	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 1 de 6


FECHA | jueves, 1 de diciembre de 2016

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

SEDE/SECCIONAL/EXTENSIÓN	Sede Fusagasugá
DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ingeniería
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Electrónica

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	NO. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Gutiérrez Tovar	Alvaro Raúl	1032455978
Chiquiza Ballesteros	Juan Carlos	1069745934

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 2 de 6

Director(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Cifuentes Guerrero	Pedro Luis


TÍTULO DEL DOCUMENTO
DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS, A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero Electrónico

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS (Opcional)
2016	119

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS: (Usar como mínimo 6 descriptores)	
ESPAÑOL	INGLES
1. Salud	Health
2. Hipertensión	Hypertension
3. Diagnostico	Diagnosis
4. Registro	Registry
5. Aplicación Móvil	Mobile app
6. Plataforma Web	Web Platform

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 3 de 6

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLES: (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres):

La hipertensión es una enfermedad que no tiene cura, un paciente nunca deja de ser hipertenso, sin embargo existen maneras de mantener esta enfermedad controlada mediante medicamentos y otros procedimientos médicos, siempre con la Necesidad de una constante revisión de la presión arterial y una oportuna acción por parte de los profesionales de la salud.

Este prototipo es de gran ayuda porque permite monitorear el estado de presión arterial de los pacientes de una manera más rápida y efectiva, sin tener que realizar trámites extensos y gastar un largo periodo de tiempo en ellos; además, al tener una ayuda visual y gráfica sobre el estado de su presión arterial se podría tomar medidas preventivas y mejorar las condiciones de salud del usuario.


Este sistema consta de una aplicación móvil que permite a un paciente acceder a los datos de su presión arterial y enviar los datos a un profesional del cuidado de la salud para generar un posible diagnóstico acerca del estado de la presión arterial del paciente.

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un alianza, son:


Marque con una "x":

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 4 de 6

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la Biblioteca.	X	
2. La consulta física o electrónica según corresponda.	X	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
6. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 5 de 6

Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):


Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI ___ NO X.** En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 6 de 6

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las “Condiciones de uso de estricto cumplimiento” de los recursos publicados en Repositorio Institucional, cuyo texto completo se puede consultar en biblioteca.unicundi.edu.co

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons : Atribución- No comercial- Compartir Igual.



MACROPROCESO DE APOYO

CODIGO: AAAR113

PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO

VERSION:1

DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

PAGINA: 7 de 8



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Includa su Extensión (Ej. Título Trabajo de Grado o Documento.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Actas.rar	Archivo Comprimido
2. Código.rar	Archivo Comprimido
3. Artículo.pdf	Texto
4. Desarrollo de un prototipo para monitorear e informar el estado de presión arterial de pacientes hipertensos, a los responsables del cuidado de la salud.pdf	Texto

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA
Gutierrez Tovar Alvaro Raúl	
Chiquiza Ballesteros Juan Carlos	Juan Carlos Chiquiza B.
Cifuentes Guerrero Pedro Luis	Pedro Luis Cifuentes

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL
ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS, A LOS
RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD**

**ÁLVARO RAÚL GUTIÉRREZ TOVAR
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS**

**Universidad de Cundinamarca
Facultad de Ingeniería
Programa de ingeniería electrónica, sistemas
Fusagasugá
2016**

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL
ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS, A LOS
RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD**

**ÁLVARO RAÚL GUTIÉRREZ TOVAR
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS**

**Trabajo de grado para optar a los títulos de Ingeniero Electrónico e Ingeniero de
Sistemas**

**Director: Pedro Luis Cifuentes
Ingeniero Electrónico-Especialista en Ingeniería de Software**

**Universidad de Cundinamarca
Facultad de Ingeniería
Programa de ingeniería electrónica, sistemas
Fusagasugá
2016**

AGRADECIMIENTOS

JUAN

Primeramente a DIOS por guiarme con sabiduría, paciencia y dedicación a lo largo del camino. A mi familia por ser mi apoyo incondicional durante todo el transcurso de mi carrera, en especial a mi hermano por brindarme todos sus conocimientos y ayudarme en los momentos más difíciles durante todos estos años. También quiero agradecerle a mi novia por colaborar y ayudarme en los momentos difíciles.

Al doctor Ángel Gabriel Montoya, por ayudarnos durante el transcurso del proyecto, y brindarnos sus conocimientos en el área de la salud. A todo el cuerpo docente quienes hicieron parte de mi formación como ingeniero, por sus conocimientos, enseñanzas y gran ejemplo para mi vida.

ALVARO

A todos y cada uno de ustedes, mi familia, que han mantenido su apoyo en todo este proceso. Especialmente a mi mamá por brindarme su apoyo y su guía en los momentos más difíciles de este proyecto.

Un agradecimiento muy importante al Dr. Angel Gabriel Montoya Pachon, que con su esfuerzo, su dedicación, sus conocimientos, su orientación, su persistencia, su paciencia y su motivación permitieron el desarrollo de este proyecto. También un agradecimiento muy sincero por inculcarnos responsabilidad y sentido de pertenencia durante cada sesión de trabajo.

CONTENIDO

Índice de figuras	6
Índice de Tablas.....	9
Índice de Anexos	10
Glosario.....	11
Resumen	12
Abstract	13
1 Introducción	14
2 Planteamiento del Problema	17
3 Justificación	18
4 Objetivos	20
4.1 Objetivo General	20
4.2 Objetivo Especifico	20
5 Marco Teórico.....	21
5.1 Antecedentes	21
5.1.1 Patentes	21
5.1.2 Aplicaciones para dispositivos móviles	22
5.2 Sensor mpx10dp.....	23
5.3 Hipertensión arterial	24
5.4 Medición de la presión arterial	24
5.5 Mediciones domiciliarias o autocontrol de la presión arterial	25
5.6 Hipertensión de bata blanca	25
5.7 Sistema operativo Android	26
5.8 Servicio Web (REST)	27
5.9 JSON	27
5.10 SQLite	27
5.11 MYSQL	28
5.12 PHP	28
5.13 USB	28
5.14 Proyectos Realizados.....	29

6 Metodología del Proyecto	30
6.1 Alcances y Limites	30
6.2 Análisis	31
6.2.1 Análisis Etapa del Paciente.....	32
6.2.2 Análisis Etapa del Médico	35
6.2.1 Casos de uso General	39
6.3 Diseño.....	51
6.3.1 Diseño Etapa del Paciente.....	52
6.3.2 Diseño Etapa del Médico	69
6.4 Implementación	71
6.4.1 Implementación Etapa del Paciente	71
6.4.2 Implementación Etapa del Médico	87
6.5 Pruebas.....	91
7 Conclusiones	102
8 Referencias	103
9 Anexos.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Problemática. Diagrama de árbol	18
Figura 2. Diagrama general de Funcionamiento	19
Figura 3. Sensor mpx10dp	21
Figura 4. Metodología en Cascada	31
Figura 5. Casos de uso general	39
Figura 6. Arquitectura del prototipo	51
Figura 7. Tensiómetro Digital	52
Figura 8. Tarjeta de adquisición de datos e-Health	53
Figura 9. Conexión tensiómetro con e-health sensor	54
Figura 10. Tarjeta de Arduino	54
Figura 11. Módulo bluetooth HC-05	56
Figura 12. Diagrama de flujo	57
Figura 13. Diagrama general de la etapa del paciente	58
Figura 14. Diagrama proceso del módulo	58
Figura 15. Lectura de los datos del tensiómetro	59
Figura 16. Diagrama clases de la aplicación móvil	59
Figura 17. Diagrama ER de la base de datos Aplicación Móvil	60
Figura 18. Diagrama BPMN paciente	61
Figura 19. Diagrama BPMN funciones del paciente	62
Figura 20. Diagrama BPMN leer datos del tensiómetro	63
Figura 21. Diagrama BPMN perfil del paciente	64
Figura 22. Diagrama BPMN gráfica	65
Figura 23. Diagrama BPMN historial	65
Figura 24. Diagrama BPMN Diagnóstico	66
Figura 25. Diagrama BPMN listar pacientes	67
Figura 26. Diagrama BPMN, escribir diagnóstico	67

Figura 27. Diagrama BPMN, comunicación paciente-médico	68
Figura 28. Diagrama de clases del sistema web	69
Figura 29. Diagrama ER de la base de datos Web	70
Figura 30. Imagen pcb	73
Figura 31. Tarjeta de adquisición, Arduino UNO, PCB	73
Figura 32. Módulo final	74
Figura 33. Módulo final conectado al tensiómetro	74
Figura 34. Login	76
Figura 35. Registro de paciente formulario	77
Figura 36. Registro de paciente	78
Figura 37. Menú desplegable	79
Figura 38. Módulo de Bluetooth	80
Figura 39. Lectura de datos	80
Figura 40. Perfil	81
Figura 41. Gráfica	82
Figura 42. Historial	83
Figura 43. Rango de valores de la Presión arterial	84
Figura 44. Listado de Diagnósticos	85
Figura 45. Medicamentos	86
Figura 46. Alarma	87
Figura 47. Envío de datos al servidor Web	88
Figura 48. Login sistema web	89
Figura 49. Menú Principal Sistema web, entrada	90
Figura 50. Menú plataforma web Sistema web	90
Figura 51. Formato de pruebas funcionales	91
Figura 52. Formato de pruebas funcionales (veredicto del médico)	92
Figura 53. Médico visualizando datos en la plataforma web	92
Figura 54. Registro de datos en el tensiómetro	93
Figura 55. Lectura de datos en la aplicación móvil	93
Figura 56. Porcentaje sobre el rango de edades	94

Figura 57. Porcentaje sobre si tiene celular Smartphone	95
Figura 58. Porcentaje calificación de la interfaz	95
Figura 59. Porcentaje para saber si es hipertenso	96
Figura 60. Porcentaje sobre si conoce alguna persona con hipertensión	96
Figura 61. Porcentaje si conoce a alguien con hipertensión	97
Figura 62. Porcentaje sobre la comunicación del prototipo con ente de la salud	97
Figura 63. Porcentaje sobre si adquiere este servicio	98
Figura 64. Pruebas Inducción	100
Figura 65. Pruebas Usuario	100

Índice De Tablas

Tabla 1. Clasificación de la presión arterial en mayores de 18 años	22
Tabla 2. Caso de uso Login	40
Tabla 3. Caso de uso Ver información del paciente	41
Tabla 4. Caso de uso historial	42
Tabla 5. Caso de uso Diagnóstico	43
Tabla 6. Caso de uso registrar paciente	44
Tabla 7. Caso de uso tomar paciente	45
Tabla 8. Caso de uso visualizar medidas del paciente	46
Tabla 9. Caso de uso perfil	47
Tabla 10. Caso de uso Grafica	48
Tabla 11. Caso de uso listar diagnósticos del médico	49
Tabla 12. Caso de uso alarma	50
Tabla 13. Características Generales Arduino	53

Índice De Anexos

Capacitación medico	108
Capacitación usuarios	109
Actas	110

GLOSARIO

Asintomático: Es un término que se utiliza en la medicina para nombrar a algo o alguien que no presenta síntomas de enfermedad. Para entender mejor este concepto, por lo tanto, podemos ahondar en los principales vocablos de dicha definición.

Arteria humeral: Es la arteria del brazo. Es la continuación de la arteria axilar que cambia de nombre a braquial o humeral desde el borde inferior del músculo pectoral mayor después de cruzar el músculo redondo mayor.

Baudio: Es una unidad de medida utilizada en telecomunicaciones, que representa el número de símbolos por segundo en un medio de transmisión digital.

Bifurcación: Es la acción de separar algo en varias partes.

Cerebrovasculares: Sucede cuando el flujo de sangre a una parte del cerebro se detiene. Si el flujo sanguíneo se detiene por más de pocos segundos, el cerebro no puede recibir nutrientes y oxígeno.

Cardiovasculares: Es un término amplio para problemas con el corazón y los vasos sanguíneos. Estos problemas a menudo se deben a la aterosclerosis.

Etiología múltiple: La etiología en el campo de la medicina se refiere principalmente al estudio de las causas de las enfermedades. Los tres elementos necesarios para que se desarrolle una enfermedad son: El medio ambiente, El agente, El huésped.

Fluctuaciones: Es el acto y las consecuencias de fluctuar. Este verbo hace referencia a la oscilación (incrementar y reducir de manera alternada) o a vacilar. El concepto tiene distintas aplicaciones de acuerdo al contexto.

Hipertrofia sistólica: Es una cardiomegalia que se refiere a un aumento en el tamaño de las células musculares del lado izquierdo del corazón (los miocitos), y por tanto es el aumento de tamaño de ese lado del órgano.

Morbimortalidad: Proviene de la ciencia médica y que combina dos subconceptos como la morbilidad y la mortalidad. Podemos comenzar explicando que la morbilidad es la presencia de un determinado tipo de enfermedad en una población.

Miocardio: Es una patología que se caracteriza por la muerte de una porción del músculo cardíaco que se produce cuando se obstruye completamente una arteria coronaria.

Normotensión: Tener presión arterial normal.

Patología: Investiga el desarrollo de las enfermedades que afectan al ser humano, a nivel estructural, bioquímico y funcionales, siendo muy similar a la nosología.

Piezo-resistivo: Son aquellos que trabajan con resistencias variables a la presión mecánica o a la presión atmosférica.

Posición supina: Refiere a lo perteneciente o relativo a la supinación (la posición de una persona que está tendida sobre el dorso o de una mano que exhibe la palma hacia arriba).

Pronación: Es un movimiento de giro o rotación que realizan ciertos huesos del cuerpo humano.

Sistema sanitario: Se encuentra compuesto por todas aquellas organizaciones que se ocupan de prestar servicios de tipo sanitario, entre ellos, hospitales, profesionales, funcionarios, centros de atención de salud y los servicios de salud pública y también por aquellos otros actores, tal es el caso de redes, sectores, ministerios, instituciones especializadas y organizaciones que ostentan una concreta y específica función e influencia en el área de la salud de una nación.

Ulteriores: Refiere a aquello que se ubica en “la parte de allá” de un lugar. Se trata, por lo tanto, de lo que es posterior respecto a una cierta ubicación.

RESUMEN

La hipertensión es una enfermedad que no tiene cura, un paciente nunca deja de ser hipertenso, sin embargo existen maneras de mantener esta enfermedad controlada mediante medicamentos y otros procedimientos médicos, siempre con la

Necesidad de una constante revisión de la presión arterial y una oportuna acción por parte de los profesionales de la salud.

Este prototipo es de gran ayuda porque permite monitorear el estado de presión arterial de los pacientes de una manera más rápida y efectiva, sin tener que realizar trámites extensos y gastar un largo periodo de tiempo en ellos; además, al tener una ayuda visual y gráfica sobre el estado de su presión arterial se podría tomar medidas preventivas y mejorar las condiciones de salud del usuario.

Este sistema consta de una aplicación móvil que permite a un paciente acceder a los datos de su presión arterial y enviar los datos a un profesional del cuidado de la salud para generar un posible diagnóstico acerca del estado de la presión arterial del paciente.

Palabras clave: Healthy Heart, Aplicación Móvil, Plataforma web, BPM

ABSTRACT

Hypertension is a sickness which doesn't have a cure, a patient never let to be hypertensive however exists different forms to keep this sickness under control with medicament, always with a requirement about a constant review of blood pressure and a good action by health professionals, this proposed to make a system which allow mediation, acquisition, and view about an hypertensive patient and transmission of blood pressure information to a health professional.

This system has a mobile app for the patient who can access in an easy way to their own blood pressure information at the same time in real time can send to their health professional and can read the information and gives a possible diagnostic or some recommendations about the patient blood pressure condition.

This prototype gives a great help because it provides a monitor blood pressure condition of patients in an effective and fastest way without making procedures and waste a long time in those, besides having a visual and graphic help about the blood pressure condition and take precautionary measures to improve patient's health and quality of life.

Key words: Healthy Heart, Mobile app, web platform.

1. INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial es una enfermedad silenciosa y lentamente progresiva que se presenta en todas las edades con énfasis en personas entre 30 y 50 años, generalmente asintomática. La hipertensión arterial supone un importante problema de salud por la repercusión que puede tener en órganos como el corazón y el riñón, con la consiguiente morbimortalidad y costes para el sistema sanitario. Es una enfermedad que no tiene cura, un paciente nunca deja de ser hipertenso, sin embargo existen maneras de mantener esta enfermedad controlada mediante medicamentos y otros procedimientos médicos, siempre con la necesidad de una constante revisión de la presión arterial. La hipertensión afecta a mil millones de personas en el mundo, y puede provocar infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares. Los investigadores calculan que la hipertensión es la causa por la que mueren anualmente nueve millones de personas. . (Salud, O. M. 2013).

La hipertensión arterial es una enfermedad de etiología múltiple, que disminuye la calidad y expectativa de vida. La presión arterial parece relacionarse en forma lineal y continua con el riesgo cardiovascular, aunque esta relación puede variar en distintas poblaciones. Visto el significativo incremento del riesgo asociado con una presión arterial sistólica >140 mmHg y una presión arterial diastólica >90 mmHg, o ambas, estos valores se consideran el umbral para el diagnóstico, si bien se reconoce que el riesgo es menor con valores tensionales inferiores. El riesgo global es mayor cuando la hipertensión se asocia con otros factores de riesgo o enfermedades, como ocurre muy frecuentemente. El valor normal de la presión arterial para un individuo se establece mediante la utilización de una combinación de factores que incluyen, el juicio clínico, y la tolerancia del paciente. Para la mayoría de la gente, los valores de presión arterial normales son sistólica <140 mmHg y diastólica <90 mmHg; sin embargo, los valores inferiores pueden ser apropiadas para algunas poblaciones, como los afroamericanos, los ancianos o los pacientes con hipertrofia sistólica o disfunción diastólica (American, 2013).

El auto-control se recomienda para la mayoría de los pacientes a lo largo de su cuidado, solicitar y revisar las lecturas del hogar y la comunidad puede ayudar al paciente a lograr y mantener un buen control. Para pacientes con hipertensión en combinación con ciertas condiciones clínicas y medicamentos específicos, deben considerarse tratamientos de primera línea. (American, 2013) Siendo el diagnóstico de la presión arterial un examen de consultorio y una constante razón de consulta médica general, se toma en cuenta que es un gran factor de aglomeración en el sector salud, genera inconvenientes tanto para el sistema de salud como para el paciente con problemas de presión arterial. La hipertensión arterial actualmente representa un problema importante de salud pública que en la ausencia de su identificación precoz, tratamiento y autocuidado adecuados, puede dejar secuelas irreversibles al portador, llevando a la necesidad de cuidados de los profesionales de salud. (Ximenes & Melo, 2005)

El monitoreo de signos vitales mediante sistemas portátiles y su integración a equipos de telefonía móvil o computadoras personales, da como resultado una mejor calidad de vida y autocuidado, lo que depende en gran medida de la habilidad para compartir la información clínica del paciente en tiempo real. (Becerra, Dávila, Salgado, Martínez & Infante, 2012)

Se desarrolló un sistema para obtener los datos de la presión arterial de un paciente, y, utilizando el protocolo de comunicación Bluetooth, se logró realizar la transferencia de estos datos hacia una aplicación móvil. La arquitectura utilizada para la transferencia de datos a través de la aplicación móvil y la plataforma web fue por medio de la arquitectura REST.

Este documento está compuesto por cuatro secciones, en la primera sección se encuentra la introducción, el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos, el alcance y las limitaciones y un marco teórico que contiene algunas definiciones que son relevantes para la comprensión del documento por parte del lector. La segunda sección del documento comprende la metodología en cascada, la cual incluye las fases de análisis, diseño, implementación y pruebas. En la fase de análisis se encuentra documentación sobre los requerimientos y requisitos del sistema. En la fase de diseño se encuentran los modelos, diagramas, algoritmos y planos necesarios para el cumplimiento de los requerimientos del sistema, así como los criterios de diseño que se fijan en el prototipo. En la fase de implementación se describe el desarrollo del sistema, y se identifican los resultados de cada módulo, su función e integración con el sistema; luego en la fase de pruebas se comprueba que el prototipo funciona correctamente y que cumple con los requisitos para ser entregado al usuario final, se realizan pruebas del sistema con el usuario final y se evidencian resultados del sistema. Otra sección del documento está compuesta por las conclusiones y por último se encuentra la sección de referencias.

El objetivo de este proyecto fue el desarrollo de un prototipo para monitorear y comunicar el estado de la presión arterial en pacientes hipertensos a los responsables del cuidado de la salud. Este proyecto se divide en dos etapas, la primera corresponde a la del paciente la cual comprende un hardware para la adquisición de datos de la presión arterial, un tensiómetro digital, una tarjeta de adquisición de datos, un Bluetooth y un Smartphone que nos permite la adquisición de los datos y la transmisión de estos; una aplicación móvil desarrollada en Android Studio, la cual permite al usuario adquirir vía Bluetooth los datos de su presión arterial, generar un perfil, visualizar los datos por medio de una gráfica, generar un historial de los datos de su presión arterial, realizar un listado de los medicamentos que pueda estar tomando, tener una comunicación directa con el responsable del cuidado de su salud y generar eventos de notificación para una próxima toma de su presión arterial. Como segunda etapa tenemos la del médico, esta comprende una plataforma web desarrollada en PHP 5, que permite a la persona responsable, en este caso denominada médico, visualizar un listado de todos los usuarios asignados, además de la información básica del paciente con su respectivo historial de datos de la presión arterial, también podrá observar el listado de los medicamentos que consume, todo lo anterior expuesto para que el médico pueda generar un diagnóstico acertado.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La hipertensión afecta a mil millones de personas en el mundo, y puede provocar infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares. Los investigadores calculan que la hipertensión es la causa por la que mueren anualmente nueve millones de personas. (Salud, O. M. 2013). La hipertensión generalmente se trata como una enfermedad con la cual el paciente debe aprender a convivir y adaptarse a todos los inconvenientes que esta genera; existen especialistas en el campo de la salud que se encargan del cuidado de pacientes hipertensos, aunque esto implica para el paciente un costo monetario considerable adicional, entre otros factores. Cabe resaltar que cuando un paciente hipertenso sufre alguna alteración grave este debe ser trasladado de inmediato a un centro de salud.

Los pacientes con esta patología requieren de una asistencia inmediata y un constante monitoreo, ya que siendo una enfermedad silenciosa no da aviso al momento de incurrir en alguna variación. En la ciudad de Fusagasugá las personas con hipertensión tienen dificultades para monitorear y comunicar las mediciones de la presión arterial a un centro de salud o a su médico especialista. Al carecer de este servicio es muy complicado que un paciente reciba atención médica o un diagnóstico oportuno sobre su presión arterial, lo cual se convierte en complicaciones severas como infarto de miocardio, una hemorragia o una trombosis cerebral.

Las personas diagnosticadas con esta patología, en su mayoría, adquieren dispositivos como tensiómetros digitales, que les permiten la medición de su presión arterial, la tarea del registro y consulta de estos datos es de forma manual y depende directamente de cada persona, esto genera, pérdida de datos e información errónea.

La problemática planteada se puede visualizar en el árbol del problema que se muestra en la Figura 1. En donde se puede evidenciar las causas, efectos y dificultades del problema.

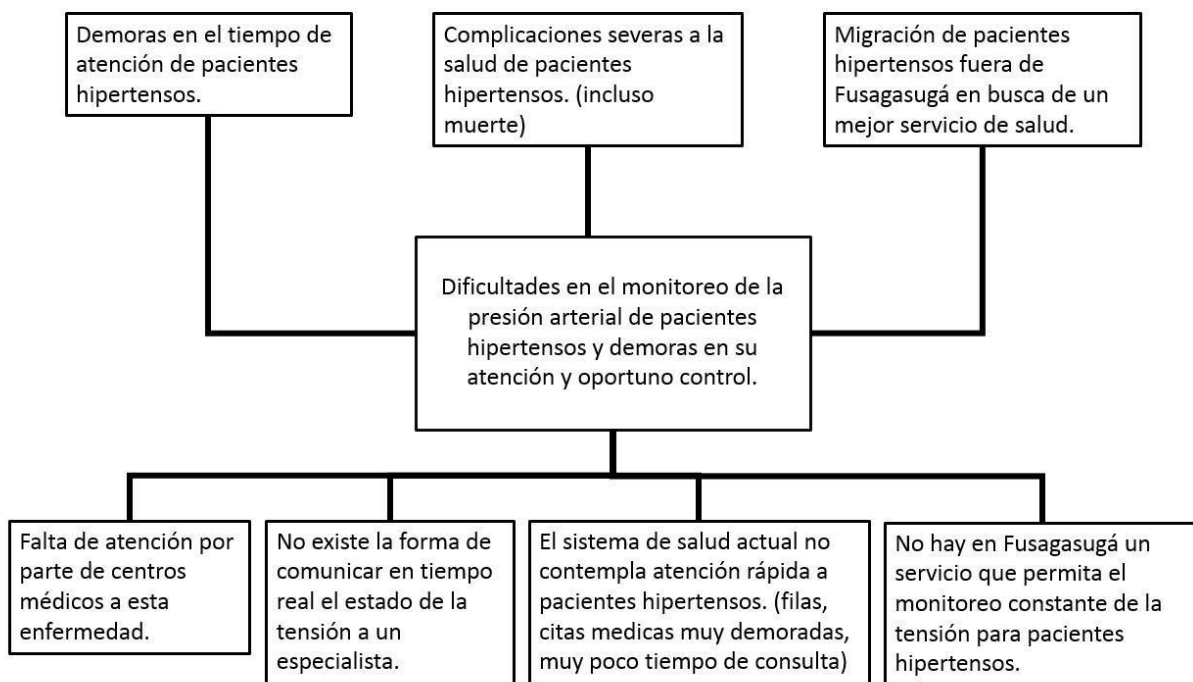


Figura 1. Problemática. Diagrama de árbol. Fuente: Autores

De acuerdo con esto se planteó la siguiente pregunta:

¿Qué sistema se podría implementar para mejorar la comunicación entre las personas con hipertensión arterial y los especialistas en salud?

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de mortalidad. Sin embargo, la hipertensión es una patología tratable. (Franklin, 2002) Ignorar la hipertensión es peligroso porque esto aumenta la probabilidad de complicaciones potencialmente mortales. Cuanta más alta es la presión arterial, mayor es la probabilidad de que tenga consecuencias para el corazón y los vasos sanguíneos de órganos importantes, como el cerebro o los riñones. (Salud O. M, 2013). Uno de los principales motivos por los cuales una persona sufre de complicaciones en la presión arterial o hipertensión, es el no darle un seguimiento continuo a esta patología y no tener un control sobre los niveles de la presión arterial, se presenta este proyecto para mejorar la calidad de vida de las personas hipertensas porque busca mejorar la medición, registro, seguimiento y control de los niveles de presión arterial en pacientes con esta patología, permitiendo así acelerar el proceso de atención y evitar complicaciones severas en la presión arterial.

Este prototipo facilita el monitoreo de la presión arterial de los pacientes y la comunicación de las mediciones a un centro de salud. El poder visualizar los datos de la presión arterial, junto a gráficos y sugerencias, facilitan al paciente el monitoreo del estado de su presión arterial, además de poder enviar estos datos, recibir un diagnóstico y tener una comunicación más directa con un responsable de la salud, permiten al usuario un accionar oportuno sobre cualquier alteración de su presión arterial.

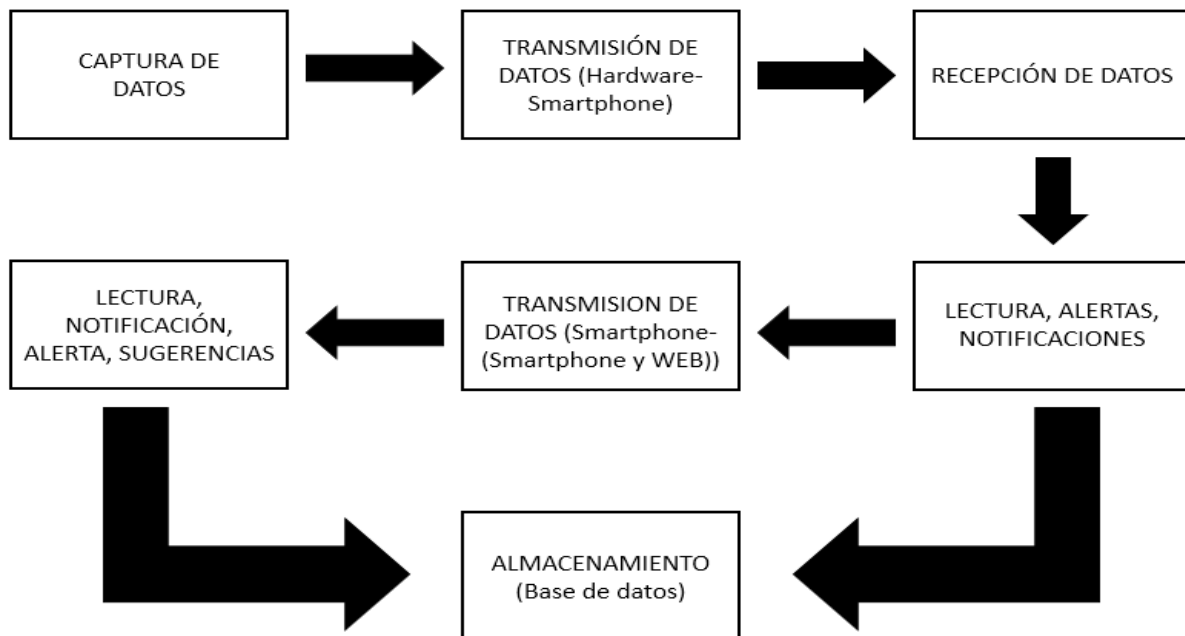


Figura 2. Diagrama general de Funcionamiento. Fuente: Autores.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo para monitorear y comunicar el estado de la presión arterial en pacientes hipertensos, a los responsables del cuidado de la salud.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los requerimientos del prototipo de monitoreo de presión arterial.
- Diseñar el prototipo para medir, almacenar e informar sobre la presión arterial.
- Implementar el prototipo para medir, almacenar e informar sobre la presión arterial.
- Realizar las pruebas de validación al prototipo de monitoreo de presión arterial.
- Crear una plataforma móvil y web para registrar y consultar la información de los pacientes.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 ANTECEDENTES

5.1.1 Patentes

Número de Patente: MX 2013014755 (A) — 2014-05- 21

Título: RECOLECCIÓN DE DATOS PERSONALES DE SALUD

Fecha de publicación: 21/05/2014

Resumen:

El sistema comprende un dispositivo portátil de adquisición de signos vitales los cuales derivan una medición relacionada a la salud del usuario, el dispositivo de adquisición de señales está integrado con un dispositivo de cómputo portátil.

Documento original: MX 2012006859 (A) — 2013-12- 17

Título: PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE COLESTEROL EN LA SANGRE A PARTIR DE LA PRESIÓN ARTERIAL POR MEDIO DE UN SENSOR DE PULSO TIPO PULSERA.

Fecha de publicación: 17/12/13

Resumen:

El sistema comprende de un sensor tipo pulsera para determinar el contenido de colesterol en la sangre a partir de la medición de la presión arterial. Se tiene en cuenta la caída de presión y el flujo volumétrico en la vena para relacionar la viscosidad aparente en función de las propiedades materiales del medio como son: propiedades visco, elásticas, cinéticas y estructurales del medio, todo esto para generar una medición sobre el colesterol en la sangre.

Documento Original: MX 2013001324 (A) — 2013-05- 30

Título: INSTRUMENTO PARA MEDIR LA PRESIÓN SANGUÍNEA DE MANERA NO INVASIVA Y MÉTODO DE MEDICIÓN DE LA MISMA

Fecha de publicación: 30/05/2013

Resumen:

El instrumento comprende un microprocesador el cual está conectado a un tensiómetro para medir la presión arterial, se desarrolla un método para realizar la medición de la presión arterial de manera no invasiva hacia la persona.

Documento original: MX2007016000 (A) — 2008-03- 07

Título: UN DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE PRESIÓN ARTERIAL Y UN MÉTODO PARA OPERAR UN DISPOSITIVO DE MEDICION DE PRESION ARTERIAL.

Fecha de publicación: 21/12/2006

Resumen:

Es un dispositivo para el auto-monitoreo de la presión arterial de un paciente el cual comprende un generador de alarma. El generador de alarma está diseñado de tal forma que permita recordar al paciente llevar a cabo una medición de la presión arterial.

Documento Original: MX 2010005977 (A) — 2011-04- 07

Título: INSTRUMENTO Y MÉTODO PARA MEDIR, REGISTRAR Y TRANSMITIR INDICADORES DE SALUD PRIMARIOS.

Fecha de publicación: 30/11/2007

Resumen:

Se describe un instrumento y un método para medir los elementos claves de la salud primaria humana. El aparato tiene la forma de una unidad de diagnóstico médico capaz de recibir valores de electrocardiograma (ECG), altura, peso, índice de masa corporal, urología y pruebas de visión. La unidad de diagnóstico médico incluye un una entrada para una tarjeta de datos. Cuenta con un sistema que permite que un paciente siga instrucciones en una unidad de pantalla táctil para realizar las pruebas deseadas y obtener la información de la salud del paciente.

5.1.2 Aplicaciones para dispositivos móviles

Hay un sin número de aplicaciones móviles que prometen medir la presión arterial, sin embargo estas aplicaciones solo permiten ingresar y visualizar gráficas y avisos sobre el estado la salud (malo, regular o bueno). Las aplicaciones que realizan esta tarea se describen a continuación.

Presión Arterial (My Heart): Esta aplicación permite al usuario ingresar los valores de su presión arterial y genera un diagnóstico, permite almacenar estos valores y genera gráficas para visualizar la variación de presión arterial durante un periodo de tiempo. La aplicación no realiza mediciones de presión arterial. (Szymon, 2015).

Instant Heart Rate: Es una aplicación para monitorear el ritmo cardíaco. Mide el ritmo cardíaco colocando el dedo índice en la cámara del teléfono, no necesita ningún hardware externo. Permite visualizar gráficas en tiempo real y realiza un diagnóstico sobre el nivel del valor del ritmo cardíaco (alta, normal o baja). (Inc, 2015)

Blood Pressure Tracker Lite: Esta aplicación permite ingresar valores del ritmo cardíaco, presión arterial, peso y altura de la persona, con base en estos datos permite visualizar gráficas y un diagnóstico sobre el estado de salud. Las mediciones de todos los valores tienen que ser realizadas por el usuario de manera externa a la aplicación. (Mengtao, 2016)

5.2 SENSOR MPX10DP

El sensor de presión piezo-resistivo de silicio MPX10DP, proporciona una salida de tensión directamente proporcional a la presión aplicada. Este sensor es utilizado en diversas aplicaciones como control de tráfico de aire, indicadores de nivel, instrumentación médica, robótica, entre otras. (Motorola, 2015).



Figura 3. Sensor mpx10dp. Fuente: Motorola, 2015

5.3 Hipertensión Arterial

La hipertensión arterial es una enfermedad controlable, de etiología múltiple, que disminuye la calidad y expectativa de vida. La presión arterial parece relacionarse en forma lineal y continua con el riesgo cardiovascular, aunque esta relación puede variar en distintas poblaciones. Visto el significativo el incremento del riesgo asociado con una presión arterial sistólica >140 mmHg, una presión arterial diastólica >90 mmHg, o ambas, estos valores se consideran el umbral para el diagnóstico, se reconoce que el riesgo es menor con valores tensionales inferiores. El riesgo global es mayor cuando la hipertensión se asocia con otros factores de riesgo o enfermedades, como ocurre muy frecuentemente. Según los valores de presión arterial, los pacientes se dividen en varias categorías, esta información se puede visualizar en la Tabla 1, esta clasificación tiene valor pronóstico y clínico. (Consenso Latinoamericano, 2006).

Tabla 1. Clasificación de la presión arterial en mayores de 18 años. Fuente: Consenso Latinoamericano, 2006

Categoría*	PA sistólica (mm Hg)	PA diastólica (mm Hg)
PA óptima	<120	<80
PA normal	<130	<85
PA limítrofe	130-139	85-89
Hipertensión		
Nivel 1	140-159	90-99
Nivel 2	160-179	100-109
Nivel 3	≥180	≥110
Sistólica aislada	≥140	<90

5.4 Medición de la presión arterial

Para diagnosticar correctamente la hipertensión, la presión arterial se debe medir con una técnica adecuada. La variabilidad fisiológica de la presión arterial puede explicar fluctuaciones del 20-50% a lo largo de las 24 horas. Las variaciones pueden ser mayores en sujetos hipertensos, con diferencias promedio del 6% en una misma consulta y del 10% en consulta diferentes. En la primera consulta, la presión arterial se mide con el paciente en posición supina, sentado y de pie, en ambos brazos y piernas. Si la presión arterial difiere en más de 10 mm Hg, en consultas ulteriores se elegirá el brazo en el que se haya registrado el valor más elevado. Se realizarán tres o más mediciones en cada consulta y se considerará el promedio. Para clasificar a un individuo como hipertenso, se deben hacer, como mínimo, tres registros en días diferentes, salvo que el paciente tenga signos de algún daño de órgano blanco hipertensivo o se presente con una emergencia hipertensiva.

Las mediciones se deben hacer en un ambiente tranquilo, tras un reposo de cinco minutos, preferentemente al final de la consulta. El paciente no debe ingerir alimentos o café ni fumar en los 30 minutos previos a la medición, ni hablar durante la medición. El brazo debe estar desnudo y apoyado a la altura del corazón, con la mano en pronación para relajar el brazo, la espalda apoyada en el respaldo del asiento y ambos pies en el suelo. El manguito debe quedar centrado sobre la arteria humeral, con 2-3 cm libres por encima del pliegue de flexión del codo.

Su ancho debe ser mayor que el diámetro braquial o cubrir el 40% del perímetro braquial, y su largo debe cubrir el 80% del mismo perímetro. Un manguito demasiado pequeño puede hacer que se registren valores de presión arterial falsamente altos. (Consenso Latinoamericano, 2006)

5.5 Mediciones domiciliarias o autocontrol de la presión arterial

Las mediciones de la presión arterial fuera del consultorio ofrecen algunas ventajas, como distinguir la hipertensión sostenida de la “hipertensión por bata blanca”; permiten obtener numerosos registros, útiles para evaluar la eficacia del tratamiento; estimulan la participación del paciente en el control de su enfermedad, mejorando su adherencia al tratamiento; se puede reducir los costos de la asistencia médica. Se ha comprobado que estas mediciones tienen buena reproducibilidad y valor pronóstico. Sin embargo, como contrapartida, en algunos pacientes pueden alentar la automedicación, el control obsesivo de la presión arterial, o un estado de angustia ante las variaciones de la presión arterial o de los síntomas asociados y pueden originar incluso hasta la pérdida de la confianza en el médico, el tratamiento o el registro mismo. Es esencial tener la certeza de que la presión arterial se mide con una técnica correcta y con equipos validados. Estas desventajas se pueden subsanar instruyendo al paciente sobre la técnica de medición, el uso de equipos tanto manuales como semiautomáticos, la frecuencia apropiada de las mediciones, la posición adecuada, en qué condiciones efectuar la medición, las variaciones esperables y los valores de alarma, esto es, qué hacer ante valores muy altos o muy bajos. Las mediciones domiciliarias deben ser evaluables en cuanto al operador y al equipo, y realizarse bajo prescripción y control del médico. Si se cumplen estas condiciones, son recomendables. Se deben desestimar los datos no evaluables. En las mediciones domiciliarias, se considera normotensión una presión arterial <130/80 mmHg, en tanto que los valores >135/85 mmHg se consideran compatibles con hipertensión. (Consenso Latinoamericano, 2006)

5.6 Hipertensión de bata blanca

Hipertensión de bata blanca (también conocida como "hipertensión de oficina" O "hipertensión clínica aislada) es un término utilizado para referirse a las personas que tienen la presión arterial más alta de lo normal en el entorno médico, pero cuyas presiones de sangre son normales en su entorno diario. La hipertensión de bata blanca es una definición arbitraria

destinada a ayudar a los médicos mediante la mejora de la estratificación del riesgo cardiovascular (Verdecchia, Staessen, White, Imai & O'Brien, 2002).

La hipertensión de bata blanca, también llamada reacción de alerta de consulta, es una condición poco conocida, aunque ha sido ampliamente observada y constatada, hasta el punto de que casi la cuarta parte de los hipertensos la sufre. A pesar de que no se conocen sus causas se apunta al nerviosismo ante los profesionales de la salud, sobre todo los médicos, de ahí lo de la bata blanca, parece ser un reflejo condicionado por el simple hecho de que se mida la presión en la consulta. (Moreno, 2003)

Este aumento transitorio de la presión arterial ("efecto de bata blanca") podría dar lugar a una notable sobreestimación de la presión arterial en muchos sujetos con un diagnóstico clínico de la hipertensión esencial. La hipertensión está estrechamente asociado con la presión arterial de todo el día que con la presión arterial en el consultorio. Es importante mencionar que la hipertensión de bata blanca y el efecto de bata blanca son entidades diferentes: la primera es una binaria (sí / no) definición impuesta por la estratificación de la presión arterial, la segunda es una medida cuantitativa de la elevación de la presión arterial desde antes hasta durante la visita, un fenómeno que puede esperarse a ocurrir en la mayoría de los pacientes. Aunque la hipertensión de bata blanca es una consecuencia del efecto de bata blanca, no existe una asociación automática entre las dos entidades (Verdecchia, Staessen, White, Imai & O'Brien, 2002).

5.7 Sistema operativo Android

Android OS es un sistema operativo desarrollado por Google para su uso en dispositivos móviles, basado en el kernel de Linux. Esto significa que fue diseñado para sistemas con poca memoria y un procesador que no necesariamente debe ser rápido como los procesadores de escritorio. La visión de Google para el sistema operativo android es tener un conjunto de programación sólido y una interfaz de usuario sencilla. Con el fin de facilitar esta visión, crearon una capa de abstracción, lo que permite a los desarrolladores de aplicaciones crearlas con un diseño agradable para los usuarios. (Narmatha & KrishnaKumar, 2016)

Este sistema operativo está estructurado en una base de 12 millones de líneas de código escritas en código c, C++, JAVA y XML para posteriormente ejecutarlas en lenguaje java (Pacheco, 2011).

Algunas de las versiones de los sistemas operativos son:

- Apple Pie (v 1.0): tarta de manzana.
- Banana Bread (v1.1): pan de plátano.
- Cupcake (v 1.5): panqué.
- Donut (v 1.6): rosquilla.
- Éclair (v 2.0/v2.1): pastel francés.
- Froyo (v 2.2) (abreviatura de «frozen yogurt»): yogur helado.
- Gingerbread (v2.3): pan de jengibre.
- Honeycomb (v 3.0/v 3.1/v 3.2): panal de miel.

- Ice Cream Sandwich (v 4.0): emparedado de helado.
- Jelly Bean (v 4.1/v 4.2/v 4.3): gominola.
- KitKat (v 4.4): tableta de chocolate con leche.
- Lollipop (v 5.0):colombina
- Marshmallow(v 6.0): mascmelos (Castillo, 2015)

5.8 Servicio Web (Rest)

Es un servicio web sencillo implementado usando HTTP y los principios de REST (Representational State Transfer). Dicho servicio web puede ser pensado como un conjunto de recursos. La definición de un servicio de web de este tipo comprende tres aspectos:

- a) La dirección URL del servicio web.
- b) El tipo de datos soportados por el servicio web; los más utilizados son JSON,XML o YAML pero puede ser cualquier otro válido.
- c) El conjunto de las operaciones de apoyo de la web servicios utilizando métodos HTTP (por ejemplo, POST, GET, PUT o DELETE) similares a las que se pueden hacer en un CRUD. (Ngolo, Palma, Coito, Gomes & Costa, 2009).

5.9 JSON

JavaScript Object Notation - (Notación de Objetos de JavaScript) el cual nos sirve para el intercambio de datos livianos entre diferentes lenguajes de programación como su principal ventaja, está constituido por dos estructuras:

- Una colección de pares nombre/valor, conocido como objeto.
- Lista ordenada de valores, conocida como arreglo. (Fredlund, Herranz, Benac & Mariño, 2014).

5.10 SQLite

Es un software que permite el manejo a la base de datos compleja pero fácil de usar, ya que permite el procesamiento de la información dentro de dispositivos móviles, es una herramienta de software libre que admite sentencias SQL complejas, una de las ventajas que posee esto es que se puede comunicar con varias plataformas por tal motivo es una de las más utilizadas hoy en día.

Algunas características que tiene este motor de base de datos es:

- Soporta texto en formato UTF-8 y UTF-16, así como datos numéricos de 64 bits.
- En un solo archivo se encuentra dentro de la base de datos
- Su funcionamiento es rápido debido a que trabaja directamente con la memoria.

- Es asequible para muchos lenguajes de programación
- soporta datos numéricos de 64 bits y soporta formato UTF-8
- El código para acceder a esta base de datos es para uso público y se encuentra muy bien documentado. (Rómmel, 2007)

5.11 MYSQL

Es un sistema de libre distribución y de código abierto, de fácil acceso para los usuarios, si un programador gusta remodelar el código del sistema es libre de hacerlo ya que es una de las virtudes que posee, viene principalmente para Linux aunque también funciona para Windows, existen cuatro versiones para este gestor las cuales son:

- Pro
- Classic
- Max
- Estándar (Sánchez, 2004)

5.12 PHP

Es un lenguaje de script del lado del servidor diseñado específicamente para la Web. El maquetado se realiza en etiquetas HTML, estas se pueden incrustar dentro del código PHP que se ejecuta a la vez dentro de la página que es visitada. El código PHP se interpreta en el servidor web y genera una vista que será visualiza por el usuario. PHP fue concebido en 1994 y fue originalmente el trabajo de Rasmus Lerdorf. Desde noviembre de 2007, se ha instalado en más de 21 millones de dominios en todo el mundo, y este número sigue creciendo rápidamente. PHP es un proyecto Open Source, lo que significa que tiene acceso al código fuente y se puede usar, modificar y redistribuir todo sin cargo. La versión principal de PHP es 5 (Vázquez, 2008).

5.13 USB

Arquitectura de bus serie universal (USB). El puerto USB es un bus de cable que permite el intercambio de datos entre un computador y una amplia gama de periféricos accesibles simultáneamente. Un sistema USB se describe mediante tres áreas de definición:

- Interconexión USB
- Dispositivos USB
- Puerto USB (Ravencraft, 2014)

5.14 Proyectos Realizados

El trabajo realizado dentro de este proyecto no es nuevo como tal, existe una cantidad significativa de trabajos similares o relacionados con este prototipo, en el internet se pueden encontrar partes de nuestro sistema muy semejantes, lo que se quiere mostrar en esta sección del documento es mirar dentro de otros proyectos como se utilizan dichas tecnologías:

- El paciente utiliza un número de diferentes dispositivos de medición. Los tipos de los dispositivos (por ejemplo, monitor de presión arterial, glucómetro) varían dependiendo de la terapia, que se define en el plan de medición. Después de la terminación de la medición los dispositivos transmiten los datos al agente de casa a través de Bluetooth. El encargado del paciente como el eje central en el hogar del paciente. Tras la recepción de las mediciones de los diferentes dispositivos, el corredor de casa convierte los formatos de datos específicos del dispositivo y transmite los datos al centro de telemedicina que utilizan las redes móviles. En el lado del centro de telemedicina, los datos entrantes se almacenarán en una historia clínica electrónica. (Heinze, Wierschke, Schacht, & Löwis, 2012).
- Los autores de este documento propusieron un sensor inalámbrico para el hogar el cual pueda llevar un control inteligente para poder integrar aplicaciones médicas, prácticas relacionadas con la tecnología para el cuidado de la salud, que sea en tiempo real, para personas de la tercera edad y con alguna discapacidad crónica, a través de la tecnología Wireless (Stankovic, Cao, Doan, Fang, Z. He, Kiran, Lin, Son, Stoleru & Wood, 2005).

Se procedió a realizar una búsqueda sobre patentes en las cuales se encontraron varios prototipos que son similares al proyecto, estas patentes son expuestas a continuación.

6. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

6.1 ALCANCE Y LIMITACIONES

El proyecto comprende el análisis, diseño y desarrollo de un prototipo que permita obtener los valores de la presión arterial, transmitirlos a una aplicación móvil, y que a su vez permita la transmisión de los resultados desde la aplicación móvil hacia una plataforma web. No se pretende adaptar el prototipo a un centro de salud.

El resultado final del proyecto será un prototipo de un sistema para la adquisición de los datos de la presión arterial, la transmisión de los datos desde el tensiómetro hacia una aplicación móvil y la comunicación bidireccional entre la aplicación móvil y la plataforma web.

Para el desarrollo del prototipo, se utilizó la metodología tipo cascada. Esta metodología permite hacer un fácil seguimiento al desarrollo del proyecto, además de realizar una distribución de tareas y delimitación de las fases del proyecto. A continuación se encuentran descritas cada una de las fases de dicha metodología.

El objetivo de este proyecto no es desarrollar un tensiómetro digital pues ya existen en el mercado varias marcas que solucionan este problema y miden con gran precisión la presión arterial.

Análisis: Se muestra todos los requerimientos para el desarrollo del sistema, desde su parte de hardware hasta el software, requerimientos de diseño, de funcionalidad, requisitos para el usuario final y el sistema final. Se encuentra el análisis de los requerimientos. Se obtiene el documento de especificación de requisitos, que contiene la especificación completa de lo que debe hacer el sistema. Entre otra documentación pertinente.

Diseño: Es la fase en donde se realizan los algoritmos y planos necesarios para el cumplimiento de los requerimientos del usuario así como también los análisis necesarios para saber qué herramientas usar. Como resultado surge el SDD (Documento de Diseño del Software), que contiene la descripción de la estructura relacional global del sistema y la especificación de lo que debe hacer cada una de sus partes, así como la manera en que se combinan unas con otras.

Implementación: Es la fase en donde se construye el sistema prototipo y se implementan los módulos que componen el sistema.

Pruebas: Se comprueba que el prototipo funciona correctamente y que cumple con los requisitos, antes de ser entregado al usuario final. Se realizan pruebas del sistema con el usuario final. (Inteco, 2009)

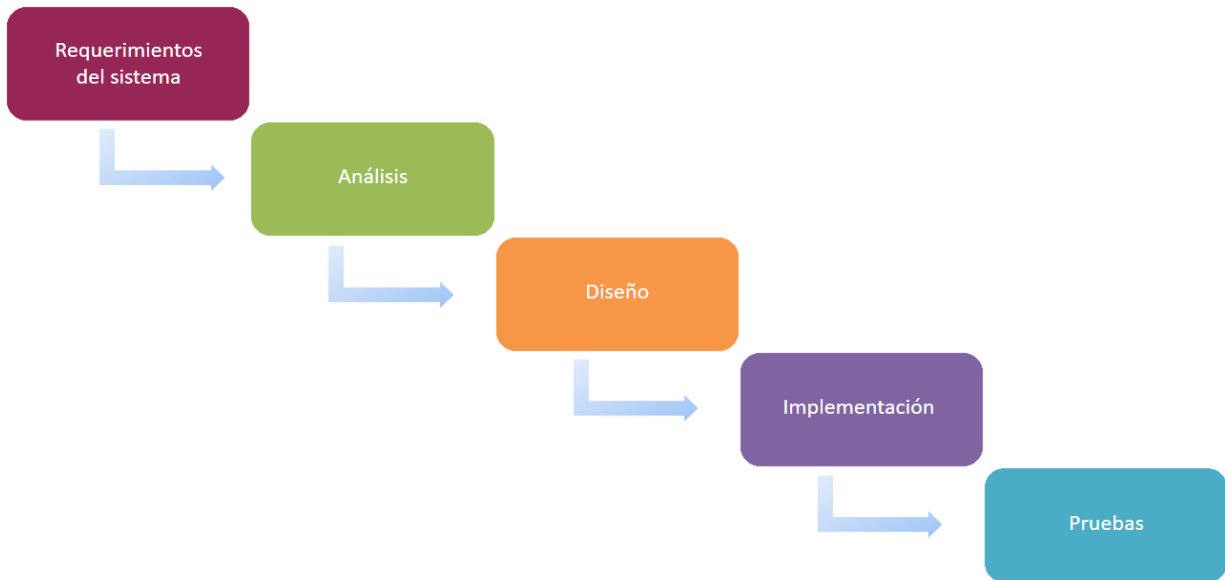


Figura 4. Metodología en Cascada. Fuente: Inteco, 2009

6.2 ANÁLISIS

El prototipo a desarrollar está compuesto por dos etapas, la primera es la etapa del paciente, la cual está compuesta por un tensiómetro digital, un módulo para el procesamiento y transmisión de los datos obtenidos por el tensiómetro y una aplicación móvil desarrollada para el sistema operativo Android. La segunda etapa, la del médico, está compuesta por una plataforma web, en donde el usuario podrá acceder a toda la información enviada desde la aplicación móvil. El sistema final, recibirá el nombre de Healthy Heart.

Se muestran los resultados del análisis de los requerimientos para la aplicación móvil y el módulo para la transmisión de datos, estos resultados se obtuvieron en base al formato IEEE 830.

6.2.1 Análisis etapa del paciente

Se muestran los requerimientos del sistema y el análisis de estos.

Perspectiva general

Esta etapa estará comprendida por un módulo para la adquisición de los datos de la presión arterial y la transmisión de estos hacia una aplicación móvil. Una aplicación móvil para dispositivos Smartphone con SO Android superior a la versión 4.4, y menor a la versión 5.5.

La aplicación móvil permitirá la lectura de datos de un tensiómetro digital y la transmisión de los datos relacionados con el estado de la presión arterial a los responsables del cuidado de la salud.

La aplicación permitirá el almacenamiento de los datos de la presión arterial del paciente en la base de datos del Smartphone. Si hay conexión a internet se sincronizan los datos desde la aplicación móvil a la plataforma web.

El módulo para la adquisición de los datos de la presión arterial estará adaptado a una aplicación móvil. El módulo podrá ser utilizado por cualquier persona y será muy intuitivo. El módulo permitirá la medición de la presión arterial de una persona y la transmisión de los datos por comunicación vía Bluetooth. Deberá poder transmitir todos los datos que se definan como requerimientos dentro de la aplicación móvil.

Características del usuario

El usuario final del sistema serán personas mayores de 18 años.

Restricciones Generales

Se analizaron las siguientes restricciones:

- La transmisión de los datos entre el módulo y la aplicación móvil deberá realizarse por comunicación vía Bluetooth; este Bluetooth será identificable por una aplicación móvil Android.
- El rango de cobertura estará definido por el alcance del dispositivo Bluetooth que tiene cada celular que se conecta al sistema.
- El sistema lo usaran los pacientes hipertensos del consultorio clínico del médico Gabriel Montoya en la ciudad de Fusagasugá.

Requerimientos generales

Entradas

- Contará con una entrada análoga, que corresponderá a la presión arterial de una persona. El sistema deberá contar con un conversor análogo a digital para la transmisión de los datos.
- Switch para el encendido/apagado.
- Configuración de fecha y hora.

Salidas

- Los datos de salida serán transmitidos vía Bluetooth y corresponden a la presión sistólica, diastólica, pulsaciones por minuto, fecha y hora.
- Pantalla lcd para visualización de los datos.
- Led, para visualizar el estado del hardware, encendido/apagado.

Alimentación

- El Sistema deberá ser totalmente portátil, no deberá depender de conexiones fijas para su funcionamiento.
- Las baterías deberán ser recargables.

Comunicación

- Realizará la transmisión de datos por comunicación vía Bluetooth a una aplicación móvil Android.
- La app móvil enviará los datos al servidor por medio de la arquitectura REST.

Funciones

Las siguientes son funciones que deberán cumplir el módulo de adquisición de datos, el tensiómetro y la aplicación móvil:

- Permitir la medición de la presión arterial de una persona.
- Permitir la digitalización de los datos de la presión arterial de una persona.
- Procesar y transmitir las mediciones de la presión arterial vía Bluetooth.
- Transmitir cualquier información que la aplicación móvil requiere para su funcionamiento.
- Graficar las mediciones de la presión arterial de cada paciente en la aplicación móvil.

Funciones de usuarios tipo paciente:

- **Login:** Permite el ingreso por medio del número de identificación y una contraseña al sistema.
- **Logout:** Permite cerrar la sesión del usuario dentro del sistema.
- **Registro:** Esta función hace referencia a la acción de generar su propio perfil, con datos específicos y únicos de cada usuario.

- **Conexión:** Esta función consiste en la posibilidad de que el usuario realice la conexión o desconexión con el hardware externo.
- **Lectura de datos:** Esta función permite al usuario transmitir los datos tomados por el hardware externo hacia el sistema.
- **Envío de datos:** Esta función hace referencia a la acción de enviar los datos del estado de la presión arterial, esta función depende directamente de las funciones de conexión y lectura de datos. Permite al usuario enviar los datos del estado de su presión arterial a un usuario tipo médico.
- **Visualización de resultados:** Esta función permite al usuario identificar de forma gráfica el estado de su presión arterial y al mismo tiempo realizar una comparación con datos anteriormente adquiridos.
- **Visualización de diagnóstico:** Esta función está directamente relacionada con la función generar diagnóstico, la cual es función de un usuario tipo paciente. Esta función permite al usuario visualizar el diagnóstico generado sobre el estado de su presión arterial, el cual será un mensaje escrito directamente por un usuario tipo médico.
- **Generar eventos:** Esta función permite al usuario generar eventos en donde se pueda definir fecha y hora, los eventos serán la toma de la presión arterial o tiempos para consumir medicamentos.

Restricciones

La funcionalidad de la aplicación móvil estará directamente limitada por el funcionamiento del tensiómetro digital.

La aplicación móvil se desarrollará para versiones de SO Android superiores a 4.4 Kitkat hasta 5.2 Lollipop, es decir, que para versión anteriores o superiores a éstas el sistema no podrá ser ejecutado correctamente. Para el desarrollo del sistema en su plataforma móvil, se utilizará el lenguaje nativo de Android NDK, ya que es totalmente libre, no es necesario el pago de licencias de uso, además permite la facilidad de conexión a bases de datos.

Requisitos de rendimiento

El sistema deberá soportar consultas y registros sin restricciones de tiempo o cantidad. Deberá permitir su funcionalidad para sistemas operativos Android, desde la versión 4.4 hasta la versión 5.2. Deberá soportar el envío de hasta cuatro datos por cada usuario tipo paciente, es decir, el usuario podrá enviar los datos hasta de cuatro mediciones. También

podrá soportar el envío de un mínimo de 240 caracteres en cada mensaje de diagnóstico y estos mensajes no podrán tener un límite.

6.2.2 Análisis etapa del médico

Se muestran los resultados del análisis de los requerimientos para la plataforma web, estos resultados se obtuvieron en base al formato IEEE 830.

Ámbito del sistema

- Contará con una plataforma web elaborada con el lenguaje de programación PHP.
- El sistema permitirá el registro y gestión de los usuarios. Será para usuarios tipo médico.
- La plataforma web permitirá a un usuario tipo médico visualizar los datos de un usuario tipo paciente.
- Permitirá la creación de diagnósticos por parte del usuario tipo médico hacia un usuario tipo paciente.
- Se espera que el sistema disminuya el tiempo de diagnóstico del estado de la presión arterial para pacientes hipertensos.

Perspectiva del producto

La plataforma web dependerá de los datos enviados desde la aplicación móvil. La plataforma web permitirá la conexión a una base de datos para acceder a los datos enviados desde la aplicación móvil. Permitirá realizar una identificación de los usuarios tipo paciente asignados en la plataforma web.

Funciones del producto

El sistema contempla las siguientes funciones:

- Creación de usuarios.
- Visualización de los datos de presión arterial del paciente.
- Visualización del perfil del paciente.
- Visualización de comentarios del paciente.
- Creación de diagnósticos por parte del médico.

Se definen como funciones principales las siguientes:

Crear usuarios: Permite la creación de usuarios los cuales serán de dos tipos. Cada tipo de usuario tendrá funciones específicas.

Funciones de usuarios tipo médico:

- **Login:** Permite el ingreso por medio del número de identificación y una contraseña al sistema.
- **Logout:** Permite cerrar la sesión del usuario dentro del sistema.
- **Visualizar pacientes:** Esta función permite al usuario visualizar en una lista y de forma rápida, todos los usuarios tipo paciente que se le encuentran asignados. Permitirá la selección de estos usuarios y obtener datos básicos registrados como lo son: Número de Cédula, Nombre y Apellido, Teléfono, Dirección, Edad, Género, Etnia, Fecha de Nacimiento, Estatura, Peso e Índice de masa corporal. Además de visualizar los registros del estado de su presión arterial con hora y fecha.
- **Generar diagnóstico:** Esta función está directamente relacionada con la función visualizar pacientes; una vez seleccionado el paciente, el usuario tipo médico podrá generar un diagnóstico con respecto al estado de la presión arterial de ese usuario.
- **Enviar diagnóstico:** Esta función está directamente relacionada con la función generar diagnóstico, una vez generado el diagnóstico el usuario tipo médico podrá realizar el envío de este diagnóstico directamente al usuario tipo paciente.
- **Visualizar Comentarios:** Esta función permite visualizar el historial completo de todos los diagnósticos generados y de cualquier mensaje que el usuario tipo paciente haya ingresado.

Características de los usuarios

El sistema permitirá la creación de dos tipos de usuario, a los que se les denominará paciente y médico. Cada uno cuenta con funciones distintas. Un usuario tipo médico es aquel como profesional de la salud cuenta con los conocimientos suficientes para realizar un diagnóstico acertado sobre el estado de la presión arterial, este usuario tendrá como mínimo un nivel profesional técnico y contará con la función para realizar el diagnóstico de los pacientes que se encuentren registrados en el sistema. Para el caso de un usuario tipo paciente no habrá nivel educativo mínimo, aunque este debe tener conocimientos suficientes sobre el manejo de dispositivos Smartphone.

Restricciones

Para el desarrollo de la plataforma web se utilizará lenguaje PHP, siendo una tecnología para el desarrollo web, además de que es totalmente libre, no es necesario el pago de licencias de uso, permite facilidad de conexión a bases de datos, presenta un gran porcentaje de utilización en las páginas creadas hoy en día.

La comunicación entre un usuario tipo paciente y un usuario tipo médico estará limitada a que se posea una conexión a internet. Las dos plataformas con las que contará el sistema se encuentran directamente relacionadas por un web service desarrollado con el protocolo REST. Para poder realizar la comunicación entre un usuario tipo paciente y un usuario tipo médico, se utilizará un servidor web, el servidor web será Miarroba.

Suposiciones y dependencias

Para el normal funcionamiento de la plataforma web, se presupone la disponibilidad del servidor Miarroba. Se establece que para la ejecución del sistema completo la legislatura deberá contemplar que es un proceso adecuado y no incurrir en desacato a la normatividad de ningún tipo.

Requisitos de rendimiento

La plataforma web deberá permitir la asignación de usuarios tipo paciente a usuarios tipo médico. Deberá permitir el registro de usuarios tipo médico. El usuario tipo médico podrá acceder a toda la información del usuario tipo paciente, y podrá realizar un diagnóstico, el cual se enviará en forma de mensaje, este mensaje debe soportar un mínimo de 240 caracteres.

Atributos del sistema

Rendimiento: El sistema debe garantizar que su rendimiento no se vea afectado por el número de diagnósticos realizados.

Seguridad: El sistema deberá garantizar la seguridad de todos los datos de un usuario tipo paciente, y estos datos no podrán ser visualizados por ningún otro usuario a excepción del usuario tipo médico asignado a él.

Fiabilidad: El sistema deberá contar con una interfaz de usuario sencilla e intuitiva para cualquier tipo de usuario. El sistema deberá contar con un manual de usuario que permita a cualquier persona entenderlo y manejarlo.

6.2.3 CASOS DE USO GENERAL

En la figura 5. Se puede visualizar la funcionalidades del sistema Healty Heart

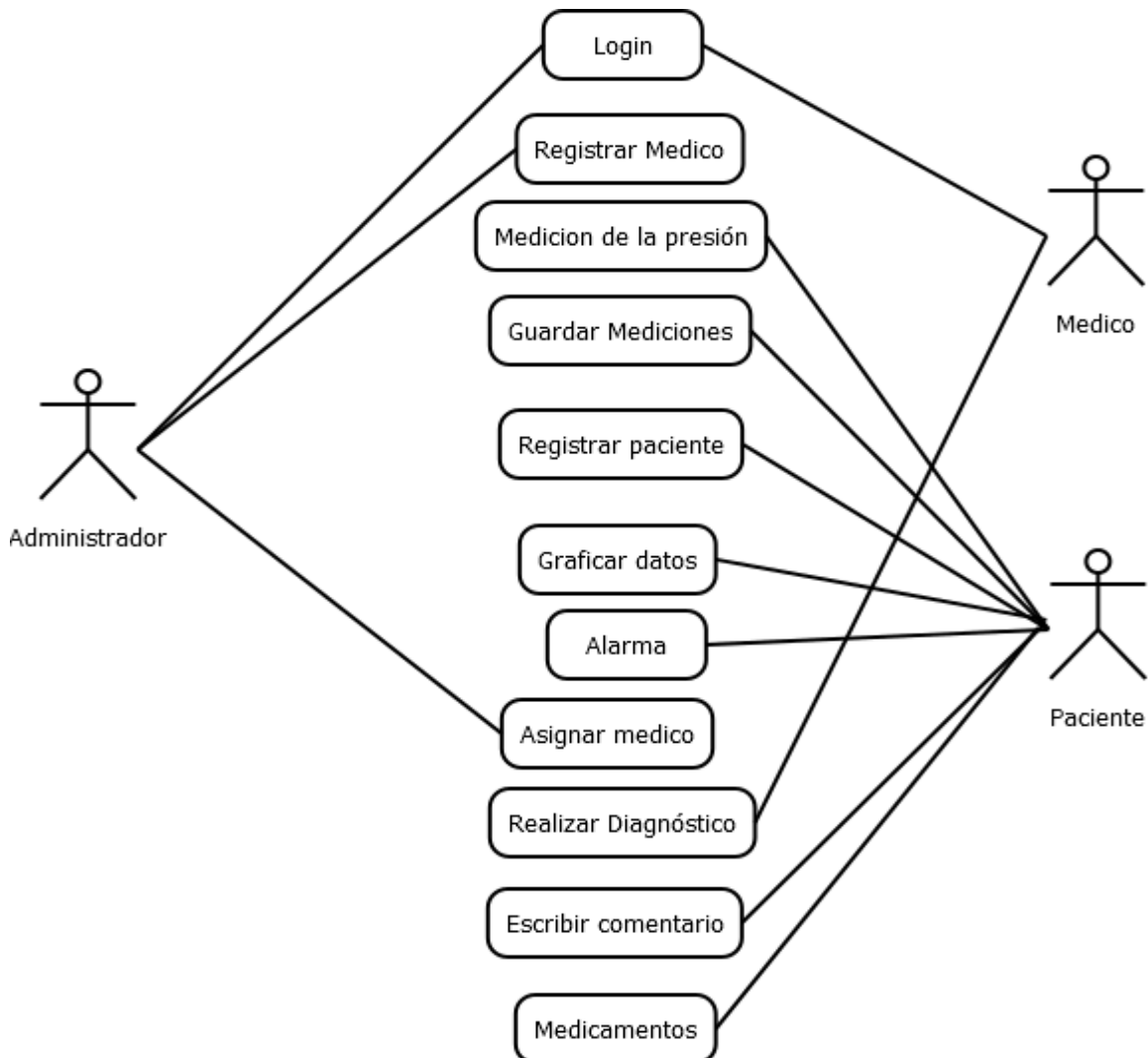


Figura 5. Casos de uso general. Fuente: Autores.

Casos de uso

Se identifican los casos de usos para la elaboración del sistema web.

Tabla 2. Caso de uso Login. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Login
Actores:	Administrador, Médico
Tipo:	Básico.
Propósito:	Validar a un usuario del sistema, debe estar registrado para poder ingresar.
Resumen:	El sistema valida la información del usuario.
Precondiciones:	Para poder ingresar un usuario tipo médico al sistema, previamente el administrador debió crear al usuario; el administrador valida su información.
Flujo principal:	Una vez dentro del sistema se podrá visualizar claramente dos campos de texto y un botón, los campos de texto están identificados como usuario y contraseña, una vez ingresados los datos deberá activar el ingreso por medio del botón “ingresar”.
Subflujo:	Ninguno
Excepciones:	El usuario o contraseña deben ser correctas

Tabla 3. Caso de uso Ver información del paciente. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Ver información del paciente
Actores:	Administrador, Médico
Tipo:	Básico.
Propósito:	El medico puede visualizar la información personal de cada paciente, de manera organizada.
Resumen:	El sistema valida la información del paciente.
Precondiciones:	Para poder ver la información del paciente un usuario tipo médico deberá ser sido asignado con anterioridad por el administrador.
Flujo principal:	Una vez dentro del sistema se podrá visualizar claramente la información personal del paciente dentro de una tabla.
Subflujo:	Ninguno
Excepciones:	Ninguna

Tabla 4. Caso de uso historial. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Historial
Actores:	Medico
Tipo:	Básico.
Propósito:	Permitir al médico visualizar de manera clara el historial de la presión arterial de cada paciente.
Resumen:	El medico podrá ver el historial de su presión arterial.
Precondiciones:	Para poder ingresar a esta función deberá estar debidamente logueado en el sistema.
Flujo principal:	Podrá visualizar en la pantalla de forma clara las medidas de cada paciente.
Subflujo:	Ninguno
Excepciones:	Paciente no asignado no lo podrá visualizar.

Tabla 5. Caso de uso Diagnóstico. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Diagnóstico
Actores:	Medico.
Tipo:	Básico
Propósito:	Permitir al médico realizar un diagnóstico dependiendo del historial de mediciones y los medicamentos que esté tomando cada paciente.
Resumen:	El medico podrá acceder a esta función para leer y enviar mensaje de diagnóstico y consulta respectivamente.
Precondiciones:	Para poder ingresar a esta función deberá estar debidamente logueado en el sistema.
Flujo principal:	Se presenta un módulo donde se permite al médico todos los diagnósticos realizados por él.
Subflujo:	Ninguno
Excepciones:	Ninguna

A partir de las siguientes tablas se explicara el caso de uso para la elaboración de la aplicacion móvil.

Tabla 6. Caso de uso registrar paciente. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Registrar paciente
Actores:	Paciente
Tipo:	Básico.
Propósito:	El paciente puede registrar sus datos personales para poder tener acceso a la aplicación móvil.
Resumen:	El paciente podrá registrar su datos personales tales como (nombre, apellido teléfono, dirección de residencia fecha de nacimiento, etnia, peso, estatura).
Precondiciones:	ninguna
Flujo principal:	Podrá visualizar en la pantalla de forma clara todos los campos de texto que especifican que información debe ir ahí.
Subflujo:	Ninguno
Excepciones:	Deberá digitar valores reales de lo contrario no se guardara su cuenta.

Tabla 7. Caso de uso tomar datos presión arterial. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Tomar datos presión arterial
Actores:	Paciente
Tipo:	Básico.
Propósito:	Tomar datos de un hardware externo para ingresarlos a la aplicación móvil.
Resumen:	El usuario tipo paciente ingresa los datos de su presión arterial al sistema.
Precondiciones:	Para poder ingresar los datos el usuario deberá realizar con anterioridad la acción de tomar los datos en el hardware externo, esta acción es independiente del sistema.
Flujo principal:	Para ingresar a la función tomar datos se le pedirá al usuario que tenga encendido el bluetooth del Smartphone, una vez comprobado esto se desplegará una lista de dispositivos, el deberá escoger el correspondiente, ya conectado con el hardware entrará a una ventana con dos botones, uno se denomina “mostrar” y el otro “guardar”; dependiendo de la acción que desea hacer el usuario.
Subflujo:	Ninguno.
Excepciones:	No existen datos en el hardware externo.

Tabla 8. Caso de uso visualizar medidas del paciente. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Visualizar medidas del paciente
Actores:	Paciente
Tipo:	Básico.
Propósito:	El paciente puede visualizar sus mediciones de la tensión arterial, además existirá un botón el cual permita al usuario sincronizar esos datos con el sistema web del médico.
Resumen:	El usuario vera el historial de mediciones y lo podrá sincronizar con el sistema web.
Precondiciones:	El paciente deberá tener medidas de la tensión ya guardadas con anterioridad.
Flujo principal:	Dentro de la pantalla se podrá ver una lista el cual permitirá al paciente ver sus mediciones, además habrá una imagen que le permita ver al paciente como se encuentra esa medición si la tiene alta media o baja.
Subflujo:	Ninguno
Excepciones:	Sin conexión a internet no se podrá sincronizar las medidas

Tabla 9. Caso de uso perfil. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Perfil
Actores:	Paciente
Tipo:	Básico.
Propósito:	Permite al usuario visualizar de manera general su información personal.
Resumen:	El usuario puede visualizar su información personal de manera organizada, también podrá editar la misma.
Precondiciones:	Para poder ingresar a esta función deberá estar debidamente logueado en el sistema.
Flujo principal:	Se presenta en la pantalla toda la información principal del usuario como lo es, nombre y apellido, número de cédula, teléfono, dirección, género, etnia, peso, estatura, índice de masa corporal. Dentro de esta función el usuario podrá modificar sus datos.
Subflujo:	Ninguno
Excepciones:	ninguna

Tabla 10. Caso de uso Grafica. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Grafica
Actores:	Paciente.
Tipo:	Básico
Propósito:	Permitir al paciente visualizar los datos de su presión arterial por medio de una gráfica.
Resumen:	El usuario podrá visualizar de forma gráfica los resultados de su presión arterial.
Precondiciones:	Para poder ingresar a esta función deberá estar debidamente logueado en el sistema.
Flujo principal:	Se presenta una pantalla para visualizar los resultados graficados de su presión arterial.
Subflujo:	Ninguno
Excepciones:	ninguna

Tabla 11. Caso de uso listar diagnósticos del médico. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Listar diagnósticos del medico
Actores:	Paciente.
Tipo:	Básico
Propósito:	Permitir al paciente visualizar los diagnósticos que ha realizado el medico dependiendo de su historial y los medicamentos que tome
Resumen:	El paciente podrá acceder a esta función para leer y enviar un comentario con respecto al diagnóstico elaborado por el paciente.
Precondiciones:	Para poder ingresar a esta función deberá estar debidamente logueado en el sistema.
Flujo principal:	Se presenta una pantalla con el listado de los diagnósticos escritos por el médico.
Subflujo:	Ninguno
Excepciones:	Si no tiene médico asignado no podrá escribir ningún comentario. Si no hay Diagnósticos no listara nada.

Tabla 12. Caso de uso alarma. Fuente: Autores.

Caso de uso:	Alarma
Actores:	Paciente
Tipo:	Básico.
Propósito:	Crear una notificación que se active durante el día para recordarle al paciente que debe tomarse la tensión arterial.
Resumen:	El paciente digitara una hora durante el día para que le recuerde que debe tomarse la tensión.
Precondiciones:	Si no ha digitado una hora para la alarma no se activara.
Flujo principal:	Una vez dentro de la pantalla habrá un reloj que permite escoger la hora y un botón que permita activar la alarma.
Subflujo:	Ninguno
Excepciones:	Ninguna

6.3 Diseño

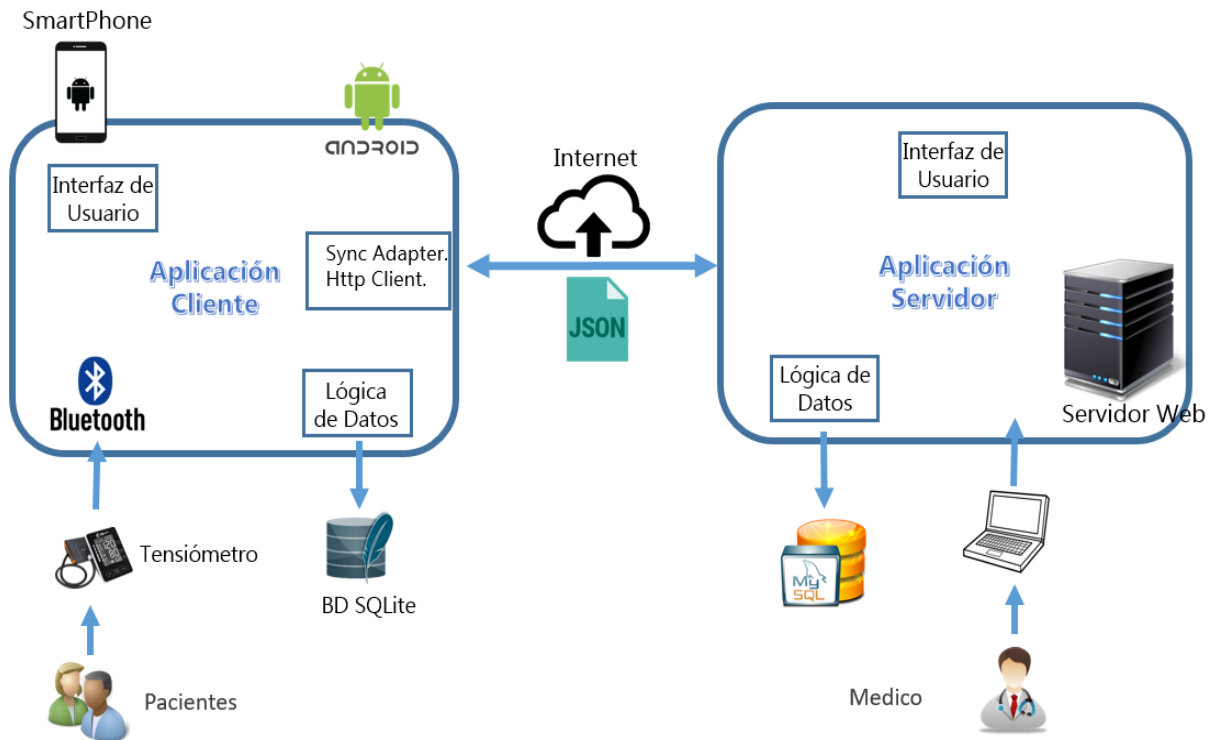


Figura 6. Arquitectura del prototipo. Fuente: Autores

La figura 6 representa el diseño del sistema que permite monitorear la presión arterial de un paciente. En la primera etapa el paciente utilizará el tensiómetro para las mediciones de su presión arterial, posteriormente se conectará mediante el módulo de comunicación que permite al paciente el envío de datos del tensiómetro hacia la aplicación móvil vía bluetooth, la aplicación los guardará en la base de datos del celular, luego dentro del Smartphone el paciente podrá visualizar su información personal el historial de medidas y demás información agregada. Cuando la aplicación se conecte a internet se podrán enviar todos los datos personales del paciente y sus mediciones de la presión arterial. Desde la segunda etapa el médico podrá visualizar la información de los pacientes también los registros enviados desde el celular, además de podrá visualizar que medicamento está tomando el paciente y ver que comentarios hizo dicho usuario, después de analizar todos estos parámetros el médico podrá generar un diagnóstico el cual será enviado al paciente.

6.3.1 Diseño etapa del paciente

El objetivo del proyecto no es la construcción de un tensiómetro digital. Existen en el mercado varias marcas y referencias que permiten realizar esta tarea. Es el caso del tensiómetro digital kodea kd-202f que cumple con los requerimientos del proyecto. Este tensiómetro cuenta con un puerto serial y permite adaptarse con una interfaz de comunicación para la transferencia de los datos de la presión arterial hacia la aplicación móvil.

El tensiómetro cuenta con un brazalete adaptable al brazo para que la medición de la presión arterial sea más eficiente ya que en el brazo se encuentra una única arteria y en la muñeca ésta se bifurca. Además, cuanto más lejos del corazón se haga la medición más influyen otras variables y menos exacto es el dato medido. También, una postura incorrecta de la muñeca durante la medición (por ejemplo, excesivamente extendida o que no esté a la altura del corazón) puede falsear los datos. (Eroski, 2016)

La transmisión de los datos usa el protocolo de comunicación Bluetooth ya que además de cumplir con todos los requisitos del sistema, posee características que permiten un buen funcionamiento del dispositivo.

Tensiómetro Digital

Para obtener los datos de la presión arterial de la persona se procedió a utilizar un tensiómetro digital, Figura 7. Este tensiómetro nos muestra en su pantalla lcd los datos propios de la presión arterial, como lo son la presión sistólica y la presión diastólica, también nos permite observar las pulsaciones por minuto. (Alibaba, 2016)



Figura 7. Tensiómetro Digital. Fuente: Alibaba, 2016

Tarjeta de adquisición de datos

La e-Health Sensor Shield V2.0 permite la adquisición de los datos de un tensiómetro digital, esta adquisición es por medio de comunicación serial y permite la lectura de los datos como la presión sistólica, la presión diastólica, pulsaciones por minuto, fecha y hora.

Para la lectura de estos datos es necesario también la implementación de una plataforma electrónica, en este caso, un Arduino uno. (Cooking-hacks, 2016).



Figura 8. Tarjeta de adquisición de datos e-Health Fuente: Cooking-hacks, 2016

Características Generales

Tabla 13. Características Generales. Fuente: Cooking-hacks, 2016

Memoria RAM	2K
Microprocesador	Atmega 328 (Arduino UNO)
Memoria Flash	32K
Puertos UART	1
Sensores	10
Adicionales	Bluetooth, ZigBee,

El e-Health Sensor Shield V2.0 puede ser alimentado por el PC o por una fuente de alimentación externa. La tarjeta de adquisición de datos incluye funciones de biblioteca de alto nivel para una fácil administración. Cuenta además con una biblioteca de C ++ que permite leer fácilmente todos los datos y enviar la información utilizando cualquiera de las interfaces de radio disponibles. Esta biblioteca ofrece un sistema de código abierto simple de usar compatible con plataformas Arduino.

Se conecta el terminal Jack al conector de presión arterial de la tarjeta e-Health y al terminal mini-USB al esfigmomanómetro. El cable está compuesto de dos cables adaptadores como se muestra en la figura 9. (Cooking-hacks, 2016).



Figura 9. Conexión tensiómetro con e-health sensor. Fuente: Cooking-hacks, 2016

Plataforma electrónica Arduino y Transmisión de datos



Figura 10. Tarjeta de Arduino Fuente: Gobierno de canarias, 2015

El Arduino dispone de 14 pines que pueden configurarse como entrada o salida y a los que puede conectarse cualquier dispositivo que sea capaz de transmitir o recibir señales digitales de 0 y 5 V. También dispone de entradas y salidas analógicas. Mediante las entradas analógicas podemos obtener datos de sensores en forma de variaciones continuas de un voltaje. Arduino también dispone de 6 pines de entrada analógicos que trasladan las señales a un convertor analógico/digital de 10 bits. Pines especiales de entrada y salida RX y TX, se usan para transmisiones serie de señales TTL. (Gobierno de canarias, 2015)

Características Generales

Tabla 14. Características Generales Arduino. Fuente: Gobierno de canarias, 2015

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (Recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (Límite)	6 – 20V
Pines para entrada- salida digital.	14 (6 pueden usarse como salida de PWM)
Pines de entrada analógica.	6
Corriente continua por pin IO	40 mA
Corriente continua en el pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (0,5 KB ocupados por el bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Comunicación Bluetooth

Bluetooth es un protocolo de comunicaciones inalámbrico de corto alcance y bajo consumo de potencia en la banda ICM de 2,4 GHz que soporta tanto tráfico de datos como de audio. Su enlace es tan altamente confiable que hace de la tecnología una de las más aptas para cualquier tipo de aplicación en comunicaciones digitales, ya que ofrece una inmunidad natural a la interferencia empleando espectro disperso de salto de frecuencia FHSS a 1600 saltos por segundo y habilita procesos de encriptación para garantizar comunicaciones confiables y seguras. Ya que posee comunicación serial vía RS232 se adapta a los demás componentes del módulo. (blue)

El módulo Bluetooth HC-05 viene configurado de fábrica para trabajar como maestro o esclavo. En el modo maestro puede conectarse con otros módulos Bluetooth, mientras que en el modo esclavo queda a la escucha peticiones de conexión. El módulo BlueTooth HC-05 utiliza el protocolo UART RS 232 serial. La tarjeta incluye un adaptador con 6 pines de fácil acceso para uso en protoboard. Permite su alimentación de 3.6 a 6V.

Características Generales

Compatible con el protocolo Bluetooth V2.0. Voltaje de alimentación: 3.3VDC – 6VDC. Voltaje de operación: 3.3VDC. Baud rate ajustable: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200. Baud rate por defecto: 9600. Tamaño: 1.73 in x 0.63 in x 0.28 in (4.4 cm x 1.6 cm x 0.7 cm). Corriente de operación: < 40 mA. Corriente modo sleep: < 1mA (electronilab, 2016).

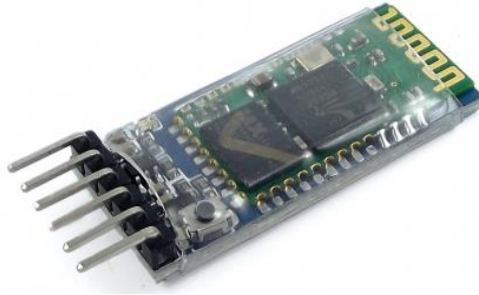


Figura 11. Módulo Bluetooth HC-05 Fuente: electronilab, 2016

El Arduino UNO permite mediante librerías la lectura de los datos del tensiómetro digital. Se realizó la configuración del módulo Bluetooth HC-05, Figura 11, para permitir la transmisión de los datos hacia la aplicación móvil. Se diseñó un programa para poder realizar el procesamiento y transmisión de los datos hacia la aplicación móvil. El proceso se muestra en la Figura 12.

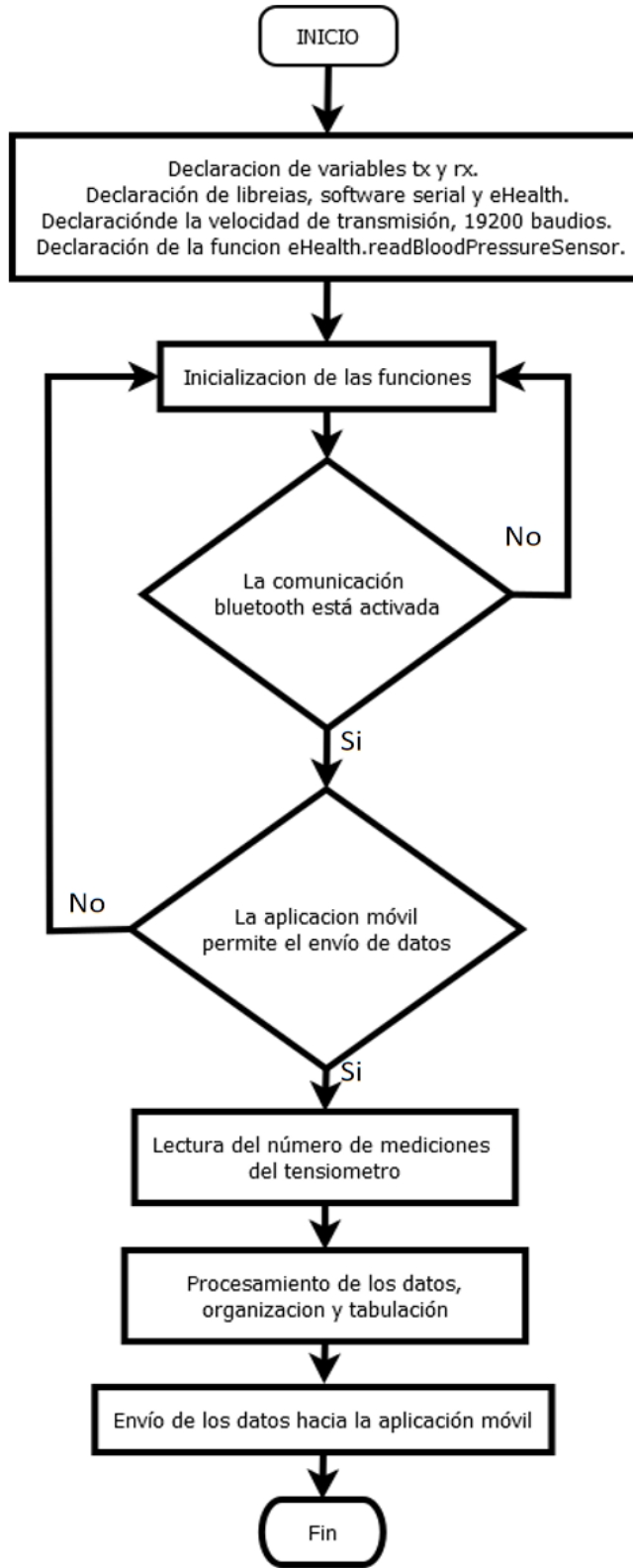


Figura 12. Diagrama de flujo. Fuente: Autores.

Diagrama general de funcionamiento

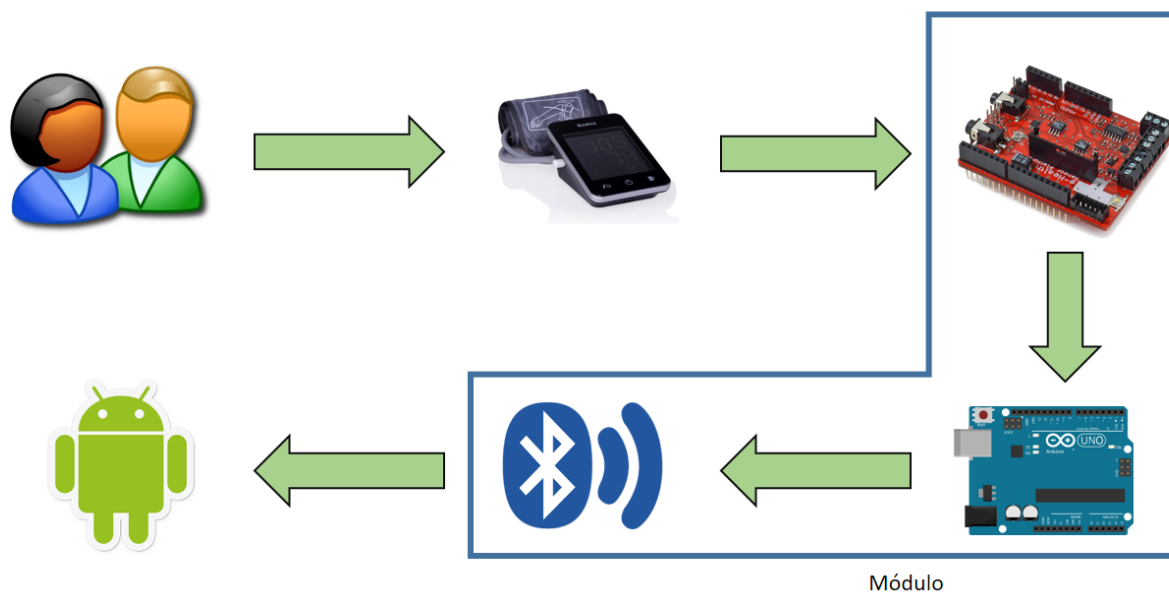


Figura 13. Diagrama general de la etapa del paciente. Fuente: Autores.

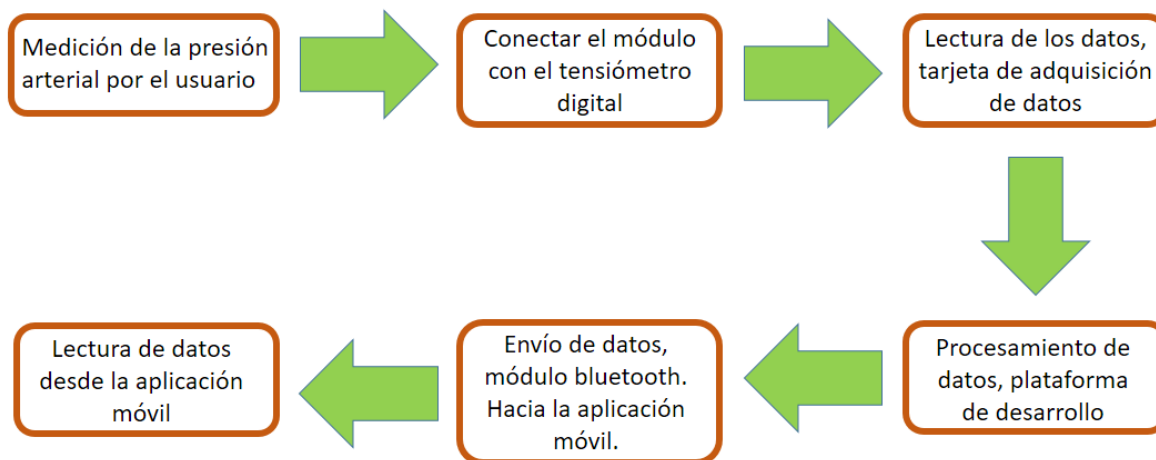


Figura 14. Diagrama proceso del módulo. Fuente: Autores.

El diagrama de flujo de la figura 15, evidencia el proceso que realiza el software para la lectura, el procesamiento y envío de datos a la aplicación móvil.

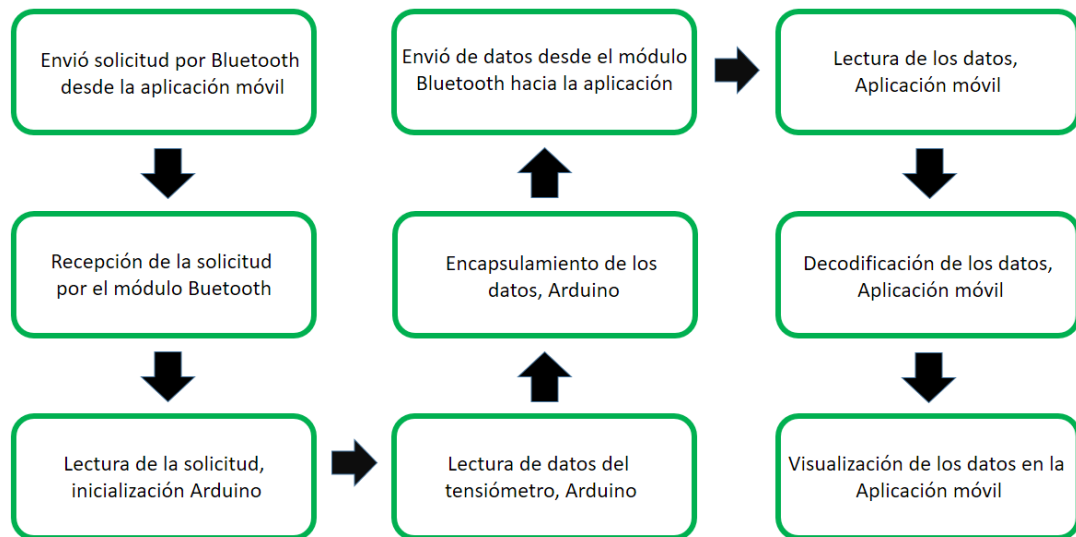


Figura 15. Lectura de los datos del tensiómetro. Fuente: Autores.

Desarrollo de la aplicación móvil

En la figura 16 se observa el diagrama de clases planteado para el diseño de la aplicación móvil, el cual nos ayuda a describir de forma general el modelo. Existen dos clases que se relacionan entre sí, el paciente se toma y registra muchas mediciones de su presión arterial.

Diagrama de clases aplicación móvil

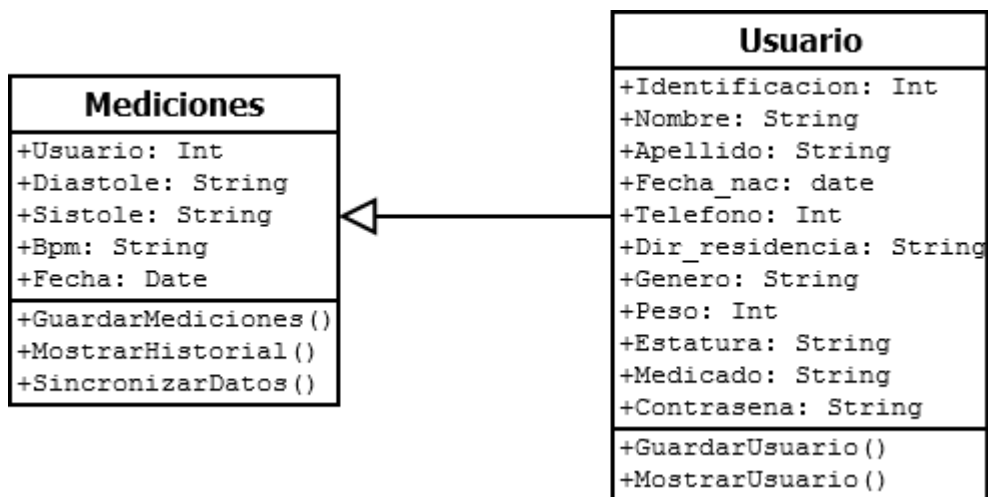


Figura 16. Diagrama clases de la aplicación móvil. Fuente: Autores.

Modelo Entidad-Relación de la base de datos Aplicación Móvil:

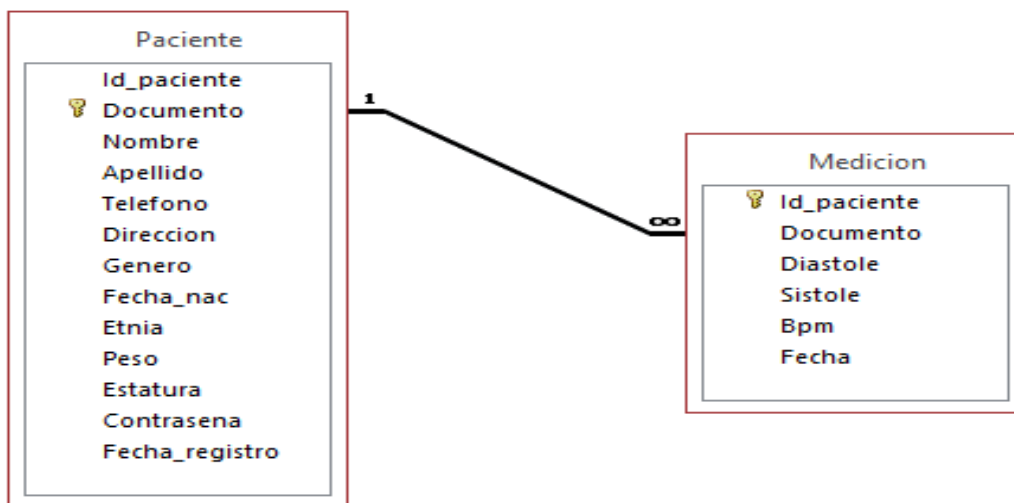


Figura 17. Diagrama ER de la base de datos Aplicación Móvil. Fuente: Autores.

Modelo BPMN

Se realizaron modelos BPMN para identificar los procesos del sistema y visualizar el funcionamiento del sistema.

En la figura 18 se muestra el modelo del proceso para registrar pacientes en la aplicación móvil.

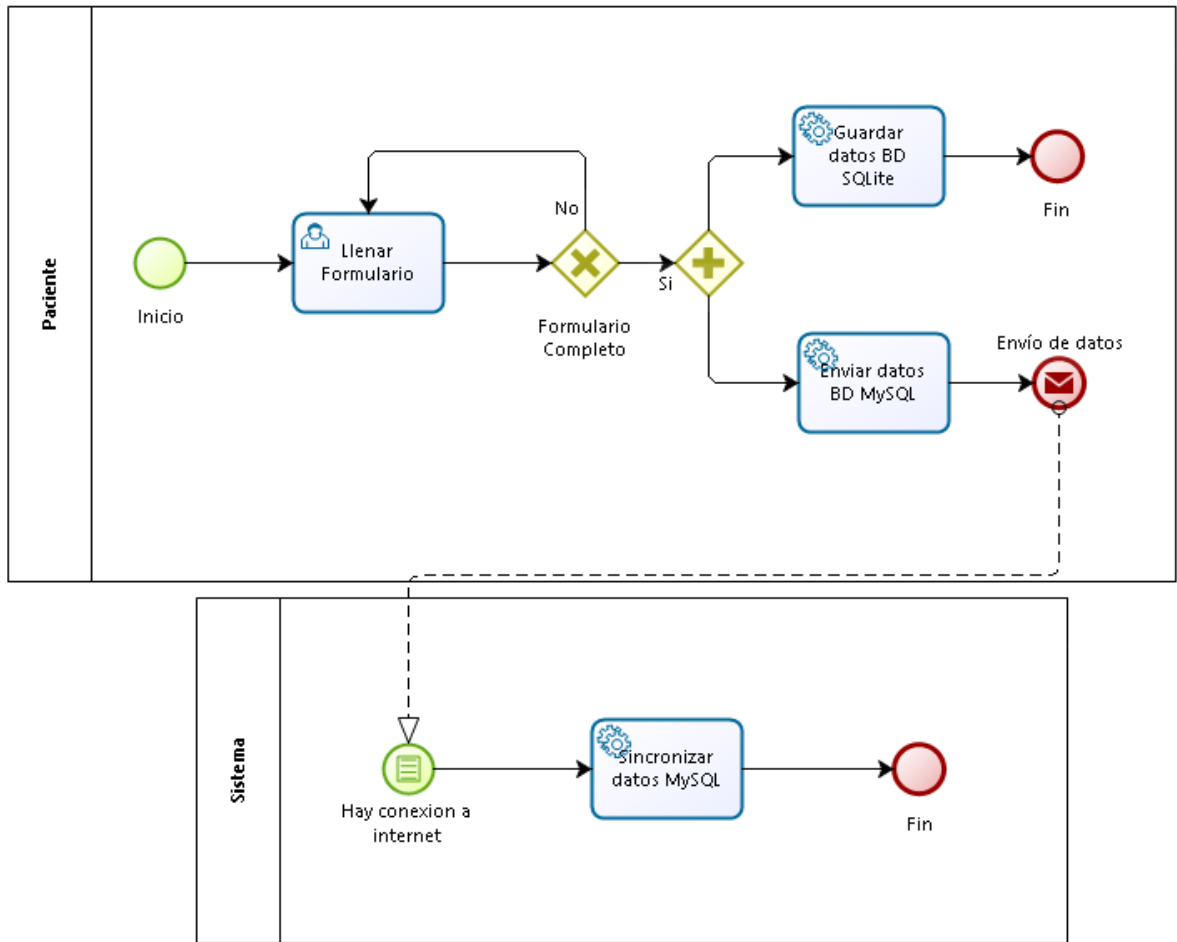


Figura 18. Diagrama de flujo paciente. Fuente: Autores.

El registro de usuarios se realizará con un formulario para registrar los datos principales, nombre, apellido, documento de identidad, peso, edad, estatura, teléfono, dirección, género y contraseña.

Estos datos deberán almacenarse en las bases de datos de SQLite y MySQL, como se puede identificar en la figura 18.

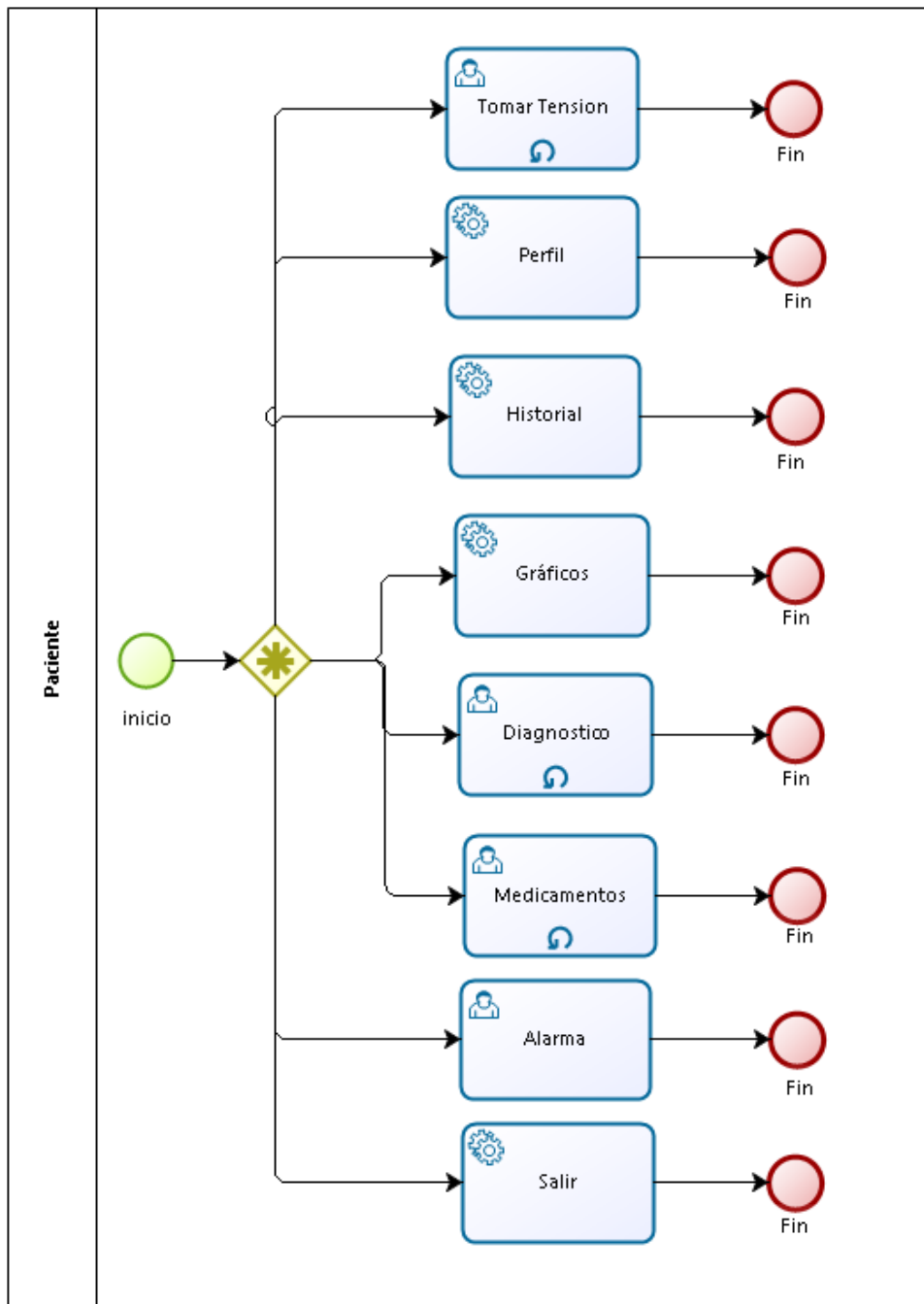


Figura 19. Diagrama BPMN funciones del paciente. Fuente: Autores.

La figura 19 nos muestra las funciones a las que un usuario tipo paciente podrá tener acceso desde la aplicación móvil, como se muestra a continuación, cada función tiene su respectiva descripción del proceso. La figura 19 identifica las funciones que estarán disponibles solamente para el usuario tipo paciente, el cual deberá estar debidamente registrado en el sistema.

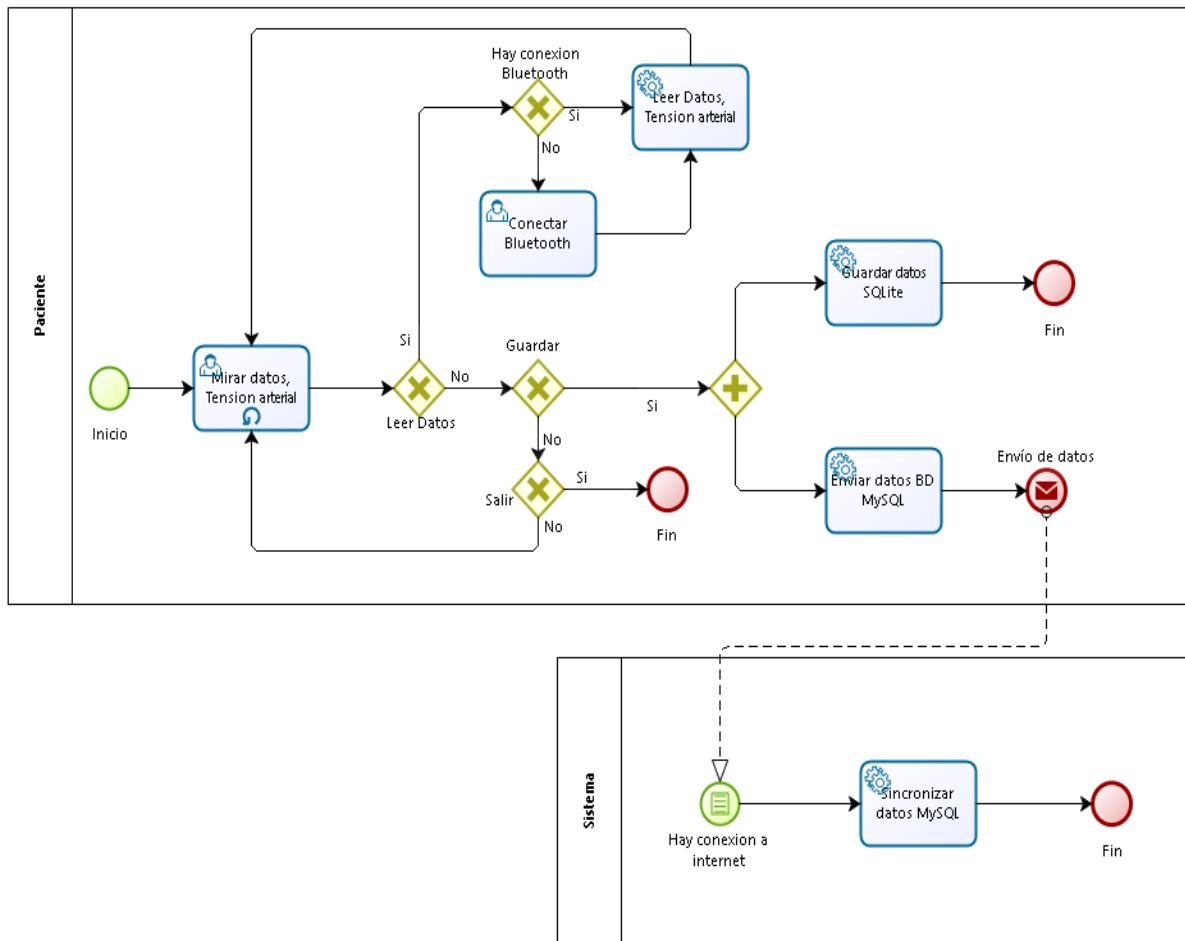


Figura 20. Diagrama BPMN leer datos del tensiómetro. Fuente: Autores.

Una vez ingresado el usuario tipo paciente correctamente a la aplicación móvil y estando desde del módulo de Tomar Tensión, podrá observar los datos de su presión arterial, sólo si ya están tomados los datos anteriormente, el usuario tendrá la opción de leer los datos del hardware externo, para visualizarlos en la aplicación.

Si el usuario decide leer los datos de su presión arterial, la aplicación deberá verificar la conexión Bluetooth del Smartphone; una vez la conexión se encuentre activada podrá obtener los datos del hardware externo.

El usuario podrá tener la opción de guardar estos datos en su dispositivo Smartphone, si el usuario no los desea guardar, estos datos deben ser eliminados.

Los datos de la tensión arterial del usuario se deberán guardar de forma automática en la base de datos del Smartphone, descrita en la figura 20 como Base de datos SQLite.

Para guardar los datos en una base de datos MySQL se deberá verificar primero la conexión a internet, una vez establecida la conexión a internet los datos se podrán sincronizar.

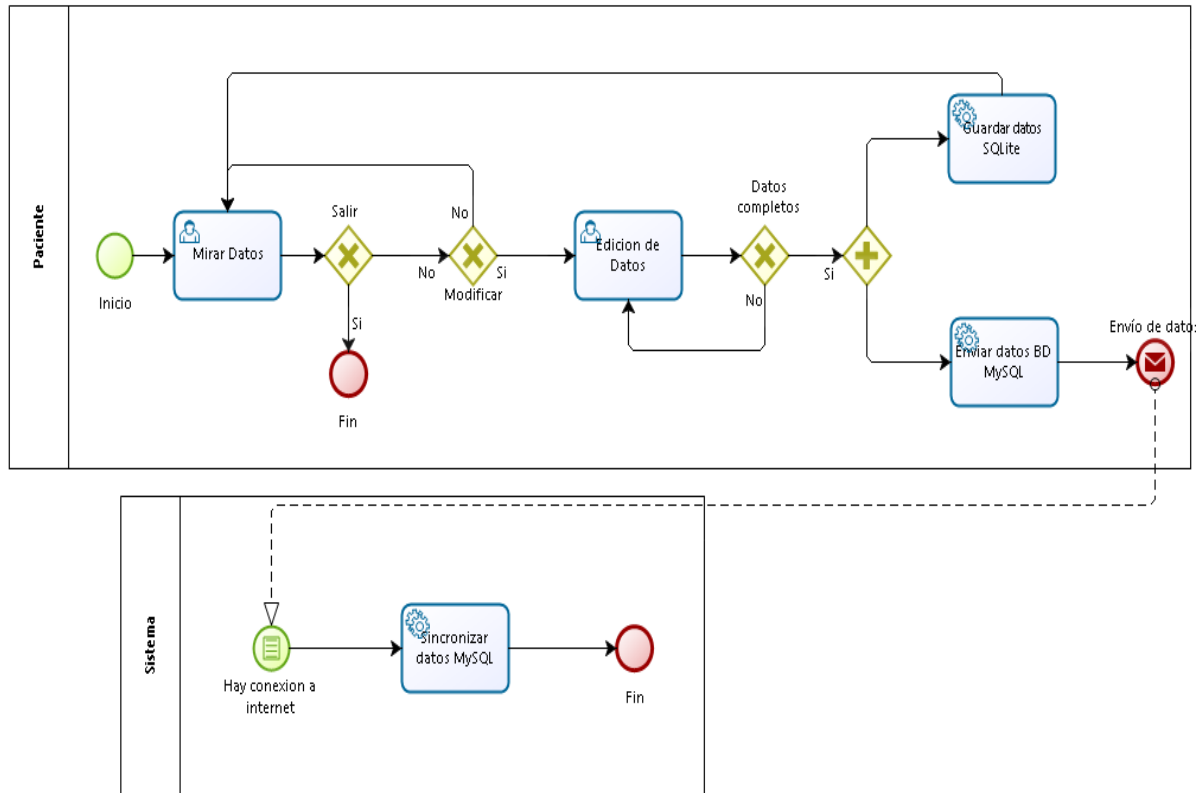


Figura 21. Diagrama BPMN perfil del paciente. Fuente: Autores.

Dentro del módulo de perfil y cómo se identifica en la figura 21, el usuario podrá visualizar el registro de todos sus datos personales, los cuales fueron ingresados por él al momento de registrarse en el sistema; estos datos corresponden a: Documento de identidad, Nombre, Apellido, Teléfono, Dirección, Género, Fecha de Nacimiento, Peso, y Estatura.

El usuario tendrá la opción de editar los datos, los cuales deberán modificarse al mismo tiempo en la base de datos SQLite y MySQL.

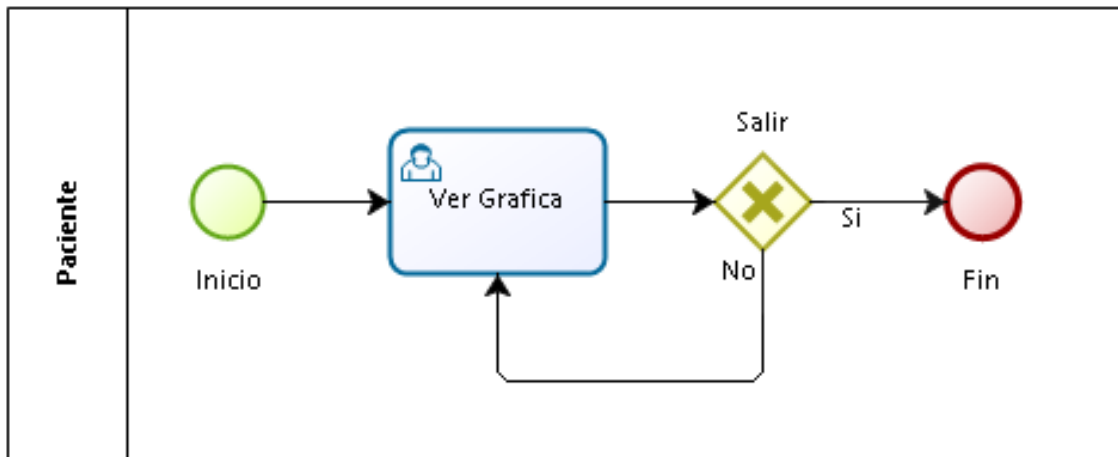


Figura 22. Diagrama BPMN gráfica. Fuente: Autores.

Para el módulo de gráfica identificado en la figura 22, el usuario podrá acceder a un gráfico que permita de manera más dinámica la identificación de los valores de su presión arterial.

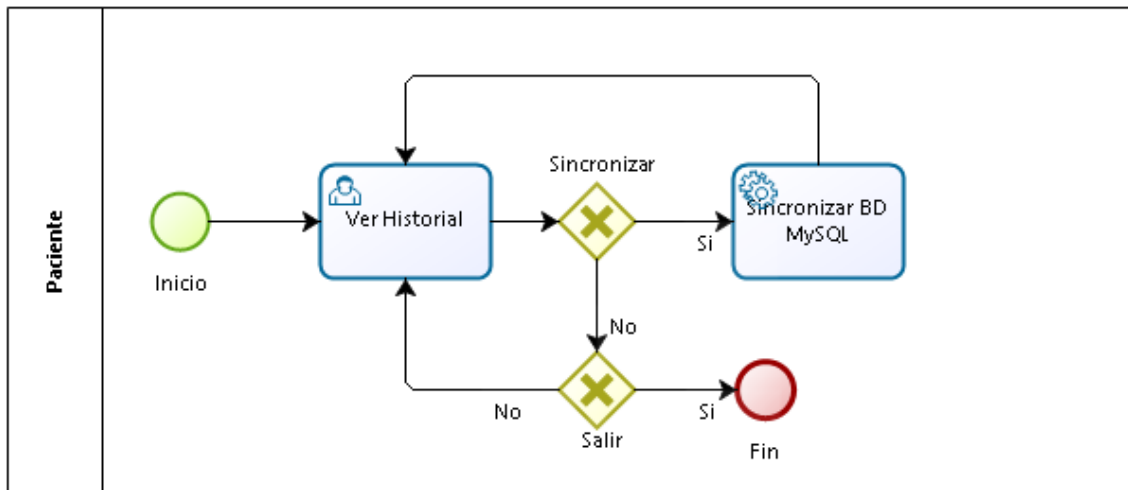


Figura 23. Diagrama BPMN historial. Fuente: Autores.

Dentro del módulo de historial y como se puede identificar en la figura 23, el usuario tipo paciente podrá acceder al historial de los datos almacenados de su presión arterial, también deberá contar con la opción de sincronizar estos datos a una base de datos MySQL, si no realizó el registro con anterioridad.

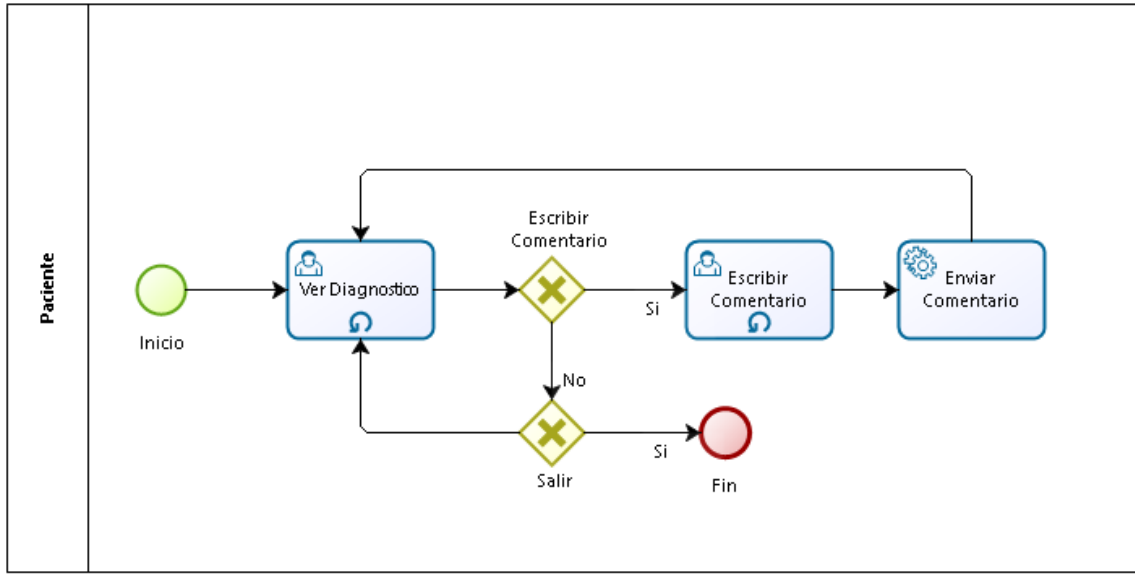


Figura 24. Diagrama BPMN Diagnóstico. Fuente: Autores.

El usuario tipo paciente podrá ver el diagnóstico generado por el usuario tipo médico con respecto a los valores de su presión arterial

Como se identifica en la figura 24, el módulo de diagnóstico permitirá al paciente escribir un comentario, este puede ser con respecto a la actividad que realizaba antes de realizar la toma de su presión arterial, su estado de salud, o simplemente una observación que vea de relevancia para el médico.

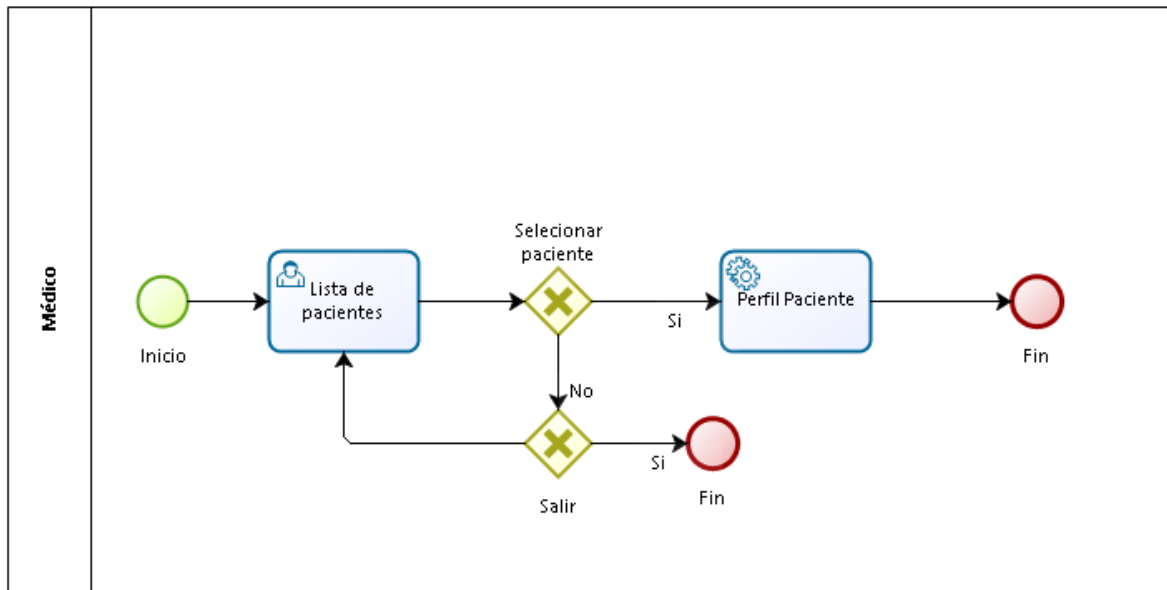


Figura 25. Diagrama BPMN listar pacientes. Fuente: Autores.

Dentro de la aplicación Web se encontrarán diferentes módulos, uno de ellos como se puede observar en la figura 25, corresponde a la lista de pacientes asignados a cada usuario tipo médico.

El usuario dentro de este módulo podrá seleccionar un paciente.

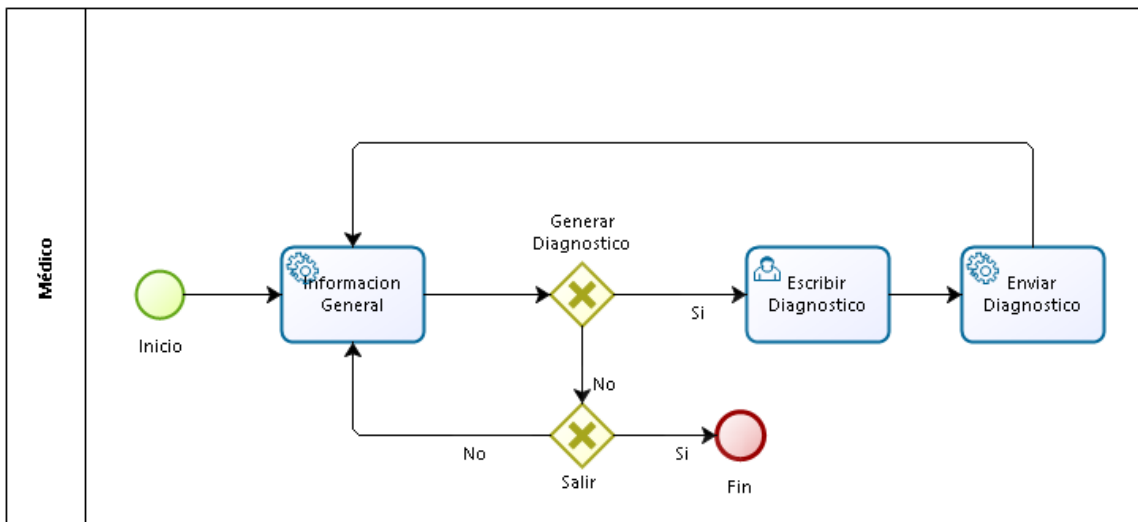


Figura 26. Diagrama BPMN, escribir diagnóstico. Fuente: Autores.

Una vez seleccionado el paciente, el médico podrá acceder a toda la información general de ese usuario y podrá escribir un diagnóstico con respecto a los valores de su presión arterial si lo considera necesario. Lo anterior se identifica en la Figura 26.

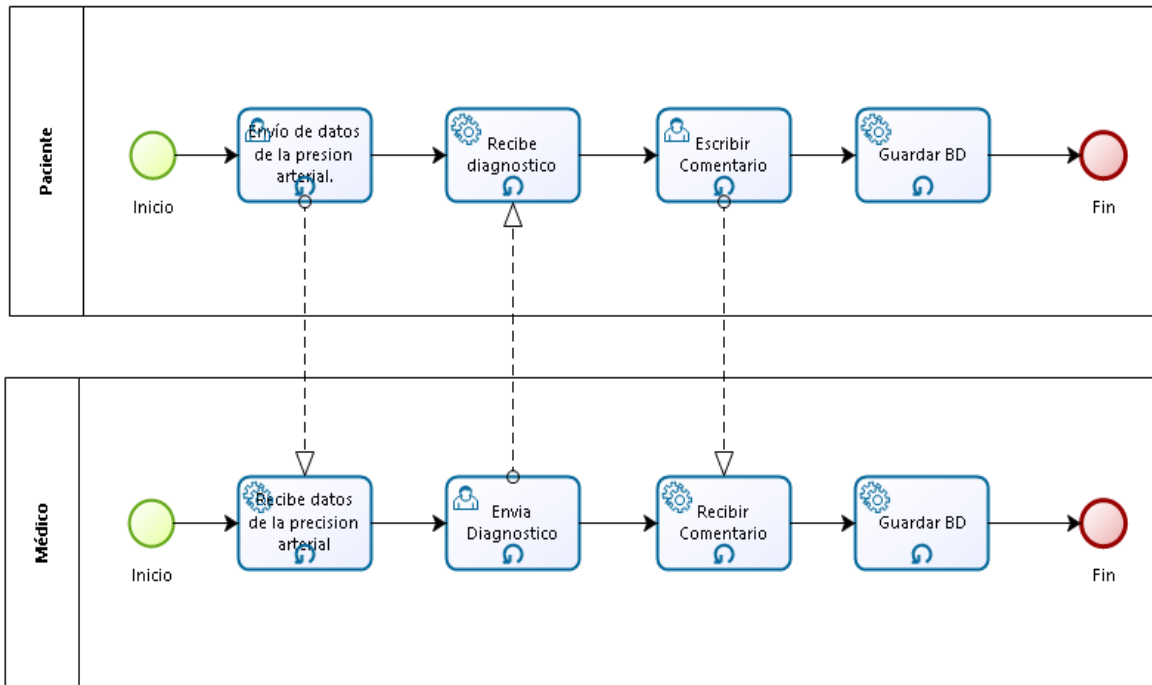


Figura 27. Diagrama BPMN, comunicación paciente-médico. Fuente: Autores.

En la Figura 27 se identifica la relación que podrán tener los dos tipos de usuario.

El sistema permitirá a los dos tipos de usuario la comunicación directa por medio de diagnósticos y comentarios, llevando un monitoreo constante y permitiendo realizar esta actividad las veces que se considere necesario.

6.3.2 Diseño etapa del médico

Diagrama de clases plataforma web

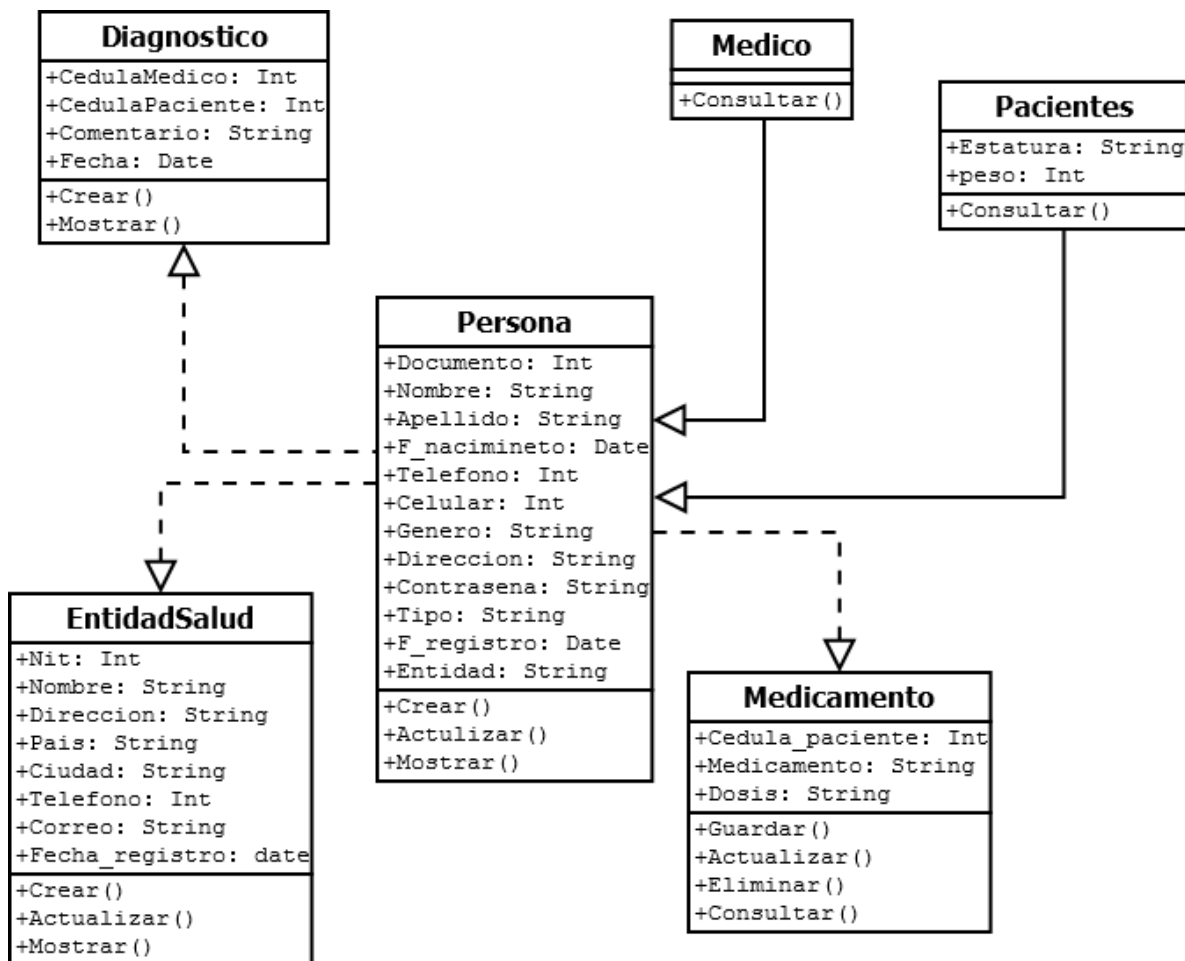


Figura 28. Diagrama de clases del sistema web. Fuente: Autores.

Como se puede visualizar en la figura 28 se describe el funcionamiento de la plataforma web en donde existe una clase llamada médico y una paciente, las cuales heredan todos los atributos de la clase persona, esto les permite realizar una serie de funciones; otra que se puede visualizar es la del medicamento, la cual permite a un paciente asociarse con un medicamento, la otra la clase se denomina “EntidadSalud” la cual nos indica que todos los usuarios del sistema deberán estar pertenecer a esa entidad, por último la clase diagnóstico se encuentra asociada a un médico el cual podrá realizar un diagnóstico dependiendo del paciente.

Base de datos

Se dispuso de dos bases de datos las cuales nos ayudaran a guardar la información de los usuarios, las mediciones, los medicamentos, los diagnósticos del médico, entre otros datos que ayudaron a ser parte de la funcionalidad del prototipo; una de ellas estará alojada en el servidor web, la otra estará dentro de la aplicación móvil del celular.

Se ha optado por un SGBD de código abierto como es MySQL Community Edition bajo licencia GPL, (Sánchez, 2004). El servidor de la base de datos estará alojado en un hosting gratuito para la pruebas, el cual se llama “mi arroba” que nos permite probar aplicaciones web con conexión a bases de datos sin necesidad de pagar puede estar alojado en el mismo equipo que hace de servidor de la aplicación o puede estar distribuido.

La conexión que se utilizó para la comunicación entre el sistema web y la aplicación móvil está implementada bajo JDBC.

En el siguiente apartado podremos observar los dos diagramas entidad-relación con las tablas que hay en las dos bases de datos para este experimento.

Modelo Entidad-Relación de la base de datos Web:

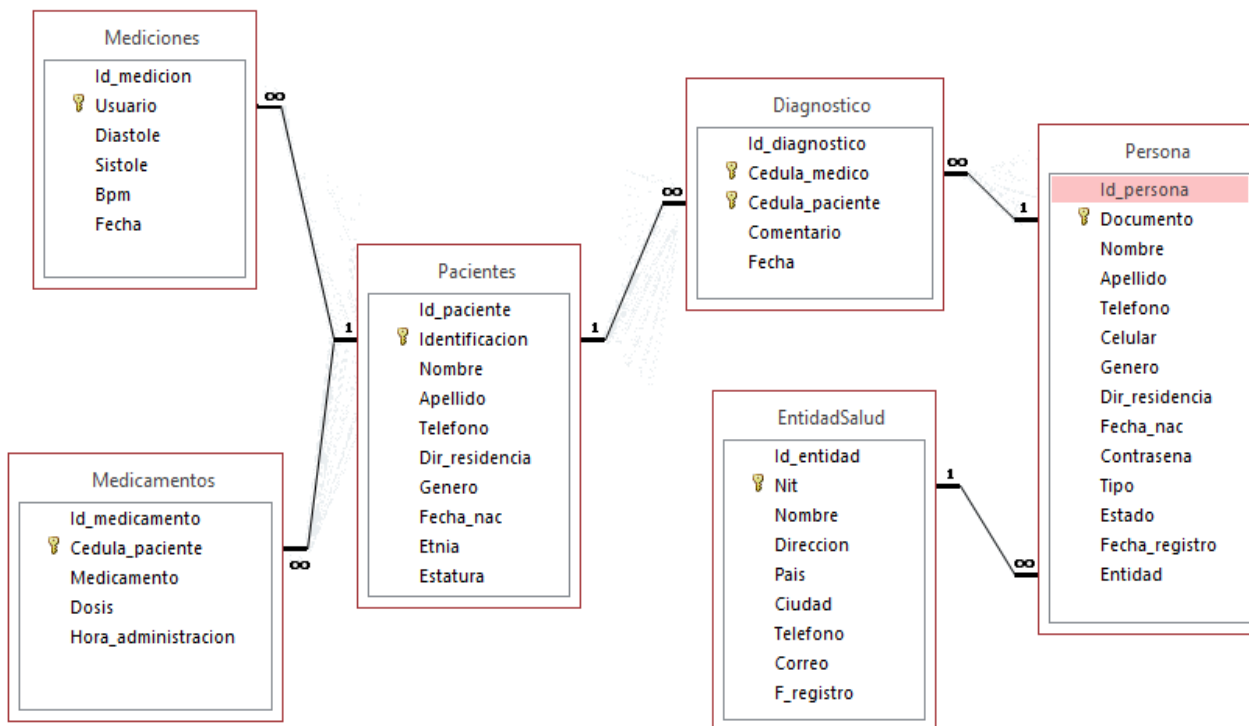


Figura 29. Diagrama ER de la base de datos Web. Fuente: Autores.

Se utilizaron dos bases de datos una para la aplicación móvil la otra para el sistema web, dentro de ellas hay información básica referente al paciente, sus mediciones, sus

medicamentos y los diagnósticos realizados por el ente de la salud (médico), también se poseía información básica del doctor que hace parte del sistema web.

6.4 IMPLEMENTACIÓN

6.4.1 Implementación etapa del paciente

Configuración Módulo Bluetooth

Se utilizó el módulo Bluetooth HC-05, el cual se conecta al plataforma de desarrollo Arduino. Este módulo tiene la antena incorporada clase 2, con un rango de hasta 10 metros. Para la configuración del módulo Bluetooth se utilizaron los comandos AT, los cuales permiten modificar la configuración predeterminada del módulo Bluetooth. Se modifica la configuración de nombre para que el módulo fuera de fácil identificación por la aplicación móvil, la contraseña para limitar el acceso al módulo solo para personas autorizadas, la configuración del baud rate para permitir la transmisión ya que estos datos se adquieren a un baud rate diferente al predeterminado por el módulo Bluetooth, se configuró un baud rate de 19200.

Se muestra el proceso de los comando AT.

- Prueba de funcionamiento:
 - **Enviar:** AT
 - **Recibe:** OK
- Configurar el Baud rate:
 - **Enviar:** AT+BAUD<Número>
 - El parámetro número es un carácter hexadecimal de '1' a 'c' que corresponden a los siguientes Baud Rates: 1=1200, 2=2400, 3=4800, 4=9600, 5=19200, 6=38400, 7=57600, 8=115200, 9=230400, A=460800, B=921600, C=1382400
 - **Recibe:** OK
- Configurar el Nombre de dispositivo Bluetooth:
 - **Enviar:** AT+NAME<Nombre>
 - **Recibe:** OK
- Configurar el código PASS de emparejamiento:

- **Enviar:** AT+PASS<contraseña de 4 dígitos>
- **Recibe:** OK (Ruben, 2014)

El Arduino encapsula los datos en paquetes, cada paquete contiene la información de los datos obtenidos del tensiómetro digital. Estos datos son enviados a una frecuencia de 2.4 Ghz. La conexión con el módulo Bluetooth se hace a través del puerto serie del Arduino con señales TTL. La tarjeta de adquisición de datos está configurada con una baud rate predeterminado de 19200, debido a esto, se inicializa el módulo en este mismo baud rate para permitir la transferencia de archivos sin pérdidas.

Desarrollo del módulo

Después de realizar la medición de la presión arterial con el tensiómetro digital, el módulo se encarga de la lectura, el procesamiento y la transmisión de estos hacia la aplicación móvil.

Lectura de los datos del tensiómetro

Para realizar la lectura de los datos y según se identificó en la etapa de análisis y diseño, se utilizó una tarjeta de adquisición de datos, e-Health Sensor Shield V2.0 la cual permite mediante la librería e-health, la adquisición de los datos medidos por el tensiómetro digital. Esta tarjeta de adquisición de datos requiere de la programación en un plataforma de desarrollo, en este caso un Arduino uno, en donde mediante el IDE propio de Arduino se realizó la programación para la lectura y el procesamiento de los datos.

Como primera parte se definen las variables a trabajar, se definen las librerías SoftwareSerial.h y ehealth.h. La librería SoftwareSerial.h permite definir los puertos que se van a trabajar en el Arduino como rx y tx, es decir, puertos de comunicación con el módulo Bluetooth, se definieron puertos diferentes a los predeterminados en la plataforma de desarrollo android, esto debido a que la tarjeta de adquisición de datos e-Health Sensor Shield V2.0 utiliza estos puertos para la comunicación. La librería ehealth.h permite implementar la función eHealth.readBloodPressureSensor() para la lectura de los datos del tensiómetro. Se definen la transmisión de datos en 19200 baudios, esto debido a que es con la que permite trabajar la tarjeta de adquisición. Se modifica la velocidad de transmisión del módulo Bluetooth por medio de comandos AT para que coincida con la de la tarjeta de adquisición de datos.

Se verifica la comunicación con el Bluetooth. Se programa un pulsador para habilitar la lectura de los datos del tensiómetro. Si la aplicación móvil realiza la conexión con el módulo se verifica la existencia de datos dentro del tensiómetro, en caso de no tener datos registrados el programa no enviará nada. Si el tensiómetro tiene desde una hasta cuatro mediciones se procede a realizar la lectura de estas y se procesan de tal forma que permita una transmisión ordenada, se ordenan los datos por sístole, diástole, pulso, año, mes, día, hora y minutos, estos datos, organizados en este orden, comprende una medición del tensiómetro, se pueden enviar hasta cuatro mediciones una detrás de la otra.

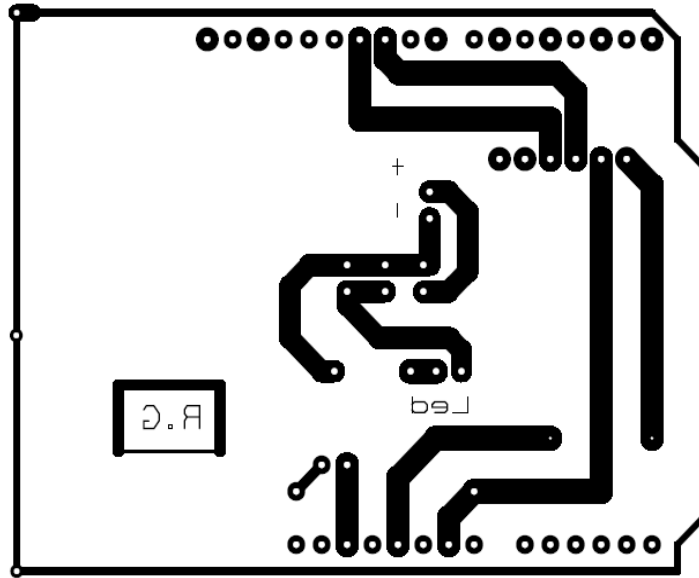


Figura 30. Imagen PCB. Fuente: Autores.

Para la implementación del módulo del sistema se diseñó y desarrollo un Printed Circuit Board (PCB). Diseño del PCB, figura 30. En la figura 31 se observa la conexión general del módulo, en la parte inferior se encuentra el Arduino, luego está conectado la tarjeta de adquisición de datos y por último el PCB.

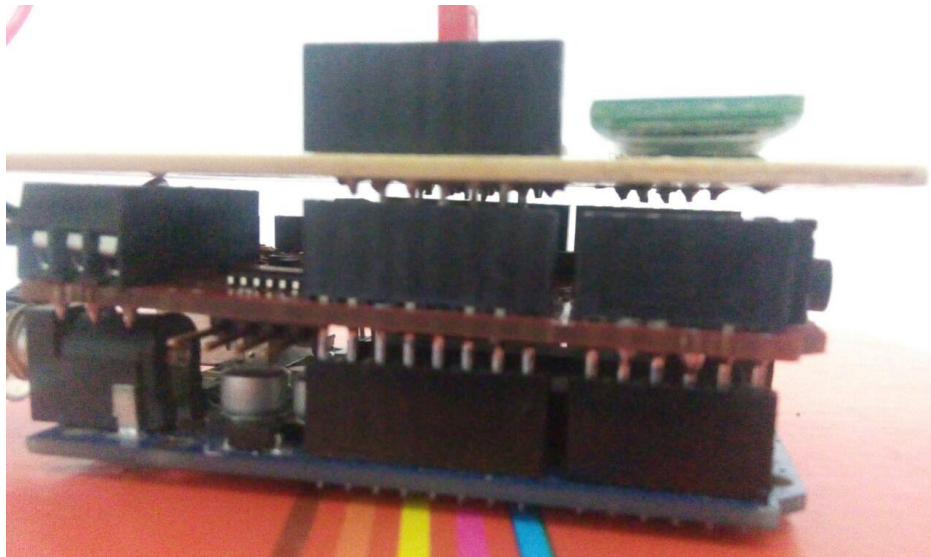


Figura 31. Tarjeta de adquisición, Arduino UNO, PCB. Fuente: Autores.



Figura 32. Módulo final. Fuente: Autores.

Después de realizar la programación respectiva de la tarjeta de adquisición, la plataforma de desarrollo Arduino, el módulo Bluetooth y demás componentes del módulo, se procedió a realizar la conexión de estos elementos, Figura 32. Como proceso final se construyó una caja en material acrílico en donde se visualizan dos botones, uno el de encendido y apagado del sistema, el otro, el de color rojo, habilita la comunicación con la aplicación.



Figura 33. Módulo final conectado al tensiómetro. Fuente: Autores

Programación de la aplicación móvil

Para la programación de las dos aplicaciones primero se hizo un diseño de las pantallas con material design (Rose, 2014), además se utilizó Android Studio para el desarrollo de la aplicación móvil, en las siguientes figuras se mostraron las funcionalidades de cada una. Para el desarrollo de la aplicación se utilizaron dos librerías muy importantes dentro de la aplicación móvil estas son:

Envío de datos desde la aplicación Móvil (Android):

```
HttpClient cl = new DefaultHttpClient();HttpPost p = new
HttpPost(url.diagnostico());List<NameValuePair> datos = new
ArrayList<NameValuePair>();datos.add(new BasicNameValuePair("cedulaMedico",
cedulaMedico));datos.add(new BasicNameValuePair("cedulaPaciente",
cedulaPaciente));datos.add(new BasicNameValuePair("nom_escritor",
nom));datos.add(new
BasicNameValuePair("comentario",diagnostico.getText().toString());datos.add(new
BasicNameValuePair("fecha", fecha));p.setEntity(new
UrlEncodedFormEntity(datos));HttpResponse r = cl.execute(p);

HttpEntity e = r.getEntity();
```

Otro aspecto importante sobre la aplicación móvil es que cuando tenga acceso a internet se podrá sincronizar los datos que contiene la base de datos del celular con la BD del servidor, esto se realizó de esta manera debido que si una persona no posee internet en su celular no podrá interactuar con la aplicación y ya realizada así no será un impedimento.

En el siguiente parte apartado se mostrarán las diferentes pantallas elaboradas:

Login

En primera medida se diseñó una pantalla la cual permitiera ingresar al menú principal de la aplicación, Está conectada a una base de datos dentro del celular, y permite ver si el usuario se encuentra registrado dentro del sistema.

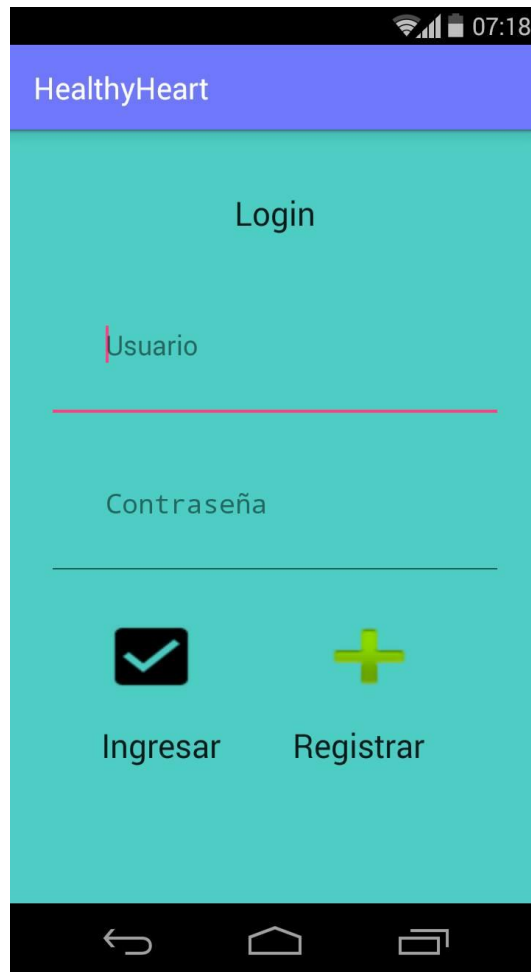


Figura 34. Login. Fuente: Autores.

Registro Paciente

Se procedió a desarrollar la pantalla registro de usuario, en donde podemos ver que se guarda información básica del paciente, todos estos datos se guardaran en un la base de datos del celular, un aspecto importante dentro de este formulario es que nuestro asesor en este caso el médico nos dio una observación acerca de que las personas afrodescendientes tienden a ser más hipertenso que las demás personas. (Mandal, 2011)

The image shows a mobile application screen for patient registration. At the top, there is a blue header with the word 'Registro' in white. Below it, a grey bar contains the text 'Registro Usuario'. The form consists of several input fields: 'Documento' (with a red underline), 'Nombre', 'Apellido', 'Telefono', 'Direccion', 'Genero' (a dropdown menu with the text 'Selecciona una Opcion'), 'Fecha de Nacimiento' (a date picker), 'Etnia' (a dropdown menu with the text 'Selecciona una Opcion'), 'Peso (Kg)', 'Estatura (Metros Ej: 1.70)', and 'Contraseña'. At the bottom of the form is a grey button labeled 'REGISTRARSE'.

Figura 35. Registro de paciente formulario. Fuente: Autores.

Menú Principal

Dentro de esta pantalla aparecerán dos botones los cuales permitirán navegar dentro de las funcionalidades de la aplicación, se utilizó el activity Navigation Drawer para el menú desplegable.



Figura 36. Registro de paciente. Fuente: Autores.

Menú desplegable

Dentro de esta pantalla se pueden ver los diferentes módulos que posee la aplicación, una buena práctica de programación fue la de poner los nombres de los subitems en el archivo String.xml.

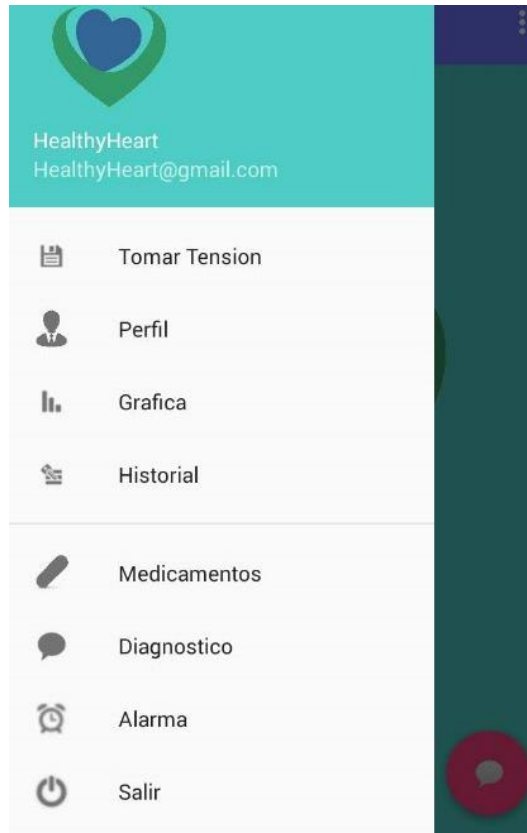


Figura 37. Menú desplegable. Fuente: Autores.

Módulo de Bluetooth

La figura 38 muestra la lista de módulos Bluetooth que se han conectado con el Smartphone, se conecta el módulo Bluetooth con el nombre de Healthy Heart. El módulo debe contar con previa sincronización desde la configuración del Smartphone



Figura 38. Módulo de Bluetooth. Fuente: Autores.



Figura 39. Lectura de datos. Fuente: Autores.

Perfil

Dentro de este activity llamada perfil, se encuentran dos funcionalidades importantes, la primera es que los datos se seleccionan de la base de datos dependiendo del documento del paciente y en la parte posterior hay un botón que dice “SINCRONIZAR” la funcionalidad de este es para guardar los datos del paciente con la base de datos del servidor web cuando tenga acceso a internet, para esto se utilizó la librería “AsyncHttpClient”, la cual es una biblioteca que permite hacer peticiones asíncronas HTTP, y hacer respuestas de llamada anónimos, (permite la sincronización de datos cuando hay internet). (Smith, 2012).

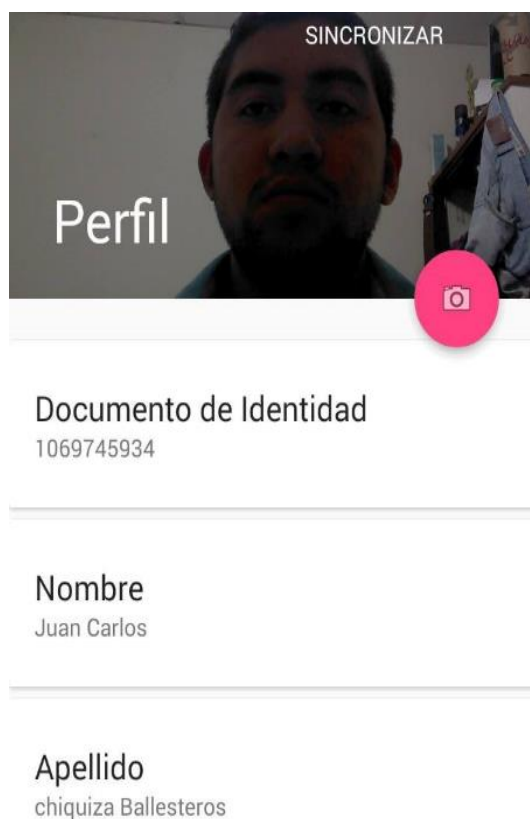


Figura 40. Perfil. Fuente: Autores.

Gráfica

Dentro de esta pantalla se puede visualizar las mediciones versus tiempo del paciente, se utilizó la librería LineChart la cual permite elaborar gráficas conectadas a la base de datos del celular.

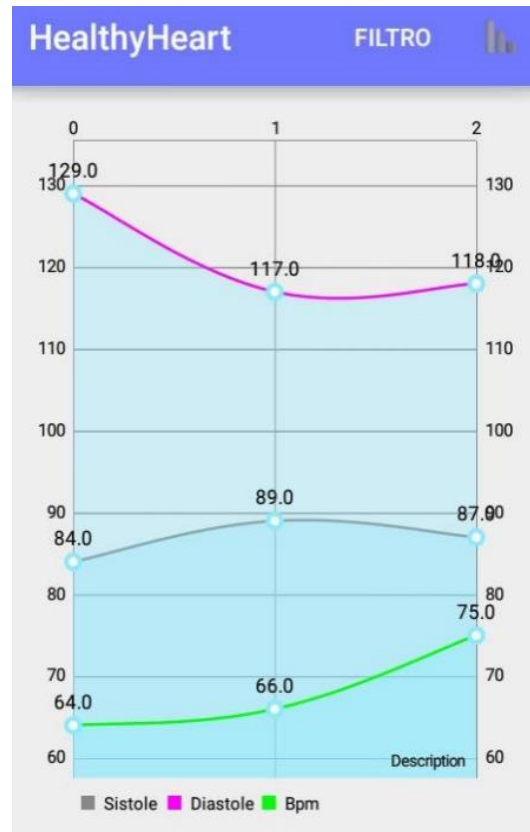


Figura 41. Gráfica. Fuente: Autores.

Historial de mediciones

Esta actividad tiene un listview el cual permite listar las mediciones guardadas de la base de datos del celular, En la parte superior se encuentra el botón de sincronizar, el cual tiene como funcionalidad sincronizar las mediciones del paciente cuando esté conectado a internet, con la base de datos alojada en el servidor web.

SINCRONIZAR 			
<i>Historial de Mediciones</i>			
Sistole	137	Diastole	94 Bpm 83
fecha	2016-11-3 12:4		
Sistole	165	Diastole	122 Bpm 83
fecha	2016-11-8 11:32		
Sistole	134	Diastole	83 Bpm 67
fecha	2016-11-8 11:48		
Sistole	122	Diastole	82 Bpm 71
fecha	2016-11-8 11:49		
Sistole	117	Diastole	75 Bpm 61
fecha	2016-11-8 11:51		
Sistole	117	Diastole	74 Bpm 65
fecha	2016-11-8 11:52		

Figura 42. Historial. Fuente: Autores.

En la siguiente imagen se muestra la semaforización de la tensión arterial, esto ayuda al paciente, para ver el historial de sus mediciones, de presión arterial. Se utilizó un alertDialog para su visualización

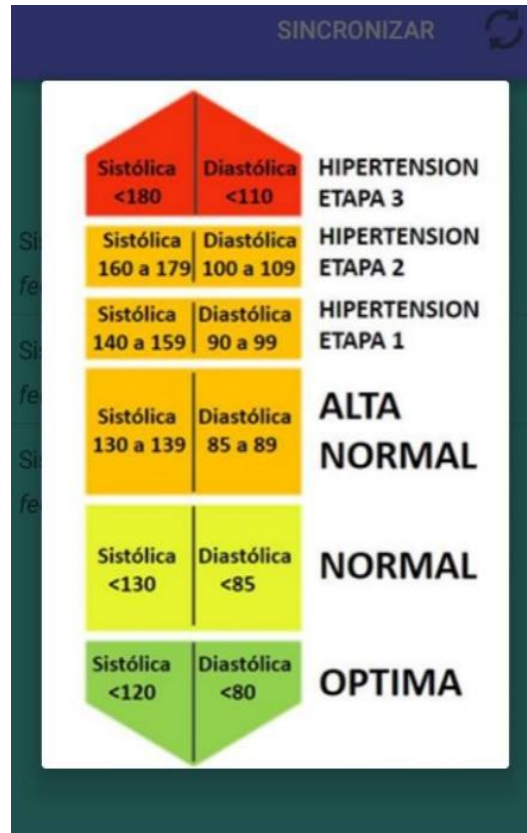


Figura 43. Rango de valores de la Presión arterial. Fuente: Autores.

Diagnóstico

En la siguiente imagen se puede ver la interacción entre el médico y el paciente, para su elaboración se utilizó la librería HttpClient, la cual permite el transporte HTTP (Protocolo de Transferencia de Hipertexto) de lado del cliente. El propósito de HttpClient es para transmitir y recibir mensajes HTTP. (Kalnichevski, 2013). en la parte inferior se puede ver un campo de texto el cual está diseñado para el envío de mensajes entre el médico y el paciente.

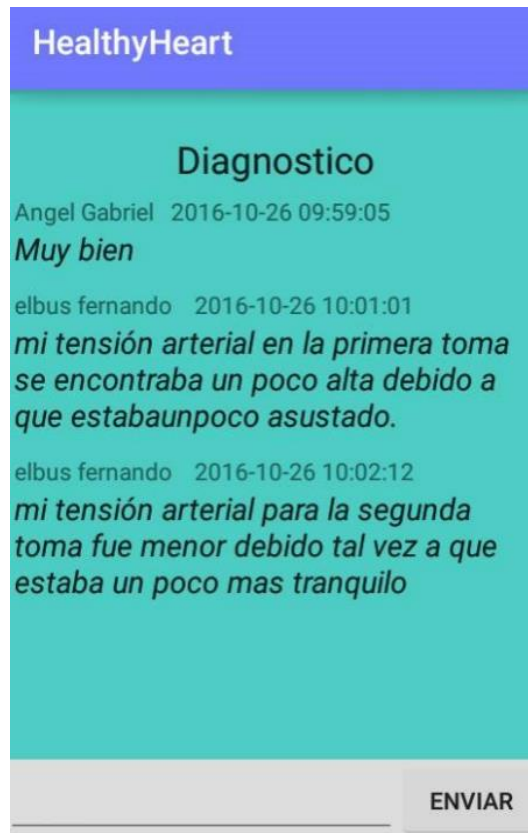


Figura 44. Listado de Diagnósticos. Fuente: Autores.

Medicamentos

En este activity se puede listar los medicamentos que toma el paciente, esta información está alojada en la base de datos del servidor, que por medio de peticiones HTTP se puede acceder a los medicamentos del paciente.



Figura 45. Medicamentos. Fuente: Autores.

Alarma

Dentro de este activity se accionara la alarma, primero se coloca una hora luego se le da en el botón de Alarma on, el cual recibe los parámetros del reloj y los envía a una petición Pendig la cual se activará cuando la hora escogida sea igual a la en la que se encontrara el celular.

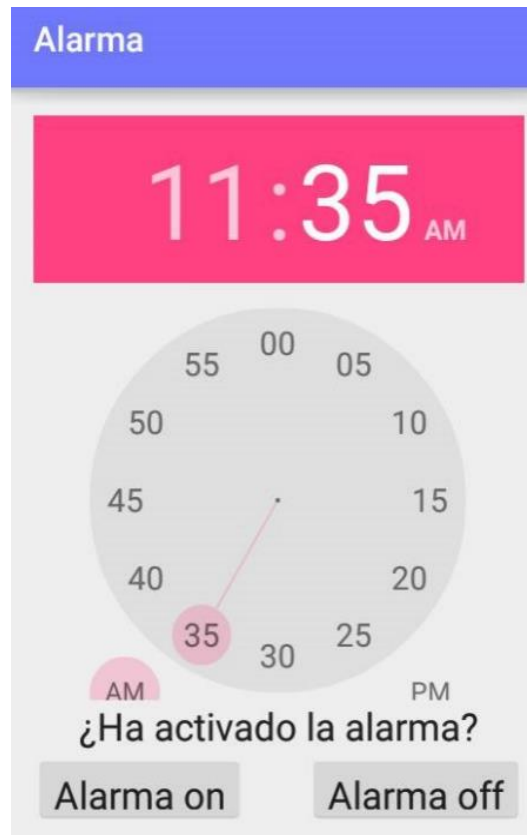


Figura 46. Alarma. Fuente: Autores.

6.4.2 Implementación etapa del médico

HttpClient:

Es una biblioteca de transporte HTTP (Protocolo de Transferencia de Hipertexto) de lado del cliente. El propósito de HttpClient es para transmitir y recibir mensajes HTTP. (Kalnichevski, 2013).

Async HttpClient:

Es una biblioteca que permite hacer peticiones asíncronas HTTP, y responde a llamadas anónimas, (permite la sincronización de datos cuando hay internet). (Smith, 2012).

La forma como se enviaron los datos de la aplicación móvil hacia la base de datos que se encontraba en el servidor se ilustra en la siguiente imagen:

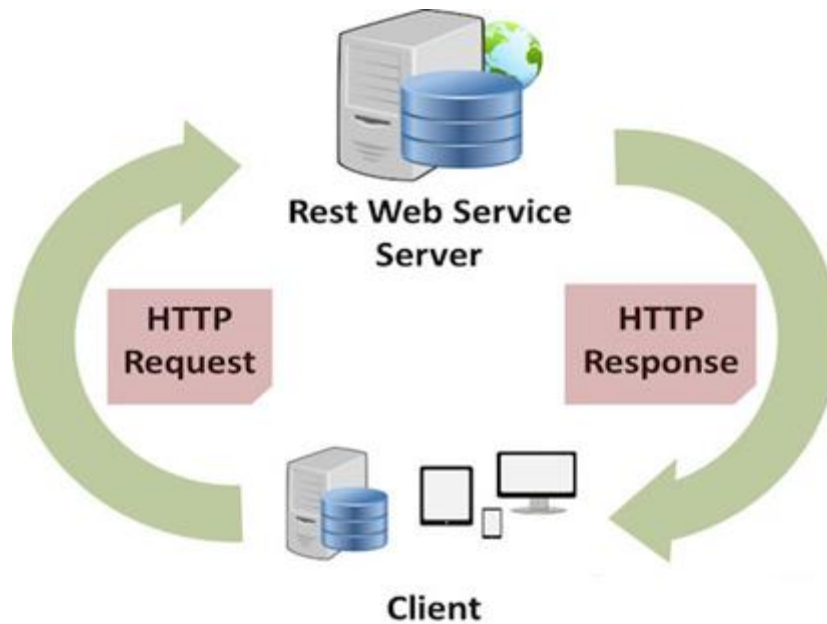


Figura 47. Envío de datos al servidor Web. Fuente: Autores.

El formato que utilizamos para el envío de datos fue con JSON, debido a que nos permite enviar datos entre aplicaciones, su formato es muy ligero por lo tanto permite que otros lenguajes de programación pueda recibirlos, procesarlos, y guardarlos en una base de datos.

Para la programación del sistema web se utilizó en lenguaje de programación PHP el cual nos permite crear todo el sistema, y el entorno de desarrollo utilizado fue sublime Text, debido a que nos presenta diversas ventajas sobre otros IDE (Entorno de desarrollo integrado), para el almacenamiento de datos se utilizó como gestor de base de datos utilizó Mysql ya que es de código abierto y de libre uso.

A continuación se mostrarán las pantallas y la manera de cómo se desarrollaron.

Login

Está diseñada en html5 y css3, acá podemos ver la pantalla inicial donde tendremos el acceso al sistema, acá se conecta directamente a la base de datos del servidor.

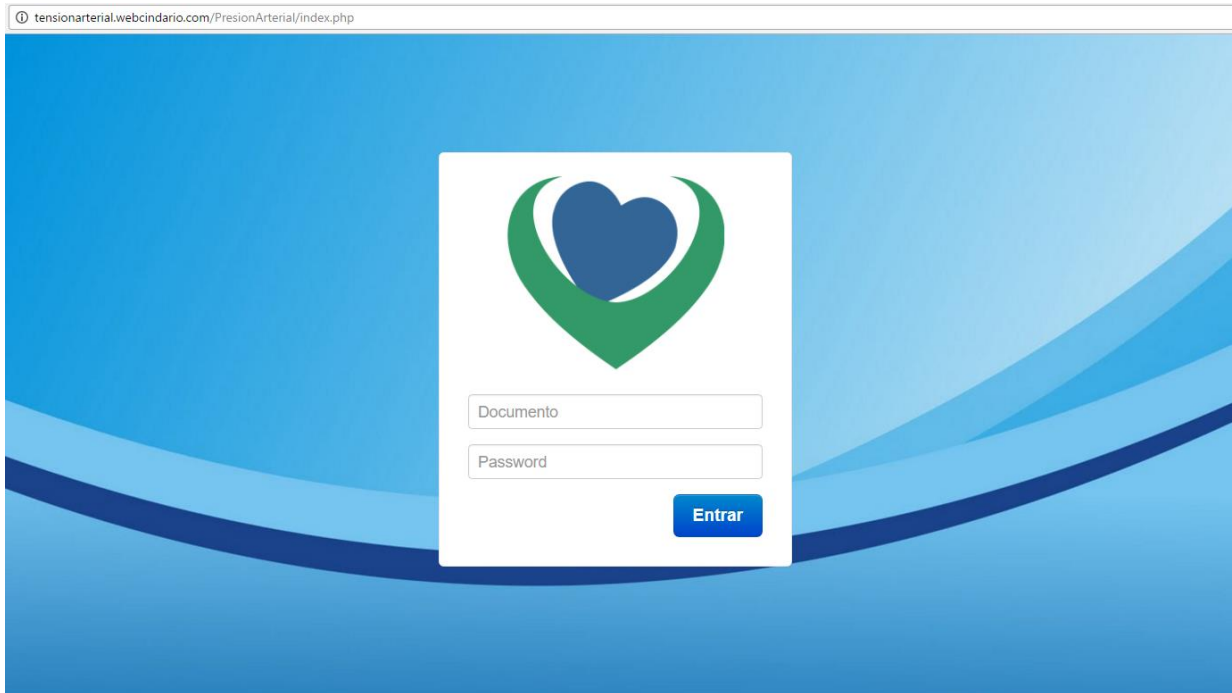


Figura 48. Login sistema web. Fuente: Autores.

Menú Principal

Dentro de esta pantalla se logra ver todos los módulos disponibles, los cuales nos permitirán acceder a funciones tales como:

- Listado de pacientes
- Historial de mediciones del paciente
- Diagnósticos

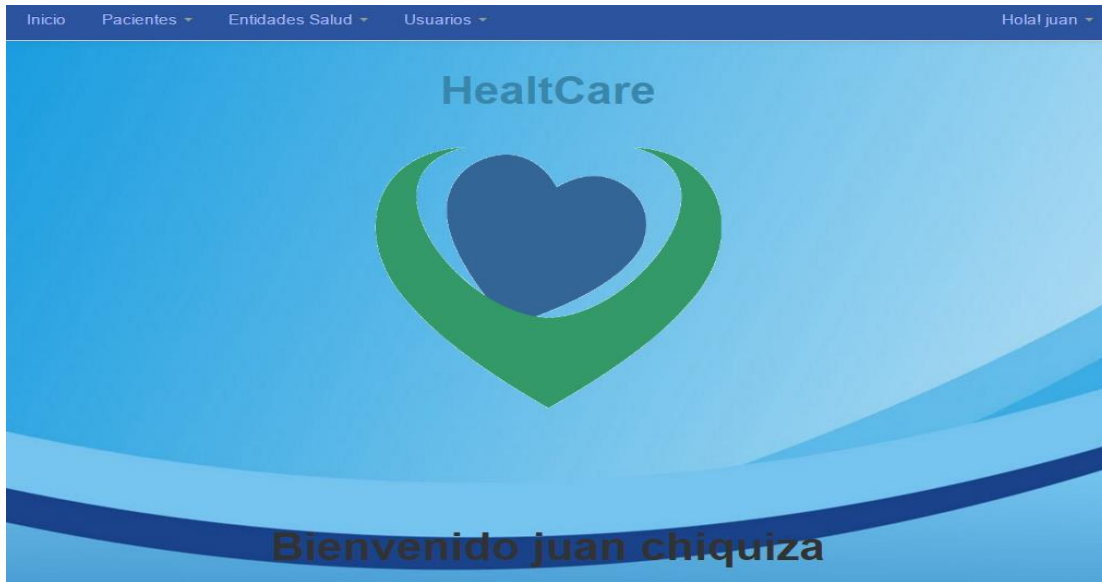


Figura 49. Menú Principal Sistema web, entrada. Fuente: Autores.

Historial paciente

Dentro de esta pantalla se tuvieron que hacer bastantes cambios debido a que el médico quería ver toda la información del paciente ya que esto le permite dar un buen diagnóstico para el paciente. Como se puede ver en la imagen toda esa información está conectada a la base de datos del servidor.

Cedula: 1069755565 Genero: Femenino
Nombre: Anyi Lorena Etnia: Blanca
Apellido: Colmenares Galeano Fecha Nacimiento: 1996-06-02
Telefono: 3107812519 Estatura: 1.6 mt
Direccion: cll 5 b norte # 6 a 07 Peso: 48 Kg
Indice de masa corporal: 18.75

Historial del Paciente

Medicamentos

Nombre	Dosis	Via de Administracion	Cada cuanto se toma
losartan	100mg	oral	12Horas

Diagnostico

Escribir Diagnostico

Sistole	Diastole	Bpm	Fecha y Hora
114	81	78	2016-10-26 09:19:00
104	94	69	2016-10-26 09:20:00
99	84	77	2016-10-26 09:21:00
109	88	67	2016-10-26 09:23:00

Figura 50. Menú Principal Sistema web, datos. Fuente: Autores.

6.5 PRUEBAS

Formato de pruebas funcionales

En esta etapa se comparó el tensiómetro digital con uno manual, la prueba consistió en la toma de la presión arterial y la comparación de los resultados, el médico diligenció el formato de pruebas funcionales, en el cual se identificaron que los valores del tensiómetro digital concuerdan con el tensiómetro manual, por lo tanto, el médico dio su visto bueno al tensiómetro digital. Cabe resaltar que las variaciones pueden tener diferencias promedio del 6% en una misma consulta y del 10% en consulta diferentes. (Consenso Latinoamericano, 2006)

Pasos de la prueba					
Datos de Entrada		Respuesta Esperada	Respuesta del Sistema	Coincide	
Descripción	Tipo de Escenario			Si	No
<p>Se realizó inducción al paciente sobre funcionamiento del sistema. Se realizó toma de T/A con equipo electrónico, para familiarizar al paciente con el procedimiento. Se realizó toma de T/A con tensiómetro manual para comparar datos electrónicos y manuales.</p>					
Se tomaron datos con Tensiómetro electrónico Se tomaron datos con Tensiómetro manual	Controlado	Sístole 96 mmHg Diástole 60 mmHg	Sístole 97 mmHg Diástole 55 mmHg	X	
Se realizó toma de T/A con equipo electrónico Se realizó toma de T/A con equipo manual	Controlado	Sístole 106 mmHg Diástole 84 mmHg	Sístole 110 mmHg Diástole 81 mmHg	X	
Se realizó toma de T/A con equipo electrónico Se realizó toma de T/A con equipo manual	Controlado	Sístole 122 mmHg Diástole 90 mmHg	Sístole 116 mmHg Diástole 88 mmHg	X	
Se realizó toma de T/A con equipo electrónico Se realizó toma de T/A con equipo manual	Controlado	Sístole 116 mmHg Diástole 90 mmHg	Sístole 119 mmHg Diástole 94 mmHg	X	

Figura 51. Formato de pruebas funcionales. Fuente: Autores.

A continuación se describe el contenido del formato de pruebas funcionales.

Pasos de la prueba: Se realizó inducción al paciente sobre el funcionamiento del sistema, se realizó toma de la presión arterial con equipo electrónico, para familiarizar al paciente con el procedimiento. Se realizó la toma de la presión arterial con el tensiómetro manual para comparar los resultados.

Descripción: Se tomaron datos, con tensiómetro electrónico, se tomaron datos con tensiómetro manual.

Escenario: Consultorio.

Resultado esperado: Son los de presión arterial valores medidos manualmente por el médico.

Resultados del sistema: Son los resultados visualizados desde la plataforma web.

Resultados de la prueba	
Defectos o Desviaciones	Veredicto
No hay alteración en los datos, obtenidos con el sistema electrónico y el manual.	Aprobado
Observaciones	Médico
Existen variaciones en los valores de T/A en un mismo paciente asociados al nivel de ansiedad, al entorno (consultorio y sala blanca) y al tiempo de toma de la T/A.	Firma
	Nombre
	Fecha

Figura 52. Formato de pruebas funcionales (veredicto del médico). Fuente: Autores.

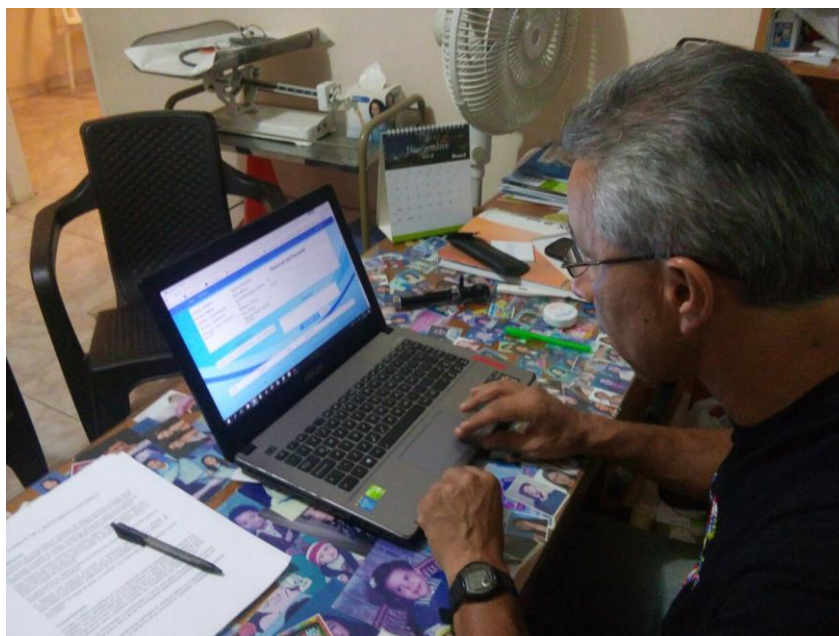


Figura 53. Médico visualizando datos en la plataforma web. Fuente: Autores.



Figura 54. Registro de datos en el tensiómetro. Fuente: Autores.

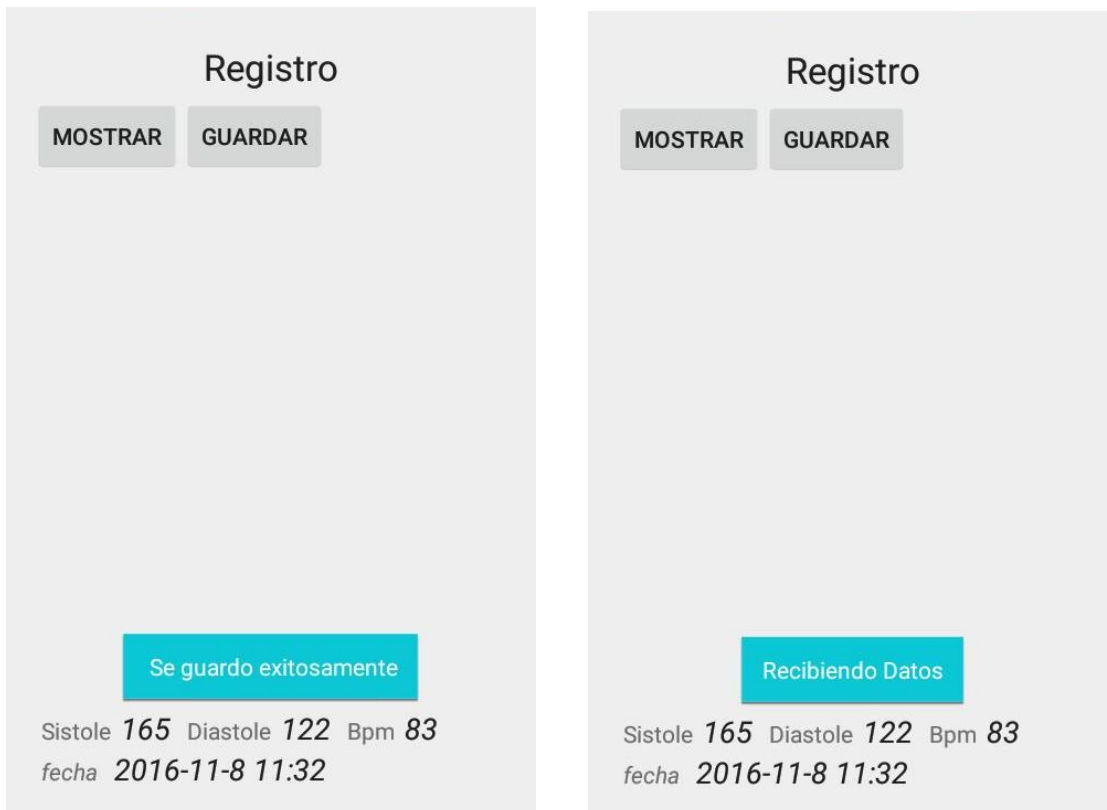


Figura 55. Lectura de datos en la aplicación móvil. Fuente: Autores.

Adicionalmente se realizaron pruebas con diferentes personas, con el objetivo de verificar el funcionamiento del sistema prototipo. Las pruebas consistieron en la ejecución total del sistema por parte de cada usuario. Después de realizarle una introducción al sistema, con ayuda del manual de usuario y explicaciones específicas, el usuario procedió a utilizar el sistema por sí sólo, dando uso de todos los módulos y las funciones de este. Se realizó para cada usuario, mediciones de tiempo para identificar cuánto tiempo requiere el usuario para realizar cada función del sistema, se determinó que el sistema Helathy heart demora aproximadamente 80 segundos realizando las funciones de toma de la presión arterial (con el tensiómetro), conexión del módulo, recepción de los datos en la aplicación móvil y envío de los datos a la plataforma web. El tiempo de respuesta del médico puede ser inmediato, aunque varía dependiendo del médico.

Se realizaron encuestas con 20 personas, todas después de haber utilizado el sistema. Los resultados de las encuestas se muestran en las siguientes figuras. La encuesta se desarrolló con ayuda de la página www.surveymonkey.com ya que permite realizar encuestas online.

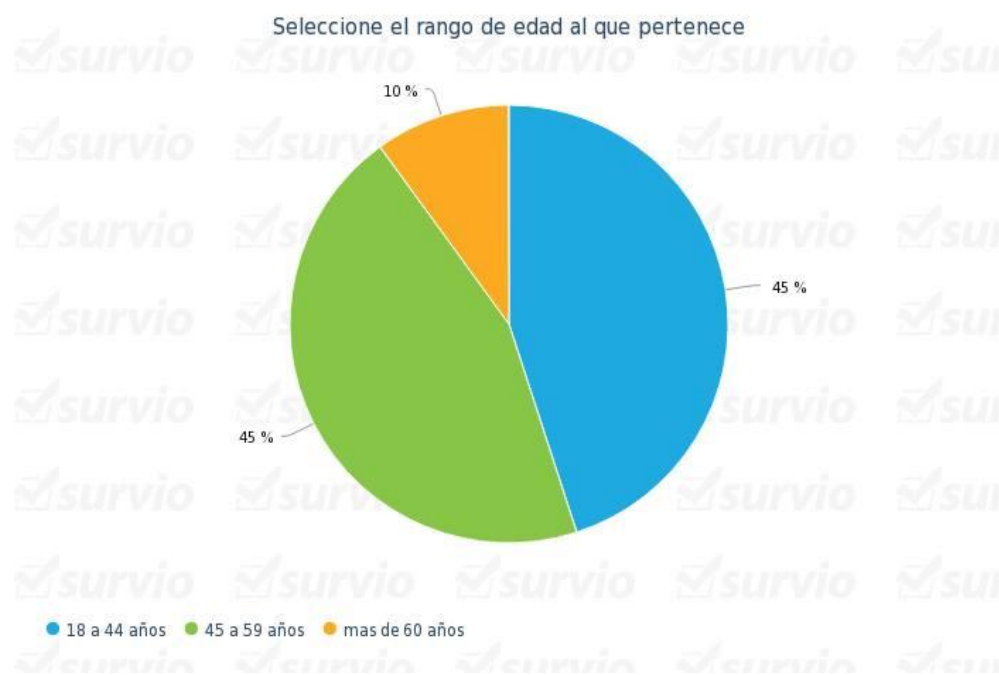


Figura 56. Porcentaje sobre el rango de edades. Fuente: Autores.

Los rangos de edad predominante entre los encuestados fueron los de 18 a 44 años y de 45 a 59 años, ambos con un 45%. El rango de edad mayor a 60 años nos muestra un porcentaje del 10%.

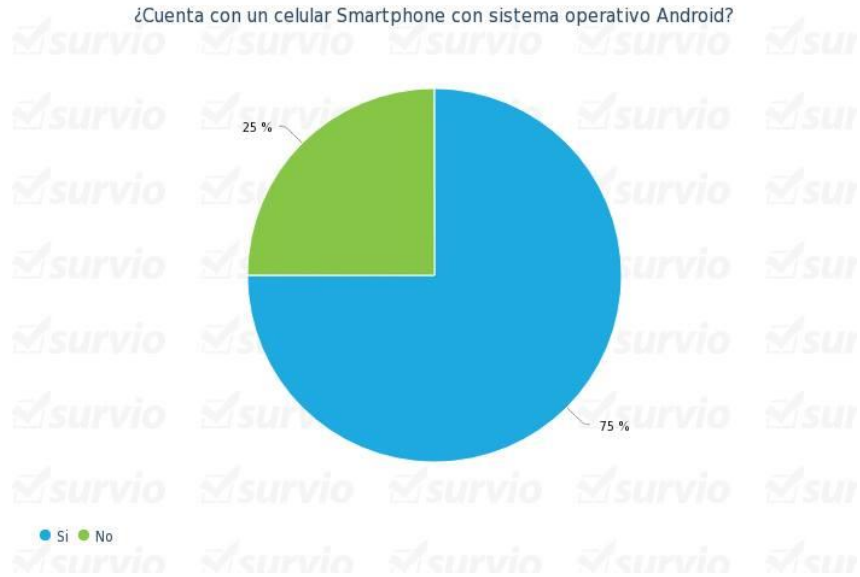


Figura 57. Porcentaje sobre si tiene celular Smartphone. Fuente: Autores.

Entre las personas encuestadas se evidencia que un 75% posee un Smartphone con sistema operativo Android, es decir, tan solo el 25% de los encuestados no posee un Smartphone con sistema operativo Android dejando en evidencia que el sistema operativo que predomina entre los encuestados es el Android.



Figura 58. Porcentaje calificación de la interfaz. Fuente: Autores.

De acuerdo con los encuestados el 65% coincide en calificar al sistema como bueno, el 30% como normal y tan solo un 5% como regular.

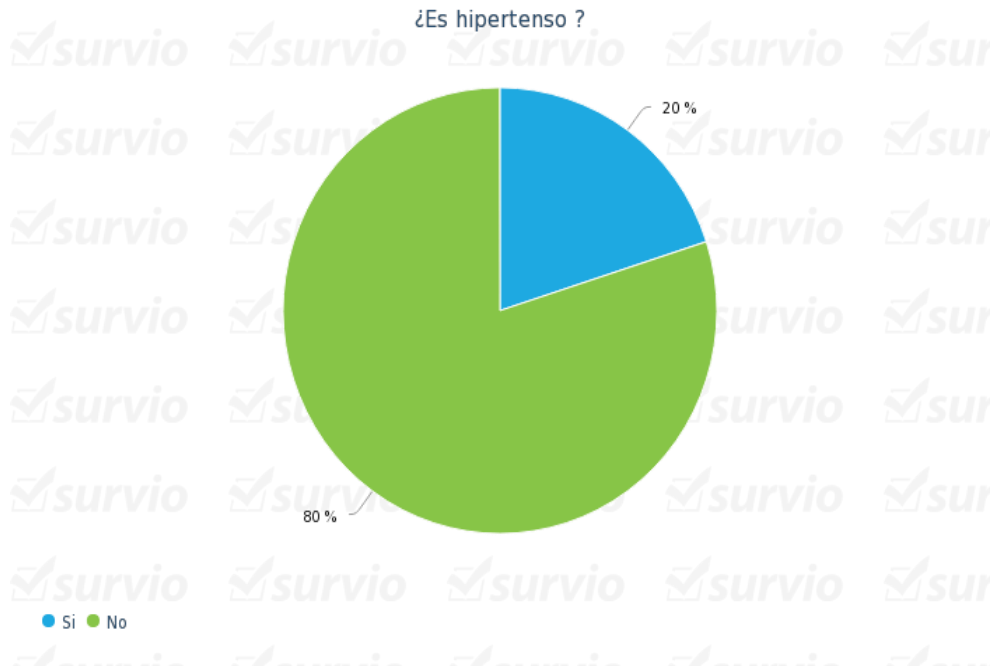


Figura 59. Porcentaje para saber si es hipertenso. Fuente: Autores.

El 20% de las personas encuestadas se encontraban diagnosticadas con hipertensión arterial, mientras que el 80% no estaban clínicamente diagnosticadas bajo esta patología.

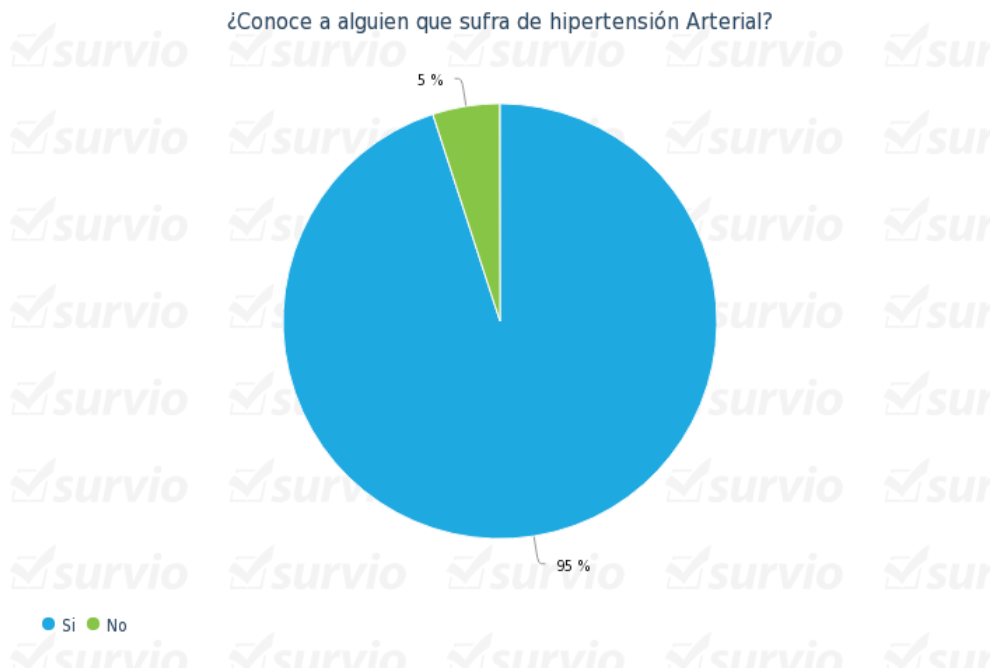


Figura 60. Porcentaje sobre si conoce alguna persona con hipertensión. Fuente: Autores.

Dentro de las personas encuestadas el 95% tenía conocimiento de alguien diagnosticado con hipertensión arterial, esto nos permite concluir que dentro del grupo de personas encuestadas hay un alto índice de relación con la hipertensión arterial. El 5% no conoce a nadie diagnosticado con hipertensión arterial.

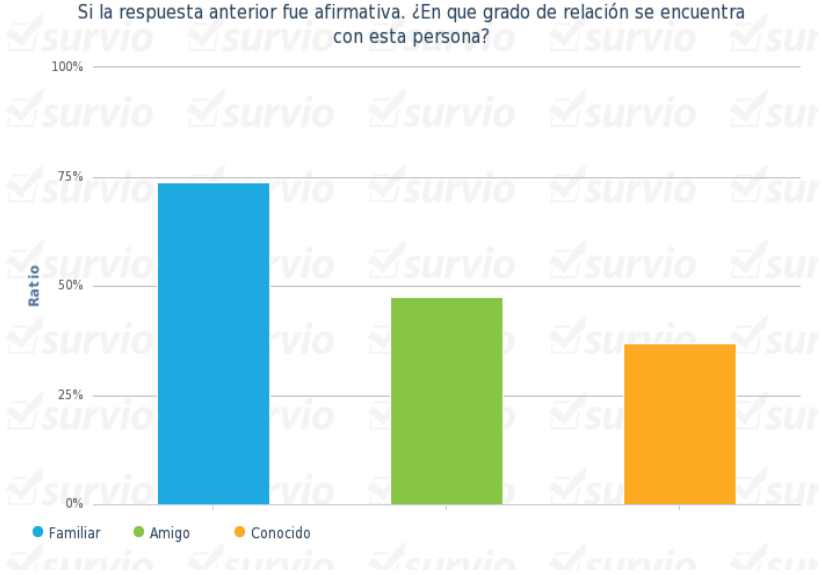


Figura 61. Porcentaje si conoce a alguien con hipertensión. Fuente: Autores

Dentro de las personas entrevistadas se puede identificar que en su núcleo familiar es en donde se encuentran la mayor cantidad de personas hipertensas con un 74%, luego le siguen los amigos con un 48% y por último los conocidos con un 30%.

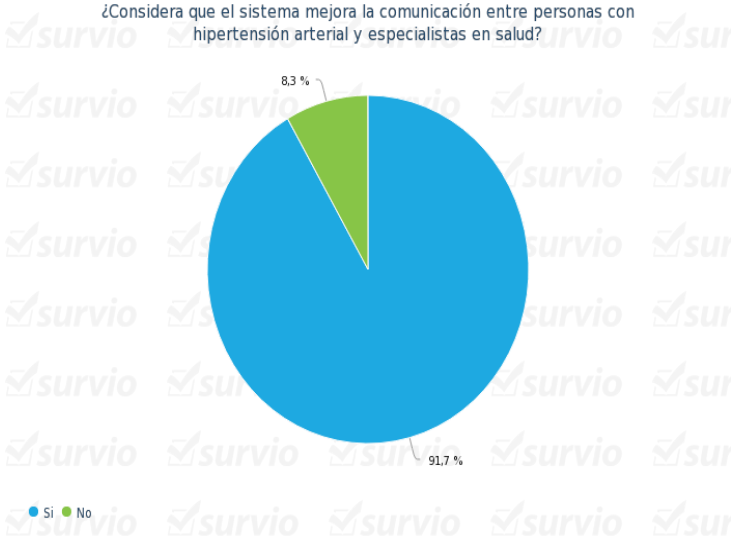


Figura 62. Porcentaje sobre la comunicación del prototipo con ente de la salud. Fuente: Autores

El 91.7% de las personas encuestadas considera que el sistema mejora la comunicación entre personas con hipertensión arterial y especialistas en salud, en este caso es aquella persona encargada de llevar el control de la persona con hipertensión arterial. Los resultados indican, que para el grupo de personas encuestadas el sistema cumple su objetivo principal el cual es mejorar la comunicación entre personas con hipertensión arterial y especialistas en la salud. El 8.3% de las personas no consideró que el sistema cumpliera en la totalidad su objetivo.

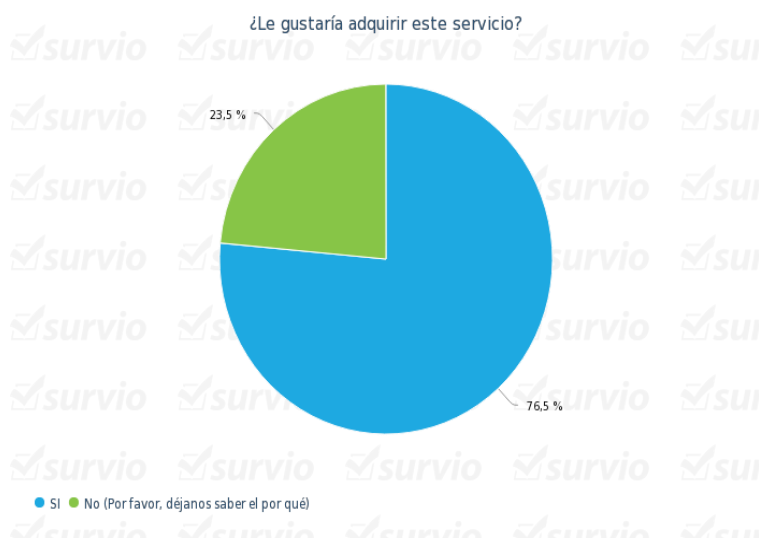


Figura 63. Porcentaje sobre si adquiere este servicio. Fuente: Autores

Al 76.5% de las personas encuestadas le gustaría adquirir este servicio, es decir, consideran que es una herramienta útil para el monitoreo de la presión arterial de personas con hipertensión arterial. El 23.5% de las personas no adquiere el sistema, ya que, según sus propias respuestas, es porque no padecen de hipertensión arterial o no poseen un Smartphone.

Una vez el usuario hizo uso del sistema, se realizó, a cada usuario, una encuesta con el fin de identificar la opinión general del sistema y posibles sugerencias de cambios o complementos hacía el sistema. Se realizaron de manera aleatoria la toma de comentarios de diferentes usuarios con respecto al sistema.

Entrevistas

Las entrevistas se realizaron después de las pruebas en el sistema, con el fin de conocer las opiniones con respecto al sistema, en términos de funcionalidad y dinamismo.

La primera pregunta fue cómo consideraba el sistema en cuanto a funcionalidad, la toma de los datos, el envío y el manejo de la información. Uno de los participantes consideró el “sistema sencillo, y en la medida de que el usuario se familiarice con la recolección de datos, ya que son pocos pasos, permiten recoger la información y enviarla rápidamente”.

Otra persona consideró el sistema “adecuado para realizarle el seguimiento, da una información confiable y permite una comunicación adecuada con el medio” otra persona expresó que el sistema “es bastante bueno, fácil de manejar, y permite una atención inmediata con el paciente y con el médico”.

Una entrevista particular realizó con el señor Ángel Gabriel Montoya Pachón, médico egresado de la Universidad Nacional de Colombia, el cual durante gran parte del proceso sirvió como colaborador en asuntos relacionados con la medicina dentro del proyecto. La entrevista se le realizó en su consultorio privado, la primer pregunta trató el tema de la funcionalidad del sistema, a lo que el médico respondió, “En cuanto al sistema y su funcionalidad, le permite al paciente entender lo que es la toma de su presión arterial, la forma como debe hacerlo, los datos que obtiene, saber si los datos se encuentran en un rango normal o no, y, la forma como puede enviarlos a un médico directamente, para que este conozca en “tiempo real” cuál es la situación de su presión arterial”. La segunda pregunta contemplaba la opinión personal del médico sobre si el sistema podría o no mejorar la comunicación paciente-médico, a lo que respondió: “El sistema mejora no solo la comunicación paciente médico, sino también la comunicación del paciente con todo el sistema en salud..., el sistema como tal permite que el paciente se tome los datos de su presión arterial frecuentemente... enviarlos al médico asignado y entablar una comunicación..., lo que le permite al médico hacer una monitoria más eficiente de la presión arterial del paciente. La última pregunta correspondió a la comparación del sistema con otros ya existentes, a lo que él respondió “En nuestro medio el paciente hipertenso se controla cada 2 o 3 meses por personal paramédico... cuando se presenta alguna complicación regresa a ser visto por el médico... y si es necesario se le realiza un monitoreo de 24 horas de presiones arterial... es un examen paraclínico de difícil acceso, las instituciones a nivel local cuentan con pocos de estos equipos para hacer monitoreo de pacientes... este sistema (el desarrollado en este proyecto) permite que el paciente pueda tomar su presión arterial una o varias veces al día y enviar en “tiempo real” al médico los datos, y lograr ese diálogo... los costos son relativamente bajos, un monitoreo de presión arterial de 24 horas actualmente cuesta alrededor de 150 mil pesos el día”

Analizando el objetivo general del sistema, de monitorear e informar el estado de presión arterial de pacientes hipertensos a los responsables del cuidado de la salud. Junto a

las respuestas obtenidas, se puede identificar que la mayoría de los entrevistados identifica el sistema objetivo principal del sistema y dan una buena opinión a todo el proceso.



Figura 64. Pruebas Inducción. Fuente: Autores



Figura 65. Pruebas usuario. Fuente: Autores

7. CONCLUSIONES

Para el monitoreo de la presión arterial existe un examen denominado Holter, este examen consiste en obtener un registro programado y frecuente de la presión arterial sistólica y diastólica por un periodo de 24 horas. Para ello se colocará un manguito de presión en su brazo, que irá conectado a una pequeña grabadora portátil. Una vez retirado este dispositivo (luego de 24 horas), la información es analizada en un programa para obtener un informe completo de las variaciones de la presión arterial durante el día y la noche. (redsalud, 2016) El sistema Healthy Heart, permite la medición de la presión arterial en cualquier momento del día, todos los días, estos datos se pueden enviar directamente a un médico lo que permite llevar un control de la información.

Al obtener los datos de la presión arterial desde un tensiómetro digital, el sistema garantiza la precisión de las mediciones, además, en la etapa de pruebas se realizó una comparación con otros métodos, indicando que el sistema es eficiente, se realizó validación de los datos con ayuda de Ángel Gabriel Montoya Pachón, médico egresado de la Universidad Nacional de Colombia. Healthy Heart es un sistema que elimina el registro manual de la presión arterial, alternativa común en otros tipos de aplicaciones móviles, haciendo de la comunicación de los datos un proceso eficiente.

El sistema debe ser comprendido como un prototipo en base a requerimientos médicos, identificados en parte por el médico Ángel Gabriel Montoya Pachón, se desarrollaron diferentes módulos durante el proceso, esto, con el fin de brindar funcionalidad tanto para un usuario tipo paciente, como para un usuario tipo médico. El sistema es un primer prototipo, y, si bien cumple con el objetivo de la comunicación paciente-médico de la presión arterial, se considera que caben algunos acondicionamientos al sistema que podrían darle otras funcionalidades.

Los tiempos para el monitoreo se reducen considerablemente, debido a que un paciente no debe realizar el proceso de pedir una cita e ir hasta un consultorio para llevar un registro de su presión arterial.

En la ciudad de Fusagasugá existe un porcentaje alto de personas con hipertensión arterial, sistemas como el Healthy Heart brindaría una ayuda al monitoreo de estos pacientes, generaría una alternativa al tratamiento y seguimiento de esta patología. Se debe incentivar el desarrollo de este tipo de sistemas para generar estrategias digitales que ayuden a agilizar ciertas funciones. Estrategias como estas permiten a los médicos hacer chequeos en línea para no saturar los servicios hospitalarios o hacer desde la casa el triaje, la clasificación para priorizar quién debe recibir atención médica y dónde, dice Edgar Helou, director de Google for Work. (Semana, 2016) La universidad de Cundinamarca debe ser gestora del desarrollo de estas estrategias.

8. REFERENCIAS

- American H. A, (2013) “Controlling Hypertension in Adults” Pág. 1-2, Recuperado de:
http://www.heart.org/idc/groups/heart-public/@wcm/@hcm/documents/downloadable/ucm_461839.pdf
- Becerra B, Davila R, Salgado P, Martínez R. & Infante O. (2012). “Monitor de señales de electrocardiografía y frecuencia cardíaca mediante un teléfono móvil con el protocolo de comunicación Bluetooth” Pág. 1-7, Recuperado de:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/acm/v82n3/v82n3a1.pdf>
- Castillo A, (24/09/2015), “La historia de Android: todas sus versiones”, Pág. 1-2.
Recuperado de: <http://www.poderpda.com/editorial/la-historia-de-android-todas-sus-versiones/>
- Consenso Latinoamericano (2006) “Consenso latinoamericano sobre la tensión arterial”
Volumen 6. Pág. 1-28
- Cooking-hacks (2016) “e-Health Sensor Platform V2.0 for Arduino and Raspberry Pi [Biometric / Medical Applications]” Recuperado de: https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical/#img_55
- Electronilab (2016), “Módulo Bluetooth HC-05 Serial Rs232” Recuperado de:
<http://electronilab.co/tienda/modulo-bluetooth-hc-05-serial-rs232/>
- Eroski C. (2016) “Por apenas 30 euros se puede adquirir un tensiómetro doméstico fiable”, Pág. 1-3. Recuperado de:
<http://revista.consumer.es/web/es/20090401/pdf/analisis-2.pdf>
- Freire L, (2010). “Diseño e implementación de un dispositivo electrónico para monitorear la capacidad vital respiratoria” Pág. 96-100, Recuperado de:
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/625/1/38T00239.pdf>

Franklin B. (2002). “Toma de Medidas Clínicas y Antropométricas En el Adulto y Adulto Mayor”, Pág. 2-30. Recuperado de:
<http://www.dmedicina.com/enfermedades/enfermedades-vasculares-y-del-corazón/hipertensión-arterial.html>

Fredlund L. , Herranz A., Benac C. y Mariño J., 2014, “Property-based Testing of JSON based Web Services”, Pág. 1-4. Recuperado de: <http://e-biblioteca.unicundi.edu.co:2072/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6928970>

Gobierno de canarias, (2015) “Características técnicas del ARDUINO UNO” Pág. 1-2. Recuperado de:
<http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ralvgon/files/2013/05/Caracter%C3%ADsticas-Arduino.pdf>

Heinze T, Wierschke R, Schacht A, & Löwis M. (2012) “A Hybrid Artificial Intelligence System for Assistance in Remote Monitoring of Heart Patients”, Pag 1-9. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/225157798_A_Hybrid_Artificial_Intelligence_System_for_Assistance_in_Remote_Monitoring_of_Heart_Patients

Inc., A. (17 de abril de 2015). “Ritmo Cardíaco - Monitor Pulso”. Recuperado de:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=si.modula.android.instantheartrate&hl=es>

Inteco (marzo de 2009) “INGENIERÍA DEL SOFTWARE METODOLOGÍAS Y CICLOS DE VIDA”, Pág. 24-28 , Recuperado de:
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301569/guia_de_ingenieria_del_software.pdf

J. Stankovic, Q. Cao, T. Doan, L. Fang, Z. He, R. Kiran, S. Lin, S. Son, R. Stoleru, & A. Wood, (2005) “Wireless sensor networks for in-home healthcare: Potential and challenges” Pág. 1–4. Recuperado de:
<https://cheetah.cs.virginia.edu/~son/publications/HCMDSS05.pdf>

- Kalnichevski O, (2013), "HttpClient Tutorial", Pág. 2-8. Recuperado de:
<https://hc.apache.org/httpcomponents-client-4.2.x/tutorial/pdf/httpclient-tutorial.pdf>
- Kakoko C.L. (24/10/2014), "Participatory Healthcare System (Sensing and Data Dissemination)", Pag. 13- 14. Recuperado de:
<http://www.cs.uwc.ac.za/~clubamba/documents/claudekakokolubamba.pdf>
- Libelium (2015) "e-Health Sensor Platform V2.0 for Arduino and Raspberry Pi [Biometric / Medical Applications]", Pág. 1-10, Recuperado de: <https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>
- Meng Tao Ye. (18-03-2016). "Mi Presión Arterial". Recuperado de:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mengtaoye.bloodpressure&hl=es>
- Mandal A. (2011) "Los afroamericanos tienen mayor riesgo de presión arterial alta" Pág. 1. Recuperado de: <http://www.news-medical.net/news/20110913/10263/Spanish.aspx>
- M. Ngolo, L. Brito Palma, F. Coito, L. Gomes y A. Costa, (2009), "Architecture for Remote Laboratories based on REST Web" Pag. 1-6. Recuperado de: <http://e-biblioteca.unicundi.edu.co:2072/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5413216>
- Moreno S. (10/02/2003) "Hipertensión de bata blanca", Recuperado de:
<http://www.dmedicina.com/enfermedades/enfermedades-vasculares-y-del-corazon/2003/02/10/hipertension-bata-blanca-4694.html>
- Motorola, (2015) "10 kPa Uncompensated Silicon Pressure Sensors" Pág. 1-8, Recuperado de: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/5167/MOTOROLA/MPX10DP.html>
- Narmatha M. y KrishnaKumar V, (Febrero de 2016). "Study on Android Operating System And Its Versions", Pág. 1-7. Recuperado de:
<http://ijseas.com/volume2/v2i2/ijseas20160254.pdf>

P. Verdecchia, J. A. Staessen, W. B. White, Y. Imai & E. T. O'Brien (2012) "Properly defining white coat hypertension", European Heart Journal, Volumen 23. Pág. 106-109.

Ruben, J. (2014) "Bluetooth HC-05 y HC-06 Tutorial de Configuración" Recuperado de: <http://www.geekfactory.mx/tutoriales/bluetooth-hc-05-y-hc-06-tutorial-de-configuracion/>

Pacheco M.V. (octubre de 2011), "diseño e implementación de una aplicación distribuida de gestión de inventario para dispositivos móviles", Pág. 11-40. Recuperado de: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13006/Memoria_PFC_Victor_Pacheco_FINAL.pdf?sequence=1

Romano P. (Julio de 2013). "RECONOCIMIENTO DE ACTIVIDAD HUMANA MEDIANTE TÉCNICAS DE SOFT COMPUTING". Pág. 30-33. Recuperado de: http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/18162/3/TFM_Pedro%20Romano.pdf

Rómmel F. (Octubre 2007), "SQLite: La Base de Datos Embebida", Pág. 1-2. Recuperado de: http://sg.com.mx/revista/17/sqlite-la-base-datos-embebida#.V19B7_nhCM8.

Rodríguez A., (2012). "Que es WAMPSEVER" Pág. 1-4. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/aimerodriguezrodriguez/que-es-wamp-server>

Ravencraft J, (2014), "USB Technology Update" Pag. 2-10 obtenido de: http://www.usb.org/press/presskit/USB-IF_IDF_Shenzhen_2014_Press_Deck_Final.pdf

Red salud (2016). "Holter" Recuperado de: http://redsalud.uc.cl/ucchristus/cardiologia/exámenes/holter_.act

Rose T. (2014), “Material Design”. Pág. 1–27, Recuperado de:
<https://www.inovex.de/fileadmin/files/Vortraege/android-lollipop-tim-roes-webinar-12-2014.pdf>

Salud, O. M. (2013). “Preguntas y respuestas sobre la hipertensión”, Pág. 1 Recuperado de:
<http://www.who.int/features/qa/82/es/>

Salud, O. M. (2013). “Información general sobre la HIPERTENSIÓN en el mundo”,
Pág. 3-40, Recuperado de:
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/87679/1/WHO_DCO_WHD_2013.2_spa.pdf

Szymon, K. (30 de mayo de 2015). “Presión Arterial”. Recuperado de:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.szyk.myheart&hl=es>

Sánchez J., (2004), “MySQL”, Pág. 1-4. Recuperado de:
<http://www.cartagena99.com/recursos/programacion/apuntes/mysql.pdf>

Semana (08/272016) “Los hospitales colombianos se rajan en usar los sistemas digitales”
Recuperado de:<http://www.semana.com/vida-moderna/salud/articulo/segun-google-el-sector-salud-no-usa-las-tic/491539>

Smith J, (2012). “Android Asynchronous Http Client” Recuperado de:
<http://loopj.com/android-async-http/>

Vázquez C, (2008), “Programación en PHP nivel 5”, Pág. 9–34. Recuperado de:
http://administraciondesistemas.pbworks.com/f/Manual_PHP5_Basico.pdf

Ximenes N. F.R. y Melo J.R. (2005) “Control de la hipertensión arterial en atención primaria de salud. Un análisis de las prácticas del enfermero” Pág. 10-16.
Recuperado de: <https://digitum.um.es/jspui/handle/10201/24060>

9. ANEXOS

Para las pruebas del sistema, se contó con la ayuda del médico Gabriel Montoya quien fue nuestro asesor en contenidos, el cual nos colaboró realizando una serie de pruebas con usuarios reales, dentro de estas pruebas se realizó las siguientes actividades:

- Registro de pacientes para acceder al aplicativo.
- Manipulación del tensiómetro y del módulo.
- Capacitación a los pacientes y el médico sobre el uso general del prototipo, (navegabilidad, funciones, etc).
- Pruebas en el consultorio del médico con varios pacientes.
- Dentro de la universidad, se le tomó la tensión a personas de la universidad (estudiantes, profesores).

Estas pruebas se realizaron a 20 personas entre las cuales están personas de la universidad y pacientes del consultorio del médico.



Capacitación Médico

Se le realizó una capacitación al médico Gabriel Montoya, quien tuvo una buena aceptación sobre la funcionalidad del prototipo. Esta se desarrolló de la siguiente manera.

- Se dio a conocer al médico como ingresar al sistema web.
- Se le explico cómo acceder al módulo de pacientes.
- Finalmente como mirar los historiales de los pacientes y cómo realizar un diagnóstico por paciente.



Capacitación Usuarios (Pacientes)

La capacitación para los usuarios (pacientes) se desarrolló de la siguiente manera:

- Se explicó la manipulación del tensiómetro y como se debe conectar al módulo.
- Se dio a conocer como se debe encender el módulo para que haya conexión con el aplicativo.
- Se explicó cómo crear un usuario para ingresar al aplicativo móvil.
- Por último se explicó cómo son las funcionalidades de los módulos de la aplicación y cómo enviar la información de celular con el sistema del médico.

A cada uno de las personas que se le realizó la capacitación les realizamos una encuesta sobre el prototipo. Además nos dieron sus comentarios sobre el prototipo el cual tuvo una buena aceptación.



ACTA No. 1 DEL 2016-07-01

CLASE DE REUNIÓN: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

CIUDAD Y FECHA: Fusagasugá, 2016-07-01

HORA: 10:00 am.

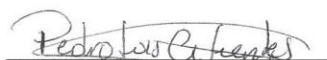
LUGAR: Universidad de Cundinamarca


ASISTENTES: PEDRO LUIS CIFUENTES
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS
ALVARO RAUL GUTIERREZ TOVAR

ORDEN DIA: 1. Socialización del avance de los casos de uso.
2. Socialización del avance del modelo relacional de la base de datos.

DESARROLLO DE LA SESIÓN:

1. Se socializo el proyecto y se identificó el alcance de este con el director del proyecto el ingeniero Pedro Luis Cifuentes.


Ing. Pedro Luis Cifuentes
C.C 81.740.365


Juan Carlos Chiquiza Ballesteros
C.C 1.069.745.934


Alvaro Raúl Gutiérrez Tovar
C.C 1.032.455.978

ACTA No. 2 DEL 2016-08-06

CLASE DE REUNIÓN: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

CIUDAD Y FECHA: Fusagasugá, 2016-08-06

HORA: 2:00 pm.

LUGAR: Universidad de Cundinamarca

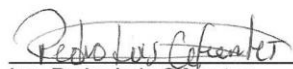
ASISTENTES: PEDRO LUIS CIFUENTES
ANGEL GABRIEL MONTOYA
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS
ALVARO RAUL GUTIERREZ TOVAR

ORDEN DIA:

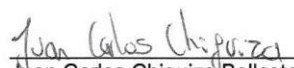
1. Socialización de avances del tensiómetro digital y la conexión al modulo
2. Socialización del avance de la creación de la interfaz de la aplicación móvil, y la plataforma web.
3. Socialización del avance de la creación de la aplicación móvil y la plataforma web.

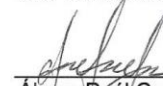
DESARROLLO DE LA SESIÓN:

1. Se revisó la corrección el modelo relacional de la base de datos y los casos de uso
2. Se Presentaron los avances correspondientes para el avalúo de director del proyecto el ingeniero Pedro Luis Cifuentes y el asesor el doctor Ángel Gabriel Montoya.
3. Se recibieron sugerencias por parte del doctor Ángel Gabriel Montoya con respecto a las funciones y los requisitos de la aplicación móvil y la plataforma web.


Ing. Pedro Luis Cifuentes
C.C 81.740.365


Dr. Angel Gabriel Montoya
C.C 19.493.480


Juan Carlos Chiquiza Ballesteros
C.C 1.069.745.934


Alvaro Raúl Gutiérrez Tovar
C.C 1.032.455.978



ACTA No. 3 DEL 2016-08-16

CLASE DE REUNIÓN: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

CIUDAD Y FECHA: Fusagasugá, 2016-08-16

HORA: 9:00 am.

LUGAR: Universidad de Cundinamarca

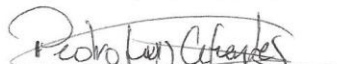
ASISTENTES: PEDRO LUIS CIFUENTES
ANGEL GABRIEL MONTOYA
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS
ALVARO RAUL GUTIERREZ TOVAR


ORDEN DIA:


1. Socialización de avances del tensiómetro digital y la conexión al modulo
2. Socialización del avance de la creación de la interfaz de la aplicación móvil y la plataforma web.
3. Socialización del avance de la creación de la aplicación móvil y la plataforma web.


DESARROLLO DE LA SESIÓN:

1. Se evaluaron las correcciones anteriormente descritas en el acta anterior.
2. Se Presentaron los avances correspondientes para el avaluó de director del proyecto el ingeniero Pedro Luis Cifuentes y el asesor el doctor Ángel Gabriel Montoya.
3. Se recibieron sugerencias por parte del doctor Ángel Gabriel Montoya con respecto a las funciones y los requisitos de la aplicación móvil y la plataforma web.


Ing. Pedro Luis Cifuentes
C.C 81.740.365


Dr. Ángel Gabriel Montoya
C.C 19.493.480


Juan Carlos Chiquiza Ballesteros
C.C 1.069.745.934


Alvaro Raúl Gutiérrez Tovar
C.C 1.032.455.978

ACTA No. 4 DEL 2016-09-01

CLASE DE REUNIÓN: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

CIUDAD Y FECHA: Fusagasugá, 2016-09-01

HORA: 10:00 am.

LUGAR: Universidad de Cundinamarca

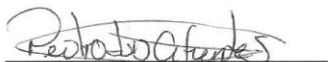
ASISTENTES: PEDRO LUIS CIFUENTES
ANGEL GABRIEL MONTOYA
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS
ALVARO RAUL GUTIERREZ TOVAR

ORDEN DIA:

1. Socialización de avances de la conexión al modulo
2. Socialización del avance de la creación de la interfaz de la plataforma web y la aplicación móvil, con respecto a las sugerencias realizadas por el doctor ángel Gabriel Montoya.
3. Socialización del avance de la aplicación móvil y la plataforma web.

DESARROLLO DE LA SESIÓN:

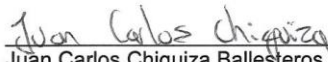
1. Se Presentaron los avances correspondientes para el avalúo del director del proyecto el ingeniero Pedro Luis Cifuentes y el asesor el doctor Ángel Gabriel Montoya.
2. Se presentaron la inclusión de las sugerencias realizadas en la sesión anterior.
3. Se recibieron sugerencias por parte del doctor Ángel Gabriel Montoya con respecto a las funciones y los requisitos de la aplicación móvil y la plataforma web.



Ing. Pedro Luis Cifuentes
C.C 81.740.365



Dr. Ángel Gabriel Montoya
C.C 19.493.480



Juan Carlos Chiquiza Ballesteros
C.C 1.069.745.934



Alvaro Raúl Gutiérrez Tovar
C.C 1.032.455.978

ACTA No. 5 DEL 2016-09-08

CLASE DE REUNIÓN: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

CIUDAD Y FECHA: Fusagasugá, 2016-09-08

HORA: 8:00 am.

LUGAR: Universidad de Cundinamarca

ASISTENTES:


ANGEL GABRIEL MONTOYA
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS
ALVARO RAUL GUTIERREZ TOVAR

ORDEN DIA:


1. Socialización del avance de la interfaz de la aplicación móvil y la plataforma web, con respecto a sugerencias realizadas por el doctor Ángel Gabriel Montoya.

DESARROLLO DE LA SESIÓN:


1. Se Presentaron los avances correspondientes para el avalúo del asesor el doctor Ángel Gabriel Montoya.
2. Se presentaron la inclusión de las sugerencias realizadas en la sesión anterior.
3. Se recibieron sugerencias por parte del doctor Ángel Gabriel Montoya con respecto a las funciones y los requisitos de la aplicación móvil y la plataforma web.



Dr. Ángel Gabriel Montoya
C.C 19.493.480



Juan Carlos Chiquiza Ballesteros
C.C 1.069.745.934



Álvaro Raúl Gutiérrez Tovar
C.C 1.032.455.978



ACTA No. 6 DEL 2016-09-15

CLASE DE REUNIÓN: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

CIUDAD Y FECHA: Fusagasugá, 2016-09-15

HORA: 9:00 am.

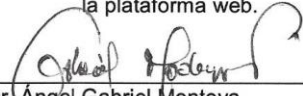
LUGAR: Universidad de Cundinamarca

ASISTENTES: ÁNGEL GABRIEL MONTOYA
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS
ALVARO RAUL GUTIERREZ TOVAR

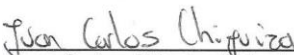
ORDEN DIA:
1. Socialización del avance de la aplicación móvil y la plataforma web.

DESARROLLO DE LA SESIÓN:


1. Se Presentaron los avances correspondientes para el avalúo del asesor el doctor Ángel Gabriel Montoya.
2. Se presentaron la inclusión de las sugerencias realizadas en la sesión anterior.
3. Se recibieron sugerencias por parte del doctor Ángel Gabriel Montoya con respecto a las funciones y los requisitos de la aplicación móvil y la plataforma web.



Dr. Angel Gabriel Montoya
C.C 19.493.480



Juan Carlos Chiquiza Ballesteros
C.C 1.069.745.934



Alvaro Raúl Gutiérrez Tovar
C.C 1.032.455.978



ACTA No. 7 DEL 2016-09-22

CLASE DE REUNIÓN: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

CIUDAD Y FECHA: Fusagasugá, 2016-09-22

HORA: 10:00 am.

LUGAR: Universidad de Cundinamarca

ASISTENTES: ANGEL GABRIEL MONTOYA
PEDRO LUIS CIFUENTES
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS
ALVARO RAUL GUTIERREZ TOVAR

ORDEN DIA: 1. Socialización del avance de la aplicación móvil y la plataforma web, con respecto a sugerencias realizadas por el doctor ángel Gabriel Montoya.

DESARROLLO DE LA SESIÓN:

1. Se Presentaron los avances correspondientes para el avalúo ingeniero Pedro Luis Cifuentes y del asesor el doctor Ángel Gabriel Montoya.
2. Se presentaron la inclusión de las sugerencias realizadas en la sesión anterior.
3. Se recibieron sugerencias por parte del doctor Ángel Gabriel Montoya con respecto a las funciones y los requisitos de la aplicación móvil y la plataforma web.

Ing. Pedro Luis Cifuentes
C.C 81.740.365

Dr. Ángel Gabriel Montoya
C.C 19.493.480

Juan Carlos Chiquiza Ballesteros
C.C 1.069.745.934

Alvaro Raúl Gutiérrez Tovar
C.C 1.032.455.978

ACTA No. 8 DEL 2016-10-20

CLASE DE REUNIÓN: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

CIUDAD Y FECHA: Fusagasugá, 2016-10-20

HORA: 2:00 pm.

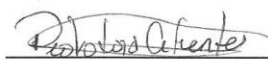
LUGAR: Universidad de Cundinamarca

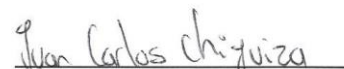
ASISTENTES: PEDRO LUIS CIFUENTES
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS
ALVARO RAUL GUTIERREZ TOVAR


ORDEN DIA: 1. Socialización y revisión del documento y articulo.

DESARROLLO DE LA SESIÓN:

1. Se Presentaron el avance del libro y el articulo correspondiente para el avalúo del director del proyecto el ingeniero Pedro Luis Cifuentes.
2. Se recibieron sugerencias por parte del ingeniero Pedro Luis Cifuentes con respecto a la organización del documento y el articulo.


Ing. Pedro Luis Cifuentes
C.C 81.740.365


Juan Carlos Chiquiza Ballesteros
C.C 1.069.745.934


Alvaro/Raúl Gutiérrez Tovar
C.C 1,032.455.978

ACTA No. 9 DEL 2016-10-27

CLASE DE REUNIÓN: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

CIUDAD Y FECHA: Fusagasugá, 2016-10-27

HORA: 3:00 pm.

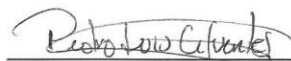
LUGAR: Universidad de Cundinamarca

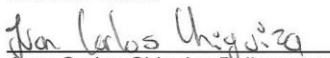
ASISTENTES: PEDRO LUIS CIFUENTES
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS
ALVARO RAUL GUTIERREZ TOVAR


ORDEN DIA: 1. Socialización y revisión del documento y articulo.

DESARROLLO DE LA SESIÓN:

1. Se Presentaron el avance del libro y el articulo correspondiente para el avalúo del director del proyecto el ingeniero Pedro Luis Cifuentes.
2. Se recibieron sugerencias por parte del ingeniero Pedro Luis Cifuentes. con respecto redacción del documento y el articulo.


Ing. Pedro Luis Cifuentes
C.C 81.740.365


Juan Carlos Chiquiza Ballesteros
C.C 1.069.745.934


Alvaro Raúl Gutiérrez Tovar
C.C 1.032.455.978



ACTA No. 10 DEL 2016-11-04

CLASE DE REUNIÓN: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR E INFORMAR EL ESTADO DE PRESIÓN ARTERIAL DE PACIENTES HIPERTENSOS A LOS RESPONSABLES DEL CUIDADO DE LA SALUD

CIUDAD Y FECHA: Fusagasugá, 2016-11-04

HORA: 10:00 am.

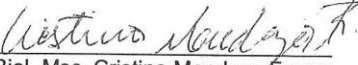
LUGAR: Universidad de Cundinamarca

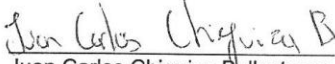
ASISTENTES: CRISTINA MENDOZA FORERO
JUAN CARLOS CHIQUIZA BALLESTEROS
ALVARO RAUL GUTIERREZ TOVAR

ORDEN DIA: 1. Socialización y revisión del documento y articulo.

DESARROLLO DE LA SESIÓN:

1. Se Presentó el avance del libro y el articulo correspondiente para el avalúo de la profesora Cristina Mendoza Forero.
2. Se recibieron sugerencias por parte de la profesora Cristina Mendoza Forero con respecto a la redacción, organización del documento y el artículo.


Biol. Msc. Cristina Mendoza Forero
C.C 52.087.035 Bta.


Juan Carlos Chiquiza Ballesteros
C.C 1.069.745.934


Alvaro Raúl Gutiérrez Tovar
C.C 1.032.455.978