los \$728.368 COP (Serra Rexah, 2006). Este costo alto, que representa el cuidado de los adultos mayores, aparece siendo por encima de las capacidades

económicas de muchos en Colombia, por lo que las familias prefieren enviar a geriátricos a estos adultos mayores o incluso, los dejan vivir en una casa u apartamento completamente solos, estando propensos a accidentes en baños, escaleras u otros sitios del hogar.

A través de IoT (Internet de las cosas), se creará una herramienta que permita detectar cuando un adulto mayor se cae, utilizando diferentes sensores como acelerómetros que permiten medir la aceleración lineal y angular y de esta forma verificar si hubo un cambio brusco en el objeto, en este caso sería en la persona. Esto va por supuesto, en combinación con una aplicación que capture, analice la información y genere alarmas. Se realizará el diseño de un prototipo en el cual se usarán Arduinos, sensores y el diseño de la aplicación.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Construir un sistema de detección de caídas que permita detectar cuando un adulto mayor se cae, conectado a una aplicación que capture, analice información y genere alarmas.

2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar la proporción de adultos mayores que sufren de caídas que conllevan a un seguimiento médico y/o sobre costo para la familia asociada.
- Determinar los requerimientos que debe tener el prototipo
- Proponer un prototipo inicial del sistema de detección de caídas funcional, que responda a las necesidades planteadas.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los adultos mayores debido al paso del tiempo o como se conoce en el escenario médico, la sarcopenia, es la pérdida de masa muscular esquelética por envejecimiento ocurre esto entre los 45-50 años de edad, la disminución es de 12 al 15%⁴ por década hasta los 80 años, resultando en problemas para poder mantenerse de pie y complicaciones al hacer actividades cotidianas.

Una de las problemáticas que más los afectan son las caídas o accidentes, dando como resultado consecuencias que van desde fracturas hasta coágulos de sangre, el problema es que la mayoría de las veces se actúa tarde debido a que estos accidentes no son visibles o no se actúa rápidamente para auxiliar al adulto mayor llevándolo a que tenga complicaciones, haciendo el resto de sus vidas más difíciles o incluso llevándolos a la muerte.

Además, no siempre se puede contar con un personal de la salud que pueda atender y estar pendiente las 24 horas del día sin mencionar que el costo por un individuo del personal de la salud es costoso teniendo sueldos que van desde los \$100.000 pesos hasta \$ 2'500.000 pesos dependiendo si el personal estaba relacionado a una EPS o es un trabajador independiente (Cardona Arango, 2011) sin mencionar que según el DANE el gasto para 2 personas que ganan el salario mínimo va desde los 633.899 pesos hasta los 3.997.583 pesos dando siempre un déficit en las finanzas familiares (S.A.S., 2018, 22 diciembre) haciendo muy costoso para una familia de ingresos medios contratar el servicio de cuidadores.

4. JUSTIFICACIÓN

La medicina no es un campo ajeno al desarrollo tecnológico, por ejemplo, a través de lo que conocemos como telemedicina, se han logrado salvar vidas, reducir tiempos en consultas y/o diagnósticos, además de una reducción en costos de personal y sistemas de monitoreo en pacientes (Fernández, 2005, 25 septiembre).

Con el pasar de los años, los avances en tecnología y medicina, así como la expectativa de vida de las personas a nivel mundial ha incrementado. La organización mundial de la salud estima que la población mayor de 60 años aumentará un 34%, entre 2020 y 2030 (Salud, Envejecimiento y salud, 2021, 4 octubre). Con esto se entiende que, en cada país se está presentando un incremento de personas mayores de 60 años, con una expectativa de vida mayor, a pesar de que las personas llegan a esta edad con un nivel de salud alto, debido a otras enfermedades son propensos a sufrir accidentes y en su mayoría al encontrarse solos las consecuencias de caídas u otros accidentes se incrementa (RUBENSTEIN, 2006).

La población colombiana se encuentra en el proceso en que su población de adultos mayores es cada vez más grande. Al incrementar, la carga para el sistema de salud llegará a un punto donde no será sostenible (Salud, Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud., 2015) por su alta demanda de personal, específicamente en morbilidades propias del envejecimiento. En algunos casos por algunas patologías, estos adultos mayores requieren de medicamentos específicos que pueden provocar cambios cognitivos, los cuales incrementan la probabilidad de caída por medicación (Fonseca, 2018).

Según una investigación médica,

“Las caídas son el incidente de seguridad más común en pacientes hospitalizados, con reportes del 32% de incidentes relacionados con la seguridad del paciente, son la primera causa de muerte relacionada con una lesión no intencional. El 20% de las personas mayores que sufren de fractura de cadera se mueren en un año. Las lesiones son la quinta causa de muerte en los adultos mayores de 65 años o más, después de enfermedades cardiovasculares, cáncer, infarto, y causas respiratorias. Las caídas causan 2/3 de estas muertes. La mayoría de las caídas no

causan la muerte, pero del 5% al 10% de estas caídas resultan en serias lesiones, como fracturas o lesiones de cráneo.” (Fonseca, Rendon y Tapiero, 2018)

Un sistema de IoT podría ayudar a detectar caídas y aportar a la reducción de estas cifras, al igual que el impacto que tiene en una persona sufrir de una caída que no se trata en el menor tiempo posible, generando problemas físicos, psicológicos, restricción en su movilidad, lo que conlleva a problemas de largo plazo tales como dependencia, depresión y ansiedad.

5. Análisis de requerimientos

5.1 Fiabilidad del sistema

La importancia de la creación de un sistema de caídas de alta fiabilidad en la población objetivo es crucial, ya que la solución pretende ser una herramienta que no genere complicaciones adicionales, debido al manejo que esta puede requerir. Adicionalmente, se pretende tener una alta precisión, con el fin de no generar falsas alarmas ni caídas no detectadas.

5.2 Funciones y servicios

El sistema debe cumplir con el seguimiento de la actividad del adulto mayor que lo porte, detectar automáticamente si se genera un cambio brusco en el movimiento (caída), sin necesidad de oprimir algún botón para enviar la alerta.

La localización del usuario bien sea en interiores o exteriores, para que la alerta que se emita llegue a los servicios médicos y puedan prestar la atención temprana al adulto mayor.

5.3 Diseño

El diseño debe ser discreto y práctico con el fin de que la persona que lo porte no lo perciba como un objeto molesto, y no implique la complicación en su portabilidad.

5.4 Interfaz de usuario

Debido a que los adultos mayores no están acostumbrados a las nuevas tecnologías y/o aparatos electrónicos, la interfaz de usuario del detector de caídas y su aplicativo tiene que ser simple, intuitiva y fácil de usar. Adicionalmente deberá contar con señales tanto visuales como auditivas.

5.5 Conexiones

Para poder cumplir con nuestro objetivo principal, el sistema contará con las siguientes especificaciones que permitirán una comunicación bidireccional entre el dispositivo portable y la aplicación:

1.1. Wifi

1.2. Bluetooth

1.3. GPS

5.6 Normativo

1.4. Política de privacidad y manejo de datos

La aplicación requerirá del debido diligenciamiento de datos por parte del usuario, es información sensible que contará con el íntegro manejo estipulado por las autoridades nacionales.

6. Marco de referencia

6.1 Caídas en adultos mayores

La población de adultos mayores en el mundo ha incrementado, y los problemas en salud pública que esto conlleva también.

Las caídas son sucesos involuntarios que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo en el suelo o en otra superficie, estas pueden ser mortales, aunque en su mayoría no lo son. Según la OMS, cada año se producen 37,3 millones de caídas cuya gravedad requiere atención médica. Además, se calcula que anualmente fallecen 684.000 personas debido a este problema, y que más del 80% de ellas, tienen ingresos medianos y bajos (Salud., 2021, 26 abril).

6.1.1 Causas

Existen diversas causas que pueden llevar a esta población en particular, algunas de ellas son las siguiente:

- Pérdida de la audición
- Cataratas y errores de refracción
- Dolores de espalda y cuello
- Osteoartritis
- Neumopatías obstructivas crónicas
- Diabetes
- Depresión y demencia

Estas causas, al igual que muchas otras, se pueden presentar de manera simultánea incrementando la probabilidad de padecerlas, a medida que se envejece (Salud, Envejecimiento y salud, 2021, 4 octubre).

6.1.2 Factores de riesgo

La siguiente lista, enumera algunos de los factores más notables según un estudio realizado por Laurence Z. Rubenstein:

- 1) Debilidad
- 2) Déficit de balance
- 3) Dificultad al caminar
- 4) Dificultades visuales
- 5) Limitaciones de la movilidad
- 6) Deterioro cognitivo
- 7) Deterioro del estado funcional
- 8) Hipotensión ortostática

La importancia en la identificación de factores de riesgo puede es muy útil, ya que no solo sirve para la obtención de información con el fin de tener una prevención temprana, sino para crear estrategias y casos de estudio (RUBENSTEIN, 2006).

6.2 Tecnologías utilizadas

6.2.1 IoT (Internet de las Cosas)

El internet de las cosas es la interconexión de los objetos físicos, a través de internet, los cuales están equipados con sensores y tecnología de comunicación. Es una tecnología que tiene incidencia en muchos ámbitos, algunos como la industria, la medicina, la energía, entre otros.¹²

6.2.2 **Sensores**

Un sensor es un dispositivo que está diseñado para detectar estímulos externos y responder según su especificación o funcionamiento mejor conocido como traductores de señales debido a que son capaces de transformar señales físicas y químicas en señales eléctricas las cuales son interpretables y se convierten en datos que son muy precisos llevados a la realidad

6.2.3 **Antena Parche (Microstrip):**

Microstrip o antenas de parches son cada vez más útiles porque se pueden imprimir directamente sobre una placa de circuito, Ellos son cada vez más generalizada en el mercado de la telefonía móvil (Prieto, 2021), Debido a su alta adaptabilidad en tamaño y sus bajos costos, este tipo de antena es muy útil en nuestro proyecto debido a que tiene facilidad en recibir y transmitir datos de los sensores facilitando la comunicación

6.2.4 **Protocolo UART:**

Es un protocolo para el intercambio de datos en serie entre 2 dispositivos, en donde el trasmisor y el receptor.

6.2.5 **Bus I2C:**

El bus I2C, facilita la comunicación entre dispositivos mediana mente inteligentes con una velocidad de 100 Kbits por segundo, aunque hay casos especiales en los que el reloj llega hasta los 3,4 MHz. (Carletti, E. J., 2007).

6.2.6 **Giroscopio y acelerómetros:**

Es un dispositivo que permite ver como varía un Angulo en el tiempo mientras que este se encuentra en rotación, haciendo que sea posible mirar las características del movimiento encontrando la velocidad angular (Capera-Peña, 2021)

El Rotatorios: este principio utiliza una masa que se encuentra sobre un eje que es sostenida por cardanes los cuales mantienen el peso en una posición, cuando se produce un cambio es posible observar la variación en el ángulo.

Los Vibratorios: se caracteriza por tener elementos vibratorios los cuales permiten que el elemento gire a través de una fuerza Coriolis, obteniendo con las vibraciones la velocidad angular

6.2.7 **Velocidad angular:**

Para ello, se necesita conocer la posición del eje de giro. El vector estará sobre dicho eje. El módulo del vector velocidad angular será el de ω y el sentido coincidirá con el del avance de un tornillo, también conocido como la regla de la mano derecha. El vector ω será perpendicular al plano que contiene a los vectores r y el de la velocidad tangencial v (Morales, 2009).

7. Análisis de restricciones

7.1 Económicas

Capacidad de fabricación: Dependencia de materias primas que provienen de otros países, se pueden encarecer, por lo tanto, el costo de producción aumentaría.

7.2 Legales

- Los estándares internacionales oficiales ISO/IEC-27000, los cuales refieren a la seguridad de la información.
- Ley 1341 de 2009: Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones (Congreso de la República de Colombia, 2009).
- Leyes relacionadas con el BigData y el Régimen General de Protección de Datos Personales cubierto por la Ley 1581 del año 2012 en Colombia (MinTIC, 2013)

7.3 Aplicación

Algunas de las restricciones encontradas tienen que ver con la conexión a internet, esto debido a que en algunas zonas del país no se cuenta con la infraestructura para proveer el servicio, la correcta implementación del sistema no sería correcto, ya que este al ser un sistema de IoT requiere de conexión inalámbrica de internet (a través de una red Wi-fi). Adicionalmente, el dispositivo al ser portable su tamaño no debe modificar, ni impedir el correcto desplazamiento de las personas que lo utilicen.

8. Metodología para la selección y desarrollo de la solución

A través del ejercicio académico de la revisión sistemática de literatura se lograron recopilar diferentes trabajos de investigación que tienen una relación directa con nuestra investigación, los cuales proporcionan la información adecuada.

Para poder determinar si el problema de investigación era real y requiere de una solución, fue necesario ir a datos estadísticos, proporcionados por entidades como el DANE, la OMS e inclusive hospitales. Aquí se utilizan instrumentos de medición de tipo cuantitativos, ya que se selecciona una población específica (muestra), y a partir de ahí se identifica el número de casos que se presentan.

Al definir el tema de investigación se inició la recopilación de información, la cual tuvo 3 filtros. En el primer paso de recopilación de información, se concentraron temas en salud de la tercera edad en Colombia, tecnología IoT para captura del movimiento humano, y proyectos relacionados a nuestra investigación. Se utilizaron palabras claves como salud, IoT y adultos de tercera edad en Colombia, donde las bases de datos más utilizadas fueron: la base de Google academy y Accessengineering. Posterior a la obtención de información se pasó al segundo filtro donde se hizo un proceso de selección con base en los objetivos de la investigación. Entre los trabajos seleccionados se pueden diferenciar 2 tipos de prototipos de investigación; el desarrollo de una aplicación para celular y el desarrollo de un dispositivo para el usuario. En el último filtro se volvió a revisar los trabajos de investigación y descartaron los trabajos con menos relevancia, de esta manera se logró obtener 4 trabajos que atacan la misma temática de manera diferente.

Al utilizar el instrumento de recolección de datos, mencionado anteriormente, entre la información encontrada se seleccionaron 4 proyectos, siendo los más completos, que permitían un análisis comparativo más concreto.

Tabla 2. Descripción de los cuatro proyectos seleccionados

Proyectos	Descripción	URL
Fallsapp	Se desarrollo una aplicación, la cual permitía utilizar los sensores del smartphone, para poder mediante la aplicación hacer el monitoreo del adulto mayor, y al momento de detectar la caída, la aplicación enviaba, la alerta al cuidador o persona acudiente.	http://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc/1563
Thing show	Se desarrollo un dispositivo, a la altura de la cintura y el antebrazo, el cual es capaz de detectar caídas y enviar una rápida notificación de auxilio	https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/27032
S.E.C.A.M	Se desarrollo un dispositivo en el ámbito de un hogar de retiro de tercera edad, se localiza en el pecho, donde además de contar con un acelerómetro, cuenta con un sensor de impacto y una alarma que se activa, al momento de la caída o accidente.	http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7395/3/ARTICULO.pdf
CARE_HOME16	Se realizo el conjunto del desarrollo de un prototipo y una aplicación en donde mediante un dispositivo, el cual adquiere la información y la tramite en una misma red, así a un computador el cual registra la información, en una base de datos, reacciona ante la situación y notifica al cuidador.	https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/39883/MISyC%20-%20Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se evaluarán que las 4 alternativas mencionadas anteriormente cumplan con los criterios más relevantes para el proyecto. Esto mediante una tabla comparativa en la cual se realizará la descripción de las características de la alternativa según el distintivo a evaluar, se asignará un puntaje del 1 al 10, siendo 1 el menor puntaje y 10 el máximo puntaje.

Tabla 3. Costos entre proyectos

Proyectos	Costo (COP)	Calificación
Fallsapp	-celular entre \$799.999 y \$2.200.000 -licencias \$182.000	5
Thing show	Dispositivo detección de caídas \$700.000	9
S.E.C.A.M	Dispositivo detección de caídas \$1.000.000	8
CARE_HOME16	- celular entre \$799.999 y \$2.200.000 - licencias \$900.000 - dispositivos de red: \$1.000.000 y 3.000.000	1

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la tabla 3 se comparan los precios entre proyectos. La puntuación tiene en consideración si son asequibles para una familia de estrato medio.

Tabla 4. Tamaño

Proyectos	Tamaño	Calificación
Fallsapp	Tiene buena comodidad y su portabilidad, dependerá de cada usuario	10
Thing show	Es un dispositivo muy pobre en comodidad, y su portabilidad es muy limitada	4
S.E.C.A.M	Tiene problemas de portabilidad y comodidad debido a que va sujetado al pecho, tiende a ser muy incómodo para el adulto mayor	2
CARE_HOME16	Tiene buena comodidad y su portabilidad, dependerá de cada usuario	10

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se puede observar la comparación de la portabilidad que tiene cada proyecto, según las condiciones que tiene un adulto mayor.

Tabla 5. Eficiencia

Proyectos	Eficiencia	Calificación
Fallsapp	<ul style="list-style-type: none"> - Dependencia del dispositivo anexo (celular) - Dificultad de uso 	2
Thing show	<ul style="list-style-type: none"> - No hay interacción del usuario - el rango limita el tiempo de respuesta 	7
S.E.C.A.M	<ul style="list-style-type: none"> - No hay interacción del usuario - Alcanza un rango prudente que no afecta la descarga o transferencia de datos 	9
CARE_HOME1 6	<ul style="list-style-type: none"> - El tamaño de red hace que el mensaje tenga retardos. Además, tiene dependencia de red 	7

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se puede observar las comparaciones de eficiencia entre proyecto donde la consideración más importante es la curva de aprendizaje y la facilidad de utilizar el dispositivo o la aplicación

Tabla 6. Puntaje de los proyectos.

Proyectos	Costo	Tamaño	Eficiencia	Total
Fallsapp	5	10	2	17
Thing show	9	4	7	20
S.E.C.A.M	8	2	9	19
CARE_HOME16	1	10	7	18

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 refiere a la sumatoria de las calificaciones obtenidas por cada uno de los proyectos evaluados en la sección anterior, en ella se puede evidenciar Thing show como el proyecto con mayor calificación, siendo esta 20 puntos en total, luego en orden descendente de puntuación se ubican S.E.C.A.M, Care_Home16 y Fallsapp con 19, 18 y 17 puntos, respectivamente.

En este análisis se pretende dar a conocer cómo se relaciona el resultado del estudio con los aspectos económicos, sociales y políticos mencionados en anteriores capítulos, esto con ayuda de una gráfica que resume los resultados obtenidos con el instrumento de medición utilizado anteriormente.

8.1 Selección de la solución

A continuación, en la siguiente tabla se presentará la ficha técnica del planteamiento del prototipo de investigación en el cual podemos observar desde sus componentes hasta sus requerimientos

Tabla 7 ficha técnica

NOMBRE DEL PRODUCTO	Security falls
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Un dispositivo el cual es capaz de al momento de tener una caída, envía una señal al celular del cuidador, específicamente a una aplicación para avisar del accidente además de también notificar de marcado rápido a los servicios de emergencia dependiendo de la gravedad de la caída
COMPONENTES	<ul style="list-style-type: none"> • Arduino Uno • Shield Ethernet • Modulo MMA845X • MPU6050 GY521 • NEO-6M • Arduino nano Aplicación <ul style="list-style-type: none"> • Paquete de software utilizado • Hosting • Mano de obra
CARACTERISTICAS	Se implemento un dispositivo cómodo el cual se hizo lo más pequeño posible para mayor comodidad, siendo acoplado para llevarse en el cinturón, de color negro
COSTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Arduino Uno \$56600 pesos • Shield Ethernet \$79000 pesos • Modulo MMA845X \$17000\$ pesos • MPU6050 GY521 \$15000 pesos • NEO-6M \$29000 pesos • Arduino nano \$32000 pesos • Armazón \$50000 pesos • Paquete de software utilizado \$60000 pesos • Hosting mensual \$ 8.500 pesos Total \$346.500 pesos

FUNCIONALIDAD	El dispositivo se encuentra a la altura de la cintura el cual tiene un sensor que detecta cuando, ocurre una caída y notifica al cuidador rápidamente
REQUERIMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Fiabilidad del sistema • Funciones y servicios • Diseño • Interfaz de usuario • conexiones • Normativo

Fuente: Elaboración propia

9. Análisis de costos

Con base en la ficha técnica la tabla 7, a continuación, se presentarán los costos del proyecto en pesos colombianos

Tabla 8 costos

COSTOS DIRECTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Arduino Uno \$56600 pesos • Shield Ethernet \$79000 pesos • Modulo MMA845X \$17000\$ pesos • MPU6050 GY521 \$15000 pesos • NEO-6M \$29000 pesos • Arduino nano \$32000 pesos • Armazón \$50000 pesos • Paquete de software utilizado \$60000 pesos
COSTOS INDIRECTOS	Hosting mensual \$8.500 pesos
COSTO TOTAL	\$ 347.100 + costos de mantenimiento y almacenamiento mensual

Fuente: Elaboración propia

Capital de trabajo: con la tabla anterior podemos observar los costos que tendrá nuestro proyecto siendo la inversión inicial para el desarrollo de nuestro prototipo de alrededor de \$346.500 pesos, siendo así el capital inicial para nuestro proyecto sería de alrededor de \$693.000 pesos aproximadamente, se estima este capital debido a que pueden haber alteraciones de costo entre los componentes y que el almacén como está en fase de desarrollo puede ser alterado

10. Conclusiones

- Con la información obtenida en la recopilación documental se logró establecer que en Colombia el número creciente de adultos mayores genera una necesidad de dispositivos tecnológicos que permitan un control remoto de esta población cuando se encuentran solos o en una condición que los hace propensos a caídas, esto permitirá a los médicos conocer si un adulto mayor ha sufrido de un accidente de tipo caída sin necesidad de un ingreso a urgencias.
- Teniendo en cuenta el análisis realizado a los diferentes proyectos evaluados en secciones anteriores, se lograron determinar los puntos débiles de cada proyecto con el fin de generar una innovación a partir de ello para este proyecto. Algunos de los requerimientos tienen que ver con la normativa de las políticas de tratamiento de datos, la cual ha sido modificada conforme avanza la implementación de nuevas tecnologías que se incluyen en la industria 4.0.
- Al analizar los cuatro proyectos de investigación revisados en la recopilación documental, fue evidente que ninguno de los proyectos cumplía en un 100% con los requerimientos planteados, por lo cual, la solución planteada tuvo en cuenta aquellos detalles faltantes en demás proyectos, teniendo en cuenta variables como costos, facilidad de uso y eficiencia.

11. Referencias

1. Envejecimiento y salud. (2021, 4 octubre). Organización Mundial de la Salud.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
2. Ministerio de Salud y Protección Social. (2013, abril). ENVEJECIMIENTO DEMOGRÁFICO. COLOMBIA 1951–2020 DINÁMICA DEMOGRÁFICA Y ESTRUCTURAS POBLACIONALES. Imprenta Nacional de Colombia.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/Envejecimientodemografico-Colombia-1951-2020.pdf>
3. Ministerio de Salud y Protección Social. (2013, abril). ENVEJECIMIENTO DEMOGRÁFICO. COLOMBIA 1951–2020 DINÁMICA DEMOGRÁFICA Y ESTRUCTURAS POBLACIONALES. Imprenta Nacional de Colombia.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/Envejecimientodemografico-Colombia-1951-2020.pdf>
4. Serra Rexah, J. A. (2006). Consecuencias clínicas de la sarcopenia. *Nutrición hospitalaria*, 21, 46-50.
<https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s3/art06.pdf>
5. Cardona Arango, D., Segura Cardona, Á. M., Berbesí Fernández, D. Y., Ordoñez Molina, J., & Agudelo Martínez, A. (2011). Características demográficas y sociales del cuidador en adultos mayores. *Investigaciones Andina*, 13(22), 178-193.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81462011000100007
6. Editorial La República S.A.S. (2018, 22 diciembre). *Familia colombiana promedio gasta 2,2 salarios mínimos al mes*. Diario La República. Recuperado 13 de marzo de 2022, de <https://www.larepublica.co/economia/una-familia-colombiana-promedio-gasta-alrededor-de-22-salarios-minimos-al-mes-2808903>
7. Fernández, J. M. (2005, 25 septiembre). Telemedicina: futuro o presente. scielo. Recuperado 12 de marzo de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2010000100017
8. Envejecimiento y salud. (2021, 4 octubre). Organización Mundial de la Salud.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
9. Fonseca, V., Rendon, H., & Tapiero, K. (2018, noviembre). FACTORES DE RIESGO RELACIONADOS CON CAÍDAS DEL ADULTO MAYOR EN EL ÁMBITO

HOSPITALARIO: LATINOAMÉRICA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2010–2018.

<https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/152/FACTORES%20DE%20RIESGO.pdf?sequence=1>

10. Caídas. (2021, 26 abril). Organización Mundial de la Salud.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>
11. RUBENSTEIN, L. (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl084>
12. Laines-Alamina, C., Bonilla-Fabela, I., Tavizon-Salazar, A., Morales-Escobar, M., & Guajardo-Muñoz, L. (2016, 16 mayo). IOT, el internet de las cosas y la innovación de sus aplicaciones. researchgate. Recuperado 12 de marzo de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/326129401_IOT_el_internet_de_las_cosas_y_la_innovacion_de_sus_aplicaciones
13. Capera-Peña, C. C. & Huertas-Prieto, T. (2021). Dispositivo IoT detector de caídas para las personas de la tercera edad. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Bogotá, Colombia <https://hdl.handle.net/10983/27032>
14. Capera-Peña, C. C. & Huertas-Prieto, T. (2021). Dispositivo IoT detector de caídas para las personas de la tercera edad. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Bogotá, Colombia <https://hdl.handle.net/10983/27032>
15. Carletti, E. J. (2007). Comunicación-Bus I2C. Robots Argentina.
<https://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/ComunicacionBusI2C.pdf>
16. Capera-Peña, C. C. & Huertas-Prieto, T. (2021). Dispositivo IoT detector de caídas para las personas de la tercera edad. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Bogotá, Colombia <https://hdl.handle.net/10983/27032>
17. Morales, C. A. C. (2009). Prototipo para la Enseñanza de la dinámica rotacional (conservación del momento angular). Latin-American Journal of Physics Education, 3(2), 37.

18. Congreso de la República de Colombia. (2009). *LEY 1341 DE 2009*. Secretaria del senado. [Leyes desde 1992 - Vigencia expresa y control de constitucionalidad \[LEY_1341_2009\] \(secretariassenado.gov.co\)](#)
19. DANE. (2020). *Serie nacional de población por área, sexo y edad para el periodo 2018 - 2070*. https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-de-poblacion/Nacional/anexo-proyecciones-poblacion-Nacional2018_2070.xlsx
20. Organización Mundial de la Salud. (2015). *Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud*. [9789240694873_spa.pdf \(who.int\)](#)