

# **EVALUACION DE LOS BENEFICIOS DE UNA APLICACIÓN E- HEALTH EN EL SEGUIMIENTO DE PACIENTES HIPERTENSOS**



**LUIS ANGEL FLOREZ SALAZAR**

**Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control  
Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones  
Popayán, 2018**

# **EVALUACION DE LOS BENEFICIOS DE UNA APLICACIÓN E- HEALTH EN EL SEGUIMIENTO DE PACIENTES HIPERTENSOS**



**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título  
de Ingeniero en Automática Industrial**

**Luis Angel Florez Salazar**

Director  
PhD Carlos Alberto Gaviria

**Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control  
Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones  
Popayán, 2018**

# Contenido

<b>1. GENERALIDADES</b> .....	7
<b>1.1 SEGUIMIENTO DE LA PRESIÓN ARTERIAL</b> .....	7
<b>1.2. COMPONENTES DE LA TENSIÓN ARTERIAL</b> .....	9
<b>1.2.1 Presión arterial sistólica (PAS)</b> .....	9
<b>1.2.2 Presión diastólica (PAD)</b> .....	9
<b>1.3 OTRAS VARIABLES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN EL SEGUIMIENTO DE LA PA</b> .....	9
<b>1.3.1 Presión arterial media (PAM)</b> .....	9
<b>1.3.2 Frecuencia cardíaca</b> .....	9
<b>1.4 DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL</b> .....	9
<b>1.4.1 Métodos de medición de la PA</b> .....	10
<b>1.4.2 Medición invasiva</b> .....	10
<b>1.4.3 Medición no invasiva</b> .....	11
<b>1.4.3.1 Método de palpación</b> .....	11
<b>1.4.3.2 Método auscultatorio</b> .....	11
<b>1.4.3.3 Método oscilométrico</b> .....	11
<b>1.4.3.4 Otros métodos no invasivos</b> .....	12
<b>1.5 CLASIFICACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL</b> .....	12
<b>1.6 PROCEDIMIENTOS MÍNIMOS PARA LA MEDICIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL DURANTE LA VIGILANCIA</b> .....	13
<b>1.7 SISTEMAS E-HEALTH PARA PACIENTES HIPERTENSOS EN EL MERCADO.</b> 14	
<b>1.8 EVALUACIÓN DE LA ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA</b> .....	17
<b>1.8.1 Herramientas utilizadas para evaluar la aceptación de la tecnología</b> ....	20
<b>1.8.1.1 Modelo de aceptación de la tecnología</b> .....	20
<b>1.8.1.2 Escala de medida</b> .....	21
<b>1.8.1.3 Alpha de Cronbach</b> .....	21
<b>2 MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	23
<b>2.1. Análisis</b> .....	24
<b>2.1.1. Problema de estudio</b> .....	24
<b>2.1.2. Requerimientos funcionales</b> .....	24
<b>2.1.3 Casos de uso</b> .....	26

2.2. Diseño.....	35
2.2.1. Determinación del dispositivo medidor .....	36
2.2.2. Adquisición de datos .....	37
2.2.3. Comunicación .....	39
2.2.4. Comunicación con la base de datos .....	42
2.2.5. Diseño aplicación móvil .....	42
2.2.6. Servicio de notificaciones.....	44
2.3. Desarrollo .....	45
2.3.1. Base de datos.....	45
2.3.2. Módulo php .....	48
2.3.3. Entornos de desarrollo .....	49
2.3.4. Diseño aplicación móvil .....	49
2.4. Funcionalidades de la aplicación.....	52
2.5. Plan de pruebas .....	56
2.5.1. Determinación del estudio analítico para validación del sistema.....	56
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
3.1 Ejecución de la fase 1 de pruebas .....	58
3.2 Ejecución de la fase 2 de pruebas .....	58
3.3 Discusión.....	64
<b>4 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....</b>	<b>66</b>
4.1 Conclusiones .....	66
4.2 Trabajos futuros.....	67
<b>ANEXO A. ENCUESTAS PARA VALORAR LA ACEPTABILIDAD. ....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO B. CONSENTIMIENTO INFORMADO .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO C. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA PARA REALIZAR LA ADQUISICIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA PRESIÓN ARTERIAL .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO D. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS .....</b>	<b>95</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Una visión general de los modelos de adopción Fuente: [25].	17
Figura 1.2 Modelo de aceptación de la tecnología Fuente [28].	19
Figura 2.1 Modelo lineal secuencial.	23
Figura 2.2 Diagrama de casos de uso	27
Figura 2.3 Tensiómetro automático Kodea KD-202F Fuente: [43].	37
Figura 2.4 e-Health Sensor Platform V2.0. Fuente: [44].	38
Figura 2.5 Medidor de presión arterial conectado a la tarjeta e-Health. Fuente:[45].	39
Figura 2.6 e-Health Sensor Platform V2.0 y Arduino UNO Fuente:[46].	40
Figura 2.7Módulo Bluetooth HC-05 Fuente: [48].	41
Figura 2.8 Modelo de adquisición y registro de datos.Fuente: Propia	41
Figura 2.9 Servicio web a través de REST Fuente[49].	42
Figura 2.10 Ejemplo gráfico de modelo MVC	44
Figura 2.11 Modelo entidad relación	48
Figura 2.12 Actividades y Fragments Fuente: Propia	50
Figura 2.13 Capa modelo aplicación móvil	51
Figura 2.14 Vistas de la aplicación.	52
Figura 2.15 Pantalla inicial app móvil	53
Figura 2.16 Pantalla de registros app web	53
Figura 2.17 Pantallas de consulta y registros app móvil	54
Figura 2.18Gráfica de seguimiento app web	54
Figura 2.19 Pantalla de realizar cálculos app móvil	55
Figura 2.20 Notificaciones app móvil	55
Figura 4.1 Página de inicio	81
Figura 4.2 Página de registro	82
Figura 4.3 Página de registros parte superior	83
Figura 4.4 Página de registros parte inferior	83
Figura 4.5 Visualizar gráficas	84
Figura 4.6 Página de medicamentos	84
Figura 4.7 Página de valoraciones	85
Figura 4.8 Editar perfil	85
Figura 4.9 Pantalla de ingreso	86
Figura 4.10 Pantalla inicial	87
Figura 4.11 Pantalla de registro manual	87
Figura 4.12 Pantalla de consultar registros	88
Figura 4.13 Ingreso y consulta de medicamentos	88
Figura 4.14 Ver gráficas	89
Figura 4.15 Visualizar consejos	89
Figura 4.16 Pantalla ver últimos	90
Figura 4.17 Montaje para recibir datos por Bluetooth	91
Figura 4.18 Pantalla para escoger el módulo Bluetooth, y para almacenar los datos recibidos	91
Figura 4.19 Notificación del sistema	91

Figura 4.20 Lista de usuarios .....	92
Figura 4.21 Hacer diagnóstico.....	93
Figura 4.22 Hacer valoración.....	93
Figura 4.23 Ver paciente .....	93
Figura 4.24 Activar notificaciones .....	94

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Métodos de medición para la presión arterial. Fuente: [12].....	10
Tabla 1.2 Clasificación de la Hipertensión Arterial Fuente: [4]. .....	12
Tabla 1.3 Sistemas comerciales para seguimiento de la presión arterial .....	17
Tabla 2.1. Flujo de eventos – Registrar usuario.....	28
Tabla 2.2 Flujo de eventos - Iniciar sesión.....	28
Tabla 2.3. Flujo de eventos - Registrar de manera manual.....	29
Tabla 2.4. Flujo de eventos - Modificar registro.....	30
Tabla 2.5. Flujo de eventos – Eliminar registro .....	30
Tabla 2.6. Flujo de eventos - Registrar automáticamente. ....	31
Tabla 2.7. Flujo de eventos – Consultar valoraciones de las últimas mediciones.....	31
Tabla 2.8. Flujo de eventos – Visualizar consejos .....	32
Tabla 2.9. Flujo de eventos - Registrar medicamentos.....	32
Tabla 2.10. Flujo de eventos – Consultar medicamentos.....	33
Tabla 2.11. Flujo de eventos – Visualizar gráfica. ....	33
Tabla 2.12. Flujo de eventos - Consultar valoraciones médicas. ....	34
Tabla 2.13. Flujo de eventos - Hacer valoraciones médicas.....	34
Tabla 2.14. Flujo de eventos - Hacer diagnóstico.....	35
Tabla 2.15. Flujo de eventos - Notificaciones automáticas. ....	35
Tabla 2.16. Módulos para comunicación Bluetooth. Fuente: [47]. ....	40
Tabla 2.17 Diccionario de tabla de usuarios .....	45
Tabla 2.18. Diccionario de datos tabla paciente.....	45
Tabla 2.19. Diccionario de datos tabla tipo de usuario.....	46
Tabla 2.20. Diccionario de datos tabla registros .....	46
Tabla 2.21. Diccionario de datos tabla medicamentos.....	46
Tabla 2.22. Diccionario de datos tabla diagnostico.....	47
Tabla 2.23. Diccionario de datos tabla diagnostico real.....	47
Tabla 2.24. Diccionario de datos tabla token.....	47
Tabla 3.1 Resultados aceptabilidad del uso del sistema por el paciente.....	62
Tabla 3.2 Resultados aceptabilidad del uso del sistema por personal de salud.....	64
Tabla 4.1 Resultados percepción de utilidad Grupo Pacientes .....	95
Tabla 4.2 Resultados percepción de facilidad de uso Grupo Pacientes .....	96
Tabla 4.3 Resultados satisfacción del usuario Grupo Pacientes.....	96
Tabla 4.4 Resultados Atributo de usabilidad Grupo Pacientes.....	97
Tabla 4.5 Resultados Percepción de Utilidad Grupo personal de salud .....	97
Tabla 4.6 Resultados Percepción de facilidad de uso Grupo personal de salud.....	97
Tabla 4.7 Resultados Satisfacción del usuario Grupo personal de salud.....	97
Tabla 4.8 Resultados Atributo de usabilidad Grupo personal de salud.....	97

# INTRODUCCIÓN

En el mundo, las enfermedades cardiovasculares son responsables de aproximadamente 17 millones de muertes por año. Entre ellas, las complicaciones de la hipertensión causan anualmente 9,4 millones de muertes. La hipertensión es la causa de por lo menos el 45% de las muertes por cardiopatías, y el 51% de las muertes por accidente cerebrovascular.

La hipertensión rara vez produce síntomas en las primeras etapas y en muchos casos no se diagnostica. Los casos que se diagnostican, a veces no tienen acceso al tratamiento y es posible que no puedan controlar con éxito su enfermedad en el largo plazo. La detección temprana, el tratamiento apropiado y el control de la hipertensión producen importantes beneficios sanitarios y de índole económica. La hipertensión se puede prevenir modificando factores de riesgo relacionados con el comportamiento, como la dieta malsana, el uso nocivo del alcohol o la inactividad física [1].

La práctica de la salud médica y pública apoyada por dispositivos móviles (mHealth) puede plantearse como un sistema para proporcionar o mejorar la atención sanitaria de la población en general y de los enfermos cardiovasculares en particular [2]. Para el caso de los pacientes hipertensos se han desarrollado aplicaciones para dispositivos móviles que permiten medir la presión arterial, para luego almacenar o compartir esta información.

El enfoque presentado por las aplicaciones es diverso y el manejo que se le da a la información varía de una aplicación a otra, almacenar la información en un servidor en la nube al que tenga acceso un especialista es una metodología que ofrecen algunas aplicaciones, lo cual supone una gran ayuda para el usuario, quien tendría mayor facilidad para controlar su condición a través de las recomendaciones del especialista, así como también representaría un gran apoyo para este puesto que dispondría de toda la información necesaria para hacer un diagnóstico e impartir un tratamiento.

Sin embargo, no basta con el desarrollo de la aplicación móvil, y con reconocer las ventajas que supondría su uso, al final todo esto solo tiene utilidad si las aplicaciones son aceptadas por la población, por eso es necesario determinar si una aplicación de este tipo tiene el potencial para integrarse al sistema de salud y lograr una amplia aceptación y uso.



# 1. GENERALIDADES

La tensión arterial es la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de los vasos (arterias) al ser bombeada por el corazón. Cuanto más alta es la tensión, más esfuerzo tiene que realizar el corazón para bombear.

La hipertensión, también conocida como tensión arterial alta o elevada, es un trastorno en el que los vasos sanguíneos tienen una tensión persistentemente alta, lo que puede dañarlos. Cada vez que el corazón late, bombea sangre a los vasos, que llevan la sangre a todas las partes del cuerpo.

La mayoría de las personas con hipertensión no muestra ningún síntoma. Aunque en algunas ocasiones, la hipertensión causa síntomas como dolor de cabeza, dificultad respiratoria, vértigos, dolor torácico, palpitaciones del corazón y hemorragias nasales.

Si no se controla, la hipertensión puede provocar un infarto de miocardio, un ensanchamiento del corazón y, a la larga, una insuficiencia cardiaca. [1].

En el mundo, las enfermedades cardiovasculares son responsables de aproximadamente 17 millones de muertes por año, casi un tercio del total [2]. Entre ellas, las complicaciones de la hipertensión causan anualmente 9,4 millones de muertes [3].

## 1.1 SEGUIMIENTO DE LA PRESIÓN ARTERIAL

La hipertensión arterial es uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial, se trata de una enfermedad crónica, silenciosa, con una alta prevalencia. Es un factor de riesgo importante para el desarrollo de otras enfermedades siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad por accidentes cardiovasculares. Su tratamiento combina medidas higiénico – dietéticas y farmacológicas, apoyadas de un seguimiento y control adecuado del paciente hipertenso; el correcto cumplimiento de este proceso facilitará la consecución de los objetivos marcados en las cifras de presión arterial, pudiendo de esta manera evitar o retrasar las complicaciones derivadas de este padecimiento [3]. De controlarse de manera eficaz la hipertensión en tan solo la mitad de los pacientes hipertensos con un riesgo cardiovascular moderado o alto podrían evitarse 77 millones de muertes [4].

Si bien el control de la hipertensión en la población a gran escala representa un reto importante, es posible lograrlo. En algunos lugares, uno de los principales obstáculos con que se enfrenta el control de la PA es la falta de servicios integrales de atención primaria de salud, en especial el acceso limitado a los medicamentos y la falta de sistemas para la prevención y el tratamiento eficaces. Sin embargo, sobre la base de lo aprendido del tratamiento de la infección por el VIH/sida y la tuberculosis en los países de ingresos bajos y medianos, así como de los modelos para el control de la hipertensión que han tenido resultados positivos en Estados Unidos y Canadá [5]–[10] se sabe que el control de la

hipertensión se puede lograr por medio del fortalecimiento de los sistemas de salud que incluya el uso de protocolos estandarizados de tratamiento, la adopción de mecanismos eficaces para la compra de medicamentos al definirse un conjunto básico, la rendición de cuentas al hacer el seguimiento del progreso y el control mediante el uso de registros, el empoderamiento de los pacientes, el trabajo en equipo y la participación de la comunidad.

Además, pueden considerarse factores negativos que dificultan realizar un buen control de la enfermedad, algunos de ellos dependientes del paciente, y otros dependientes del médico.

### **Dependientes del paciente**

- No adhesión al tratamiento.
- Consumo excesivo de sal.
- Obesidad.
- Efectos secundarios o colaterales molestos.
- No entender las indicaciones del médico, le resultan muy complejas.
- Desconocimiento de padecer la enfermedad.
- No tener conciencia de los riesgos de la enfermedad.
- "Efecto de la bata blanca".

### **Dependientes del médico**

- Indicación de tratamientos inadecuados.
- El comienzo tardío de una terapéutica medicamentosa necesaria. Las no modificaciones oportunas de la misma (inercia terapéutica).
- El conformismo con las cifras de presión alcanzadas.
- La poca insistencia en las modificaciones del estilo de vida [11].

Precisamente en este trabajo se propone una herramienta que permita realizar de una manera manual, y automática el almacenamiento de los registros de presión arterial del paciente, permitiendo tanto al paciente, como al personal médico tratante realizar un seguimiento del progreso de la enfermedad, brindarle al paciente la posibilidad de llevar de una manera más autónoma un control de su enfermedad, y además permitir establecer un contacto de manera remota entre paciente y personal de la salud, buscando de esta manera minimizar muchos de los factores que afectan a la recuperación del paciente, posteriormente se evalúa la aceptación del uso de este sistema tanto para personal médico y para pacientes, con la intención de que en futuros proyectos se pueda perfeccionar la aplicación para un sector de población específica.

## 1.2. COMPONENTES DE LA TENSIÓN ARTERIAL

La presión arterial se expresa con dos medidas, la presión arterial sistólica, y la presión arterial diastólica. Como unidad de medida se suelen utilizar los milímetros de mercurio (mmHg), o también en menor medida los kilo Pascales (kPa).

### 1.2.1 Presión arterial sistólica (PAS)

La presión arterial sistólica es la presión sanguínea máxima en las arterias durante la sístole ventricular, cuando la sangre es expulsada desde el corazón a las arterias.

### 1.2.2 Presión diastólica (PAD)

La presión arterial diastólica corresponde a la tensión más baja, que se produce cuando el músculo cardíaco se relaja entre un latido y otro.

## 1.3 OTRAS VARIABLES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN EL SEGUIMIENTO DE LA PA

### 1.3.1 Presión arterial media (PAM)

Es aquella presión constante que, con la misma resistencia periférica produciría el mismo caudal que genera la presión arterial variable (presión sistólica y diastólica). La presión arterial media se determina con la siguiente ecuación:

$$PAM = (GC * RVS) + PVC$$

Donde:

PAM: Presión arterial media

GC: Gasto cardíaco

RVS: Resistencia vascular sistemática

PVC: Presión venosa central, usualmente despreciable

Durante el reposo, la PAM puede aproximarse usando las medidas de presión arterial, presión arterial sistólica y presión arterial diastólica.

$$PAM \cong PAD + \frac{1}{3} * (PAS - PAD)$$

### 1.3.2 Frecuencia cardíaca

En particular, el ritmo cardíaco se puede definir como la sucesión de los latidos del corazón, es decir, el número de veces que el corazón late por minuto. La unidad de medida que se utiliza para este signo vital son los latidos por minuto (lpm), normalmente de forma rítmica y con una frecuencia cardíaca que oscila desde 60 hasta 100 lpm.

## 1.4 DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL

El estudio de la presión arterial (PA), data de 1711 cuando el Clérigo inglés Stephen Hales, realizó la primera determinación en forma invasiva de la PA en una yegua, pero no es hasta 1895 cuando el italiano Riva Rocci (determinación de la presión

por palpación digital) y el ruso Korotkoff, que desarrolla el método auscultatorio, que la toma no invasiva de presión comienza a difundirse en Medicina Humana.

### 1.4.1 Métodos de medición de la PA

Existen diferentes métodos para medir la presión arterial, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla:

Método	Invasivo	Continuo	Tipo de medición	Exactitud
Palpación	No	No	Indirecta	Baja
Auscultatorio	No	No	Indirecta	Media
Oscilométrico	No	No	Indirecta	Media-Alta
Penáz	No	Si	Indirecta	Media-Alta
Tonometría	No	Si	Indirecta	Media-Alta
Tiempo transito pulso	No	Si	Indirecta	Media-Alta
Sensor intravascular	Si	Si	Directa	Alta
Sensor extravascular	Si	Si	Directa	Alta

Tabla 1.1 Métodos de medición para la presión arterial. Fuente: [12]

Estos métodos se pueden dividir en dos grandes grupos, la medición invasiva, y la no invasiva.

### 1.4.2 Medición invasiva

Para realizar este tipo de medición, que se puede introducir tanto en los vasos sanguíneos como en el corazón, se introduce en la arteria un catéter que contiene en su punta un pequeño manómetro o en su extremo externo un sensor de presión.

En esta medición, por lo general, la abertura del catéter se dirige en la dirección contraria al flujo sanguíneo. De ahí que en este método de medición se tomen valores algo más altos que en la medición de la presión estática. La presión estática es aquella que desde el interior presiona las paredes de los vasos y los mantiene abiertos. En la medición invasiva, el catéter mide además la presión dinámica que ejerce la sangre que fluye.

#### 1.4.2.1 Sensor extravascular

El sistema de sensor extravascular está compuesto de un catéter conectado a una válvula de cierre de 3 posiciones que lo conecta con un sensor de presión. El sistema catéter- sensor, el cual es llenado con una solución salina-heparina, debe ser vaciado con la solución cada cierto tiempo para prevenir que la sangre se coagule en la punta. El médico inserta el catéter bien sea a través de una incisión quirúrgica que expone la arteria, o mediante una inserción percutánea, la cual

involucra el uso de una aguja especial o una técnica de guiada. La presión arterial es transmitida a través de la columna de líquido del catéter hacia el sensor y, finalmente, hacia el diafragma, el cual es deflactado.

#### **1.4.2.2 Sensor intravascular**

El catéter de sensor en la punta tiene la ventaja de que la conexión hidráulica hacia el catéter, entre la fuente de presión y el elemento sensor, es eliminada. La respuesta en frecuencia del sistema catéter-sensor está limitada por las propiedades hidráulicas del sistema. La detección de presiones en la punta del catéter sin el uso de un sistema acoplado con líquidos puede entonces permitir al médico obtener altas respuestas en frecuencia y eliminar el retraso encontrado cuando la onda de pulso es transmitida a través del sistema catéter-sensor.

#### **1.4.3 Medición no invasiva**

Es el tipo de medición más común, y la que se usa en la mayoría de los casos, ya que permite la medición sin introducir objetos dentro del cuerpo del paciente, sin embargo, es menos precisa que la invasiva.

##### **1.4.3.1 Método de palpación**

Usado en situaciones de emergencia, ya que no entrega un valor preciso de la presión arterial, consiste en la palpación de un pulso radial, y de esta manera calcular el valor de PAS.

##### **1.4.3.2 Método auscultatorio**

Se basa en la auscultación, con el fonendoscopio situado en la flexura del codo sobre la arteria radial, de los ruidos de Korotkoff para determinar la PAS (primer ruido) y PAD (quinto ruido, para todas las edades).

El método auscultatorio prescribe, que se coloque un manguito alrededor del brazo superior, que se infla por encima de la presión sistólica para ocluir la arteria braquial y, posteriormente, se desinfla lentamente. La restauración del flujo sanguíneo se asocia con la detección de sonidos de Korotkoff con un estetoscopio sobre la arteria. El primer sonido claramente audible corresponde a la PAS (fase 1 de Korotkoff) y el último sonido audible (fase 5) a la PAD. En situaciones en las que los sonidos del quinto son audibles incluso después de la deflación completa del brazalete, el cuarto sonido se puede usar como PAD. Investigaciones anteriores han encontrado que este método tiende a dar valores más bajos de PAS y mayores de PAD en comparación con la verdadera presión intra-arterial [13] [14].

##### **1.4.3.3 Método oscilométrico**

Los métodos oscilométricos a veces son usados en mediciones a largo plazo y a veces en la práctica general. El equipo es funcionalmente similar al del método auscultatorio, pero, en vez de usar el estetoscopio y el oído del experto, tiene en el interior un sensor de presión electrónico (transductor) para detectar el flujo de sangre. En la práctica, el sensor de presión es un dispositivo electrónico calibrado con una lectura numérica de la presión sanguínea. A diferencia del intrínsecamente

exacto manómetro del mercurio, para mantener la exactitud, la calibración debe ser chequeada periódicamente. En la mayoría de los casos el brazalete es inflado y desinflado por una bomba y unas válvulas operadas eléctricamente, que se pueden ajustar en la muñeca (elevada a la altura del corazón), aunque se prefiera la parte superior del brazo. Estos instrumentos varían ampliamente en exactitud, y deben ser chequeados en intervalos específicos y recalibrados si fuera necesario [12].

#### 1.4.3.4 Otros métodos no invasivos

Otros métodos no invasivos que son utilizados en menor medida son: el método de manguito digital de Penaz y la tonometría. El primero detecta la pulsación arterial en un dedo utilizando un pletismógrafo. En su forma actual, este método no es adecuado para el uso clínico, debido a su coste, incomodidad y relativa inexactitud en la determinación de los valores absolutos de la presión arterial. Su mayor utilidad está en los estudios de investigación, en los que se determinan los cambios a corto plazo de la presión arterial y su variabilidad. Mientras que la tonometría utiliza el principio que cuando una arteria es comprimida parcialmente contra un hueso, las pulsaciones son proporcionales a la presión intraarterial, siendo utilizada en la muñeca donde la arteria esta justo encima del radio. Sin embargo, este método requiere una calibración para cada paciente, además de que aún no ha demostrado ser lo suficientemente precisa, por lo que no puede recomendarse para clínica habitual. [12]

## 1.5 CLASIFICACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL

Existen diferentes guías para clasificar la presión arterial, las cuales son muy similares en general, pero varían en algunos detalles, la siguiente es la clasificación que se usa en Colombia

Categoría	P. sistólica en mm Hg (el # más alto)		P. Diastólica en mm Hg
Normal	Menos de 120	y	Menos de 80
Prehipertensión	120-139	o	80-89
Hipertensión estadio 1	140-159	o	90-99
Hipertensión estadio 2	160-180	o	100-110
Crisis hipertensiva (requiere atención de urgencia)	Mayor de 180	o	Mayor de 110

Tabla 1.2 Clasificación de la Hipertensión Arterial Fuente: [4].

## **1.6 PROCEDIMIENTOS MÍNIMOS PARA LA MEDICIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL DURANTE LA VIGILANCIA**

Tomando en consideración los diferentes métodos para realizar la medición de la presión, se considera apropiado para este trabajo utilizar un medidor que se base en el método oscilométrico, pues permite realizar una medición bastante apropiada, y permite realizar un registro de forma automática, en los casos que la medición no se pueda realizar con este dispositivo, se empleara un medidor manual que utilice el método auscultatorio, puesto que el funcionamiento es bastante similar, y es el medidor normalmente utilizado en los pacientes.

Los procedimientos para lograr una medición exacta de la PA son los siguientes:

1. El participante debe sentarse a una mesa sosegadamente, con ambos pies apoyados totalmente sobre el suelo y con la espalda contra un respaldo. La vejiga debe estar vacía. La habitación debe ser cómoda y poco ruidosa. No se deben haber consumido bebidas alcohólicas ni productos a base de tabaco ni cafeína durante los 30 minutos previos a la medición. Si esto no es posible, debe constar entre los datos anotados.
2. El brazo derecho, que debe estar desnudo, se coloca sobre la mesa (al nivel del corazón) ligeramente flexionado, con la palma de la mano hacia arriba. El investigador debe estar en una posición que le permita ver el manómetro a la altura de sus ojos.
3. Determine la circunferencia del brazo y escoja y coloque un manguito de tamaño adecuado. El borde inferior del manguito debe estar 2,5 cm por encima de la articulación del codo.
4. Espere 5 minutos.
5. Palpe el pulso radial e infle el manguito hasta llegar a 30 mm Hg por encima del nivel en el que desaparece el pulso radial (nivel de máxima inflación). Desinfle el manguito.
6. Espere 30 segundos antes de volver a inflar el manguito.
7. Infle el manguito hasta llegar al nivel de máxima inflación.
8. Desinfle el manguito a 2 mm Hg por segundo.
9. Registre la PA sistólica, la fase 1 de Korotkov (el primero de por lo menos dos ruidos regulares consecutivos). Anote el número par más cercano.

10. Registrar la PA diastólica, la fase 5 de Korotkov (el final del último ruido escuchado). Anote el número par más cercano.

11. Termine de desinflar el manguito, levante el brazo del participante por encima del nivel del corazón durante 15 segundos. Descanse un minuto y proceda a realizar la medición dos veces más. Utilice el valor medio de las últimas dos mediciones.

Cuando se utilizan dispositivos automáticos, es necesario observar los puntos 1, 2, 3, 4 y 11. El punto 5 depende de si el dispositivo automático mide la presión durante el inflado del manguito. Los otros puntos no son aplicables a estos dispositivos. Todos los puntos son aplicables cuando se utiliza un dispositivo manual de auscultación. [15]

## 1.7 SISTEMAS E-HEALTH PARA PACIENTES HIPERTENSOS EN EL MERCADO.

En la actualidad está aumentando el desarrollo de soluciones tecnológicas para ayudar a las personas que padecen diferentes enfermedades, al ser la hipertensión una enfermedad que afecta a gran cantidad de personas en el mundo, los sistemas desarrollados para ayudar a estas personas son numerosos, es importante analizar las diferentes características de estos sistemas, con el fin de comprender qué funciones son necesarias, y qué enfoques utilizan para satisfacer la necesidad del usuario.

Producto (Fabricante)	Diseño de sensor	Principales características	Estándares
PulseWave (Cloud DX) [16]	Sensor con diseño de muñequera	Almacenamiento automático en la nube. Tendencias y gráficas históricas. Seguridad en el manejo de datos por cifrado de 256 bits	ANSI / AAMI SP-10: 2002 (presión arterial) ANSI/AAMI/IEC 60601-2-27:2011 (Pulso) FDA 510(k) - K122443
Tensiómetro digital	Sensor de muñeca o de brazo	Bluetooth.	Aprobado por FDA



(Koogeek) [17]		Almacenamiento en la nube. Tendencias y gráficas históricas.	
Tensiómetro digital LH67402 (Sharon) [18]	Sensor de muñeca	Bluetooth. Almacenamiento en la nube. Tendencias y gráficas históricas.	No especifica
Feel Wireless Blood Pressure Monitor (iHealth Lab) [19]	Brazalete	Compartir informes a través de archivos. 200 lecturas fuera de línea. Bluetooth. Tendencias y gráficas históricas.	Aprobado por FDA, dabl, BHS
QardioArm (Qardio) [20]	Brazalete	Almacenamiento automático en la nube. iOS 8.0 o posterior, Android y Apple Watch. Bluetooth Tendencias y gráficas históricas. Compartir informes a través de archivos. Recordatorios Fijación de metas	Está aprobado por la FDA y está clínicamente validado para cumplir con las normas de EE. UU. y Europa. Cumple con HIPPA (La Ley de Transferencia y Responsabilidad de Seguro Médico)

iChoice BP1 Wireless blood pressure monitor (iChoice) [21]	Brazalete	Auto sincronización vía Bluetooth Compatible con iPhone.  Tendencias y gráficas históricas.  Compartir informes a través de archivos.	No especifica
CardioDock (Vitadock) [22]	Brazalete	Almacenamiento en la nube.  Tendencias y gráficas históricas.  Bluetooth.  Compatible Android e iOS	No especifica
Mobile- Powered Remote Hypertension Management (Tactio) [23]	Brazalete (Fabricado por otro proveedor)	Almacenamiento en la nube.  Tendencias y gráficas históricas.  Fijación de objetivos de acuerdo a resultados  Compatible iOS	No especifica
Wireless blood pressure monitor (Withings) [24]	Brazalete	Auto sincronización vía Bluetooth.  Compartir a través de archivos.  Tendencias y gráficas históricas.	Aprobado por la FDA y las normas europeas para dispositivos médicos

		Compatible con iOS y Android.	
--	--	-------------------------------	--

Tabla 1.3 Sistemas comerciales para seguimiento de la presión arterial

Puede verse cómo existen diferentes sistemas, apareciendo generalmente las tendencias: el almacenamiento en la nube, y la comunicación Bluetooth como características clave de estas aplicaciones.

## 1.8 EVALUACIÓN DE LA ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Cuando se plantea que una aplicación sea utilizada por las personas, existe la necesidad de evaluar qué tan aceptable será, así es posible prever si tendrá el impacto deseado, y si podrá satisfacer las necesidades para la cual ha sido desarrollada.

Han sido muchas las teorías que se han desarrollado para comprender cómo los usuarios finales toman la decisión sobre el uso de aplicaciones tecnológicas.

En la figura 1.1 se aprecian algunos de los principales modelos que evalúan el comportamiento del ser humano en relación con la tecnología, se puede ver como aparecen siete teorías o modelos de los cuales derivan varios modelos más que son derivaciones de estos.

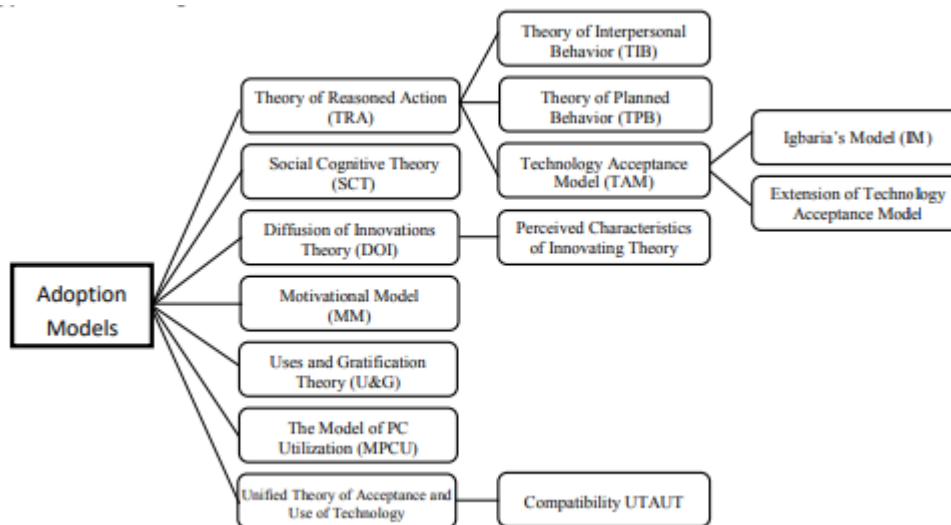


Figura 1.1 Una visión general de los modelos de adopción Fuente: [25].

A continuación, se describen brevemente algunos de los modelos más utilizados

### **Teoría de la acción razonada (TRA)**

Desarrollada en 1975, indica que el comportamiento está definido por la intención, la cual depende de la actitud y la norma subjetiva; esta última se refiere a la creencia sobre si determinadas personas consideran que debería realizar tal comportamiento, y a la motivación para ser coherentes con los deseos de esas personas, mientras que la actitud se trata de los resultados que el individuo cree que va a obtener [25].

### **Teoría del comportamiento planeado (TPB)**

En este modelo, se agrega el control conductual percibido (PBC) como una nueva variable para extender el modelo TRA, básicamente el PBC está determinado por la presencia de factores que pueden facilitar o dificultar el comportamiento, así que la intención será finalmente determinada por la actitud, la norma subjetiva, y el control conductual percibido [26].

### **Teoría del comportamiento interpersonal (TIB)**

Este modelo se basa en los modelos considerados anteriormente, sin embargo, también considera los hábitos, facilita las condiciones y los afecta a fin de mejorar el poder de predicción.

En el primer nivel, las creencias personales, las actitudes y los factores sociales relacionados con el comportamiento están determinados por las características personales y las experiencias previas. El segundo nivel describe cómo el afecto, la cognición y los determinantes sociales más las creencias normativas personales afectan las intenciones de un comportamiento en particular. En el tercer nivel, las intenciones conductuales, las condiciones situacionales y la experiencia pasada predicen la posibilidad de realizar un comportamiento específico. La principal desventaja de TIB es la complejidad y la falta de parsimonia en comparación con TRA y TPB [25].

### **Modelo de aceptación de la tecnología (TAM)**

Este modelo también se deriva del modelo TRA, como aparece en la figura 1.2, el modelo de aceptación de la tecnología (TAM) determina la aceptación por parte del usuario basado en tres factores: utilidad percibida, facilidad de uso percibido y actitud hacia el uso [27]. La utilidad percibida se define como el grado que una persona cree que el uso de un sistema particular mejorará el rendimiento de la tarea, la facilidad de uso percibido se define como el grado en que un individuo cree que el uso de un sistema en particular está libre de esfuerzo físico y mental, estos dos factores influyen considerablemente en la actitud del usuario.

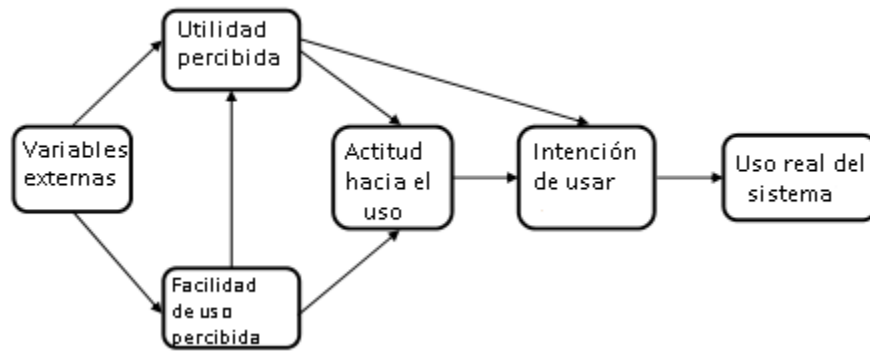


Figura 1.2 Modelo de aceptación de la tecnología Fuente [28].

### **Teoría de la difusión de las innovaciones (DOI)**

El modelo DOI examina una diversidad de innovaciones, se ha utilizado a nivel individual, organizacional, e incluso a nivel mundial. Analiza cinco constructos principales; la ventaja relativa, la compatibilidad, la complejidad y la observabilidad como factores efectivos en cualquier aceptación de innovación [29].

### **Teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT)**

Modelo enunciado en el 2003 por Venkatesh y Morris, busca integrar en un solo modelo los modelos de: Teoría de acción razonada (TRA), Teoría del comportamiento planificado (TPB), Teoría de la difusión de las innovaciones (DOI), Modelo de aceptación de la tecnología (TAM), Modelo de utilización del PC (MPCU), Modelo motivacional (MM), La teoría social cognitiva (SCT).

Los constructos significativos son:

La expectativa de esfuerzo: Consiste en la facilidad que tiene el usuario para usar determinada tecnología

La expectativa de desempeño: Se refiere a la creencia que tiene el usuario que la tecnología mejorará su desempeño en el trabajo.

La influencia social: Indica en qué medida el usuario percibe que los demás creen que debería usar determinada tecnología.

Las condiciones facilitadoras: Indica la medida en la que el usuario percibe que existe una infraestructura técnica adecuada y una organización de soporte para responder a sus necesidades.

Además, se identificaron cuatro variables moderadoras significativas; género, experiencia, edad y voluntariedad de uso [30].

### 1.8.1 Herramientas utilizadas para evaluar la aceptación de la tecnología

En la literatura se encuentran diferentes estudios relacionados con sistemas e-Health en los que se emplean alguna de las teorías mencionadas anteriormente, por ejemplo, el TTF aparece como una respuesta para evaluar un sistema de registros electrónicos [31] [32], o para determinar el rendimiento en pacientes con diabetes [33]. Aparecen casos de estudio utilizando el framework FITT, como es el caso de [34] en el que se evalúa un sistema de información de la salud, o en [35], [36] que se analiza la percepción de usuarios con respecto a aplicaciones e-Health. El TAM es posiblemente una de las teorías más usadas para predecir la adopción de la tecnología [37][27][38], y teniendo en cuenta los trabajos que se encuentran en la literatura en los que se hace una evaluación de aplicaciones e-Health utilizando este modelo, se decide utilizar una adaptación de este modelo para cumplir los objetivos de este trabajo, puesto que factores que toman en cuenta como utilidad percibida, facilidad de uso percibida, actitud hacia el uso e intención de usar, pueden ser medidos a través de encuestas posteriores al uso del sistema.

#### 1.8.1.1 Modelo de aceptación de la tecnología

Para el caso de evaluación de aplicaciones e-Health, se encuentran distintas investigaciones, normalmente se realizan cuestionarios buscando cuantificar las variables que componen la aceptabilidad, en [39], se propone un cuestionario adaptado para evaluar la aceptabilidad de una aplicación de seguimiento de pacientes, aquí se emplea un cuestionario evaluando cuatro apartados, que en conjunto permiten realizar una evaluación de la aceptación del sistema, los cuatro temas son los siguientes:

**Percepción de utilidad:** Se define el grado en que un profesional de la salud cree que la industria de la salud mejorará al usar tecnología móvil para rastrear la condición del paciente.

**Percepción de facilidad de uso:** Se refiere al grado en que cree que el uso del sistema va a mejorar la calidad del tratamiento en los hospitales.

**Satisfacción del usuario:** Se trata del nivel de satisfacción que obtienen los médicos y enfermeras al utilizar el sistema de seguimiento.

**Atributo de usabilidad:** Es el área de Interacción Humano con Computadora (HCI), Intenta cerrar la brecha entre los objetivos del ser humano y el sistema. Esto se está haciendo mediante la introducción de los problemas humanos en el diseño del sistema de seguimiento móvil y mediante el diseño de técnicas prácticas para observar el comportamiento humano y observar su rendimiento.

Puesto que estas variables son imposibles de medir explícitamente, se realiza una serie de preguntas, a las cuales se les asigna un valor numérico, para ello se debe utilizar una escala de medida que permita cuantificar la opinión de los participantes.

### 1.8.1.2 Escala de medida

Las escalas de medida que se han empleado en los cuestionarios están basadas en las escalas de tipo Likert, con cinco posibles respuestas. Esta escala es de tipo ordinal y se caracteriza por emplear un grupo de frases en una escala de acuerdo/desacuerdo. La gran ventaja que tiene el empleo de esta herramienta es que los encuestados tienen gran facilidad para asimilar los grados de la escala, y todos los participantes comparten el orden de las expresiones, además de presentar facilidad para el análisis y procesado de los datos. Es por estas razones que es común encontrar esta herramienta en estudios de evaluación de la tecnología [30].

### 1.8.1.3 Alpha de Cronbach

Cuando se realiza un cuestionario, los elementos que se usan para formar una escala, necesitan tener consistencia interna. Todos los artículos deben medir lo mismo, por lo que deben correlacionarse entre sí. Un coeficiente útil para evaluar la consistencia interna es el Alpha de Cronbach [40] la ecuación de este coeficiente puede verse a continuación:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right)$$

Donde K es el número de elementos,  $S_i^2$  es la varianza del i-ésimo ítem y  $S_T^2$  es la varianza de la puntuación total formada al sumar todos los ítems. Si los ítems no se agregan simplemente para hacer el puntaje, sino que primero se multiplican por coeficientes de ponderación, se multiplica el ítem por su coeficiente antes de calcular la varianza  $S_i^2$ . Claramente, se debe tener al menos dos elementos, es decir  $k > 1$ , o  $\alpha$  no estará definido. El coeficiente funciona porque la varianza de la suma de un grupo de variables independientes es la suma de sus varianzas. Si las variables están correlacionadas positivamente, la varianza de la suma se incrementará. Si los elementos que componen el puntaje son todos idénticos y tan perfectamente correlacionados, todos los  $S_i^2$  serán iguales, haciendo que  $\alpha$ , tienda a 1, lo cual daría la máxima confiabilidad al cuestionario.

Según [40]–[42], un Alpha aceptable comienza desde 0.7, un bajo valor de alfa debería ser debido a un bajo número de preguntas, poca interrelación entre elementos o construcciones heterogéneas. Por ejemplo, si un alfa bajo se debe a una mala correlación entre los elementos, algunos deben revisarse o descartarse. El método más fácil para encontrarlos es calcular la correlación de cada elemento de prueba con la prueba de puntaje total; los artículos con correlaciones bajas (que se aproximan a cero) se eliminan. Si el alfa es demasiado alto, puede sugerir que algunos elementos son redundantes ya que están probando la misma

pregunta, pero con una apariencia diferente. Se ha recomendado un valor alfa máximo de 0,90.

El alcance de este trabajo no va abarcar una evaluación profunda de variables externas que afecten el comportamiento del usuario, lo que si pretende es realizar una evaluación tomando en cuenta los factores antes mencionados, sin embargo, esta evaluación debe tomarse como un primer paso para dar un veredicto de la aceptabilidad de este tipo de sistemas, ya que por cuestiones del tiempo la muestra es reducida igual que el tiempo de uso del sistema por parte de los usuarios.



## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología propuesta para lograr los objetivos corresponde a la de un desarrollo secuencial por fases, lo cual permitirá una mejor medición del avance del proyecto, y facilitará la elaboración de la aplicación.

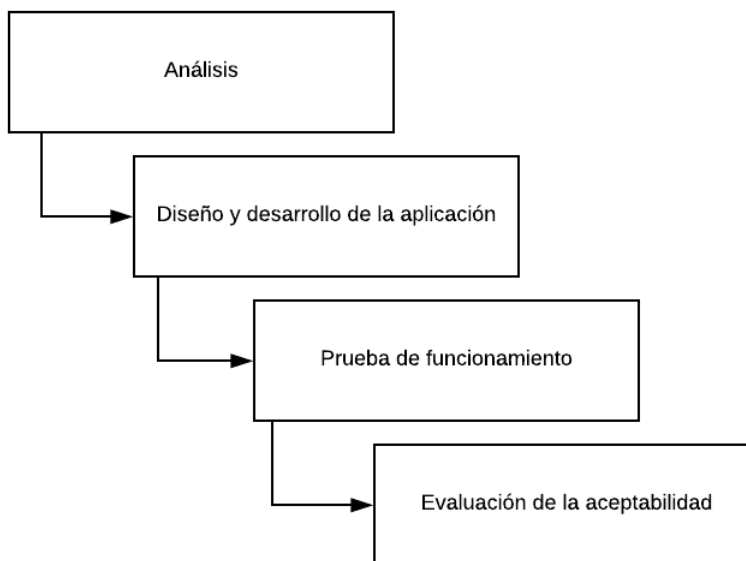


Figura 2.1 Modelo lineal secuencial.

- **Análisis:** Se enfoca en realizar un análisis del problema de estudio, con la finalidad de definir los requerimientos necesarios que debe tener el sistema para la adquisición y seguimiento de pacientes hipertensos, buscando satisfacer necesidades del médico y del paciente.
- **Diseño y desarrollo de la aplicación:** Se trata de escoger los instrumentos necesarios para el desarrollo de la implementación, los pasos a seguir, así como la posterior implementación de este.
- **Prueba de funcionamiento:** Se realizan las pruebas necesarias para validar el sistema.
- **Evaluación de la aceptabilidad:** Consiste en la valoración de la aceptabilidad que alcanza el sistema en los usuarios.

## **2.1. Análisis**

### **2.1.1. Problema de estudio**

Actualmente existen diferentes soluciones basadas en software y hardware enfocadas en realizar un seguimiento de pacientes hipertensos, estos desarrollos tienen diversas características, y aún es necesaria investigación para determinar qué tan aceptable es una aplicación de este tipo para los pacientes y para los médicos tratantes, dicho esto, surge la necesidad de diseñar un sistema que permita realizar el registro y seguimiento de pacientes hipertensos, y posteriormente cuantificar el grado de aceptación de un usuario al hacer uso de este sistema.

### **2.1.2. Requerimientos funcionales**

Con la investigación realizada sobre la hipertensión arterial y las aplicaciones existentes desarrolladas para realizar un seguimiento de esta enfermedad se definieron los primeros requisitos del sistema. Posteriormente se tuvieron tres reuniones con el médico Jairo Alfonso Vásquez López de la Universidad del Cauca, docente que ha realizado trabajos sobre la hipertensión arterial, quien sugirió como debían gestionarse los medicamentos en el sistema, como debería lucir la gráfica de registros, que se calcule la presión arterial media, la diferencia entre valoración médica y diagnóstico, que el médico reciba una notificación en caso de que el paciente tenga una medida muy alta, y diferentes detalles en cuanto a la presentación, buscando que el usuario se sienta más cómodo con el sistema.

Además, el doctor enfatizó que la enfermedad es para toda la vida, lo cual se consideró en el desarrollo de la aplicación, especialmente para no fijar fecha de finalización del tratamiento.

Aquí se listan los requisitos a nivel de funcionalidad del sistema, el sistema debe ser capaz de cumplir con los siguientes puntos:

#### **Actividades**

##### **R1: Administración de usuarios**

- Ofrecer la posibilidad de crear un usuario tipo médico o paciente, y luego iniciar sesión.
- Cada usuario paciente debe tener acceso a sus datos, y el médico tiene acceso a los datos del paciente.
- Debe poderse cerrar la sesión.

##### **R3: Almacenamiento y gestión de mediciones**

- Permitir al paciente registrar mediciones de forma manual, ingresando valores de presión diastólica, presión sistólica, pulso, fecha y comentario.

- Permitir al paciente consultar los registros almacenados en la nube, visualizando además la presión arterial media, y el estado de la medición, además de ofrecer al paciente la posibilidad de visualizar valores máximos mínimos y promedios de sus últimas valoraciones, así como la posterior modificación y/o eliminación de estos registros.
- Permitir al médico consultar los registros del paciente que seleccione, visualizando además la presión arterial media, y el estado de la medición.
- Mostrar al paciente gráficas históricas de los registros que ha almacenado, y al médico la gráfica del paciente que seleccione.

#### **R4: Almacenamiento de mediciones desde el dispositivo medidor**

- Permitir el registro de datos de presión diastólica, sistólica, pulso, fecha y hora extraídos directamente desde un tensiómetro digital en la base de datos por medio de algún tipo de conexión.

#### **R5: Administración de medicamentos**

- Proporcionarle al paciente la posibilidad de ingresar medicamento, con dosis diaria, próxima fecha de reclamo, y fecha de próximo control.
- Permitir al paciente consultar, modificar y eliminar la lista de medicamentos ingresados.

#### **R5: Administración de valoraciones médicas**

- Mostrar al médico las valoraciones y diagnósticos que han sido realizados al paciente, y mostrar al paciente las valoraciones médicas que el médico le haya registrado en el sistema.
- Brindar al médico la posibilidad de realizar diagnósticos y valoraciones médicas al paciente.

#### **R6: Envío de notificaciones y consejos**

- Enviar notificaciones al paciente cuando el médico le deja una valoración médica.
- Enviar notificaciones al médico cuando el paciente registra una crisis hipertensiva.
- Mostrar al paciente recomendaciones para mejorar sus hábitos de vida.

### **Interfaz**

#### **R7: Pantallas**

- Las pantallas deben ser fáciles de usar, las letras no deben ser muy pequeñas, los colores deben contrastar.

#### **Requerimientos no funcionales:**

En esta sección se enumerarán los requisitos no funcionales de la aplicación. Estos requisitos especifican los requisitos a nivel de funcionamiento de la aplicación, no de funcionalidad.

## Hardware

### R8: Tamaño de pantalla

- La aplicación móvil está diseñada para que funcione de manera óptima en cualquier tamaño de pantalla convencional de un dispositivo móvil, ya sea celular, o Tablet.
- La página web está diseñada para ser funcional tanto en computadores, como en dispositivos móviles.

## Software

### R9: Versión Android

- Debe poder ejecutarse en versiones anteriores de Android (4.0 en adelante). Con esto se consigue que la aplicación esté disponible para el 99,2% de los dispositivos con SO Android que están activas en Google Play Store.

## Conectividad

### R10: Internet

- Es necesaria la conexión a internet para usar el sistema, puesto que los datos están almacenados en un servidor, al cual se accede de esta manera.

### 2.1.3 Casos de uso

En la figura 2.2. se muestran los casos de uso, y como los actores interactúan con estos, existen tres actores diferentes:

Paciente, médico y visitante, este último es quién aún no se ha registrado en el sistema.

Más adelante, se detallan los casos de uso del sistema para comprender su funcionamiento cuando los usuarios exploran las diferentes opciones que este ofrece, el flujo de eventos de cada uno de los casos es por lo general un flujo básico o normal, en algunas ocasiones existen flujos alternativos.

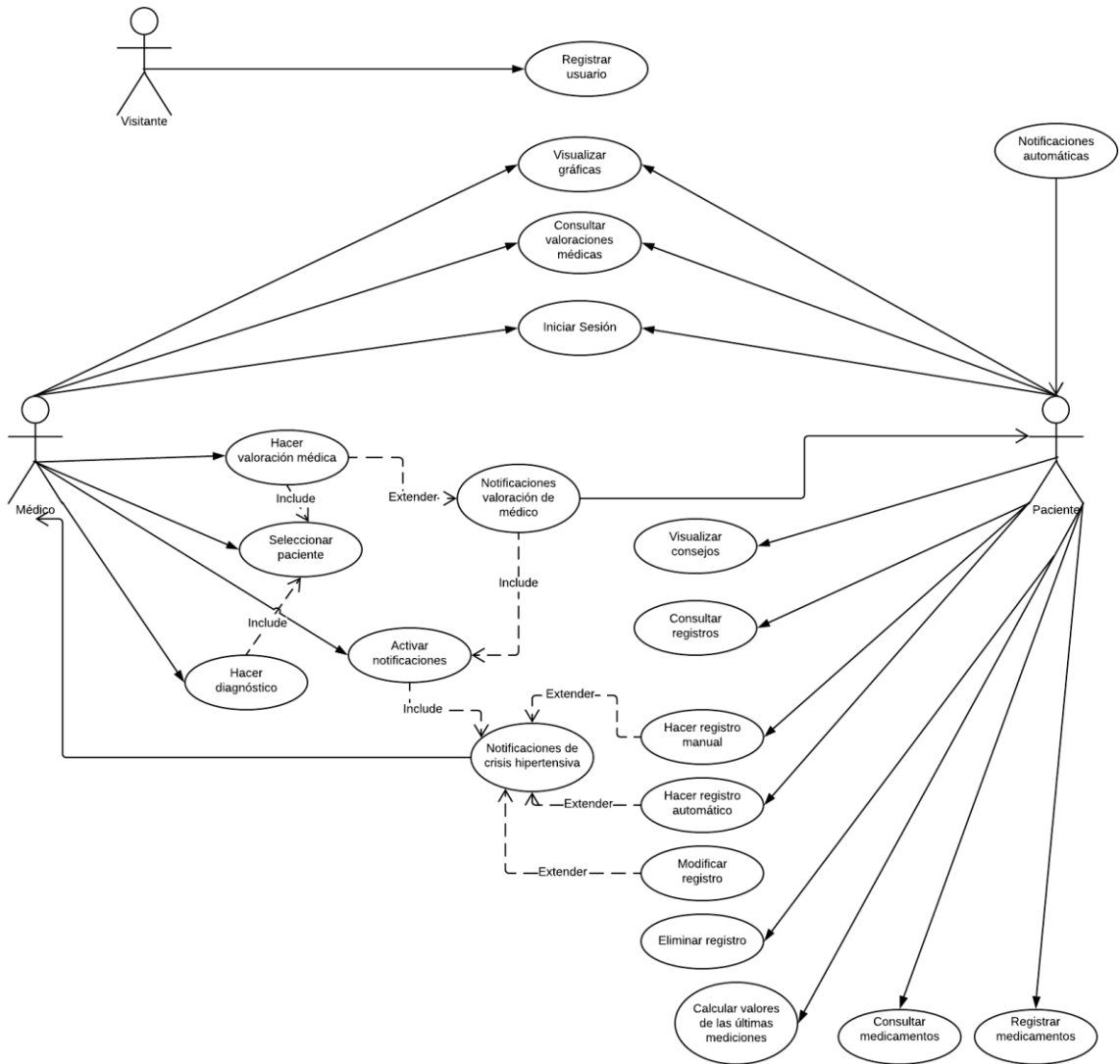


Figura 2.2 Diagrama de casos de uso

## ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO: CU1.REGISTRAR USUARIO

### CU1: Registrar Usuario

**Descripción:** Permite a todos los usuarios nuevos registrarse, y así poder hacer uso del sistema

**Actores:** Visitante (Persona que ingresa por primera vez al sistema)

**Precondiciones:** Ninguna

**Flujo de eventos:** Flujo Básico.

<b>ACCION DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
El actor ingresa en la página de registro en el sistema	El sistema muestra las cajas de texto para ingresar los datos: Nombre completo, tipo de documento, número de identificación, nombre de usuario, e-mail, teléfono, fecha de nacimiento, contraseña, genero, eps, tipo de usuario.
El actor introduce en las cajas de texto: Nombre completo, tipo de documento, número de identificación, nombre de usuario, e-mail, teléfono, fecha de nacimiento, contraseña, género, eps, tipo de usuario.	
El actor pulsa sobre el botón Registrarse	El sistema comprueba la validez de los datos introducidos y los almacena en la base de datos.

Tabla 2.1. Flujo de eventos – Registrar usuario

### Flujos alternativos

Acción 1: El sistema comprueba que todos los campos estén llenos, si la información no está completa, se avisa al actor de ello permitiéndole que lo vuelva a completar.

Acción 2: El sistema comprueba que el nombre de usuario introducido por el actor no exista, si existe, le avisa con un mensaje diciéndole que usuario ya existe, y tiene que cambiarlo.

### CU2: Iniciar sesión

**Descripción:** Permite a los usuarios registrados ingresar al sistema y hacer uso de las funciones de este

**Actores:** Paciente, médico

**Precondiciones:** Estar registrado en el sistema

**Flujo de eventos:** Flujo Básico.

<b>ACCION DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
Este caso de uso comienza cuando el usuario solicita ingresar al Sistema	El sistema Muestra un formulario de validación de datos.
El usuario ingresa su nombre de usuario y su contraseña.	El sistema Valida los datos y de ser correctos permite que el usuario vea las funciones según el rol que tiene

Tabla 2.2 Flujo de eventos - Iniciar sesión

### Flujos alternativos

Acción 1: Si los datos son incorrectos, se le avisa al actor de ello, permitiéndole volver a ingresar los datos correctos.

### CU3: Registrar datos de manera manual

**Descripción:** Permite al usuario paciente ingresar los valores presión sistólica, presión diastólica, pulso, fecha, hora y comentario (opcional).

**Actores:** Paciente.

**Precondiciones:** El paciente debe haber iniciado sesión en el sistema.

**Flujo de eventos:** Flujo básico.

ACCION DE LOS ACTORES	RESPUESTA DEL SISTEMA
El paciente se dirige a la pestaña de registros	El sistema muestra las cajas de texto para ingresar los datos: sistólica, diastólica, pulso, fecha, hora y comentario.
El paciente completa los campos diastólica, sistólica, fecha, hora y comentario(opcional).	
El paciente pulsa el botón guardar registro	El sistema valida que los datos ingresados sean correctos, calcula el estado de la medición, y la presión y almacena en la base de datos
	En caso de que el estado de la medida sea crisis hipertensiva, el sistema notifica al médico

Tabla 2.3. Flujo de eventos - Registrar de manera manual

### Flujos alternativos:

Acción 3: Si hace falta algún dato el sistema informa que falta y permite al usuario ingresarlo.

### CU4: Modificar registros

**Descripción:** Permite al usuario paciente modificar cualquiera de los valores de un registro realizado previamente.

**Actores:** Paciente.

**Precondiciones:** El paciente debe haber iniciado sesión en el sistema y haber realizado algún registro anteriormente.

**Flujo de eventos:** Flujo básico.

<b>ACCION DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
El paciente se dirige a la pestaña de registros	El sistema muestra los registros almacenados hasta el momento en la base de datos por el paciente
El paciente selecciona la opción editar junto al registro requerido	El sistema muestra las cajas de texto para modificar los datos: sistólica, diastólica, pulso, fecha, hora y comentario.
El paciente ingresa los nuevos valores	
El paciente presiona el botón modificar para guardar los cambios	El sistema valida que los datos ingresados sean correctos y los almacena en la base de datos.

Tabla 2.4. Flujo de eventos - Modificar registro

**Flujos alternativos:**

Acción 3: Si hace falta algún dato el sistema informa que falta y permite al usuario ingresarlo.

### **CU5: Eliminar registros**

**Descripción:** Permite al usuario paciente eliminar cualquiera de los valores de un registro realizado previamente.

**Actores:** Paciente.

**Precondiciones:** El paciente debe haber iniciado sesión en el sistema y haber realizado algún registro anteriormente.

**Flujo de eventos:** Flujo básico.

<b>ACCION DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
El paciente se dirige a la pestaña de registros	El sistema muestra los registros almacenados hasta el momento en la base de datos por el paciente
El paciente selecciona la opción eliminar junto al registro requerido	El sistema elimina el registro de la base de datos

Tabla 2.5. Flujo de eventos – Eliminar registro

### **CU6: Registrar automáticamente**

**Descripción:** Permite al actor hacer un registro vía Bluetooth, directamente desde el tensiómetro automático.

**Actores:** Paciente.



**Precondiciones:** Haber iniciado sesión en la aplicación móvil.

Haberse tomado la medición con el tensiómetro automático y tenerlo conectado vía Bluetooth.

Haberse enlazado previamente el teléfono con el tensiómetro vía Bluetooth.

**Flujo de eventos:** Flujo Básico.

<b>ACCION DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
El actor ingresa en la opción registro automático	El sistema muestra los dispositivos a los que se puede conectar a través del Bluetooth
El actor selecciona el dispositivo Bluetooth para establecer la conexión	El sistema establece la conexión y muestra los valores del último registro almacenado en el tensiómetro.
El actor pulsa sobre el ingresar datos	El sistema realiza el registro de la medición, la presión media, y el estado de la medida en la base de datos
	En caso de que el estado de la medida sea crisis hipertensiva, el sistema notifica al médico

Tabla 2.6. Flujo de eventos - Registrar automáticamente.

### **CU7: Consultar valores de las últimas mediciones**

**Descripción:** Permite al paciente visualizar los valores máximos, mínimos, promedios, fecha inicial, y fecha final de los últimos registros que desee.

**Actores:** Paciente.

**Precondiciones:** Iniciar sesión desde la aplicación móvil

Haber guardado algún registro previamente.

**Flujo de eventos:** Flujo Básico.

<b>ACCION DE LOS ACTORES</b>	<b>RESPUESTA DEL SISTEMA</b>
El actor ingresa en la opción últimos registros	El sistema muestra la caja de texto para ingresar la cantidad de registros a tener en cuenta.
El actor introduce en la caja de texto la cantidad de registros que va a considerar	
El actor pulsa sobre el botón calcular	El sistema muestra los valores de: Desde, Hasta; y los valores promedio, máximo y mínimo de la presión sistólica, diastólica y pulso.

Tabla 2.7. Flujo de eventos – Consultar valoraciones de las últimas mediciones.

### CU8: Visualizar consejos

**Descripción:** Permite al paciente visualizar recomendaciones para mejorar sus hábitos buscando mejorar su salud.

**Actores:** Paciente.

**Precondiciones:** Iniciar sesión desde la aplicación móvil.

**Flujo de eventos:** Flujo Básico.

ACCION DE LOS ACTORES	RESPUESTA DEL SISTEMA
El actor ingresa a la opción cuídate.	El sistema muestra una serie de consejos para mejorar los hábitos personales

Tabla 2.8. Flujo de eventos – Visualizar consejos

### CU9: Registrar medicamentos

**Descripción:** Permite al usuario paciente ingresar el medicamento que consume, la dosis, la fecha de próximo control, y la fecha de próximo reclamo.

**Actores:** Paciente.

**Precondiciones:** El paciente debe haber iniciado sesión en el sistema.

**Flujo de eventos:** Flujo básico.

ACCION DE LOS ACTORES	RESPUESTA DEL SISTEMA
El paciente se dirige a la opción de ingresar medicamentos	El sistema muestra las cajas de texto para ingresar los datos: nombre de medicamento, la dosis, le fecha de próximo control, y la fecha de próximo reclamo.
El paciente completa los campos: nombre de medicamento, la dosis, fecha de próximo control, y la fecha de próximo reclamo.	
El paciente pulsa el botón guardar medicamento	El sistema valida que estén completos los datos y los almacena en la base de datos.

Tabla 2.9. Flujo de eventos - Registrar medicamentos

### Flujos alternativos:

Acción 1: Si hace falta algún dato el sistema informa que falta y permite al usuario ingresarlo.

### CU10: Consultar medicamentos

**Descripción:** Permite al usuario consultar los medicamentos que ha registrado.

**Actores:** Paciente.

**Precondiciones:** El paciente debe haber iniciado sesión en el sistema.

**Flujo de eventos:** Flujo básico.

ACCION DE LOS ACTORES	RESPUESTA DEL SISTEMA
El paciente se dirige a la opción de consultar medicamentos	El sistema muestra la lista de los medicamentos que han sido registrados por el paciente
El paciente completa los campos: nombre de medicamento, la dosis, fecha de próximo control, y la fecha de próximo reclamo.	
El paciente pulsa el botón guardar medicamento	El sistema valida que estén completos los datos y los almacena en la base de datos.

Tabla 2.10. Flujo de eventos – Consultar medicamentos

### Flujos alternativos:

Acción 3: Si hace falta algún dato el sistema informa que falta y permite al usuario ingresarlo.

### CU11: Visualizar gráficas

**Descripción:** Permite al usuario visualizar gráficas históricas de los registros.

**Actores:** Paciente, Médico.

**Precondiciones:** El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema.

**Flujo de eventos:** Flujo básico.

ACCION DE LOS ACTORES	RESPUESTA DEL SISTEMA
El usuario se dirige a la opción de ver gráfica	El sistema muestra la gráfica

Tabla 2.11. Flujo de eventos – Visualizar gráfica.

### CU12: Consultar valoraciones médicas

**Descripción:** Permite al usuario consultar las valoraciones que haya realizado el médico.

**Actores:** Paciente, Médico.

**Precondiciones:** El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema.

**Flujo de eventos:** Flujo básico

ACCION DE LOS ACTORES	RESPUESTA DEL SISTEMA
El paciente se dirige a la opción de consultar valoraciones médicas	El sistema muestra la lista de valoraciones del paciente

Tabla 2.12. Flujo de eventos - Consultar valoraciones médicas.

### CU13: Hacer valoraciones médicas

**Descripción:** Permite al médico hacer valoraciones al paciente.

**Actores:** Médico.

**Precondiciones:** El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema.

**Flujo de eventos:** Flujo básico.

ACCION DE LOS ACTORES	RESPUESTA DEL SISTEMA
El actor se dirige a la opción de hacer valoración seleccionando al paciente.	El sistema muestra un campo título, comentario, e imagen
El actor completa los campos	El sistema almacena la valoración en la base de datos. El sistema envía una notificación al paciente informando que tiene una valoración.

Tabla 2.13. Flujo de eventos - Hacer valoraciones médicas.

### CU14: Hacer diagnóstico

**Descripción:** Permite al médico hacer un diagnóstico del paciente.

**Actores:** Médico.

**Precondiciones:** El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema.

**Flujo de eventos:** Flujo básico

ACCION DE LOS ACTORES	RESPUESTA DEL SISTEMA
El actor se dirige a la opción de hacer valoración seleccionando al paciente.	El sistema muestra un campo título, comentario, e imagen
El actor completa los campos	El sistema envía una notificación al paciente informando que tiene una valoración.

Tabla 2.14. Flujo de eventos - Hacer diagnóstico.

### CU15: Notificaciones de crisis hipertensivas

**Descripción:** El paciente recibe notificaciones que el sistema envía.

**Actores:** Paciente.

**Precondiciones:** El paciente debe haber iniciado sesión desde la app móvil de Android.

**Flujo de eventos:** Flujo básico

ACCION DE LOS ACTORES	RESPUESTA DEL SISTEMA
	El sistema envía una notificación push a los usuarios

Tabla 2.15. Flujo de eventos - Notificaciones automáticas.

## 2.2. Diseño

Partiendo del análisis previo se va a diseñar un sistema capaz de cumplir con todos los requisitos impuestos por el usuario final, tanto funcionales como no funcionales, esta etapa tiene como finalidad plantear una solución que facilite la construcción de ese sistema, puesto que uno de los objetivos es adquirir y registrar los datos medidos haciendo uso de una aplicación Android, y otro es desarrollar un aplicativo bajo el servicio Cloud para el registro y seguimiento de pacientes hipertensos. Se opta entonces por diseñar una aplicación web, a la que se puede acceder desde cualquier dispositivo, la cual estará conectada al servicio Cloud, y permitirá el registro de un nuevo usuario, de esta forma tanto el usuario paciente, como el usuario médico tendrán acceso a las actividades requeridas.

Por otro lado, se diseña la aplicación Android para paciente, en la cual el paciente podrá hacer el registro de mediciones tanto de manera Bluetooth, como de manera manual, y podrá recibir notificaciones, además podrá hacer consultas y registros de igual forma que en la aplicación web. También se diseña la aplicación Android para el médico, la cual sirve para recibir notificaciones en caso de crisis hipertensiva del paciente.

### 2.2.1. Determinación del dispositivo medidor

Para el registro de los datos medidos del paciente se proponen dos alternativas, la primera es hacerlo de forma manual, con datos que el paciente puede haber obtenido de un tensiómetro manual, y la segunda es realizarlo de manera directa desde un tensiómetro digital, para hacerlo de esta última forma es necesario que este medidor envíe los datos a la aplicación Android, desde donde se enviarán a la base de datos.

Es necesario saber qué equipos existen en el mercado para realizar la adquisición de las variables que determinan la presión arterial de una persona, y que además permita cumplir con los requisitos mencionados anteriormente.

A continuación, se realiza una descripción de algunos de los dispositivos disponibles para la obtención de la presión arterial.

- **Medisana BW310 Tensiómetro de muñeca:** Es un sensor automático que permite medir la presión arterial de forma aproximada en la muñeca, tiene 60 espacios para cada uno de los dos diferentes usuarios que permite, colorea las mediciones con colores de acuerdo al estado, y calcula el valor promedio de los últimos valores almacenados, el costo es bajo comparado con otros tensiómetros digitales.
- **Broadcare Tensiómetro digital BC-2002:** Es un sensor automático que permite medir la presión arterial de forma aproximada en el brazo, tiene 99 espacios para cada uno de los dos diferentes usuarios que permite, clasifica las mediciones de acuerdo al estado, su costo es similar a los otros tensiómetros digitales.
- **Koogeek Tensiómetro digital de muñeca con conexión Bluetooth:** Es un sensor automático que permite medir la presión arterial de forma aproximada en la muñeca, almacena hasta 99 datos, y permite enviar los datos a través de Bluetooth a una aplicación propia, disponible para Android, iOS, y Windows Phone, donde quedan almacenados los datos para un posterior seguimiento, su costo es similar a los otros tensiómetros digitales.
- **Sharon Tensiómetro digital LH67402:** Es un sensor automático que permite medir la presión arterial de forma aproximada en la muñeca, almacena hasta 60 datos, y permite enviar los datos a través de Bluetooth a una aplicación MedM de SwissMed, la cual envía los datos a la nube, donde quedan almacenados los datos para un posterior seguimiento, su costo es similar a los otros tensiómetros digitales.
- **Kodea KD-202F Tensiómetro automático:** Es un sensor automático que permite medir la presión arterial con un rango alto de precisión, almacena hasta ochenta valores, y permite la integración con una plataforma de sensores llamada e-Health que a su vez es compatible con Arduino y permite realizar el envío de los valores seleccionados.

Estos tensiómetros digitales presentan características similares en cuanto a almacenamiento, precisión y costos, sin embargo, para la realización del proyecto es necesario que los datos puedan ser enviados a la aplicación que se diseñe, de

esta manera, los dos primeros instrumentos no pueden ser utilizados pues no presentan una forma de transferir esos datos a otro software o base de datos, el tercero y el cuarto aunque si presentan la posibilidad de compartir estos datos vía Bluetooth, solo lo hacen con aplicaciones específicas, es decir que son sistemas cerrados en los cuales no se puede realizar una manipulación externa de la información recibida y por lo tanto no son aptos para cumplir los objetivos del proyecto.

*Kodea KD-202F Tensiómetro automático* permite realizar la medida de una manera satisfactoria, ya que es práctico, puesto que el dispositivo realiza el mismo todo el proceso de medición, y, además, aunque no tiene certificación como casi todos estos dispositivos automáticos, la precisión es alta, pues está en rango de  $\pm 3$  mmHg, el método que utiliza es el método oscilométrico que se describe en el primer capítulo.

Pero la principal característica por la que se decide usar este aparato es porque los datos medidos pueden ser manipulados de manera externa enviándolos a otro dispositivo hardware.



Figura 2.3 Tensiómetro automático Kodea KD-202F Fuente: [43].

### 2.2.2. Adquisición de datos

Como se menciona previamente, es necesario realizar la adquisición de datos que están en el tensiómetro, el instrumento seleccionado permite enviar esta información utilizando la *e-Health Sensor Platform V2.0*, o la versión más reciente de este dispositivo que se denomina *Mysignals*.

**e-Health Sensor Platform V2.0:** Es una tarjeta que permite llevar a cabo aplicaciones para el monitoreo del cuerpo humano, ofrece la posibilidad de conexión con distintos sensores: temperatura corporal, glucómetro, respuesta galvánica de la piel, saturación de oxígeno en la sangre (SpO2), respiración, posición del paciente (acelerómetro), electromiografía, y la presión arterial.

Se puede utilizar para monitorizar en tiempo real el estado de un paciente o para obtener datos con el fin de ser analizados posteriormente, pero necesita de una tarjeta adicional para esto ya que por sí sola la *e-Health Sensor Platform V2.0* no puede procesar completamente los datos provenientes de los sensores. Esta tarjeta es de hardware abierto y es compatible con *Arduino* y *Raspberry Pi*.

**MySignals:** Es la plataforma sucesora de la *e-Health sensor Platform*, tiene las mismas funcionalidades que esta, con algunas características adicionales que son: mayor número de sensores, pues el número de estos se incrementó de diez a dieciséis, ofrece conectarse con aplicación para el seguimiento disponible en Android, o en iOS, y ofrece almacenamiento de datos en la nube, el valor de MySignals es mucho más elevado que el de su predecesora.

Aunque claramente *MySignals* ofrece más funciones, estas no son necesarias para el proyecto que se quiere realizar, ya que uno de los objetivos es desarrollar la aplicación, por otro lado, el único sensor necesario es el de presión arterial, por ello no ofrece ninguna ventaja en este caso la cantidad de sensores adicionales que se pueden conectar a *MySignals*, finalmente, la *e-Health Sensor Platform V 2.0*, es mucho más económica, por todas estas razones se decide utilizar esta última para el desarrollo del proyecto.

En la Figura 2.4 se observa la placa *e-Health Sensor Platform V2.0* y en la Figura 4.5 se ve la placa con el sensor para la adquisición de la presión arterial.

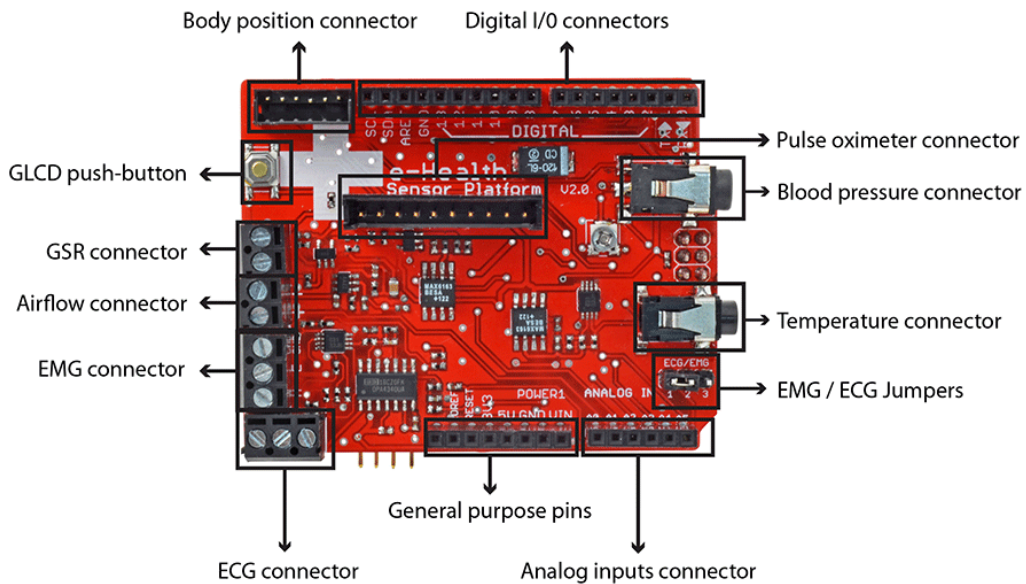


Figura 2.4 e-Health Sensor Platform V2.0. Fuente: [44].





Figura 2.5 Medidor de presión arterial conectado a la tarjeta e-Health. Fuente:[45].

### 2.2.3. Comunicación

Para la comunicación inalámbrica se va a hacer uso de la tecnología Bluetooth ya que los datos que se envían no son para nada pesados, este proceso no necesita de velocidades muy altas, solo se necesita conectar un dispositivo, por ello, esta tecnología es adecuada para recibir los datos del tensiómetro.

El dispositivo sensor escogido entrega variaciones de voltaje en su salida lo que representa la señal fisiológica adquirida, para poder realizar una comunicación inalámbrica entre el dispositivo sensor y el dispositivo Android es necesario primero enviar esta señal a la tarjeta e-Health, y luego se requiere el uso de otra tarjeta en la cual se realice una conversión analógica a digital, para este propósito se puede utilizar *Raspberry Pi*, *Arduino Mega 2560*, *Arduino UNO* o una tarjeta *Intel Galileo*; la tarjeta más apropiada para el sistema es la tarjeta *Arduino UNO*, ya que cuenta con las características suficientes, es la de menor costo, y la de menor tamaño, las otras placas poseen más características y funcionalidades irrelevantes para el sistema planteado.

En la Figura 2.6 se observa la interconexión entre la tarjeta *e-Health Sensor Platform V2.0* y el *Arduino UNO*. Después de esta conexión es posible utilizar un módulo Bluetooth para el envío de los datos a la app móvil.

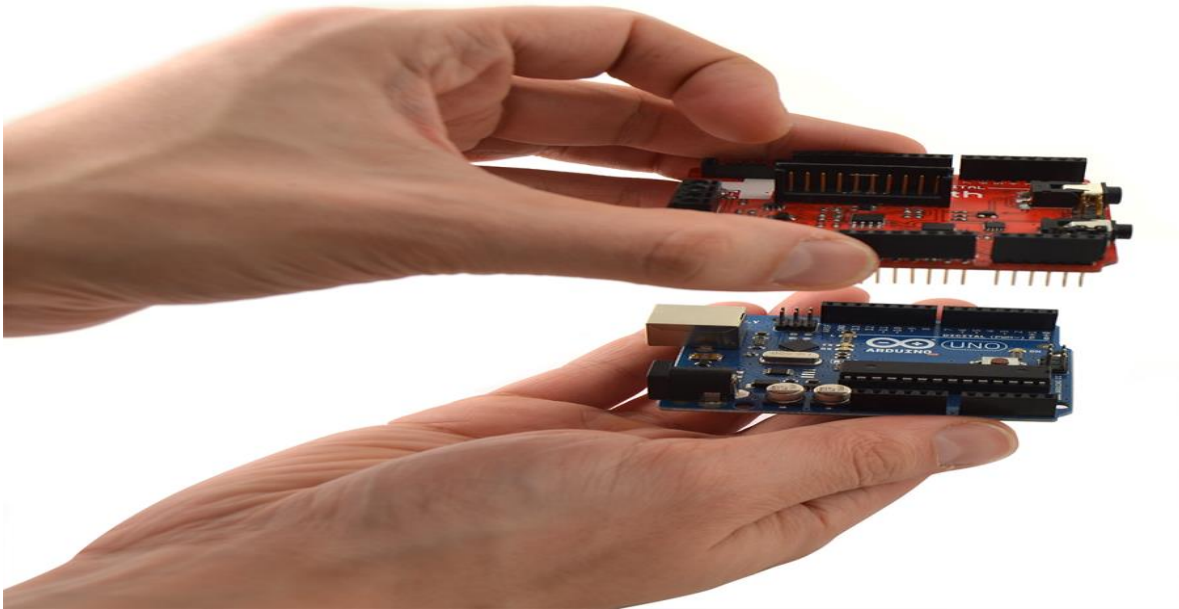


Figura 2.6 e-Health Sensor Platform V2.0 y Arduino UNO Fuente:[46].

Existen diferentes módulos para realizar una conexión Bluetooth que sea compatible con los dispositivos escogidos, estos se pueden visualizar en la siguiente tabla.

Módulo Bluetooth	Versión	Clase	Perfil	Interfaz	Modo de operación	Conexiones simultáneas
connectBlue OBS421	4.0 Smart ready	1	SPP, DUN, PAN	UART	Maestro /Esclavo	7
Blueradios BR-LE4.0-D2A	4.0 smart ready	1	SPP	SPI, UART	Maestro /Esclavo	No especifica
Roving Networks RN-42	2.0	2	SPP, DUN	UART, USB	Maestro /Esclavo	1
HC-05	2.0	2	SPP	UART, USB	Maestro /Esclavo	1

Tabla 2.16. Módulos para comunicación Bluetooth. Fuente: [47].

Debido a las necesidades que se describen previamente, no es necesario una capacidad muy alta de transmisión de datos, es decir, es suficiente con la versión 2.0, la potencia tampoco es relevante, por ello puede elegirse clase 1 o 2, no se necesitan conexiones simultaneas, y los demás parámetros no son relevantes. Por estas razones el módulo escogido es el HC-05.

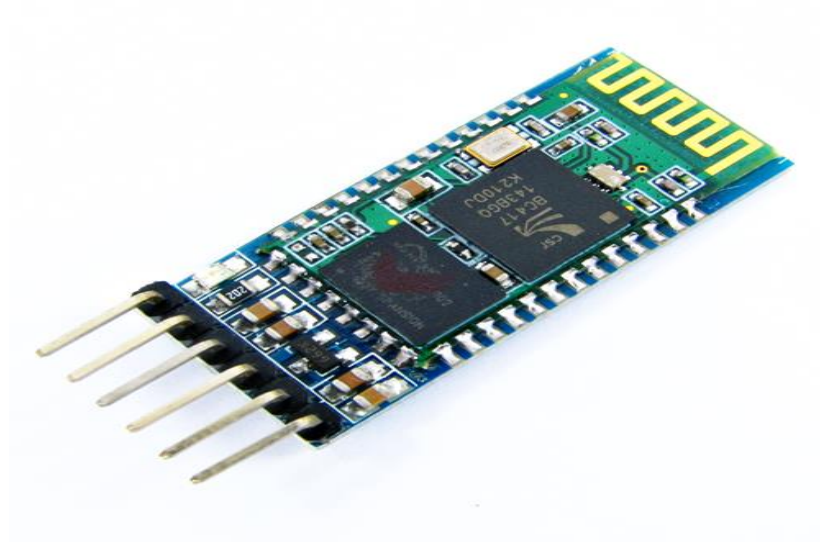


Figura 2.7Módulo Bluetooth HC-05 Fuente: [48].

Una vez los datos sean enviados a la aplicación, podrán enviarse desde aquí a la base de datos, utilizando el protocolo HTTP.

Ya definidos los dispositivos seleccionados para la adquisición de datos, el modelo que se plantea aparece en la figura 2.8.

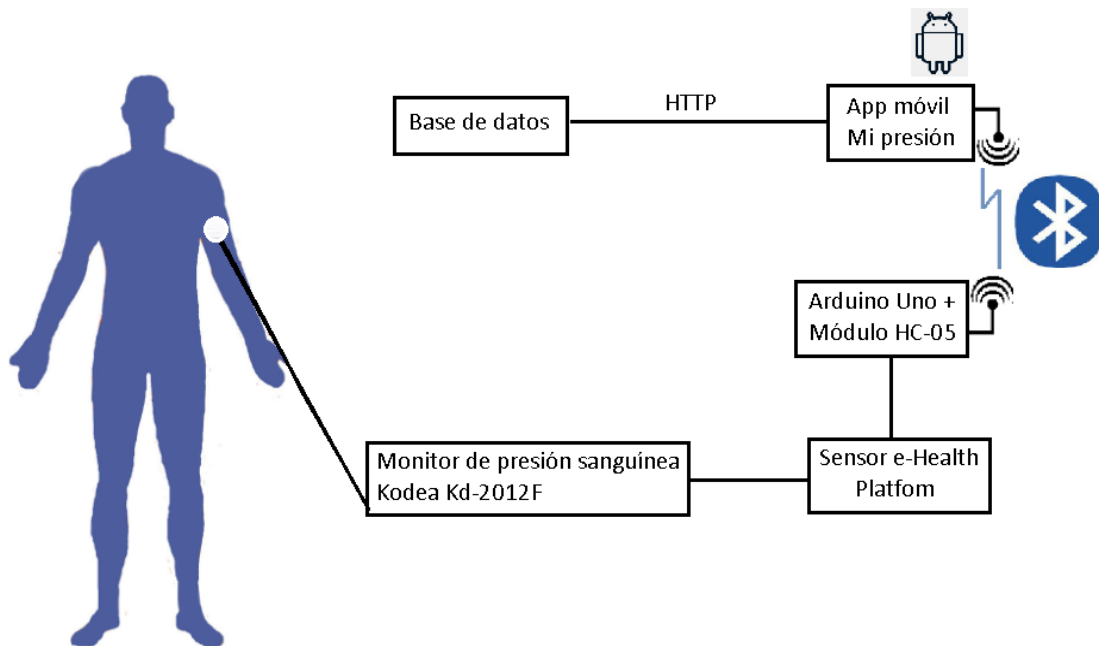


Figura 2.8 Modelo de adquisición y registro de datos.Fuente: Propia

#### 2.2.4. Comunicación con la base de datos

Ya que es necesario que exista un intercambio entre la base de datos y el cliente, se decide implementar un servicio web, utilizando la arquitectura de transferencia de estado representacional (REST) puesto que es un diseño simple, orientado a recursos, que cumple con los requisitos que se requieren para este sistema.

A través del protocolo HTTP, el cliente envía una solicitud al servidor, quien está conectado a la base de datos, el servidor responde de la misma manera, y en caso de ser una aplicación móvil, se envía un archivo JSON.

Esto se puede ver en la figura 2.9.

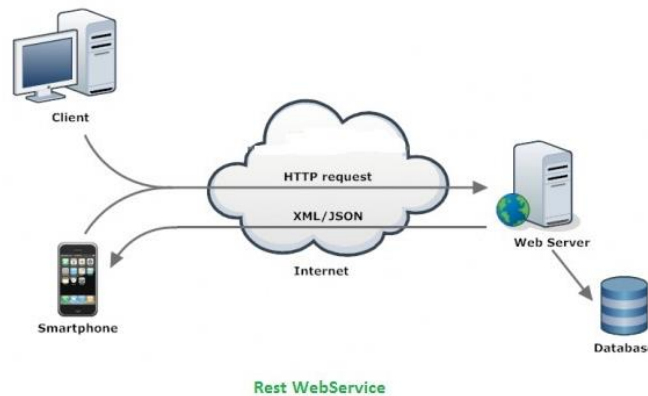


Figura 2.9 Servicio web a través de REST Fuente[49].

#### 2.2.5. Diseño aplicación móvil

Para el diseño de la aplicación móvil se utilizará la arquitectura Modelo Vista Controlador. Consiste en una arquitectura de software utilizada en sistemas donde se usan interfaces de usuario. Se basa en un modelo que tiene tres capas, cada una de las capas se encarga de realizar una función, este tipo de arquitectura surge de la necesidad de desarrollar aplicaciones robustas orientadas a los usuarios, que faciliten su mantenimiento, separen componentes, y cuenten con un ciclo de vida más adecuado ya que permite una mejor mantenibilidad [50].

Las ventajas de usar esta arquitectura son:

- Cada capa tiene un objetivo específico, pudiendo centrar el desarrollo de cada capa de forma individual, siempre y cuando se realice un diseño claro y se tenga en cuenta la forma de comunicación entre las capas.
- Existe modularidad, de esta manera se pueden dividir las funcionalidades en diferentes partes del código
- Se pueden modificar las capas sin afectar a las demás, ya que de cierto modo están separadas una de la otra

- Es ideal para una aplicación orientada a objetos ya que favorece la extensibilidad y mantenimiento del proyecto.

La desventaja consiste en que requiere un diseño más exhaustivo dividiendo el proyecto en módulos, haciendo que exista un gasto mucho mayor de tiempo, puesto que es frecuente que deban realizarse un mayor número de clases que en otros entornos de desarrollo, tampoco se recomienda usar este patrón en modelos no orientados a objetos ya que su implementación resulta muy costosa en lenguajes que no sigan este paradigma [51].

A continuación, se explica cada una de las capas que conforman a la arquitectura.

**Modelo:** Es un conjunto de clases u objetos que representan la información que la aplicación va a utilizar. En la aplicación estaría representado por el acceso a la base de datos.

**Vista:** Esta capa es la representación visual de los datos contenidos en el modelo. La vista se encarga de mostrar los datos del modelo y adaptarse a los cambios que se presenten.

**Controlador:** Es el enlace entre el modelo y las vistas, contiene el código requerido para llevar a cabo las acciones solicitadas por el usuario. La vista puede pedir más información del modelo sin necesidad del controlador en caso de necesitarla.

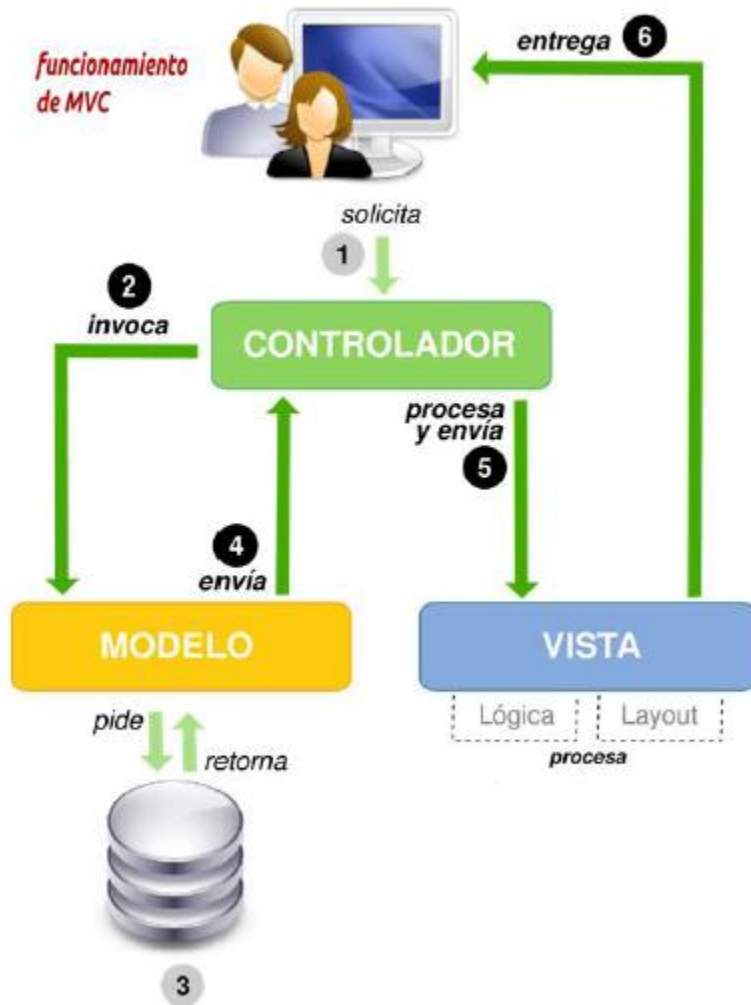


Figura 2.10 Ejemplo gráfico de modelo MVC

### 2.2.6. Servicio de notificaciones

Es necesario enviar notificaciones a la aplicación móvil, para es necesario que la aplicación móvil esté conectada a algún servicio de mensajería, que permita enviar notificaciones a dispositivos móviles. Para este propósito se ha escogido la plataforma Firebase Cloud Messaging, pues es una aplicación que se puede integrar fácilmente a lo que se requiere, y además es de uso gratuito.

## 2.3. Desarrollo

### 2.3.1. Base de datos

Almacena la información referente a los usuarios de la aplicación, dotándola de robustez y seguridad. A la vez posibilita la consulta de la información de manera rápida y eficiente mediante el uso de sentencias en lenguaje SQL. Se han desarrollado ocho tablas:

1. Usuarios: Contiene la información necesaria para que el usuario ingrese sesión.

Columna	Tipo	Longitud	Nulo	Descripción
idUsuario	Int	11	No	Llave primaria de usuario
nombreUsuario	Varchar	40	No	Nombre del paciente para ingresar
passwordUsuario	text	40	No	Contraseña del usuario para ingresar
idPaciente	Int	11	No	Llave foránea de la tabla de pacientes
idTipoUsuario	int	11	No	Llave foránea, tipo del usuario, médico o paciente

Tabla 2.17 Diccionario de tabla de usuarios

2. Paciente: Contiene la información de los usuarios que ingresan al sistema.

Columna	Tipo	Longitud	Nulo	Descripción
idPaciente	Int	11	No	Llave primaria de paciente
nombrePaciente	Varchar	70	No	Nombre real del paciente
tipoDocumento	Varchar	8	No	Tipo de identificación real
numeroDocumento	int	16	No	Numero de Identificación real
eps	Varchar	30	No	Eps afiliado
telefonoPaciente	Varchar	12		Teléfono paciente
nacimientoPaciente	Date			Fecha de nacimiento
generoPaciente	Varchar	12		Genero del paciente
correoPaciente	Varchar	40		Correo del paciente
imagenPerfil	Varchar	35		Imagen de Perfil

Tabla 2.18. Diccionario de datos tabla paciente

3. Tipo usuario: permite almacenar si un tipo de usuario es médico o paciente.

Columna	Tipo	Longitud	Nulo	Descripción
idTipoUsuario	Int	2	No	Llave primaria
Tipo_usuario	Int	11	No	Tipo del usuario, médico o paciente

Tabla 2.19. Diccionario de datos tabla tipo de usuario

4. Registros: Contiene la información de un registro que haya sido realizado por el paciente.

Columna	Tipo	Longitud	Nulo	Descripción
idRegistros	Int	11	No	Llave primaria Registro
Sistólica	Int	5	No	Presión sistólica
Diastolica	Int	5	No	Presión diastólica
Pulso	Int	5	No	Pulso
Fecha	TimeStamp	10	No	Fecha de medida
PresionMedia	Decimal	6	No	Presión media
Diagnostico	Tyny Text		No	Estado médico de la medida
Comentario	Tyny Text		Si	Comentario del paciente sobre la medida
idPaciente	Int	11	No	Llave foránea Paciente

Tabla 2.20. Diccionario de datos tabla registros

5. Medicamentos: Contiene la información de un medicamento que haya sido almacenado por el paciente.

Columna	Tipo	Longitud	Nulo	Descripción
idMedicamento	Int	11	No	Llave primaria Medicamento
nombreMedicamento	text	30	No	Nombre del medicamento
dosisMedicamento	Text	14	No	Dosis del medicamento
fechalnicio	Date		No	Fecha del próximo control
fechaFin	Date		No	Fecha de nuevo reclamo de medicamento
idPaciente	int	11	No	Llave foránea paciente

Tabla 2.21. Diccionario de datos tabla medicamentos

6. Diagnóstico: Almacena la información de una valoración médica realizada por el médico al paciente.

Columna	Tipo	Longitud	Nulo	Descripción
id	Int	11	No	Llave primaria paciente
titulo	Text	11	No	Título de la valoración médica



fecha	Date time	14	No	Fecha de la valoración médica
Comentario	Text		No	Comentario de la valoración
Imagen	Varchar	35	Si	Imagen de la valoración médica
Autor	Text	30	No	Autor de la valoración
idPaciente	Int	11	No	Llave foránea paciente

Tabla 2.22. Diccionario de datos tabla diagnostico

7. Diagnóstico real: Almacena la información de un diagnóstico realizado por el médico al paciente.

Columna	Tipo	Longitud	Nulo	Descripción
idPaciente	Int	11	No	Llave primaria paciente
Fecha	Datetime		No	Fecha de realización diagnóstico
Adicional	Text		No	Información adicional
Autor	Text		No	Médico que realiza el diagnóstico
iDx	Text		No	Diagnóstico

Tabla 2.23. Diccionario de datos tabla diagnostico real

8. Token: Identifica un usuario de la aplicación móvil con un token único, de esta manera recibe las notificaciones.

Columna	Tipo	Longitud	Nulo	Descripción
idPaciente	Int	11	No	Llave foránea de paciente
nombrePaciente	Varchar	11	No	Nombre del paciente para ingresar
Token	longtext		No	Identificador del dispositivo móvil del usuario.

Tabla 2.24. Diccionario de datos tabla token

Puede observarse en la figura 2.11 la manera en que se relacionan las ocho tablas, en la base de datos, todas las tablas se relacionan con la tabla paciente, pues toda la información siempre pertenece a un usuario.

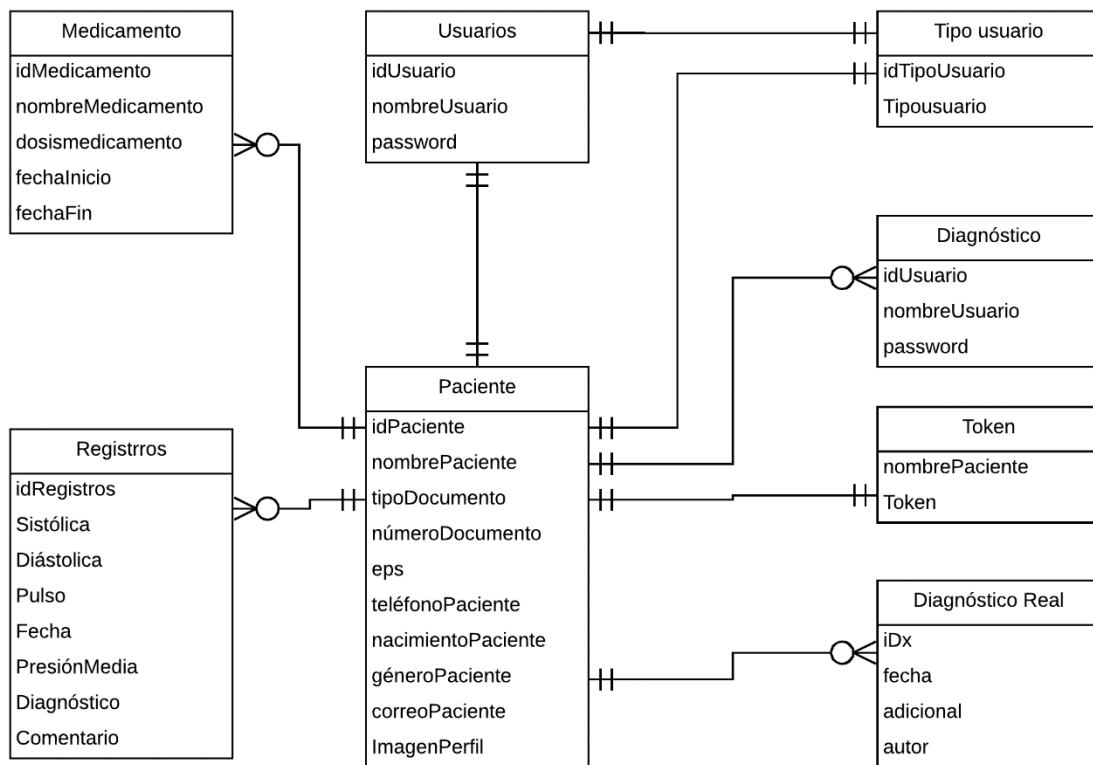


Figura 2.11 Modelo entidad relación

Esta base de datos se almacena en un servidor en la nube, de manera que se pueda acceder a estos desde cualquier dispositivo.

### 2.3.2. Módulo php

Para que el cliente web pueda interactuar con la base de datos, es necesario primero que interactúe con un servidor web, el cual a través de php se comunicará con la base de datos, las funciones que se desarrollan en este módulo son:

1. **Autenticación:** Comprueba que se tengan permisos para el acceso a determinadas sesiones, verificando que el usuario ha iniciado sesión.
2. **Lectura, borrado, edición, y creación de nuevas entradas:** Se construyen archivos .php con la funcionalidad de interactuar con las diferentes tablas de la base de datos. Se construyen archivos .php independientes con la funcionalidad de:
  - Consultar:* lista de pacientes, registros, medicamentos, diagnóstico y valoraciones médicas.
  - Eliminar:* Registros, medicamentos.
  - Editar:* Registros, medicamentos, paciente.
  - Crear:* Medicamento, registro, usuario, diagnostico, valoración médica.

Además, se construyó un archivo conexión, el cual realiza la conexión del servidor con la base de datos, esta función es usada en todos los demás archivos para poder acceder a los datos.

### **2.3.3. Entornos de desarrollo**

Para el desarrollo de la aplicación móvil, se ha utilizado el IDE oficial de Android, Android Studio [52], para poderse adaptar a los nuevos entornos de desarrollo de Google, que incorporan una conexión total con la nube y facilitan la distribución de las App en el mercado, además permite optimizar las funciones de lenguaje e interfaz, pues es un entorno dedicado exclusivamente a estos dispositivos.

Para el desarrollo de la conectividad Bluetooth, la parte que recibe los datos del medidor, se usará como ya se dijo la plataforma Arduino, así que Arduino IDE será el entorno seleccionado para realizar este proceso.

### **2.3.4. Diseño aplicación móvil**

#### **2.3.4.1 Actividades**

Se crearon las actividades necesarias para que la aplicación sea capaz de llevar a cabo las funcionalidades planteadas, estos archivos en su mayoría sirven como un puente que conecta las peticiones que realizan los clientes a través de las vistas, con un archivo que se encarga de recoger o de enviar información a la base de datos.

#### **2.3.4.2 Fragments**

Además, algunas actividades tienen integrados fragments, estos representan un comportamiento o una parte de la interfaz de usuario en una Actividad. Un fragment se puede definir como una sección modular de una actividad que tiene su ciclo de vida propio, recibe sus propios eventos de entrada y se puede agregar o quitar mientras la actividad se está ejecutando, algo así como una subactividad, un fragment siempre debe estar integrado a una actividad y el ciclo de vida del fragmento se ve directamente afectado por el ciclo de vida de la actividad anfitriona. Por ejemplo, cuando la actividad está pausada, también lo están todos sus fragments, y cuando la actividad se destruye, lo mismo ocurre con todos los fragmentos [53]

En la figura 2.12 puede verse el listado de fragments y de actividades que componen la aplicación.

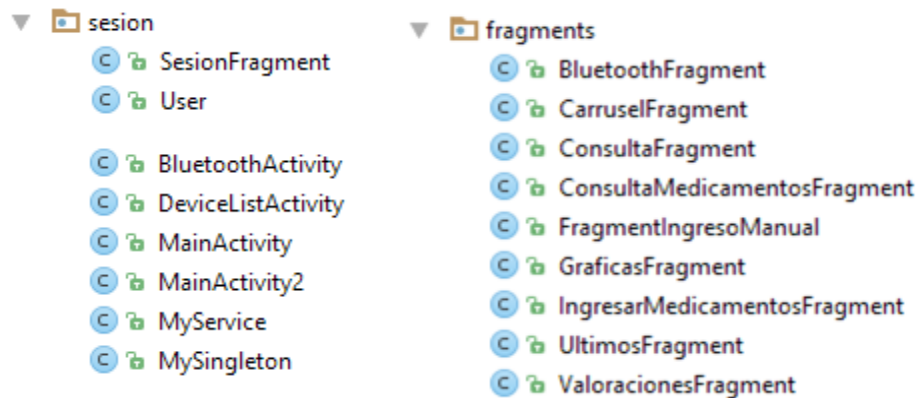


Figura 2.12 Actividades y Fragments Fuente: Propia

*Bluetooth Fragment:* Junto con *BluetoothActivity* Es quien se encarga de realizar la conexión con el dispositivo Bluetooth con el fin de adquirir los datos del sensor, y luego enviarlos a la base de datos.

*Carrusel Fragment:* Es una sencilla actividad que muestra mensajes para mejorar los hábitos al paciente.

*Consulta Fragment:* Se encarga de solicitar los datos de los registros almacenados por el paciente, recibe un archivo json, y lo codifica de tal forma que se pueda mostrar en la vista.

*Consulta Medicamentos Fragment:* Realiza similar función al anterior, pero con los medicamentos del paciente.

*Fragment Ingreso Manual:* Se encarga de enviar los datos de un registro de presión a un archivo php que insertará los datos en la base de datos.

*Gráficas Fragment:* Realiza lo mismo que *Consulta Fragment*, pero envía los datos para ser mostrados en una gráfica.

*Ingresar medicamentos Fragment:* Funciona igual que el *Fragment Ingreso manual*, pero envía un registro de un medicamento

*Últimos Fragment* Realiza la consulta de los registros, y calcula valores máximos mínimos y promedios de las últimas medidas del usuario.

*Valoraciones Fragment* Se encarga de solicitar los datos de las valoraciones almacenadas en la base de datos, recibe un archivo json, y lo codifica de tal forma que se pueda mostrar en la vista.

*Sesión fragment:* Se encarga de verificar el ingreso del usuario a la aplicación, para eso envía las credenciales del usuario a un archivo php, y recibe un objeto Json como respuesta, de ser incorrecta avisa que es invalido, caso contrario, accede a la

aplicación, y envía un identificador del móvil para poder recibir notificaciones posteriormente.

*Bluetooth Activity y device List Activity:* Se encargan de conectar el dispositivo con el aparato de Bluetooth.

*MyService:* Permite al dispositivo recibir notificaciones a través del servicio Firebase Cloud Messaging.

*MySingleton:* Es una clase que implementa el patrón Singleton con el fin de evitar que se cree más de una instancia de una clase.

### 2.3.4.3 Modelo

El modelo se refiere a la parte que se conecta directamente con la base de datos, recibiendo información allí presente, o modificando datos de las tablas. En la figura 2.13 se muestran las partes de la capa modelo, y cuál es el flujo de la información.

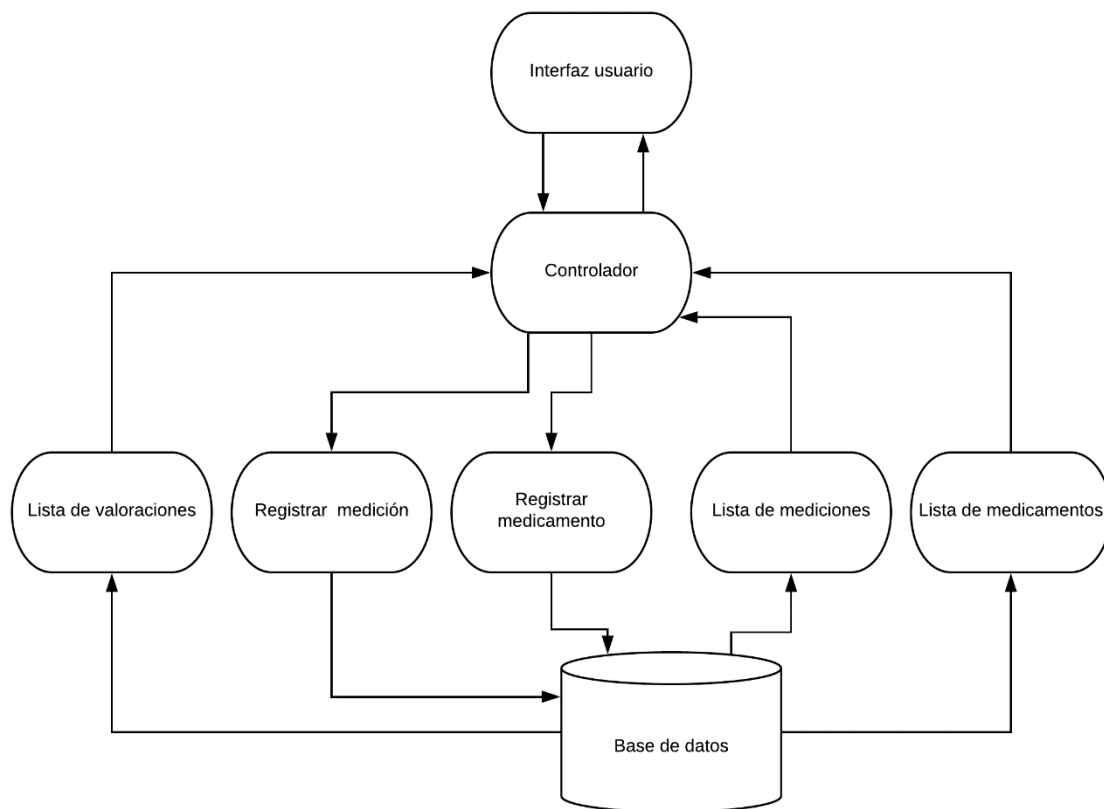


Figura 2.13 Capa modelo aplicación móvil

#### 2.3.4.4 Vistas

Para mostrar la información al usuario se crea una vista por cada actividad o fragment

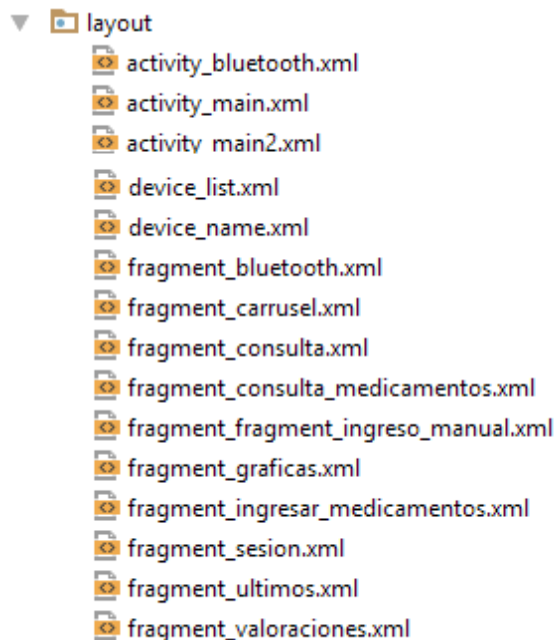


Figura 2.14 Vistas de la aplicación.

## 2.4. Funcionalidades de la aplicación

A continuación, se muestran algunas de las principales funcionalidades del sistema.

La figura 2.14 muestra la pantalla inicial de la aplicación móvil, aquí puede verse las diferentes opciones que dispone el paciente en la aplicación móvil.

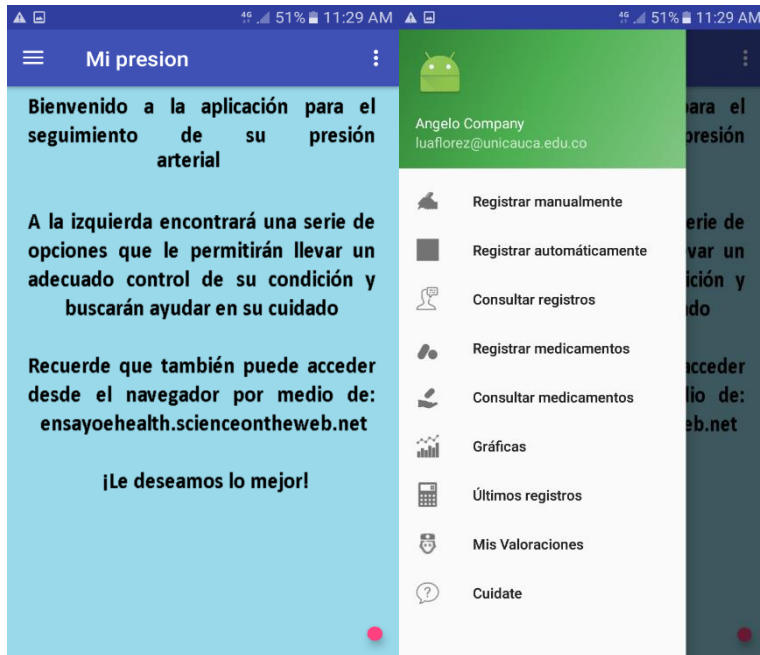


Figura 2.15 Pantalla inicial app móvil

En la figura 2.15 puede verse cómo el paciente puede realizar sus registros y consultar un listado de ellos, en la figura 2.16 se muestra como se realiza esto desde el dispositivo móvil.

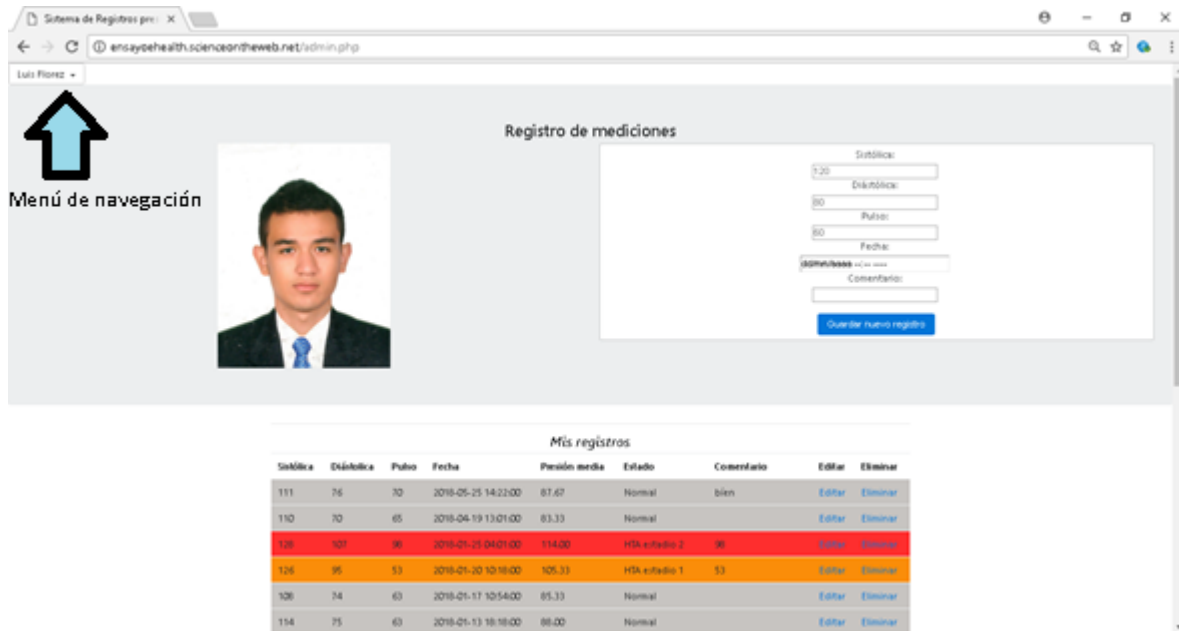


Figura 2.16 Pantalla de registros app web

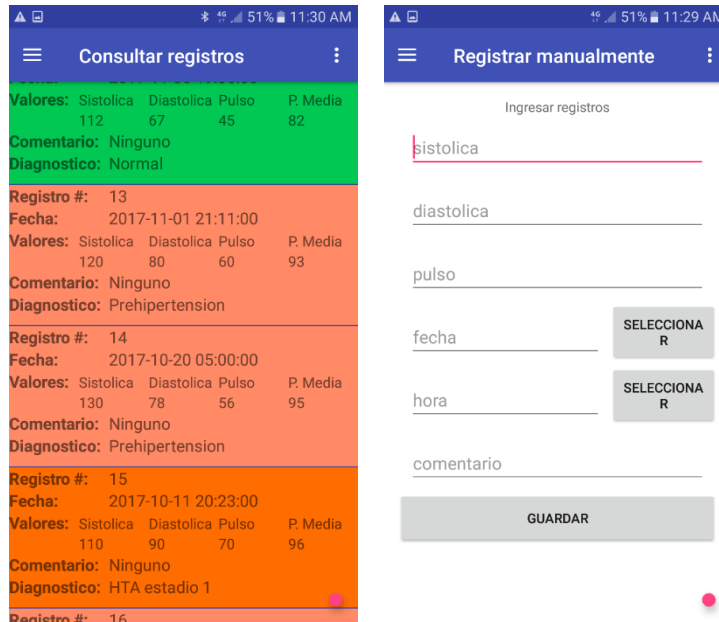


Figura 2.17 Pantallas de consulta y registros app móvil

En la figura 2.17 aparece la gráfica para realizar seguimiento, está gráfica permite mostrar u ocultar las variables de presión sistólica, diastólica, media, y pulso, además permite establecer un rango de tiempo específico, y escoger el momento del día que desea ser tenido en cuenta. Está gráfica permite la opción de ser guardado o impresa.

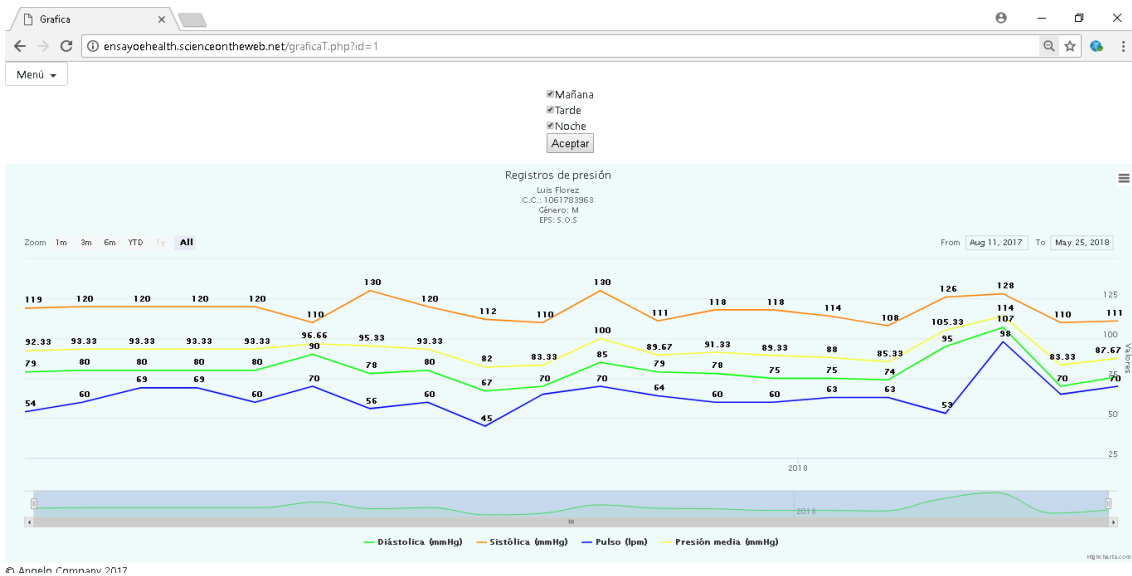


Figura 2.18 Gráfica de seguimiento app web



La figura 2.18 muestra la función de realizar cálculos de las últimas valoraciones, permite al paciente ingresar la cantidad de los registros más recientes que desea tener en cuenta, y calcular los valores máximos, mínimos y promedios de las variables registradas. Y la figura 2.19 es una muestra de las notificaciones que recibe el paciente cuando el médico le realiza una valoración.

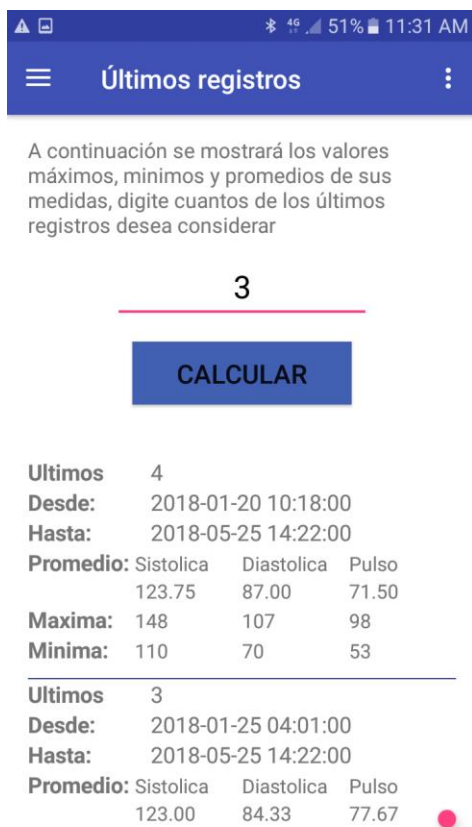


Figura 2.19 Pantalla de realizar cálculos app móvil



Figura 2.20 Notificaciones app móvil

Adicionalmente se encuentran las demás funciones que se han mencionado antes, éstas aparecen de manera más detallada en el Manual de usuario del Anexo C.

## 2.5. Plan de pruebas

Para la evaluación del sistema se han definido dos fases de pruebas:

- **Fase 1:** En esta fase se prueba el sistema, verificando que tanto la parte del hardware, como el software esté funcionando de manera correcta, consiste en la ejecución del sistema a modo de prueba con el fin de revisar que funcione adecuadamente, y verificar si es necesario realizar algún cambio.
- **Fase 2:** En esta fase se ejecuta una prueba de todo el sistema en un caso de estudio real, esta fase requiere de un estudio detallado ya que se implementará con pacientes y el manejo de la información requiere de procesos rigurosos.

### 2.5.1. Determinación del estudio analítico para validación del sistema

Al ser necesario hacer la medición de la presión arterial de la persona, es necesario tener en cuenta que uno de los derechos fundamentales para casos de estudios médicos es la información clara y detallada del proceso que se va a realizar; por esta razón se hace uso de un consentimiento informado, el cuál fue diseñado para este trabajo, y aparece en el Anexo B, este documento especifica que la persona ha aceptado voluntariamente su participación dentro de la investigación, en este documento se especifican los diferentes aspectos que el paciente debe conocer, es decir, los objetivos, beneficios, molestias, posibles riesgos y derechos que tiene el paciente dentro de la investigación, este debe firmarse por ambas partes para poder iniciar con el procedimiento. A pesar de que la construcción del consentimiento informado se hará posterior a la definición del procedimiento para validación es lo primero que se debe registrar antes de empezar a ejecutar las pruebas con un paciente por lo que se considera el primer paso a realizar.

El método escogido para la calificación de la aceptabilidad del sistema es un cuestionario basado en el modelo de aceptación de la tecnología TAM adaptado para evaluar si el usuario considera aceptable el uso de este sistema.

Se cuestionó al usuario sobre cuatro aspectos claves para la aceptabilidad, los cuales son: Atributo de usabilidad, facilidad de uso, satisfacción del usuario, percepción de utilidad. Para poder realizar este cuestionario en los usuarios se plantea el siguiente proceso:

Para realizar la evaluación del sistema se considera necesario que los pacientes usen el sistema por un tiempo de entre 3 y 5 semanas, para ello es necesario que el paciente primero cree una cuenta en el sistema, posterior a ello, si es necesario se le deben realizar mediciones de manera ocasional en ese tiempo, por lo tanto es necesario que exprese su consentimiento para permitir que le sea medida la presión arterial, en caso de estar de acuerdo, el proceso continúa, y cuando ya ha cumplido el tiempo de uso, se le solicita que diligencie una encuesta en la que se evidencie su experiencia con el sistema, para determinar qué tan aceptable considera el uso de este sistema.

Una vez ha finalizado este proceso, se explica a personal de la salud el funcionamiento del sistema, y se le permite interactuar aproximadamente 20

minutos con él para que descubran las diferentes opciones que posee el sistema y puedan adaptarse a utilizarlo, después de que esto ocurra el personal de la salud está en capacidad de evaluar la aceptabilidad del sistema, por lo que se le solicita que complete la encuesta que ha sido construida para él, una vez esto ocurra, se procede a calificar la información recibida, inicialmente se evalúa la confiabilidad del cuestionario con el método Alpha de Cronbach [40]–[42], calcular los promedios y la desviación estándar de los temas medidos con la encuesta.

A continuación, se presenta resumidamente el proceso descrito previamente.

1. Explicar brevemente al usuario el funcionamiento del sistema
2. Informar al paciente y consentimiento informado
3. Creación de cuenta por parte del paciente
4. Dejar al paciente que utilice el sistema por un tiempo de 3 a 4 semanas.
5. Realizar encuesta de aceptabilidad al paciente
6. Explicar al médico el funcionamiento del sistema
7. Creación de cuenta por parte del médico
8. Permitir al personal de la salud que interactúe con el sistema por 20 minutos
9. Realizar encuesta de aceptabilidad al médico
10. Recopilar los datos y calcular la fiabilidad
11. Calcular los promedios de los temas que evalúa la encuesta

### **3 RESULTADOS**

Para la obtención de los resultados se llevó a cabo lo descrito en el plan de pruebas, en esta sección se ejecuta cada una de las fases de pruebas descritas con el fin de determinar que el sistema esté funcionando correctamente y posteriormente sacar los análisis correspondientes.

#### **3.1 Ejecución de la fase 1 de pruebas**

Para llevar a cabo esta etapa primero se realizó una revisión de la aplicación, verificando que todas las funcionalidades están desarrollándose de manera correcta, y no estén ocurriendo fallos no detectados.

Posteriormente con la ayuda del público en general se realizó una validación, en la que se les consultó qué características hacían falta en el sistema, o qué dificultades tenían en el manejo, esta validación permitió cambiarle algunos detalles funcionales y estéticos al sistema para hacerlo más acorde con las necesidades del usuario, teniendo en cuenta la opinión del médico que asesoró este proyecto, los cambios que debieron hacerse luego de pasar por esta etapa fueron para lograr un sistema más acorde a las necesidades del usuario fueron:

- Permitir separar la gráfica de mediciones según el momento del día en el que fueron realizadas, ya que la presión arterial puede variar según este aspecto.
- Enviar notificaciones al médico cuando el valor de la medida es de crisis hipertensiva, para que se informe de manera oportuna.
- Aumentar el tamaño de las letras en la interfaz gráfica, teniendo en cuenta que los potenciales usuarios son personas de edad avanzada es muy probable que se les dificulte ver textos pequeños.
- Permitir calcular los valores promedios, máximos y mínimos de las últimas mediciones realizadas, para facilitar el análisis de las mediciones.
- Permitir al usuario ingresar una fotografía de perfil que le aparezca cuando entre al sistema, buscando que se identifique más con el sistema.

Estas recomendaciones de los usuarios fueron tenidas en cuenta y pasaron a ser parte de los requisitos funcionales, por lo que fueron implementados en la versión final del sistema.

#### **3.2 Ejecución de la fase 2 de pruebas**

Inicialmente se planteó realizar el plan de pruebas en pacientes hipertensos, y se realizó contacto con ellos, tres de ellos crearon una cuenta en el sistema, sin embargo, mostraron pocas habilidades para manejar dispositivos electrónicos y adaptarse al uso de nuevas aplicaciones, tanto así que no volvieron a ingresar después a la plataforma, por ésta razón fue necesario realizar las pruebas con personas que tuvieran mayor facilidad para manejar la tecnología necesaria, y a quienes resultara sencillo realizarles mediciones de su presión arterial para realizar

el almacenamiento en el sistema. De esta manera se obtuvo la muestra que se explica a continuación.

## **Muestra**

Para evaluar el proyecto se definieron dos grupos, el primero conformado por personas que validaron el funcionamiento del sistema, estas personas no son necesariamente hipertensas debido a las dificultades mencionadas anteriormente, sin embargo, utilizaron el sistema como si fueran un usuario con este perfil, almacenando mediciones de su tensión, y al final respondieron el cuestionario destinado a los pacientes, el otro grupo fue conformado por trabajadores del sector de la salud.

### **Grupo de usuarios que utilizaron el perfil de paciente**

Para formar este grupo se reunió a 16 personas dispuestas a formar parte del proyecto, quienes permitieron que se les realizará la medición de la presión firmando el consentimiento que se encuentra en el anexo B. Se buscó la participación de personas que mantengan en contacto cotidiano con dispositivos móviles y/o computadores, por lo que la mayoría de los participantes se encuentran en un rango entre 18 y 25 años, los participantes se dividen por edad de la siguiente manera:

18 a 25 años: 10 participantes.

25 a 40 años: 2 participantes.

Mayor a 40 años: 4 participantes.

En este grupo solo dos personas sufren de hipertensión, sin embargo, se escogieron estas personas por los motivos explicados anteriormente.

### **Grupo de personal de la salud**

Este grupo lo conforman cinco personas pertenecientes al sector de la salud ya sea como médico general o fisioterapeuta quienes han trabajado con pacientes hipertensos previamente.

Cabe recordar que en este trabajo la muestra ha aportado una evaluación preliminar que revela un potencial de la aplicación desarrollada, pero es necesario que en futuros proyectos se aplique a una población específica para obtener datos concluyentes.

En la sección 2.4.1 se definieron los pasos y las herramientas a seguir buscando obtener resultados en la investigación propuesta, a lo largo de esta sección se encontrará la implementación de todo el sistema definido en aquella sección.

## **I. Explicar al usuario el funcionamiento del sistema**

Aquí se le explica al usuario las funciones que ofrece el sistema, que puede hacer, y que debe hacer para poder usar el sistema.

## **II. Informar al usuario y consentimiento informado**

Antes iniciar el procedimiento con cada uno de los usuarios que validan el sistema, se realiza una detallada explicación del proceso de medición de la presión arterial, aunque no es un procedimiento complejo ni que pueda presentar problemas, es necesario realizarlo. El documento se encuentra en el Anexo B.

## **III. Creación de cuenta por parte del usuario**

Se le comparte el enlace para que pueda crear la cuenta y así hacer uso del sistema.

## **IV. Dejar que el usuario emplee el sistema de 3 a 4 semanas**

Ahora que el usuario tiene una cuenta puede hacer uso del sistema, en un período de 3 a 4 semanas se le realiza ocasionalmente alguna medición para que él pueda almacenarla en el sistema.

## **V. Realizar encuesta de aceptabilidad al usuario**

Se realiza un cuestionario con 20 preguntas y 4 temas al usuario, 5 preguntas por cada uno, los temas que se evalúan son: Utilidad percibida, facilidad de uso, satisfacción del usuario y percepción de la utilidad. Cada pregunta es cuantificada con una escala de Likert, y va desde muy en desacuerdo a muy de acuerdo. Ésta encuesta se encuentra en el Anexo A.

## **VI. Explicar al médico el funcionamiento del sistema**

Se le explica al médico las funciones que ofrece el sistema, que puede hacer, y que debe hacer para poder hacer uso del sistema.

## **VII. Creación de cuenta por parte del médico**

Se le permite al médico la creación de la cuenta compartiéndole el enlace.

## **VIII. Permitir al personal de la salud que interactúe con el sistema por 20 minutos**

Se le permite al médico que haga uso del sistema, de manera que pueda conocer el sistema y darse una opinión de él.

## **IX. Realizar encuesta de aceptabilidad al médico**

Al igual que con el perfil del paciente, se realiza una encuesta con 20 preguntas, los mismos 4 temas, y la misma valoración. Solo se adapta la encuesta para que sea usada por personal de la salud. Ésta encuesta se encuentra en el Anexo A.

#### **X. Recopilar los datos y calcular la fiabilidad**

Una vez obtenidos los datos, se organizan en las diferentes tablas que se presentan a continuación, se calcula el Alpha de Cronbach de cada uno de los cuatro apartados en cada uno de los dos grupos de encuestados, para validar la confiabilidad del cuestionario. Este proceso se realiza separadamente para los dos grupos de la muestra.

#### **XI. Calcular los promedios de los temas que evalúa la encuesta**

Finalmente se calcula el promedio y la desviación estándar de cada pregunta y de cada apartado, para así determinar finalmente que tan aceptable resulta el sistema para los usuarios, estos resultados se encuentran en el Anexo D.

#### **Grupo de usuarios que utilizaron el perfil de paciente**

Puesto que al calcular el Alpha de Cronbach de los Ítems de percepción de utilidad, y de atributo de usabilidad da como resultados valores inaceptables, se redefine el cuestionario excluyendo las preguntas U3 y AU1, de esta manera el Alpha de Cronbach alcanza un rango que si representa una confiabilidad suficiente

Constructo		Media $\pm$ Desviación estándar	Alpha de Cronbach
<b>Percepción de utilidad</b>		<b>4,11</b>	<b>0,84</b>
<b>U1</b>	El uso del sistema me permite mejorar el seguimiento de mi estado a través del tiempo	4,375 $\pm$ 0,5	
<b>U2</b>	El uso del sistema me permite mejorar mi adherencia al tratamiento recomendado por el médico	3,875 $\pm$ 0,71	
<b>U3</b>	El sistema es útil para ayudarme a mejorar mis hábitos de cuidado <b>(No es tenido en cuenta)</b>		
<b>U4</b>	El uso del sistema me ahorrará tiempo con el cuidado de la enfermedad	3,75 $\pm$ 0,68	
<b>U5</b>	El uso del sistema me permite mejorar la valoración del estado de mi salud.	4,44 $\pm$ 0,51	
<b>Percepción de facilidad de uso</b>		<b>4,04</b>	<b>0,7</b>

<b>F1</b>	Aprender a operar en el sistema de seguimiento fue fácil para mí	4 ± 0,816	
<b>F2</b>	Me parece fácil hacer que el sistema haga lo que quiero hacer	3,56 ± 0,81	
<b>F3</b>	Mi interacción con el sistema es clara y comprensible	4,12 ± 0,61	
<b>F4</b>	Considero flexible el sistema para interactuar con el	4,31 ± 0,6	
<b>F5</b>	Sería fácil para mí hacerme hábil manejando el sistema.	4,18 ± 0,54	
<b>Satisfacción de usuario</b>		<b>4,05</b>	<b>0,726</b>
<b>S1</b>	Estoy completamente satisfecho con el uso del sistema	4,125 ± 0,72	
<b>S2</b>	Tengo mucha confianza en el uso del sistema.	3,81 ± 0,75	
<b>S3</b>	Me resultó fácil compartir información sobre mi condición con el médico	4,06 ± 0,68	
<b>S4</b>	Puedo realizar la tarea de forma rápida usando este procedimiento	4,06 ± 0,57	
<b>S5</b>	Creo que al usar el sistema se incrementará la calidad de la industria del cuidado de la salud	4,19 ± 0,75	
<b>Atributo de usabilidad</b>		<b>3,75</b>	<b>0,653</b>
<b>AU1</b>	Es fácil interactuar con el sistema para analizar mi progreso. <b>(No es tenido en cuenta)</b>		
<b>AU2</b>	El procedimiento de registro y seguimiento del sistema es adecuado	4±0,63	
<b>AU3</b>	Me resulta fácil decidir qué hacer en cada caso cuando uso el sistema	3,62 ± 0,5	
<b>AU4</b>	Encontré que las diversas funciones en este sistema están bien integradas.	3,69 ± 0,79	
<b>AU5</b>	Creo que me gustaría utilizar este sistema siempre	3,69 ± 0,79	

*Tabla 3.1 Resultados aceptabilidad del uso del sistema por el paciente*

### Grupo de personal de la salud

Constructo	Media ± Desviación estándar	Alpha de Cronbach
------------	-----------------------------	-------------------



<b>Percepción de utilidad</b>		<b>4,48</b>	<b>0,789</b>
<b>U1</b>	El uso del sistema le permite al médico y a la enfermera obtener información del paciente rápidamente	4,8 ± 0,44	
<b>U2</b>	El uso del sistema le permite al médico realizar un seguimiento del estado del paciente desde fuera del hospital	4,6 ± 0,54	
<b>U3</b>	El sistema es útil en la recuperación rápida de información del paciente	4,8 ± 0,44	
<b>U4</b>	El uso del sistema ahorrará tiempo a los médicos y enfermeras	4 ± 0,7	
<b>U5</b>	El uso del sistema mejoraría el rendimiento de mi seguimiento del estado del paciente	4,2 ± 0,44	
<b>Percepción de facilidad de uso</b>		<b>4,56</b>	<b>0,742</b>
<b>F1</b>	Aprender a operar en el sistema de seguimiento fue fácil para mí	4,4 ± 0,54	
<b>F2</b>	Me parece fácil hacer que el sistema haga lo que quiero hacer	4,8 ± 0,44	
<b>F3</b>	Mi interacción con el sistema es clara y comprensible	4,4 ± 0,54	
<b>F4</b>	Considero flexible el sistema para interactuar con el	4,4 ± 0,54	
<b>F5</b>	Sería fácil para mí hacerme hábil manejando el sistema.	4,8 ± 0,44	
<b>Satisfacción de usuario</b>		<b>4,4</b>	<b>0,75</b>
<b>S1</b>	Estoy completamente satisfecho en el uso del sistema de seguimiento móvil del progreso del paciente	4,2 ± 0,83	
<b>S2</b>	Tengo mucha confianza en el uso del sistema de seguimiento móvil del progreso del paciente	4,4 ± 0,54	
<b>S3</b>	Me resultó fácil compartir información sobre la condición del paciente mediante el seguimiento móvil del progreso del paciente	4,2 ± 0,44	
<b>S4</b>	Puedo realizar la tarea de forma rápida usando este sistema	4,6 ± 0,54	
<b>S5</b>	Creo que al usar el sistema de seguimiento del progreso del paciente se	4,6 ± 0,54	

	incrementará la calidad de la industria del cuidado de la salud		
<b>Atributo de usabilidad</b>		<b>4,4</b>	<b>0,818</b>
<b>AU1</b>	Es fácil interactuar con el sistema.	4,6 ± 0,55	
<b>AU2</b>	El procedimiento utilizado para el seguimiento del paciente es el adecuado	4,6 ± 0,55	
<b>AU3</b>	Me resulta fácil decidir qué hacer en cada caso cuando uso el sistema	3,8 ± 0,83	
<b>AU4</b>	Encontré que las diversas funciones en este sistema estaban bien integradas.	4,4 ± 0,54	
<b>AU5</b>	Creo que me gustaría utilizar este sistema siempre	4,6 ± 0,55	

Tabla 3.2 Resultados aceptabilidad del uso del sistema por personal de salud..

### 3.3 Discusión

A continuación, se presenta un análisis de los datos obtenidos en las encuestas.

#### Grupo de personas que utilizaron el perfil de paciente

*Constructo de percepción de utilidad:* Con una media de 4.11, puede concluirse que los usuarios encuestados están de acuerdo que el sistema es útil para conseguir una mejora en el control de la enfermedad, puede notarse que consideran en mayor medida que el uso del sistema les permitirá mejorar el seguimiento de la enfermedad, y además realizar una valoración más precisa de su estado. También se muestran de acuerdo en que mejorarán la adherencia al tratamiento y ahorrará tiempo en el control de la enfermedad.

*Constructo de percepción de facilidad de uso:* Con una valoración media de 4.04, este grupo de usuarios muestran que están de acuerdo en que el sistema es fácil de usar, los resultados muestran que el usuario no tiene problemas con el manejo del sistema.

*Constructo de satisfacción del usuario:* Los resultados muestran que el usuario está satisfecho con el sistema, reconoce estar de acuerdo con estar satisfecho con el uso del sistema, con que puede compartir fácilmente información con su médico y que el sistema puede mejorar la industria de la salud.

*Constructo de usabilidad:* Aunque con un valor un poco inferior que los demás constructos, los usuarios encuestados manifiestan que están de acuerdo con que el sistema es usable afirmando que el procedimiento con el que el sistema hace los registros está bien, y mostrando que la integración de los componentes del sistema podría ser aún mejor.

Hay que considerar la imposibilidad de haber realizado todo este procedimiento con un grupo entero de pacientes hipertensos, lo que impidió realizar una valoración

concreta del sistema en la población objetivo, sin embargo, se consideran los resultados de las personas que utilizaron el perfil del paciente como una validación del sistema, y como una evaluación inicial de la aceptación del sistema.

Los resultados muestran que las personas que utilizaron el sistema lo han calificado, y consideran que aparecen diversas ventajas derivadas de este sistema, destacan con las puntuaciones más altas que: se puede compartir información, se mejorará el seguimiento de su presión arterial, mejoraran la adhesión al tratamiento médico, se incrementará la calidad del cuidado de la salud y mejoraran las valoraciones médicas, entre otras. El alfa de Cronbach en los diferentes constructos puede considerarse aceptable para considerar fiable el cuestionario, cabe destacar que, para conseguir estos valores, fue necesario eliminar las preguntas U3 y AU1 del cuestionario, pues estas hacían que el cuestionario no fuera fiable.

### **Grupo de personal de la salud**

Para los diferentes constructos, los usuarios encuestados de este grupo marcaron altos puntajes, obteniendo 4,48 en la percepción de utilidad del sistema, 4,56 en la percepción de facilidad de uso, y 4,4 tanto en la satisfacción del usuario, como en el atributo de usabilidad. De esta manera, puede considerarse que el personal médico halla el sistema bastante aceptable, destacando principalmente que encuentra facilidades en el uso del sistema, y además considera rápida la manera de obtener información del paciente.

En este caso, los alfas de Cronbach superan siempre el valor de 0,7, por lo que puede considerarse muy fiable el cuestionario.

## 4 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El presente trabajo de grado se enfocó en la implementación de una aplicación e-Health conectada a un servicio en la nube, que permite realizar tanto a pacientes, como a personal de la salud, un seguimiento de la presión arterial, el sistema permite un fácil acceso a los usuarios, quienes pueden almacenar y verificar sus medicamentos y valoraciones del médico en cualquier momento y en cualquier lugar. Para construir el sistema, se realizó un análisis basándose en soluciones que se encuentran en el mercado, y en recomendaciones de los propios usuarios, quienes manifestaron cambios que se le debía hacer al sistema.

Una vez construido el sistema, se hicieron las pruebas de funcionamiento en las que, primero se verificó el correcto funcionamiento del sistema, y luego se puso en ejecución para obtener los resultados, para obtener estos fue necesario hacer un proceso de llenado de encuestas, finalmente con estos resultados se evaluaron cuatro diferentes variables que permiten conocer la aceptabilidad de este sistema.

En este capítulo se presentan las conclusiones y posibles trabajos futuros de investigación que pueden desprenderse del trabajo de grado realizado, con el fin de dar continuidad a esta línea de investigación.

### 4.1 Conclusiones

A partir del trabajo realizado y la experiencia adquirida, se plantean las siguientes conclusiones:

1. La evaluación de la aceptabilidad del sistema no se pudo realizar en un grupo entero de pacientes hipertensos, ya que las personas con hipertensión de edad avanzada mostraron no familiarizarse muy fácilmente con este tipo de herramientas, por ello se recurrió a otro tipo de personas que utilizaron y evaluaron el sistema, sin embargo, es necesario que este proceso lo realicen pacientes hipertensos para obtener resultados más veraces.
2. El sistema implementado permitió realizar adecuadamente el almacenamiento de los datos, y además permitió un adecuado acceso por parte de los usuarios al sistema.
3. El procedimiento para adquirir la señal por medio de Bluetooth funcionó de manera adecuada, sin embargo, es complicado que una persona tenga los elementos necesarios en su casa, por ello el almacenamiento de los datos se hizo de manera manual principalmente.
4. Aunque la aplicación web permitía al usuario acceder desde cualquier dispositivo al sistema, la aplicación móvil que permitía recibir las

notificaciones y realizar la conexión Bluetooth solo fue apta para dispositivos Android, restringiendo el acceso a otros sistemas operativos.

5. El sistema presenta la posibilidad de realizar una interacción entre médico y paciente, de manera alejada, evitando que los pacientes deban transportarse muy constantemente, y mostrándole al médico una cantidad de mediciones más constante, haciendo que la valoración sea más adecuada.
6. Se realizó un buen plan de pruebas, pues permitió percibir las modificaciones necesarias que debían realizarse en el sistema, haciendo que fuera lo más adecuado para los usuarios.
7. A través del cálculo del Alpha de Cronbach, se pudo verificar la confiabilidad del cuestionario presentado, realizando un par de modificaciones que fueron necesarios para hacer que esta variable alcanzara valores aceptables.
8. El sistema recibió comentarios positivos de parte del público, lo que se vio reflejado en las encuestas, obteniendo resultados positivos, mostrando que consideran que están de acuerdo con que el sistema es fácil de usar, lo consideran usable, consideran que tiene utilidad, y además se mostraron satisfechos utilizándolo.
9. Para la evaluación de la aceptabilidad se formuló la encuesta a 16 personas del común y 5 trabajadores de la salud, los cuales para las pruebas realizadas han sido suficientes, pero se encuentra todo esto como resultados parciales ya que se entiende que es una cantidad de datos muy inferior a lo que en realidad se necesita para llegar a estadísticas de soporte en la comunidad científica, debido a que se requiere una cantidad de personas que sean todos pacientes, y un número considerablemente mayor para obtener resultados clínicamente aceptados, sin embargo a partir de los resultados positivos es posible continuar con la investigación y considerar que el sistema construido es potencialmente viable para la solución del problema planteado.

## **4.2 Trabajos futuros**

A partir de los resultados obtenidos y las conclusiones formuladas se observa que con el presente trabajo de grado se permite evaluar la aceptabilidad de un sistema e-Health en el entorno local, ya que este es un tema que aún está pendiente de ser calificado en diferentes entornos, y en diferentes condiciones. A continuación, se listan algunos de los posibles trabajos futuros:

1. Construir un sistema que permita integrar el seguimiento de otras enfermedades, y de otras variables físicas, haciéndolo más completo para los usuarios.
2. Elaborar una estrategia para posicionar oficialmente este tipo de metodologías en la industria de la salud, haciendo que las empresas

prestadoras de servicio, y/o hospitales aprovechen las ventajas de estas aplicaciones.

3. Implementar estas aplicaciones en todos los sistemas operativos de dispositivos móviles, lo cual puede realizarse utilizando la herramienta de desarrollo Xamarin desde donde se realiza el mismo código para diferentes plataformas
4. Realizar una evaluación de la aceptabilidad con una muestra mucho mayor, y con un tiempo de al menos tres meses, cosas que fue imposible realizar en este trabajo.
5. Evaluar la usabilidad del sistema en usuarios finales, utilizando algunos de los diferentes métodos, tales como: la evaluación heurística, el recorrido pluralista, caminata cognitiva, grupo de discusión dirigida, examen retrospectivo, entre otros.

## Referencias

- [1] OMS, "Información general sobre la hipertension en el mundo," *Oms*, pp. 1–39, 2013.
- [2] A. José *et al.*, "Enfermedades cardiovasculares," *Int. J. Med. Inform.*, vol. 100, no. 1, pp. 15–24, 2016.
- [3] P. Garandillas and M. de Cossio, "Rol de la enfermera en el seguimiento y tratamiento de la hipertensión arterial - Nursing role in treatment and follow up of hypertension," Universidad de Cantabria, 2014.
- [4] Ministerio de Salud de Colombia, "Día mundial de la hipertensión arterial Colombia – mayo 17 de 2017," 2017.
- [5] F. A. McAlister *et al.*, "Changes in the rates of awareness, treatment and control of hypertension in Canada over the past two decades," *C. Can. Med. Assoc. J.*, vol. 183, no. 9, pp. 1007–1013, Jun. 2011.
- [6] A. Seita, U. N. Relief, A. D. Harries, and L. Disease, "All we need to know in public health we can learn from tuberculosis care : All we need to know in public health we can learn from tuberculosis care : lessons for non-communicable disease," no. June 2014, 2013.
- [7] J. Mullins, "Cohort reporting improves hypertension care for refugees," *Lancet*, vol. 380, no. 9841, p. 552, Aug. 2012.
- [8] A. T. J. *et al.*, "Applying lessons learnt from the 'DOTS' Tuberculosis Model to monitoring and evaluating persons with diabetes mellitus in Blantyre, Malawi," *Trop. Med. Int. Heal.*, vol. 16, no. 9, pp. 1077–1084, 2011.
- [9] A. D. Harries, R. Zachariah, A. Jahn, E. J. Schouten, and K. Kamoto, "Scaling Up Antiretroviral Therapy in Malawi-Implications for Managing Other Chronic Diseases in Resource-Limited Countries," *JAIDS J. Acquir. Immune Defic. Syndr.*, vol. 52, 2009.
- [10] M. Jaffe, G. Lee, J. Young, S. Sidney, and A. Go, "Improved blood pressure control associated with a large-scale hypertension program," *JAMA*, vol. 310, no. 7, pp. 699–705, Aug. 2013.
- [11] M. Delfín, P. Caballero, I. J. Luis, L. Álvarez, I. Manuel, and A. F. A. I., "El

- control de la hipertensión arterial : un problema no resuelto The high blood pressure control : A problem not solved,” vol. 50, no. 3, pp. 311–321, 2011.
- [12] B. Restrepo, “Sistema para la medición de la presión arterial continua no invasiva sin brazaletes,” Escuela de Ingeniería de Antioquía, 2012.
- [13] S. Ribezzo, E. Spina, S. Di Bartolomeo, and G. Sanson, “Noninvasive Techniques for Blood Pressure Measurement Are Not a Reliable Alternative to Direct Measurement : A Randomized Crossover Trial in ICU,” vol. 2014, 2014.
- [14] C. H. Hernando and F. Ojeda, “Hipertensión arterial en niños y adolescentes,” no. 1, pp. 171–189, 2014.
- [15] Iniciativa panamericana sobre la hipertensión, “Reunión de trabajo sobre la medición de la presión arterial : recomendaciones para estudios de población,” vol. 14, no. 5, pp. 303–305, 2003.
- [16] Cloud Dx, “Pulse Wave Health Monitor,” 2017. [Online]. Available: <https://www.clouddx.com/#/pulsewavedevice%23tas>.
- [17] “Koogeek - Smart Home.” [Online]. Available: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tomtop.home&hl=es\\_CO](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tomtop.home&hl=es_CO). [Accessed: 05-Apr-2018].
- [18] “Sharon Bluetooth Wrist Blood Pressure Monitor.” [Online]. Available: <http://www.leicke.eu/en/products/LH67402>. [Accessed: 05-Apr-2018].
- [19] iHealth, “iHealth Feel Wireless Blood Pressure Monitor,” 2017. [Online]. Available: <https://ihealthlabs.com/blood-pressure-monitors/wireless-blood-pressure-monitor/>.
- [20] Qardio, “Tensiómetro inalámbrico,” 2015. [Online]. Available: <https://www.getqardio.com/es/qardioarm-blood-pressure-monitor-iphone-android/>.
- [21] IChoice, “iChoiceBP1.” [Online]. Available: <http://www.ichoicelife.com/product/bp1>.
- [22] Medisana, “VitaDock,” 2015. [Online]. Available: <https://cloud.vitadock.com/?lang=es>.
- [23] Tactio, “RPM1000 Patient App,” 2015. [Online]. Available: <https://www.tactiohealth.com/rpm1000>.
- [24] Withings, “Wireless Blood Pressure Monitor.” [Online]. Available: <https://www.withings.com/uk/en/products/blood-pressure-monitor>.
- [25] H. Taherdoost, “A review of technology acceptance and adoption models and theories,” *Procedia Manuf.*, vol. 22, pp. 960–967, 2018.
- [26] M. F. Icek Ajzen, *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior by Icek Ajzen and M. Fishbein*. 1980.
- [27] A. K Yarbrough and T. B Smith, *Technology Acceptance among Physicians: A New Take on TAM*, vol. 64. 2008.
- [28] F. D. Davis, “Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology.,” *MIS Quarterly*, vol. 13, no. 3. Management Information Systems Research Center, Davis, Fred D.: Graduate School of Business Administration, University of Michigan, Ann Arbor, MI, US, 48109, pp. 319–340, 1989.
- [29] E. Rogers, *Diffusion of Innovations*. 1971.
- [30] P. Fernandez Cardador, “Universidad politécnica de madrid escuela técnica

superior de ingenieros industriales,” Escuela Técnica superior de ingenieros industriales, 2015.

- [31] C. A. Kilmon, M. H. Fagan, V. Pandey, and B. Thomas, “Using the task technology FIT model as a diagnostic tool for electronic medical records systems evaluation,” *Issues Inf. Syst.*, vol. IX, no. 2, pp. 196–203, 2008.
- [32] M. Wills, O. El-Gayar, and A. Deokar, *Evaluating Task-Technology Fit and User Performance for an Electronic Health Record System.*, vol. 11. 2009.
- [33] R. Hoque and G. Sorwar, “Understanding Factors Influencing the Adoption of mHealth by the Elderly: An Extension of the UTAUT Model,” *Int. J. Med. Inform.*, vol. 101, no. September 2015, pp. 75–84, 2017.
- [34] W. Honekamp and H. Ostermann, “Evaluation of a prototype health information system using the FITT framework,” pp. 47–50, 2011.
- [35] A. Noblin, M. Shettian, K. Cortelyou-Ward, and J. Schack Dugre, “Exploring physical therapists’ perceptions of mobile application usage utilizing the FITT framework,” *Informatics Heal. Soc. Care*, vol. 42, no. 2, pp. 180–193, Apr. 2017.
- [36] M. Tsiknakis and A. Kouroubali, “Organizational factors affecting successful adoption of innovative eHealth services: A case study employing the FITT framework,” *Int. J. Med. Inform.*, vol. 78, no. 1, pp. 39–52, 2009.
- [37] P. Legris, J. Ingham, and P. Collette, *Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model*, vol. 40. 2003.
- [38] P. F. Wu, “User Acceptance of Emergency Alert Technology : A Case Study,” in *in Proceedings of the 6th International ISCRAM Conference*, 2009.
- [39] H. M. Abu-dalbouh, “A questionnaire approach based on the technology acceptance model for mobile,” vol. 9, no. 6, pp. 763–770, 2013.
- [40] J. Bland and D. Altman, “Cronbach’s alpha. BMJ.,” 1997.
- [41] DeVellis R. Thousand Okas, “Scale development: theory and applications: theory and application.,” 2003.
- [42] B. L. Nunnally J, “Psychometric theory.,” 1994.
- [43] “146908412799.jpg (Imagen JPG, 637 x 637 píxeles).” [Online]. Available: <http://www.zowaco.com/wp-content/uploads/2017/05/146908412799.jpg>.
- [44] “e-Health\_top\_big.png (Imagen PNG, 900 × 518 píxeles).” [Online]. Available: [https://www.cooking-hacks.com/media/cooking/images/documentation/e\\_health\\_v2/e-Health\\_top\\_big.png](https://www.cooking-hacks.com/media/cooking/images/documentation/e_health_v2/e-Health_top_big.png). [Accessed: 02-Feb-2018].
- [45] “ehealth\_connector.1471338543 (Imagen PNG, 600 x 600 píxeles).” [Online]. Available: [https://www.cooking-hacks.com/media/catalog/product/cache/1/thumbnail/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/e/h/ehealth\\_connector.1471338543.png](https://www.cooking-hacks.com/media/catalog/product/cache/1/thumbnail/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/e/h/ehealth_connector.1471338543.png).
- [46] “montaje3\_big.png (Imagen PNG, 900 × 1001 píxeles).” [Online]. Available: [https://www.cooking-hacks.com/media/cooking/images/documentation/e\\_health\\_v2/montaje3\\_big.png](https://www.cooking-hacks.com/media/cooking/images/documentation/e_health_v2/montaje3_big.png). [Accessed: 02-Feb-2018].
- [47] D. German, R. Caldón, and U. Cauca, “SISTEMA PARA CLASIFICACIÓN DE USUARIOS SEGÚN LA CALIDAD DEL SUEÑO,” 2016.
- [48] “hc-05\_1490258866.png (Imagen PNG, 500 × 500 píxeles).” [Online].



- Available: [http://store.goandfix.com/images/com\\_hikashop/upload/hc-05\\_1490258866.png](http://store.goandfix.com/images/com_hikashop/upload/hc-05_1490258866.png). [Accessed: 02-Feb-2018].
- [49] “rest-websrvices.jpg.” [Online]. Available: <https://www.phpflow.com/wp-content/uploads/2012/07/rest-websrvices.jpg>. [Accessed: 05-May-2018].
- [50] J. Camarena Sagredo, A. Trueba Espinosa, M. Martínez Reyes, and M. de L. López García, “Automatización de la codificación del patrón modelo vista controlador ( mvc ) en proyectos orientados a la Web,” *Cienc. ErgoSun*, vol. 19, no. 3, pp. 239–250, 2012.
- [51] M. Nistal Garcia, “Aplicación Android para la visualización de contenidos educativos desarrollados con JCLIC,” Universidad autonoma de Madrid, 2015.
- [52] “Android Studio.” [Online]. Available: <https://developer.android.com/sdk/>.
- [53] D. Android, “Fragments.” [Online]. Available: <https://developer.android.com/guide/components/fragments?hl=es-419>. [Accessed: 05-Jun-2018].

# ANEXO A. ENCUESTAS PARA VALORAR LA ACEPTABILIDAD.

## Encuesta para personal médico

Investigación para la evaluación de los beneficios de una aplicación e-Health en el seguimiento de pacientes hipertensos

### Encuesta para personal médico

Entrevistador: Luis Angel Flórez Salazar

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

A continuación, encontrará una serie de preguntas destinadas a conocer su opinión sobre el sistema e-Health que ha estado utilizando para realizar el seguimiento de pacientes hipertensos

#### Datos personales

Nombre: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

El cuestionario tiene cuatro secciones. Por favor lea las instrucciones al inicio de cada sección y conteste la alternativa que más se acerca a lo que usted piensa. Sus respuestas son confidenciales y serán reunidas junto a las respuestas de las personas que están contestando este cuestionario en estos días. Muchas gracias.

#### Percepción de utilidad

La percepción de utilidad es una sensación que los médicos y las enfermeras tienen respecto a la mejora en el seguimiento del estado del paciente mediante el uso de la tecnología de seguimiento móvil.

Opinión	Grado de Acuerdo				
	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
El uso del sistema le permite al médico y a la enfermera obtener información del paciente rápidamente	5	4	3	2	1
El uso del sistema le permite al médico realizar un seguimiento del estado del paciente desde fuera del hospital	5	4	3	2	1
El sistema es útil en la recuperación rápida de información del paciente	5	4	3	2	1
El uso del sistema ahorrará tiempo a los médicos y enfermeras	5	4	3	2	1
El uso del sistema mejoraría el rendimiento de mi seguimiento del estado del paciente	5	4	3	2	1

### Percepción de facilidad de uso

La facilidad de uso percibida se refiere a un nivel de facilidad que los médicos y las enfermeras sienten cuando utilizan el seguimiento móvil en el sistema de progreso del paciente

Opinión	Grado de Acuerdo				
	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Aprender a operar en el sistema de seguimiento fue fácil para mí	5	4	3	2	1
Me parece fácil hacer que el sistema haga lo que quiero hacer	5	4	3	2	1
Mi interacción con el sistema es clara y comprensible	5	4	3	2	1
Considero flexible el sistema para interactuar con el	5	4	3	2	1
Sería fácil para mí hacerme hábil manejando el sistema.	5	4	3	2	1

### Satisfacción del usuario

La satisfacción del usuario se refiere a un nivel de satisfacción que los médicos y enfermeras utilizan para el seguimiento móvil en el sistema de progreso del paciente.

Opinión	Grado de Acuerdo				
	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Estoy completamente satisfecho en el uso del sistema de seguimiento móvil del progreso del paciente	5	4	3	2	1
Tengo mucha confianza en el uso del sistema de seguimiento móvil del progreso del paciente	5	4	3	2	1

Me resultó fácil compartir información sobre la condición del paciente mediante el seguimiento móvil del progreso del paciente	5	4	3	2	1
Puedo realizar la tarea de forma rápida usando este sistema	5	4	3	2	1
Creo que al usar el sistema de seguimiento del progreso del paciente se incrementará la calidad de la industria del cuidado de la salud	5	4	3	2	1

### Atributo de usabilidad

El atributo de usabilidad muestra problemas potenciales en el seguimiento móvil en el sistema de progreso del paciente. La usabilidad ayuda a obtener retroalimentación sobre lo que está funcionando o no y tiene una comprensión mucho más amplia de lo que los usuarios están haciendo y cómo interactúan con el sistema.

Opinión	Grado de Acuerdo				
	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Es fácil interactuar con el sistema.	5	4	3	2	1
El procedimiento utilizado para el seguimiento del paciente es el adecuado	5	4	3	2	1
Me resulta fácil decidir qué hacer en cada caso cuando uso el sistema	5	4	3	2	1
Encontré que las diversas funciones en este sistema estaban bien integradas.	5	4	3	2	1
Creo que me gustaría utilizar este sistema siempre	5	4	3	2	1

## Encuesta para el público en general

### Investigación para la evaluación de los beneficios de una aplicación e-Health en el seguimiento de pacientes hipertensos

#### Encuesta para pacientes

Entrevistador: Luis Angel Flórez Salazar

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

A continuación, encontrará una serie de preguntas destinadas a conocer su opinión sobre el sistema e-Health que ha estado utilizando para realizar el seguimiento de pacientes hipertensos.

#### Datos personales

Nombre: \_\_\_\_\_

Genero: \_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

El cuestionario tiene cuatro secciones. Por favor lea las instrucciones al inicio de cada sección y conteste la alternativa que más se acerca a lo que usted piensa. Sus respuestas son confidenciales y serán reunidas junto a las respuestas de las personas que están contestando este cuestionario en estos días. Muchas gracias.

#### Percepción de utilidad

Opinión	Grado de Acuerdo				
	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
El uso del sistema me permite mejorar el seguimiento de mi estado a través del tiempo	5	4	3	2	1
El uso del sistema me permite mejorar mi adherencia al tratamiento recomendado por el médico	5	4	3	2	1
El sistema es útil para ayudarme a mejorar mis hábitos de cuidado	5	4	3	2	1
El uso del sistema me ahorrará tiempo con el cuidado de la enfermedad	5	4	3	2	1
El uso del sistema me permite mejorar la valoración del estado de mi salud.	5	4	3	2	1

### Percepción de facilidad de uso

Opinión	Grado de Acuerdo				
	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Aprender a manejar el sistema de seguimiento fue fácil para mí	5	4	3	2	1
Me parece fácil hacer que el sistema haga lo que quiero hacer	5	4	3	2	1
Mi interacción con el sistema es clara y comprensible	5	4	3	2	1
Considero flexible el sistema para interactuar con el	5	4	3	2	1
Sería fácil para mí hacerme hábil manejando el sistema.	5	4	3	2	1

### Satisfacción del usuario

Opinión	Grado de Acuerdo				
	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Estoy completamente satisfecho con el uso del sistema	5	4	3	2	1
Tengo mucha confianza en el uso del sistema.	5	4	3	2	1
Me resultó fácil compartir información sobre mi condición con el médico	5	4	3	2	1
Puedo realizar la tarea de forma rápida usando este procedimiento	5	4	3	2	1
Creo que al usar el sistema se incrementará la calidad de la industria del cuidado de la salud	5	4	3	2	1

### Atributo de usabilidad

Opinión	Grado de Acuerdo				
	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Es fácil interactuar con el sistema para analizar mi progreso	5	4	3	2	1
El procedimiento de registro y seguimiento del sistema es adecuado	5	4	3	2	1
Me resulta fácil decidir qué hacer en cada caso cuando uso el sistema	5	4	3	2	1
Encontré que las diversas funciones en este sistema están bien integradas.	5	4	3	2	1
Creo que me gustaría utilizar este sistema siempre	5	4	3	2	1

## ANEXO B. CONSENTIMIENTO INFORMADO

### Consentimiento informado

Documento de consentimiento informado para recolección de datos experimentales asociados con variables fisiológicas no invasivas para el proyecto: “Evaluación de los beneficios de una aplicación e-Health en el seguimiento de pacientes hipertensos”.

Este formulario de consentimiento informado va dirigido a los pacientes de la Unidad de Salud de la Universidad del Cauca, a quienes muy formalmente se les invita a participar del estudio en cuestión.

**Director del trabajo:** Carlos Alberto Gaviria López

**Estudiante:** Luis Angel Flórez Salazar

**Organización:** Universidad del Cauca

**Proyecto:** Evaluación de los beneficios de una aplicación e-Health en el seguimiento de pacientes hipertensos

Este documento de Consentimiento informado tiene dos partes:

- Información (Proporciona información sobre el estudio)
- Formulario de Consentimiento (para firmar si está de acuerdo en participar)

Se le dará una copia del consentimiento informado.

### Parte I: Información

#### Introducción

Esta investigación se enfoca en evaluar los beneficios que tiene tanto para los pacientes como para el médico el uso de una aplicación e-Health para el seguimiento de los pacientes con hipertensión. Este es un estudio realizado como parte de un trabajo de grado para la carrera de Ingeniería en Automática Industrial.

#### Propósito

Se requiere que los pacientes y el médico pongan en práctica el sistema e-Health con el fin de realizar una evaluación de los beneficios de este sistema, basándose en las opiniones de estas personas.

#### Tipo de intervención de investigación

La investigación es de riesgo mínimo ya que la toma de los datos del paciente se realizará con un dispositivo comercial, no invasivo para la toma de la presión arterial



### **Participación voluntaria**

Su participación en este proyecto es voluntaria, usted es autónomo de participar en este, y puede dejar de participar incluso habiendo accedido a hacerlo inicialmente.

### **Procedimientos y protocolos**

El participante debe sentarse a una mesa sosegadamente, con ambos pies apoyados totalmente sobre el suelo y con la espalda contra un respaldo. La vejiga debe estar vacía. La habitación debe ser cómoda y poco ruidosa. No se deben haber consumido bebidas alcohólicas ni productos a base de tabaco ni cafeína durante los 30 minutos previos a la medición. Si esto no es posible, debe constar entre los datos anotados.

El brazo derecho, que debe estar desnudo, se coloca sobre la mesa (al nivel del corazón) ligeramente flexionado, con la palma de la mano hacia arriba. El investigador debe estar en una posición que le permita ver el manómetro a la altura de sus ojos.

Se procede a colocar el dispositivo medidor de la presión, y se registra la medición de la tensión arterial.

### **Duración**

El protocolo completo de recolección de los datos dura aproximadamente diez (10) minutos.

### **Efectos secundarios**

No se conocen efectos secundarios como consecuencia al procedimiento a realizar

### **Riesgos**

No hay ningún riesgo en la toma de la presión, solo puede llegar a ser un poco molesto el inflado del brazalete.

### **Confidencialidad**

No se compartirá esta información con terceros, solo estará al alcance los investigadores que llevan a cabo este trabajo, y del médico que también participará en el proyecto.

## Parte II: Formulario de Consentimiento

*He sido invitado (a) a participar en la investigación para evaluar los beneficios de una aplicación e-Health para el seguimiento de pacientes hipertensos. Entiendo que se me realizará la medición de la presión. Entiendo que este proceso se llevará a cabo durante un mes. He sido informado que los riesgos son mínimos. Sé que puede que no haya beneficios para mi persona y que no se me recompensará económicamente. Se me ha proporcionado el nombre el nombre de un investigador que puede ser fácilmente contactado dentro de la institución universitaria.*

***He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte de ninguna manera.***

Nombre del participante \_\_\_\_\_

Firma del participante \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

*He leído con exactitud o he sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento informado para el potencial participante y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que el individuo ha dado consentimiento libremente.*

Nombre del investigador \_\_\_\_\_

Firma del investigador \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

# ANEXO C. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA PARA REALIZAR LA ADQUISICIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA PRESIÓN ARTERIAL

## C.1. Presentación

El sistema presentado en este trabajo de grado ha sido desarrollado para que permita adquirir las medidas de presión arterial de los pacientes, y facilite realizar un seguimiento por parte de la misma persona, o por parte de personal de la salud. Todo esto con el fin de evaluar los beneficios a los que conlleva este tipo de sistemas.

El usuario puede usar este sistema siempre y cuando tenga conexión a Internet, puede hacer uso de la funcionalidad de registrar automáticamente las mediciones si tiene los dispositivos de adquisición compatibles, de lo contrario solo podrá hacer el registro de forma manual, y las demás funcionalidades también se pueden usar normalmente.

## C.2. Usuario paciente

### C.2.1 Registro del usuario

Lo primero que debe hacer el paciente usuario es registrarse, para ello, desde un navegador, en cualquier dispositivo ingresa a la dirección donde se encuentra el sistema: <http://ensayoehealth.scienceontheweb.net>.

Estando allí, pulsa el enlace que se encuentra en la esquina superior izquierda.

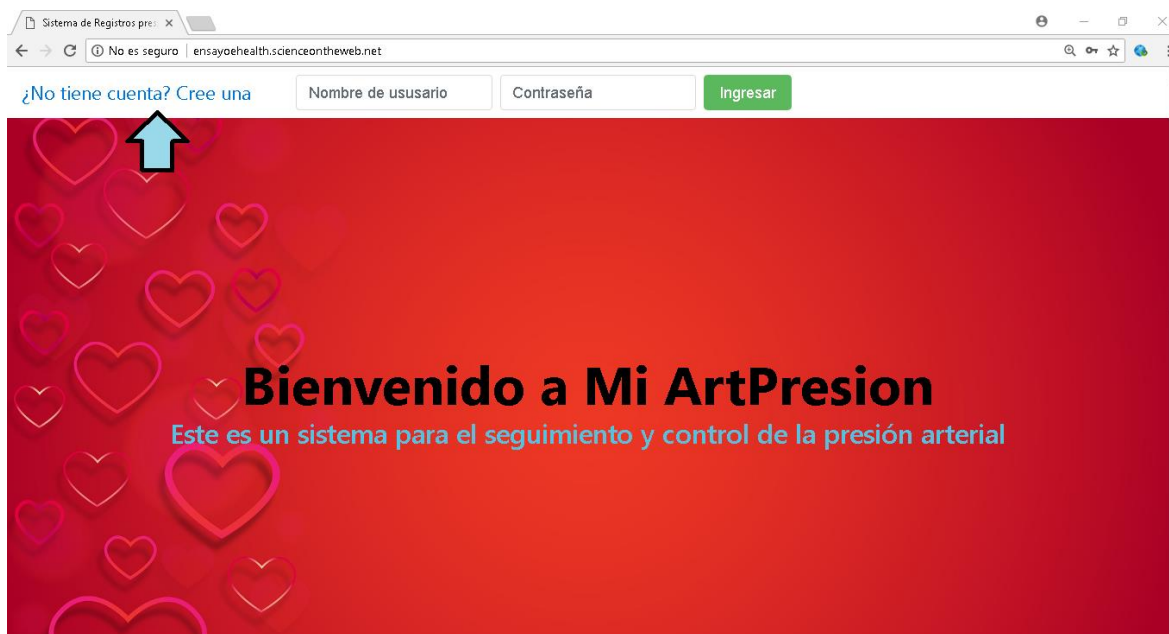


Figura 4.1 Página de inicio

Después de dar clic en ese enlace se abre una página con el formulario que se ve en la Figura 4.2. El usuario debe completar su información personal, y luego de presionar el botón de registrarse, el sistema verificará que los datos sean correctos, de ser así, quedará registrado en el sistema, y volverá a la página de inicio de la Figura 4.1, de lo contrario deberá corregir la información suministrada.

El nombre de usuario y la contraseña serán elegidos libremente por el usuario, el nombre de usuario no deberá coincidir con alguno ya existente, el sistema avisará de esta situación en caso de presentarse y el usuario debe cambiarlo. Los demás datos son información personal que deberá ser completada, a excepción de la imagen de perfil la cual es opcional.

Crear cuenta

Nombre completo  
Nombre completo

Tipo de documento  
C.C.

Número de identificación

Nombre de usuario  
Nombre de usuario

Email  
Correo electrónico

Teléfono  
Teléfono

Fecha de nacimiento  
dd/mm/aaaa

Contraseña  
Mostrar contraseña

Género  
M

Imagen de perfil: (opcional)  
Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado

EPS  
A.I.C.

Tipo de usuario  
Paciente

Registrarse

Figura 4.2 Página de registro

Ahora que el usuario está registrado puede hacer uso de las funciones del sistema, puede seguir haciéndolo a través del navegador Web, o a través de la aplicación móvil desde un dispositivo Android.

## C.2.2 Manejo de la aplicación desde un navegador web

El usuario debe ingresar su nombre de usuario y contraseña en la página de inicio, de ser incorrecta esta información, el sistema avisará permitiendo volver a ingresar, de lo contrario se abrirá la página de registros

### Página de registros

En la página de registros el usuario paciente visualizará su foto de perfil (si tiene), a la derecha un formulario para ingresar manualmente los valores de una medición.

En la parte inferior aparecen los registros realizados, con un color de acuerdo al estado de la medición que el sistema ha calculado, y con la opción de editar o eliminar cada uno de ellos.

### Menú de navegación

El menú de navegación sirva para navegar entre pantallas y cerrar sesión, aparece en la esquina izquierda superior de cada pantalla.

Al final aparece la opción de ver las gráficas históricas de la aplicación.



Mis registros

Sistólica	Diastólica	Pulso	Fecha	Presión media	Estado	Comentario	Editar	Eliminar
111	76	70	2018-05-25 14:22:00	87.67	Normal	bien	Editar	Eliminar
110	70	65	2018-04-19 13:01:00	83.33	Normal		Editar	Eliminar
128	107	96	2018-01-25 04:01:00	114.00	HtA estadio 2	96	Editar	Eliminar
126	95	53	2018-01-20 10:18:00	105.33	HtA estadio 1	53	Editar	Eliminar
126	74	60	2018-01-17 10:54:00	85.33	Normal		Editar	Eliminar
114	75	60	2018-01-13 18:18:00	86.00	Normal		Editar	Eliminar

Figura 4.3 Página de registros parte superior

111	79	64	2017-10-20 17:33:00	82.00	Normal	de como en reposo	Editar	Eliminar
130	85	70	2017-11-15 18:45:00	100.00	Prehipertension	Ninguno	Editar	Eliminar
110	70	65	2017-11-13 23:56:00	83.33	Normal	Ninguno	Editar	Eliminar
112	67	45	2017-11-06 19:36:00	82.00	Normal	Ninguno	Editar	Eliminar
120	80	60	2017-11-01 21:11:00	93.33	Prehipertension	Ninguno	Editar	Eliminar
130	78	56	2017-10-20 05:00:00	95.33	Prehipertension	Ninguno	Editar	Eliminar
110	90	70	2017-10-11 20:23:00	96.66	HtA estadio 1	Ninguno	Editar	Eliminar
120	80	60	2017-10-11 19:23:00	93.33	Prehipertension	Ninguno	Editar	Eliminar
120	80	69	2017-10-11 05:01:00	93.33	Prehipertension	Ninguno	Editar	Eliminar
120	80	69	2017-10-11 01:00:00	93.33	Prehipertension	Ninguno	Editar	Eliminar
120	80	60	2017-08-11 22:00:00	93.33	Prehipertension	Ninguno	Editar	Eliminar
119	79	54	2017-08-11 20:23:00	92.33	Normal	Bien	Editar	Eliminar

[Ver Gráfico](#)

Figura 4.4 Página de registros parte inferior.

### Visualizar gráficas

Al pulsar en el botón de ver gráfica se muestran las gráficas históricas de los registros del usuario, el usuario puede elegir si desea no incluir los registros de la mañana, la tarde o la noche, el usuario puede además fijar el rango que quiere incluir para tener en cuenta, y puede no incluir en la gráfica cualquiera de las cuatro variables (presión sistólica, presión diastólica, Pulso, presión media), al dar clic sobre su nombre en la parte inferior de la gráfica.

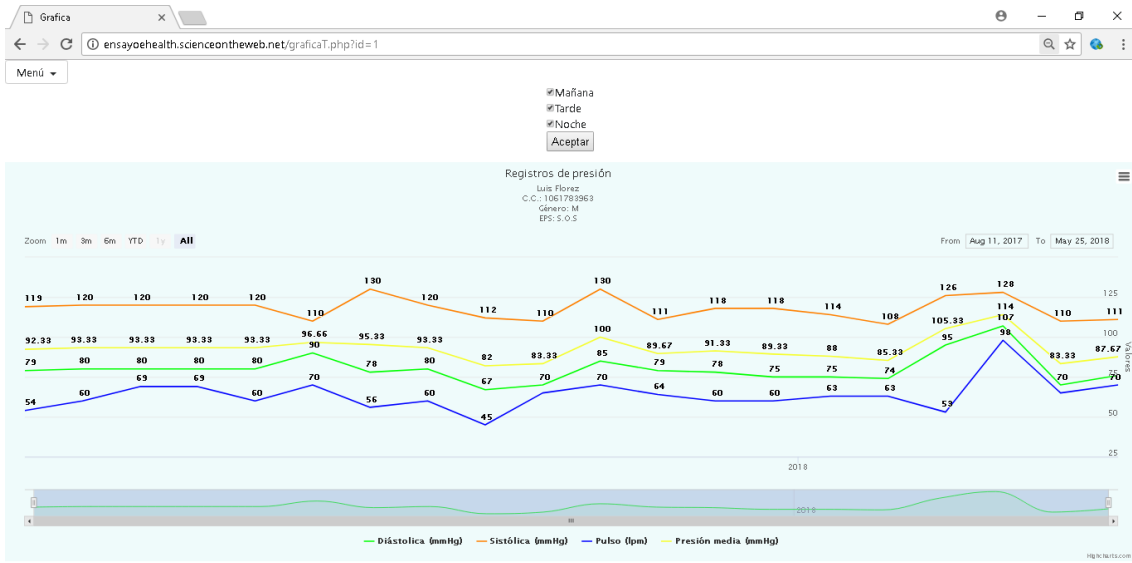


Figura 4.5 Visualizar gráficas

## Página de medicamentos

En la página de medicamentos se muestran los medicamentos registrados, se permite eliminarlos y modificarlos, y se permiten hacer nuevos ingresos.

Registro de medicamentos

Medicamento:

Dosis:

Fecha de próximo control:

Fecha de nuevo reclamo:

Mis medicamentos

Medicamento	Dosis	Fecha de próximo control	Fecha de nuevo reclamo	Editar	Eliminar
carvedilol	Día de por medio	2018-01-26	2018-01-31	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>
Dolex Forte	Tres veces al día	2018-01-06	2018-01-23	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>

Figura 4.6 Página de medicamentos

## Página de valoraciones

Aquí el paciente puede ver valoraciones que le haya dejado su médico, la valoración consta de un título, un comentario, una imagen, la fecha, y el nombre del médico.

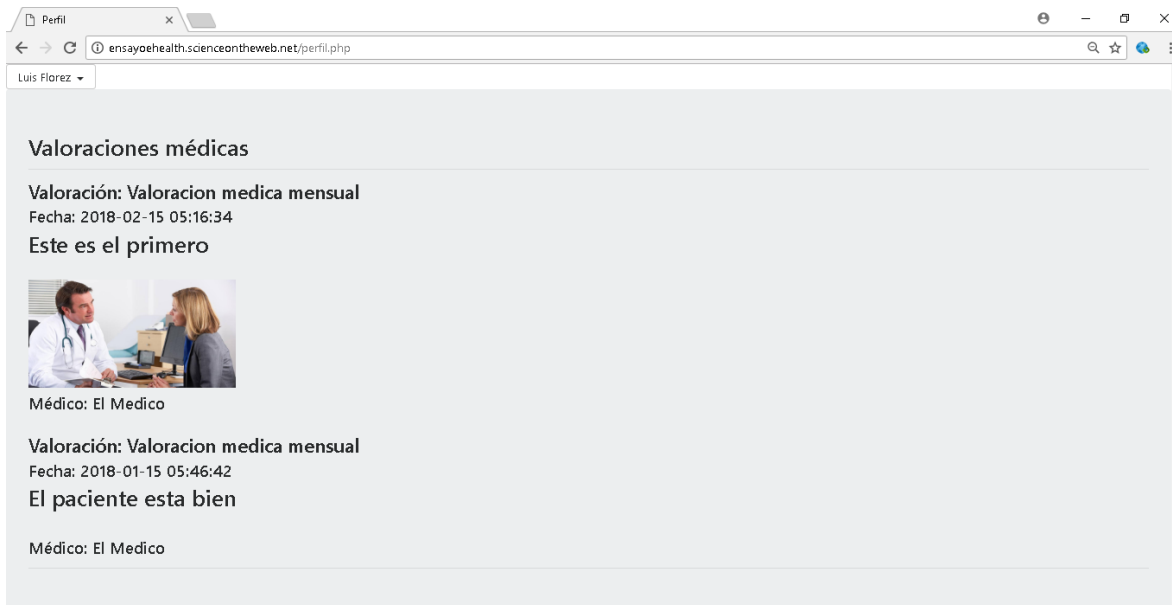


Figura 4.7 Página de valoraciones

## Editar información personal

Aquí el usuario puede actualizar su teléfono, correo y eps, al cambiarlo debe presionar el botón editar para guardar el cambio.

A screenshot of a web form titled 'Editar perfil'. The form contains several input fields and dropdown menus. The fields are: 'Nombre completo' with the value 'Luis Florez'; 'Tipo de documento' with a dropdown menu showing 'C.C.'; 'Número de identificación' with the value '1061783963'; 'Nombre de usuario' with the value 'luisangel'; 'Email' with the value 'luafllorez@unicauca.edu.co'; 'Teléfono' with the value '3117599449'; 'Fecha de nacimiento' with the value '18/08/1995'; 'Genero' with the value 'M'; and 'EPS' with a dropdown menu showing 'S.O.S'. At the bottom left of the form is a blue button labeled 'Editar'.

Figura 4.8 Editar perfil

### C.2.3 Manejo de la aplicación móvil

Un usuario previamente registrado puede hacer uso de la aplicación móvil en un dispositivo Android, para hacer uso debe ingresar en la pantalla de ingreso su nombre de usuario y contraseña



Figura 4.9 Pantalla de ingreso

Al ingresar aparece la pantalla de inicio brindando información al usuario, pulsando el botón de la derecha puede cerrar sesión, y pulsando a la izquierda aparece el menú desplegable con las opciones de la aplicación.

#### **Pantalla de registro manual**

En la pantalla de registro manual de la figura 2.10 el usuario debe ingresar los valores, al presionar el botón guardar el registro se almacenará en la base de datos si están todos los datos, de lo contrario avisará que se debe completar el campo.

#### **Pantalla de consultar registros**

En la pantalla de consultar registros de la figura 2.11 aparecerán los registros almacenados del usuario, con un color correspondiente al estado de la medida.



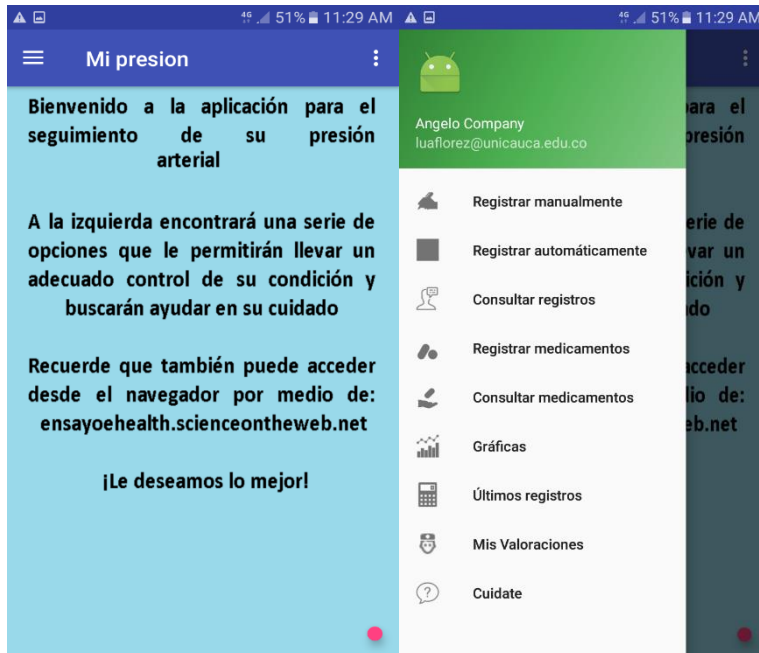


Figura 4.10 Pantalla inicial

Figura 4.11 Pantalla de registro manual



Figura 4.12 Pantalla de consultar registros

### Ingreso y consulta de medicamentos

Las pantallas de ingreso y consulta de medicamentos son muy similares a las de ingreso y consulta de registros.

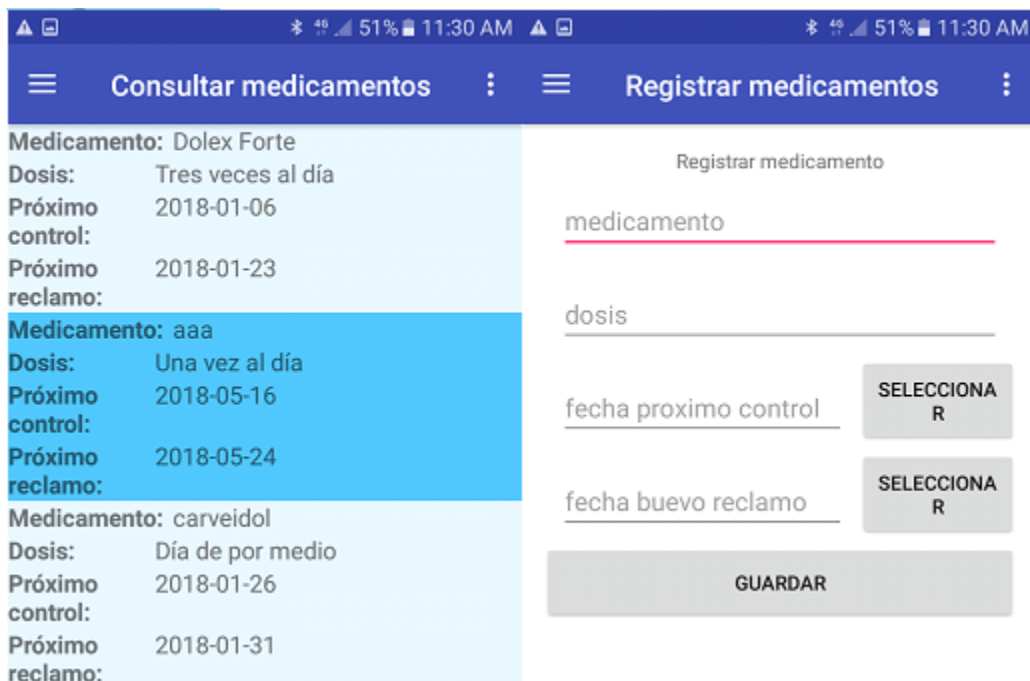


Figura 4.13 Ingreso y consulta de medicamentos

### Ver gráficas

Se muestran las gráficas de las mediciones registradas del usuario.

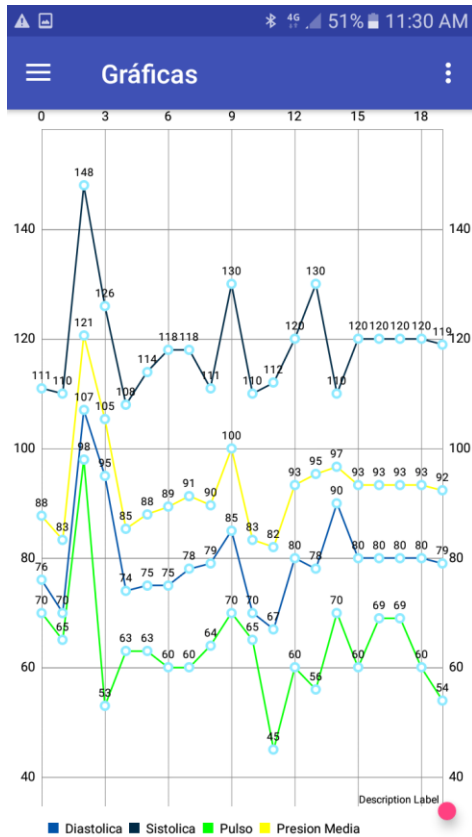


Figura 4.14 Ver gráficas

### Visualizar consejos

Se presentan unos consejos para mejorar los hábitos del paciente, deslizando de manera horizontal se pueden observar los distintos consejos

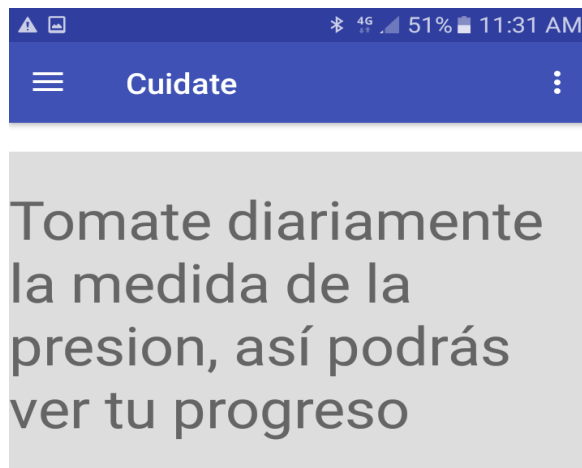


Figura 4.15 Visualizar consejos

## Calcular en los últimos registros

Deja la opción al paciente de calcular valores máximos mínimos, y promedio de las últimas mediciones, debe ingresar la cantidad de registros que desea tener en cuenta, y el sistema mostrará en la parte inferior los valores solicitadas.

A continuación se mostrará los valores máximos, mínimos y promedios de sus medidas, digite cuantos de los últimos registros desea considerar

3

CALCULAR

<b>Ultimos</b>	4		
<b>Desde:</b>	2018-01-20 10:18:00		
<b>Hasta:</b>	2018-05-25 14:22:00		
<b>Promedio:</b>	Sistolica	Diastolica	Pulso
	123.75	87.00	71.50
<b>Maxima:</b>	148	107	98
<b>Minima:</b>	110	70	53

---

<b>Ultimos</b>	3		
<b>Desde:</b>	2018-01-25 04:01:00		
<b>Hasta:</b>	2018-05-25 14:22:00		
<b>Promedio:</b>	Sistolica	Diastolica	Pulso
	123.00	84.33	77.67

Figura 4.16 Pantalla ver últimos

## Conexión Bluetooth

Para poder realizar la comunicación Bluetooth, el tensiómetro se conecta a la tarjeta e-Health, la cual se coloca sobre el Arduino, se alimenta el módulo Bluetooth con 5V desde el Arduino, y se conectan los puertos Rx y Tx del Arduino y el módulo Bluetooth de manera cruzada, de esta manera la app ya puede recibir los datos. En la figura C.2.16 se puede apreciar el montaje.

Ingresando a la opción de conexión automática, se escoge el dispositivo HC-05, y luego aparecen los datos de la última medida, al pulsar el botón se registran en la base de datos.



Figura 4.17 Montaje para recibir datos por Bluetooth



Figura 4.18 Pantalla para escoger el módulo Bluetooth, y para almacenar los datos recibidos.

## Notificaciones

El sistema envía notificaciones, en la figura 2.18 se puede observar un ejemplo.



Figura 4.19 Notificación del sistema

## C.3 Usuario médico

### C.3.1 Registro médico

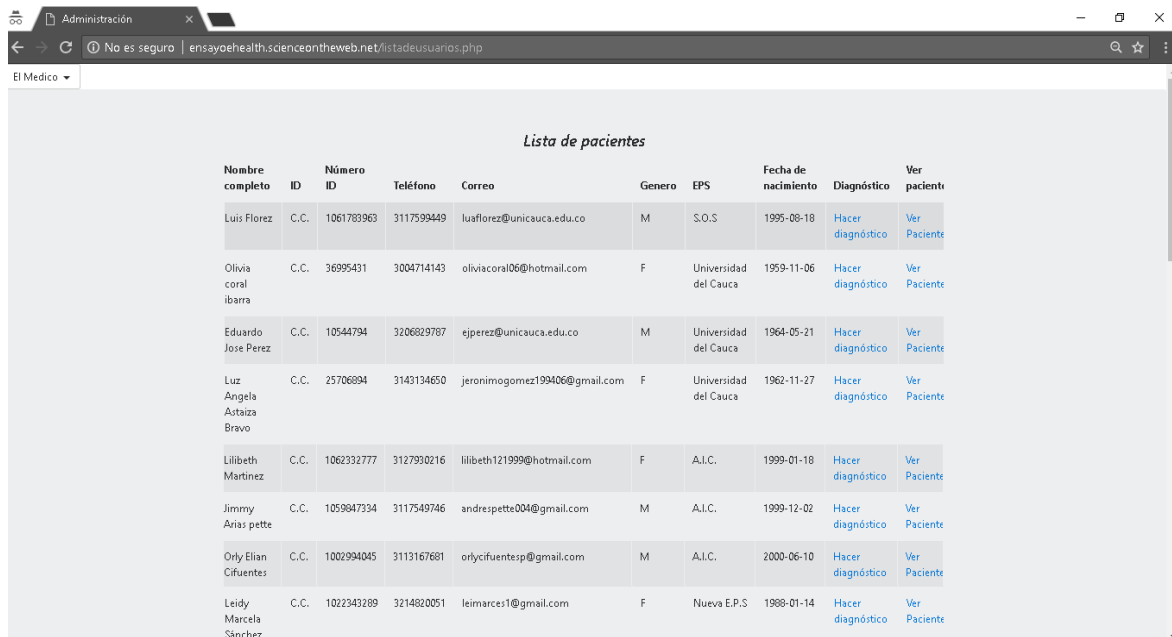
Lo primero que debe hacer el médico es registrarse, para ello debe llenar el mismo formulario de la figura 2.2, a excepción de que el tipo de usuario es médico, el formulario lo llena en:

<http://ensayoehealth.scienceontheweb.net/registrodelmedico.php>

### C.3.2 Manejo aplicación en el servidor

Una vez se registre puede ingresar al sistema ingresando su nombre de usuario y contraseña que aparece en la figura 2.1.

Cuando el registro sea correcto aparecerá la siguiente lista:



Nombre completo	ID	Número ID	Teléfono	Correo	Genero	EPS	Fecha de nacimiento	Diagnóstico	Ver paciente
Luis Florez	C.C.	1061783963	3117599449	lusflorez@unicauca.edu.co	M	S.O.S	1995-08-18	<a href="#">Hacer diagnóstico</a>	<a href="#">Ver Paciente</a>
Olivia coral ibarra	C.C.	36995431	3004714143	oliviacoral06@hotmail.com	F	Universidad del Cauca	1959-11-06	<a href="#">Hacer diagnóstico</a>	<a href="#">Ver Paciente</a>
Eduardo Jose Perez	C.C.	10544794	3206829787	ejperez@unicauca.edu.co	M	Universidad del Cauca	1964-05-21	<a href="#">Hacer diagnóstico</a>	<a href="#">Ver Paciente</a>
Luz Angela Astaiza Bravo	C.C.	25706894	3143134650	jeronimogomez199406@gmail.com	F	Universidad del Cauca	1962-11-27	<a href="#">Hacer diagnóstico</a>	<a href="#">Ver Paciente</a>
Lilibeth Martinez	C.C.	1062332777	3127950216	lilibeth121999@hotmail.com	F	A.I.C.	1999-01-18	<a href="#">Hacer diagnóstico</a>	<a href="#">Ver Paciente</a>
Jimmy Arias pette	C.C.	1059847334	3117549746	andrespette004@gmail.com	M	A.I.C.	1999-12-02	<a href="#">Hacer diagnóstico</a>	<a href="#">Ver Paciente</a>
Orly Elian Cifuentes	C.C.	1002994045	3113167681	orlycifuentes@gmail.com	M	A.I.C.	2000-06-10	<a href="#">Hacer diagnóstico</a>	<a href="#">Ver Paciente</a>
Leidy Marcela Sánchez	C.C.	1022343289	3214820051	leimarcas1@gmail.com	F	Nueva E.P.S	1988-01-14	<a href="#">Hacer diagnóstico</a>	<a href="#">Ver Paciente</a>

Figura 4.20 Lista de usuarios

Podrá hacer diagnóstico ver al paciente o hacer valoración.

#### Hacer diagnóstico

El médico puede hacer un diagnóstico que solo sea visible para él, completando los campos. Figura C.4.7

#### Hacer valoración

El médico puede hacer una valoración médica que también es visible para el paciente. Figura C.4.7

#### Ver paciente

El médico puede ver las medidas del paciente, valoraciones y diagnósticos que le haya realizado, además tiene la opción para ver la gráfica igual que en la figura 2.4

Nuevo diagnóstico médico (No visible al paciente)

iDx

Información adicional (opcional):

Hacer diagnóstico

Figura 4.21 Hacer diagnóstico

Nueva valoración médica

Título:

Comentario:

Añadir imagen: (opcional)

Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado

Hacer valoración

Figura 4.22 Hacer valoración

Registros paciente

Sistólica	Diastólica	Pulso	Fecha	Presión media	Estado	Comentario
114	85	84	2018-06-07 15:57:00	94.67	Prehipertension	
114	76	91	2018-06-07 15:42:00	88.67	Normal	
111	76	70	2018-05-25 14:22:00	87.67	Normal	bien
110	70	65	2018-04-19 13:01:00	83.33	Normal	
128	107	98	2018-01-25 04:01:00	114.00	HTA estadio 2	98
126	95	53	2019-01-20 10:18:00	105.33	HTA estadio 1	53
108	74	63	2018-01-17 10:54:00	85.33	Normal	
114	75	63	2018-01-13 18:18:00	88.00	Normal	
118	75	60	2017-12-21 20:57:00	89.33	Normal	se tomo en reposo
118	78	60	2017-12-21 20:34:00	91.33	Normal	
111	79	64	2017-12-20 17:00:00	89.67	Normal	se tomo en reposo
130	85	70	2017-11-15 18:45:00	100.00	Prehipertension	Ninguno
110	70	65	2017-11-13 23:56:00	83.33	Normal	Ninguno
112	67	45	2017-11-06 19:36:00	82.00	Normal	Ninguno

Figura 4.23 Ver paciente

### C.3.3 Aplicación móvil para el médico

La aplicación le permite al médico recibir notificaciones en caso de que algún paciente haya presentado un caso de crisis hipertensiva, para activarla debe ingresar sus datos en la aplicación, y así luego podrá recibir alertas.



Figura 4.24 Activar notificaciones



## ANEXO D. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS

### Resultados encuestas grupo Pacientes

	Percepción de utilidad				
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem3	Ítem 4	Ítem 5
Paciente 1	5	4	4	4	4
Paciente 2	5	4	5	4	4
Paciente 3	4	4	5	4	5
Paciente 4	4	4	4	3	4
Paciente 5	4	4	4	5	5
Paciente 6	5	5	5	3	4
Paciente 7	4	4	4	4	4
Paciente 8	4	4	4	4	4
Paciente 9	4	2	3	4	5
Paciente 10	4	4	4	3	4
Paciente 11	5	3	5	4	4
Paciente 12	4	3	4	3	5
Paciente 13	5	4	4	5	5
Paciente 14	4	4	4	3	4
Paciente 15	5	4	5	3	5
Paciente 16	4	5	4	4	5

*Tabla 4.1 Resultados percepción de utilidad Grupo Pacientes*

	Percepción de facilidad de uso				
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem3	Ítem 4	Ítem 5
Paciente 1	5	4	4	4	4
Paciente 2	5	4	5	5	4
Paciente 3	4	3	4	3	4
Paciente 4	4	4	4	4	4
Paciente 5	4	4	4	5	5
Paciente 6	3	2	4	5	4
Paciente 7	4	3	3	4	4
Paciente 8	4	4	4	4	4
Paciente 9	4	4	3	4	4
Paciente 10	3	4	4	4	3
Paciente 11	5	4	5	4	5
Paciente 12	4	4	5	5	4
Paciente 13	4	5	5	5	5
Paciente 14	4	3	4	4	4

Paciente 15	5	3	4	5	5
Paciente 16	2	2	4	4	4

Tabla 4.2 Resultados percepción de facilidad de uso Grupo Pacientes

	Satisfacción del usuario				
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem3	Ítem 4	Ítem 5
Paciente 1	3	3	3	3	4
Paciente 2	5	4	4	5	5
Paciente 3	3	3	3	4	4
Paciente 4	4	3	4	4	3
Paciente 5	5	4	5	4	4
Paciente 6	4	4	4	5	5
Paciente 7	4	3	4	4	4
Paciente 8	4	4	4	4	5
Paciente 9	3	3	4	4	3
Paciente 10	5	4	4	4	4
Paciente 11	5	3	5	4	5
Paciente 12	4	4	3	3	4
Paciente 13	4	5	5	5	5
Paciente 14	5	5	4	4	4
Paciente 15	4	5	5	4	3
Paciente 16	4	4	4	4	5

Tabla 4.3 Resultados satisfacción del usuario Grupo Pacientes

	Atributo de usabilidad				
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem3	Ítem 4	Ítem 5
Paciente 1	4	3	3	2	3
Paciente 2	5	5	4	4	4
Paciente 3	4	3	3	3	3
Paciente 4	4	4	3	4	4
Paciente 5	4	4	4	5	3
Paciente 6	4	4	4	5	4
Paciente 7	3	4	4	3	3
Paciente 8	4	4	4	4	5
Paciente 9	4	5	4	3	4
Paciente 10	4	3	4	4	4
Paciente 11	5	4	3	3	3
Paciente 12	4	4	3	3	4
Paciente 13	4	4	4	4	4
Paciente 14	4	4	3	4	4

Paciente 15	4	5	4	4	5
Paciente 16	5	4	4	4	2

*Tabla 4.4 Resultados Atributo de usabilidad Grupo Pacientes*

### Resultados encuesta aplicada a personal de la salud

	Percepción de utilidad				
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem3	Ítem 4	Ítem 5
Salud 1	4	4	4	3	4
Salud 2	5	4	5	4	5
Salud 3	5	5	5	4	4
Salud 4	5	5	5	5	4
Salud 5	5	5	5	4	4

*Tabla 4.5 Resultados Percepción de Utilidad Grupo personal de salud*

	Percepción de facilidad de uso				
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem3	Ítem 4	Ítem 5
Salud 1	4	5	4	4	5
Salud 2	4	4	4	4	4
Salud 3	5	5	5	4	5
Salud 4	4	5	5	5	5
Salud 5	5	5	4	5	5

*Tabla 4.6 Resultados Percepción de facilidad de uso Grupo personal de salud*

	Satisfacción del usuario				
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem3	Ítem 4	Ítem 5
Salud 1	3	4	4	4	4
Salud 2	4	4	4	5	5
Salud 3	5	5	4	5	5
Salud 4	5	5	4	5	5
Salud 5	4	4	5	4	4

*Tabla 4.7 Resultados Satisfacción del usuario Grupo personal de salud*

	Atributo de usabilidad				
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem3	Ítem 4	Ítem 5
Salud 1	5	5	3	4	4
Salud 2	4	4	3	4	5
Salud 3	5	5	4	5	5
Salud 4	5	5	5	5	5
Salud 5	4	4	4	4	4

*Tabla 4.8 Resultados Atributo de usabilidad Grupo personal de salud*