

Plataforma para la autogestión de datos de pacientes hipertensos en Panamá

Platform for the data self-control of patients with arterial hypertension in Panamá

Vladimir Villarreal^{1*}, Manuel Samudio¹

¹ Grupo de Investigación GITCE, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

*Autor de correspondencia: vladimir.villarreal@utp.ac.pa

RESUMEN— La hipertensión arterial es una enfermedad crónica, caracterizada por el aumento continuo de las cifras de presión sanguínea en las arterias; consecuente al sedentarismo, la falta de actividad física, la alimentación poco saludable efectos negativos para el ser humano. En este artículo, se presenta una plataforma que permite la gestión de datos de pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles, como la hipertensión arterial, almacenando los datos de los pacientes, el registro histórico y las tendencias de las medidas almacenadas, alertas y recomendaciones de acuerdo a los rangos de mediciones obtenidas. El desarrollo es planteado a través de una metodología de prototipado para generar modelos a corto tiempo. Actualmente en nuestro país no existe una plataforma que permita a los panameños la autogestión de datos básicos de salud. Este proyecto sigue las metas que establece la Agenda Nacional de Prioridades de Investigación e Innovación para la Salud 2016-2025, en donde se pretende presentar soluciones que resuelva los problemas relacionados al estudio de los estilos de vida y comportamientos asociados a la distribución de la carga global de enfermedades no transmisibles en Panamá y una solución que permite el desarrollo y la sistematización de la información gerencial para conocer la situación de salud. A través de esta plataforma, también podemos generar estadísticas sobre medidas promedio en un tiempo determinado, por edad, por región, por fecha específica que pueden ser usados por las instituciones de salud, para la debida generación de programas y planes de prevención y control de salud en Panamá.

Palabras claves— Presión arterial, aplicaciones web, ingeniería de software, servicios web, hipertensión.

ABSTRACT— Arterial hypertension is a chronic disease, characterized by the continuous increase of blood pressure figures in the arteries; as a consequence of physical inactivity, unhealthy eating having negative effects for humans. In this article shows a platform that allows the management of patient's data with chronic noncommunicable diseases, such as arterial hypertension, storing patient data, historical record and trends of stored measures, alerts and recommendations of agreement through the ranges of measurements obtained is presented. The development is raised through a prototyping methodology to generate models in a short time. Currently in our country there is no platform that allows Panamanians self-management of basic health data. This project follows the objective set by the National Agenda of Research and Innovation Priorities for Health 2016-2025, where it is intended to present solutions to solve the problems related to the study of lifestyles and behavior associated with the distribution of the burden of noncommunicable diseases in Panama and a solution that allows the development and systematization of managerial information to know the health situation. Through this platform, we can also generate statistics on average measures in a given time, by age, by region, by specific date that can be used by health institutions, for the proper generation of prevention and control programs and plans health in Panama.

Keywords— Blood pressure, web applications, software engineering, web services, hypertension.

1. Introducción

La presión arterial es la fuerza que ejerce la sangre al circular por las arterias. Las arterias son vasos sanguíneos que llevan sangre desde el corazón hacia el resto del cuerpo. Presión arterial alta es cuando la presión arterial es generalmente más alta de lo que debería. También se la denomina hipertensión. Es como un neumático de un automóvil con demasiado aire; si no se reduce la presión, el neumático puede dañarse. Si no se disminuye la presión arterial alta, se pueden afectar los ojos, el cerebro, el corazón, los vasos sanguíneos y los riñones [1].

La hipertensión arterial (HTA) es un problema de salud pública y afecta a millones de personas a nivel mundial, es una enfermedad asintomática y de fácil detección, en caso que no se trate a tiempo puede ocasionar complicaciones graves o letales. En el 2010 un estudio de carga global de la enfermedad reveló que nueve millones de personas fallecieron como resultado de la hipertensión, lo que convierte a este problema cardiovascular en el principal factor de riesgo de salud a nivel mundial [2].

En este artículo se detalla el diseño y desarrollo de la plataforma *AmIHEALTH* que permite gestionar y realizar seguimiento a pacientes a través de los

dispositivos portátiles o de escritorio, obteniendo los datos médicos desde los dispositivos biométricos existentes, para el beneficio de las personas dependientes con problemas de tensión arterial.

El paciente puede almacenar sus datos de tensión arterial, peso, entre otros para su autocontrol médico. Además, los especialistas en salud pueden consultar, previo consentimiento del paciente, el histórico de sus medidas y el comportamiento total de las medidas almacenadas en el servidor.

2. Antecedentes de la investigación

Las enfermedades crónicas no transmisibles constituyen en la actualidad la principal causa de muerte en muchas regiones del mundo, dentro de las cuales se encuentra la población de nuestro país y nuestra provincia chiricana.

La hipertensión arterial es el principal factor de riesgo cardiovascular; atribuyéndole el 80% de las muertes por complicaciones cerebrovasculares y cardiovasculares en el grupo de población de 65 años o más. Afecta a casi la mitad de los hombres y en una proporción menor de 1 en 4 a las mujeres.

El consumo de tabaco, la falta de actividad física, una alimentación poco saludable son algunos factores de riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular, este mal es la primera causa de muerte en Panamá. Cada año, alrededor de 9.4 millones de personas mueren por hipertensión arterial.

El Presidente de la Fundación Panameña del Corazón, el doctor Bey Mario Lombana, dijo que, de cada tres personas adultas, una es hipertensa. “Un 33% de la población adulta sufre de la presión. De esas personas hay una tercera parte que no sabe que la sufren o no han sido detectadas”, indica y advierte que eso es lo que ven las estadísticas mundiales. “Panamá, tiene sus 'numeritos', que no son los mejores”, señaló Lombana [3]. Esta proporción, según información del Ministerio de Salud contenida en su sitio web oficial, aumenta con la edad: una de cada diez personas de 20 a 40 años, y cinco de cada diez de 50 a 60 años.

Estas cifras se asemejan a las resultantes del estudio de PREFREC, realizado en el 2010 por el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios para la Salud y el Ministerio de Salud, que indican que el 28.4% de los participantes del estudio reportaron el antecedente de hipertensión por diagnóstico médico y 24.1% tenían valores de presión arterial clasificados como HTA [4].

3. Justificación del proyecto

En nuestro país es de gran importancia el desarrollo de tecnologías que faciliten el día a día de los enfermos, para que puedan seguir integrándose a sus actividades diarias. No se propone curar enfermedades, pero sí ofrecer una solución que las haga más llevaderas, minimizando la intrusión de las personas en la vida de los pacientes [5].

Como punto de partida para esta plataforma se propone la creación de un prototipo para facilitar el seguimiento médico y ayudar a la monitorización de pacientes con tensión arterial a través de dispositivos portátiles o de escritorio. A futuro y para posteriores propuestas se pretende desarrollar nuevos prototipos, para otras enfermedades, que formen una “suite” que fortalezcan la plataforma con respecto a un grupo de enfermedades monitoreable.

Esta solución tecnológica es genérica, adaptable, remota y móvil. **Genérica**, porque permite el desarrollo de aplicaciones para cualquier tipo de enfermedades. **Adaptable**, porque ofrece servicios ajustados a cada tipo de enfermedad, evitándole al paciente la tarea de distinguir entre una y otra enfermedad, haciendo la interacción lo más transparente posible. **Remota**, porque el personal médico será capaz de conocer todos los datos obtenidos por los dispositivos biométricos de los pacientes a través de dispositivos portátiles o de escritorio de manera no intrusiva. **Móvil**, porque el desarrollo está basado en la integración de dispositivos de pequeños, portátiles e inalámbricos. Esto le da mayor autonomía al paciente. Todo ello integrado en una plataforma que permita dar seguimiento a diferentes tipos de enfermedades.

Considerando lo anterior se ha desarrollado una plataforma web que permita integrar actividades de control y seguimiento de la hipertensión arterial a través de los dispositivos portátiles o de escritorio, almacenando toda la información, historial y aspectos que permita controlar esta enfermedad. Mediante la creación de esta plataforma web se ofrecen soluciones tecnológicas que permitan a los pacientes un mejor y oportuno seguimiento y control de sus enfermedades, ofreciéndole respuestas constantes en el tiempo adecuado y facilitando la comunicación médico-paciente.

4. Estado del arte: Tensión arterial

La hipertensión arterial es una enfermedad crónica caracterizada por un incremento continuo de las cifras de la presión sanguínea en las arterias. Aunque no hay un umbral estricto que permita definir el límite entre el riesgo y la seguridad, de acuerdo con consensos internacionales, una presión sistólica sostenida por encima de 139 mmHg o una presión diastólica sostenida mayor de 89 mmHg, están asociadas con un aumento medible del riesgo de aterosclerosis y por lo tanto, se considera como una hipertensión clínicamente significativa.

La hipertensión arterial se asocia a tasas de morbilidad y mortalidad considerablemente elevadas, por lo que se considera uno de los problemas más importantes de salud pública, especialmente en los países desarrollados, afectando a cerca de mil millones de personas a nivel mundial. La hipertensión es una enfermedad asintomática y fácil de detectar; sin embargo, cursa con complicaciones graves y letales si no se trata a tiempo. La hipertensión crónica es el factor de riesgo modificable más importante para desarrollar enfermedades cardiovasculares, así como para la enfermedad cerebrovascular y renal. Se sabe también que los hombres tienen más predisposición a desarrollar hipertensión arterial que las mujeres, situación que cambia cuando la mujer llega a la menopausia, ya que antes de esta posee hormonas protectoras que desaparecen en este periodo y a partir de ese momento la frecuencia se iguala. Por lo tanto, la mujer debe ser más vigilada para esta enfermedad en los años posteriores a la menopausia.

La hipertensión arterial, de manera silente, produce cambios en el flujo sanguíneo, a nivel macro y micro vascular, causados a su vez por disfunción de la capa interna de los vasos sanguíneos y el remodelado de la pared de las arteriolas de resistencia, que son las responsables de mantener el tono vascular periférico. Muchos de estos cambios anteceden en el tiempo a la elevación de la presión arterial y producen lesiones orgánicas específicas [6]. La relación continua existente entre la presión arterial y las complicaciones cardiovasculares y renales hace difícil establecer la distinción entre normotensión e HTA cuando estas se basan en valores de corte de la presión arterial. Esto es aún más evidente en la población general debido a que los valores de presión arterial sistólica y presión arterial

diastólica tienen una distribución *unimodal*. Sin embargo, en la práctica, los valores de corte de la presión arterial se utilizan universalmente, tanto para simplificar la estrategia diagnóstica como para facilitar la toma de decisiones sobre el tratamiento. La clasificación recomendada no ha variado desde las ediciones de la guía sobre HTA de la ESH/ESC (*European School of Hypertension – European Society of Cardiology*) de 2003 y 2007 [7].

En Panamá según la Guía Nacional de Hipertensión Arterial del 2004, se considera hipertensión arterial como una presión arterial mayor o igual a 140/90 mmHg, para diabéticos y nefrópatas, una presión arterial mayor o igual 130/80 mmHg, todas las mediciones por debajo de estos rangos se consideran una presión arterial normal.

Tabla 1. Clasificación de la presión arterial. Fuente: [7]

Categoría	Sistólica		Diastólica
Óptima	< 120	y	< 80
Normal	120-129	y/o	80-84
Normal alta	130-139	y/o	85-89
HTA de grado 1	140-159	y/o	90-99
HTA de grado 2	160-179	y/o	100-109
HTA de grado 3	\geq 180	y/o	\geq 110
HTA sistólica aislada	\geq 140	y	< 90

Luego de considerar las clasificaciones propuestas de estudios más recientes como lo son el séptimo informe del Comité Nacional Conjunto sobre la prevención, detección, evaluación y tratamiento de la presión arterial elevada, las pautas europeas para el manejo de la hipertensión, se decidió utilizar la clasificación del Consenso Latinoamericano sobre Hipertensión Arterial para implementarlo en la plataforma, donde el concepto de hipertensión se diagnostica cuando la presión arterial es mayor o igual a 140/90 mmHg, como se muestra en la tabla 1.

5. Materiales y métodos

Para el desarrollo de la plataforma se eligió una metodología de desarrollo evolutivo con modelado de prototipo, el cual se consideró el más acorde con el tipo de proyecto. Esta metodología se basa en la idea de desarrollar una implementación inicial, exponiéndola a los comentarios del usuario y refinándola a través de las diferentes versiones hasta que se desarrolla un sistema adecuado (figura 1). Las actividades de especificación, desarrollo y validación se entrelazan en vez de

separarse, con una rápida retroalimentación entre estas [8].

El paradigma de hacer prototipos (véase la figura 2) comienza con comunicación. Usted se reúne con otros participantes para definir los objetivos generales de *software*, identifica cualesquiera requerimientos que conozca y detecta las áreas en las que es imprescindible una mayor definición. Se planea rápidamente una iteración para hacer el prototipo, y se lleva a cabo el modelado (en forma de un “diseño rápido”). Este se centra en la representación de aquellos aspectos del *software* que serán visibles para los usuarios finales (por ejemplo, disposición de la interfaz humana o formatos de la pantalla de salida). El diseño rápido lleva a la construcción de un prototipo. Este se entrega y es evaluado por los participantes, que dan retroalimentación para mejorar los requerimientos. La iteración ocurre a medida que el prototipo es afinado para satisfacer las necesidades de distintos participantes, y al mismo tiempo le permite a usted entender mejor lo que se necesita hacer.

El ideal es que el prototipo sirva como mecanismo para identificar los requerimientos del *software*. Si va a construirse un prototipo, pueden utilizarse fragmentos de programas existentes o aplicar herramientas (por ejemplo, generadores de reportes administradores de ventas) que permitan generar rápidamente programas que funcionen [9].

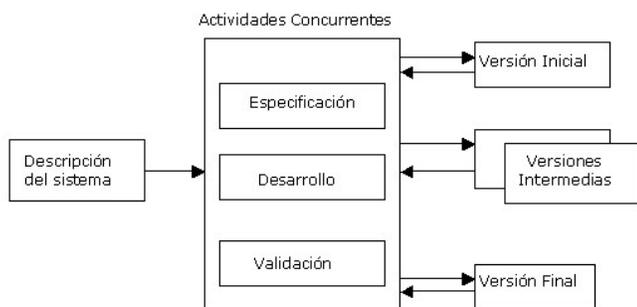


Figura 1. Modelo de proceso evolutivo. Fuente: [8].

5.1 Patrones de diseño y arquitectura

Los patrones de arquitectura y diseño de la plataforma están basados en el *framework Laravel* sobre el cual está construida la aplicación.

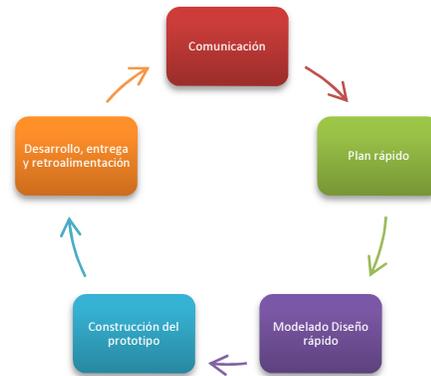


Figura 2. Paradigma de hacer prototipos. Fuente: [10].

5.1.1 Modelo-Vista-Controlador(MVC)

Es un patrón de arquitectura que separa una aplicación en tres principales componentes lógicos: el modelo, la vista, y el controlador. Cada uno de estos componentes se construyen para manejar aspectos específicos de desarrollo de una aplicación. MVC es uno de los marcos de desarrollo web estándar de la industria más utilizado para crear proyectos escalables y extensibles [10].

En la figura 3 se detalla el funcionamiento de este patrón arquitectónico, donde *Laravel* incluye un sistema de mapeo de datos relacional llamado *Eloquent ORM* que facilita la creación de modelos. Este *ORM* se fundamenta en el patrón *Active Record* y su funcionamiento es muy sencillo. Es opcional el uso de *Eloquent*, pues también dispone de otros recursos que nos facilitan interactuar con los datos, o específicamente la creación de modelos. El mismo incluye un sistema de procesamiento de plantillas llamado *Blade*.

Este sistema de plantillas favorece a crear un código mucho más limpio en las vistas. El sistema *Blade* de *Laravel*, permite una sintaxis mucho más reducida en su escritura. Los controladores contienen la lógica de la aplicación y permiten organizar el código en clases sin tener que escribirlo todo en las rutas.

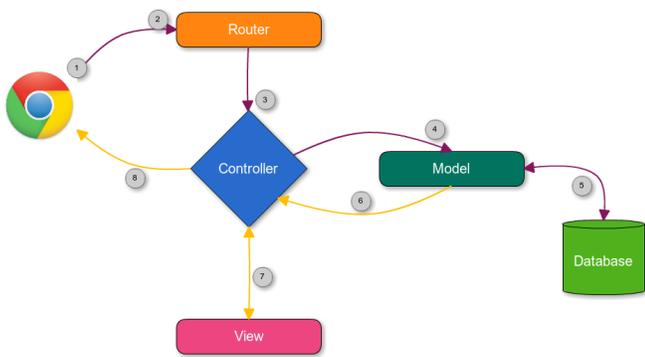


Figura 3. Arquitectura MVC. Fuente: [10].

5.1.2 Arquitectura de la plataforma

Esta plataforma permite integrar diversas aplicaciones móviles para el autocontrol de enfermedades como la presión arterial, nutrición, diabetes, entre otras.

En la figura 4, se muestran los elementos que integran la plataforma. La plataforma debe permitir la conexión de dispositivos biométricos a través de la tecnología *Bluetooth*, *WiFi*, entre otros. Estos dispositivos son responsables de capturar datos del paciente o del usuario. Esta información se almacena en el dispositivo móvil (Smartphone, Tablet, computadora) a través de una base de datos remota alojada en un servidor central.

La información obtenida de los pacientes puede ser revisada y consultada por especialistas médicos, a través de una aplicación web, donde se puede observar la historia de las mediciones, peso, índice de masa corporal, las recomendaciones generadas, entre otra.

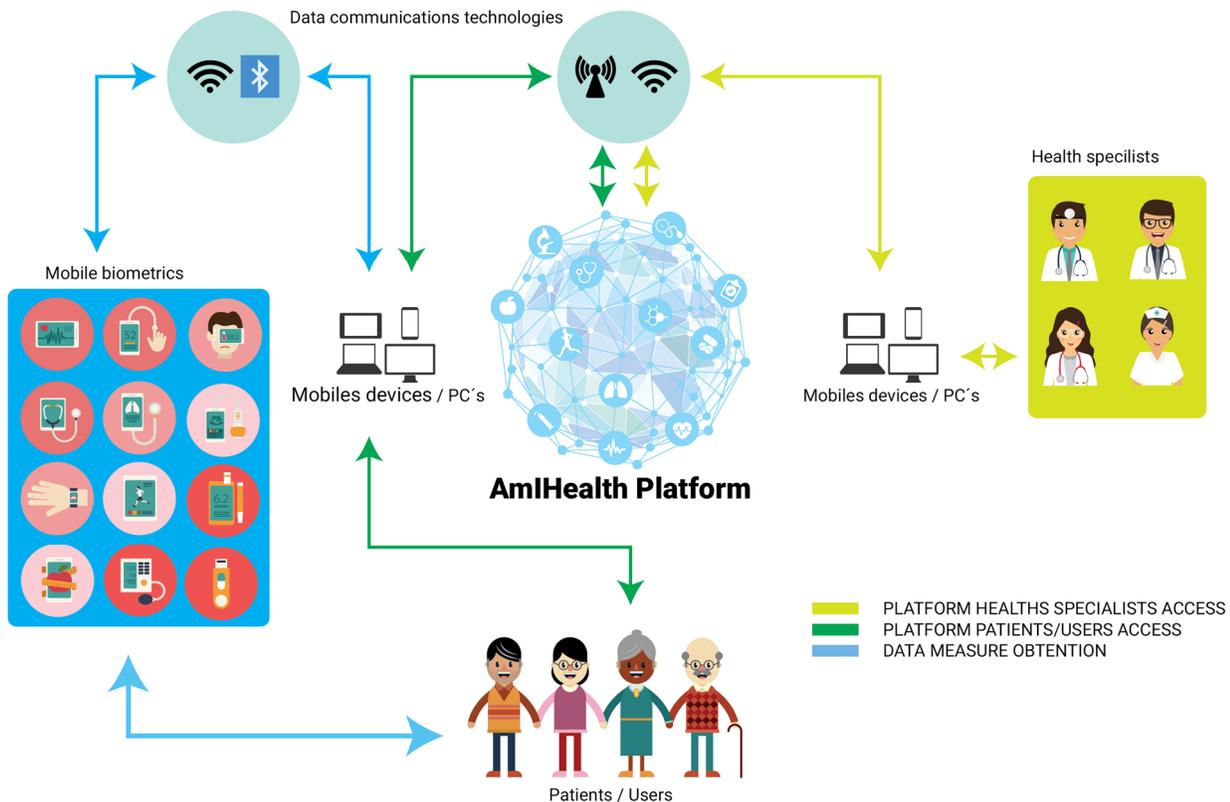


Figura 4. Esquema de la plataforma desarrollada. Fuente: los autores.

Además de facilitar el autocontrol del paciente, la plataforma permite la generación de estadísticas de

presión arterial promedio por día, mes, año. También es posible obtener estadísticas de tensión promedio por

rango de edad, ubicación geográfica, la mayoría de los alimentos consumidos, entre otros.

Para el desarrollo de la plataforma se ha elegido el *framework Laravel* versión 5.4. para el lenguaje de programación *PHP* versión 5.6.30. Este *framework* de código abierto nos permite el uso de una sintaxis elegante y expresiva para crear código de forma sencilla y permitiendo multitud de funcionalidades.

Para el desarrollo de la plataforma se ha elegido el *framework Laravel* versión 5.4. para el lenguaje de programación *PHP* versión 5.6.30. Este *framework*, de código abierto, nos permite el uso de una sintaxis elegante y expresiva para crear código de forma sencilla y permitiendo multitud de funcionalidades.

En la figura 5 se muestra la arquitectura del servicio, el cual implementa el protocolo estándar abierto *Open Authorization (OAuth 2.0)*. *OAuth 2.0* es un *framework* de autorización que permite a las aplicaciones obtener acceso limitado a cuentas de usuario en un servicio HTTP, como Facebook, Google e Instagram, etc. Funciona al delegar la autenticación de usuario en el servicio que aloja la cuenta de usuario y autoriza a las aplicaciones de terceros a acceder a la cuenta de usuario. *OAuth 2.0* proporciona flujos de autorización para aplicaciones web, de escritorio y móviles.

La plataforma *AmiHEALTH* expone un servicio web *Restful API* que permite la autenticación a través del registro y acceso a los datos de forma segura en el *middleware OAuth 2.0*, como se ilustra en la figura 5, a los usuarios la aplicación móvil.

En la implementación de esta arquitectura el *framework OAuth 2.0*, nos permite crear un *token client secret* o código de cliente secreto para autenticar las aplicaciones de terceros que quieran conectarse a nuestra plataforma.

Si sus credenciales son correctas, el servidor de autorización emite un *token* de acceso, el cual debe ser almacenado en la aplicación. Una vez el *token* de acceso es almacenado, la aplicación puede hacer consultas de los recursos protegidos por el *middleware* en el servicio web, cada consulta debe contener el *token* de acceso para ser validado por el *middleware*, de lo contrario la aplicación no podrá acceder a las rutas del *API* de la plataforma. Si el *token* expira o el usuario cierra sesión, será necesario que el usuario vuelva a realizar este proceso.

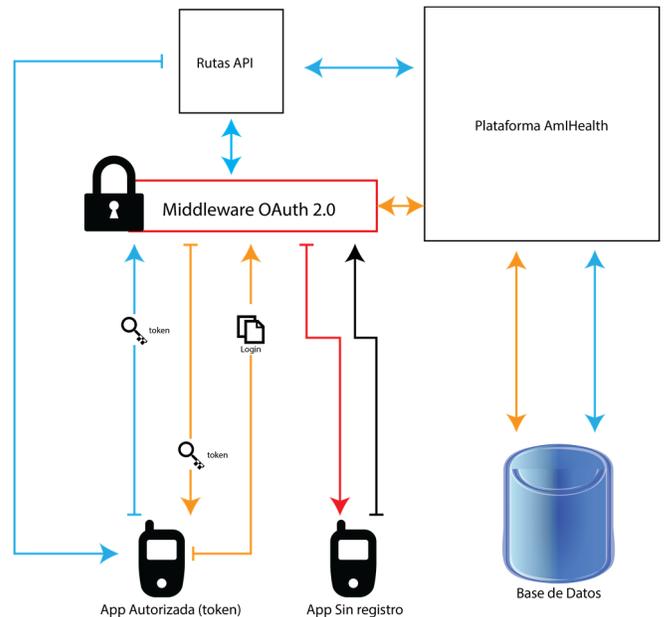


Figura 5. Arquitectura del servicio. Fuente: los autores.

La figura 6 muestra el esquema de base de datos de la plataforma *AmiHEALTH* para el registro de usuarios. Cuando un paciente se registra, debe ingresar sus datos generales además de su origen étnico, peso, estatura y cintura, las cuales son muy importantes para poder generar estadísticas futuras.

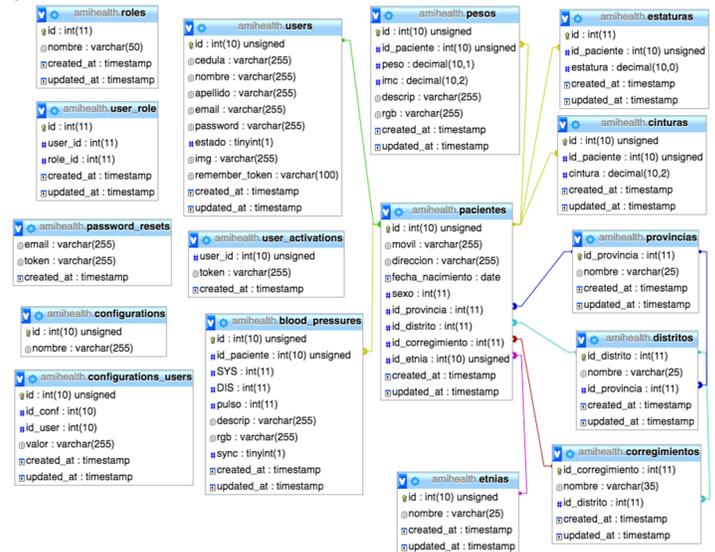


Figura 6. Esquema de la base de datos *AmiHEALTH*. Fuente: los autores.

Una vez que el paciente activa su cuenta puede proceder a registrar sus medidas de presión arterial. La tabla de medidas contiene el número de identificación del paciente, la presión sistólica, la presión diastólica y

el pulso. El paciente podrá ver sus medidas con el tiempo. También, el sistema utiliza las mediciones de la presión arterial del paciente para clasificarlo por grupo o categoría usando la clasificación mostrada en la tabla 1.

6. Resultados: Desarrollo de la plataforma

A continuación, se detalla cada una de las características principales de la plataforma web y el servicio expuesto para la autenticación de los usuarios de la aplicación móvil.

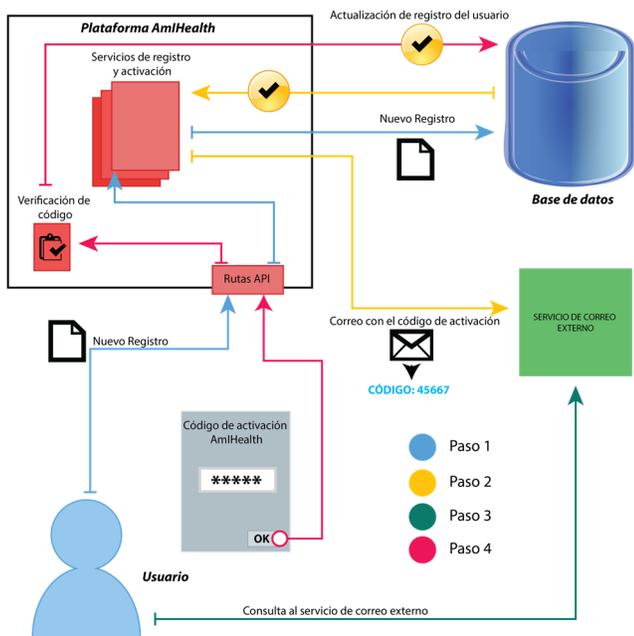


Figura 7. Proceso de autenticación de usuario. Fuente: los autores.

6.1 Registro de usuario

Para el registro de usuario en la plataforma hemos implementado el proceso de autenticación de usuario, véase figura 7.

Como se muestra la figura 8, cuando un nuevo paciente se registra debe introducir sus datos generales y datos tales como etnia, altura, cintura. Una vez que el registro sea exitoso, el sistema enviará un correo electrónico al paciente, el cual deberá confirmar para entrar en la plataforma.

El formulario 'Regístrate' contiene los siguientes campos: Cédula (4 764 - 2206), Nombre (Manuel), Apellido (Samudio), Correo Electrónico (manuel.ricardo.samudio@gmail.com), Contraseña (oculta), Confirmar Contraseña (oculta), Móvil (6938-9807), Dirección (Lassonde), Fecha de Nacimiento (1993/02/12), Género (Hombre), Provincia (Chiriquí), Distrito (David), Corregimiento (San José de David), Etnia (Mestizo(a)), Estatura (cm) (175), Peso (kg) (84). Incluye un checkbox 'Acepto términos y condiciones' y un botón 'Regístrate'.

Figura 8. Vista del registro. Fuente: los autores.

6.2 Inicio de sesión

Esta vista permite al usuario ingresar a la plataforma introduciendo su correo electrónico y contraseña. Además, le permite elegir si desea que el navegador recuerde sus datos. Como se muestra en la figura 9, si el usuario no está registrado, debe hacer clic en el enlace de registro.

El formulario 'Inicia sesión en AmIHEALTH' contiene los campos: Correo electrónico (manuel.ricardo.samudio@gmail.com), Contraseña (oculta). Incluye un checkbox 'Recordar mis datos' y botones 'Iniciar sesión' y '¿Olvidaste tu contraseña?'.

Figura 9. Vista del login. Fuente: los autores.

6.3 Dashboard

La figura 10 Dashboard del paciente, es el espacio en el cual se muestran las mediciones más recientes de la presión arterial, peso y otras medidas adicionales. Estas se muestran por semana, mes o año y las representa gráficamente de una manera fácil y sencilla de comprender para el paciente. Además, tiene una barra lateral que muestra las diferentes acciones que el paciente puede realizar, como la adición de una nueva medición de la presión arterial, listar las medidas de presión arterial, mostrar las gráficas de presión arterial, añadir pesos, listar los pesos y mostrar gráficas de pesos y índices de masa corporal.

Dashboard

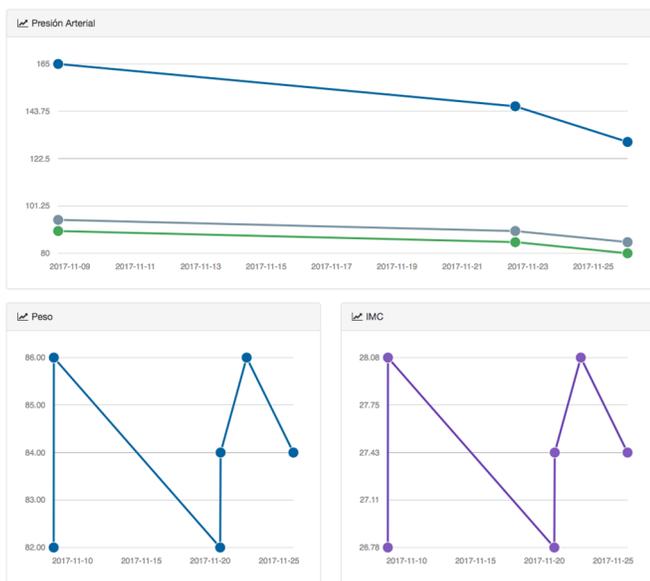


Figura 10. Vista del Dashboard. Fuente: los autores.

6.4 Mediciones de presión arterial

En la figura 11, se muestra la vista de registro de una nueva medición de presión arterial. El paciente debe introducir los valores de presión sistólica, diastólica y el pulso manualmente, estos valores deben ser dados en mmHg y en Bpm. En la primera versión, la plataforma permite a los pacientes hacer la captura de la tensión arterial de forma manual, posterior a este proceso se estará ajustando el módulo Bluetooth. La decisión se basa en que la mayoría de los pacientes tienen un dispositivo convencional, que no cuenta con tecnología de comunicación.

Presión Arterial

The form titled 'Nueva Medida de Presión Arterial' has three input fields: 'SYS (mmHg)' with the value 175, 'DIS (mmHg)' with the value 96, and 'Pulso (Bpm)' with the value 89. A green 'Guardar' button is at the bottom.

Figura 11. Registro de presión arterial. Fuente: los autores.

El paciente puede almacenar, las veces que considere necesario, las medidas que tenga que hacerse diariamente, y almacenarlas en el dispositivo móvil.

Medidas de Presión Arterial

20 DIC	SYS 185 mmHg	DIS 98 mmHg	PULSO 95 Bpm	Hipertensión grado 3
Miércoles 20, Diciembre 2017, 06:06 PM				
26 NOV	SYS 130 mmHg	DIS 85 mmHg	PULSO 80 Bpm	Normal alta
22 NOV	SYS 146 mmHg	DIS 90 mmHg	PULSO 85 Bpm	Hipertensión grado 1
08 NOV	SYS 165 mmHg	DIS 95 mmHg	PULSO 90 Bpm	Hipertensión grado 2

Figura 12. Lista de mediciones de presión arterial. Fuente: los autores.

El paciente puede listar sus medidas de presión arterial las cuales se muestran en forma cronológica. En la figura 12, se muestra la lista de las mediciones del paciente, la cual muestra la fecha de la medición, el resultado de la presión sistólica, la presión diastólica, el pulso y su clasificación según los rangos definidos en la tabla 1.

Además del histórico en lista, el paciente puede mostrar una gráfica de las tendencias de sus medidas de presión arterial en un periodo de tiempo determinado, como se muestra en la figura 13.

En la gráfica el paciente puede ver las tres medidas obtenidas (presión sistólica, diastólica y pulso), el paciente puede colocarse en cada uno de los puntos y se mostrará la medida almacenada.

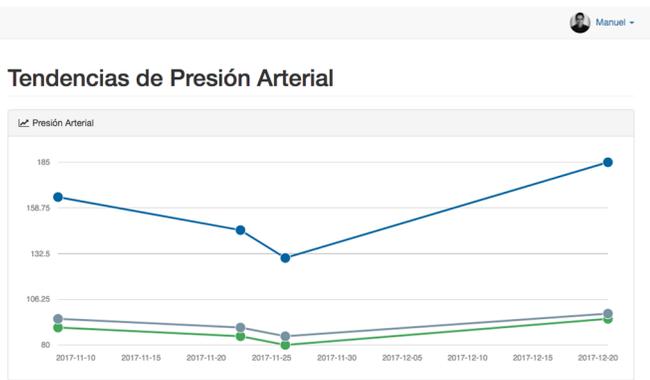


Figura 13. Tendencias de presión arterial. Fuente: los autores.

El paciente puede revisar además de la presión arterial, el peso. El sistema con base en el peso y la talla, calcula el índice de masa corporal (IMC). Este elemento es importante debido a que el sobrepeso, es considerado como un factor de riesgo para padecer de hipertensión arterial. El paciente debe controlar, además de la presión arterial, el peso según transcurra el tiempo.

El peso y el IMC se pueden visualizar, al igual que la presión arterial, en formato de lista y gráfica.

7. Prueba de rendimiento y seguridad de la plataforma

Uno de los elementos importantes antes de poner en marcha la plataforma, es evaluar la seguridad de los datos almacenados en el servidor. Esto radica en que toda la información que ofrecen los pacientes, ha sido dada bajo consentimiento propio, con la condicionante que se asegure la integridad y almacenamiento de esos datos. Para ello, se han revisado aspectos relacionados con la vulnerabilidad, para ofrecer una plataforma segura.

7.1 Seguridad de la plataforma

Se realizó una evaluación del certificado SSL de la plataforma web el cual obtuvo un resultado calificativo de A+ como se puede observar en la figura 14. Para esta prueba se utilizó una de las herramientas de *SSL Labs*. Este servicio online gratuito realiza un análisis profundo de la configuración de cualquier servidor web SSL en la Internet pública [11].

Este certificado SSL fue generado utilizando la herramienta de cifrado *Let's Encrypt*. *Let's Encrypt* es una Autoridad de Certificado (CA) libre, automatizada y abierta, ejecutada para beneficio del público. Es un

servicio proporcionado por *Internet Security Research Group (ISRG)* [12].

Como se puede observar en la figura 15, se realizaron pruebas de vulnerabilidades en la plataforma web utilizando la herramienta de OWASP ZAP para pruebas de penetración en sitios web.

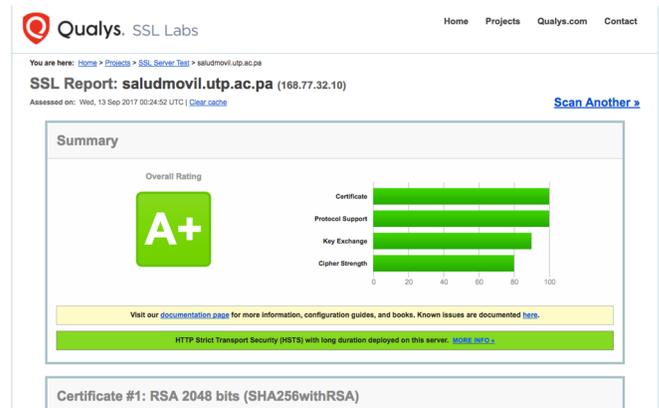


Figura 14. Reporte SSL Labs. Fuente: [11].

Luego de realizar la prueba se encontraron algunas incidencias menores como Error Page Path Disclosure, Login Page password-guessing attack, TRACE method habilitado, Broken links y otros, los cuales fueron mitigados después de realizadas las pruebas de vulnerabilidad.

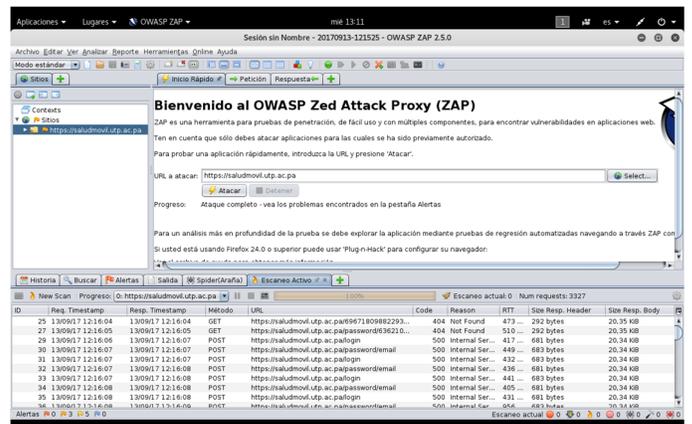


Figura 15. OWASP ZAP test de penetración. Fuente: [12].

Posterior al análisis de seguridad y rendimiento de la plataforma se procederá evaluar aspectos de funcionalidad, diseño y adaptabilidad por parte de los usuarios finales quienes usarán la plataforma por un periodo de tres meses.

Durante estos tres meses tanto los especialistas de la salud como los pacientes, serán encuestados para conocer su experiencia de usuario.

8. Conclusiones

El desarrollo de tecnologías que faciliten el procesamiento y almacenamiento de datos de pacientes, son una solución apropiada para la toma de decisiones en cuanto a tendencias de una enfermedad. Luego de desarrollado este proyecto hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- En este proyecto presenta una solución para las personas que necesitan de alguna manera, tener datos actualizados sobre el comportamiento de su presión arterial. Esta solución no está centrado solamente a pacientes hipertensos, sino que le permite a otro que aún no son hipertensos, controlar sus datos de presión arterial. Un paciente informado puede hacer mejor manejo de su enfermedad.
- Por otro lado, se ofrece una solución para los médicos, que pueden visualizar los datos históricos de pacientes (previo consentimiento del paciente) y así ofrecer un diagnóstico más rápido y eficiente tomando en cuenta información pasada y presente.
- Esta plataforma, además de gestionar los datos del paciente, nos permitirá generar estadísticas del comportamiento de la hipertensión según diferentes indicadores. Toda esta información es relevante para el área de salud, ya que nos facilita el desarrollo de planes de prevención. En nuestro país no se cuenta con estadísticas oportunas para la correcta toma de decisiones en aspectos de salud, lo que no permite una correcta gestión de planes de prevención y educación para la población. Esta plataforma permite el almacenamiento de datos de pacientes que posteriormente pueden ser utilizados por esas instituciones de salud e investigadores para desarrollar otros estudios sobre el impacto de la hipertensión en el país.
- Luego de sometidos los diferentes módulos a revisión de vulnerabilidad, podemos ver que tanto los datos como la estructura de la plataforma están desarrolladas con base en estándares de seguridad y alto rendimiento.
- Este proyecto tiene un alto impacto sobre la comunidad científica, ya que se promueve la salud a través del desarrollo de la solución tecnológica que proponemos en donde se pone la tecnología al servicio de la sociedad, además de que el proyecto

abarca uno de los grandes desafíos que tiene el país, en el aspecto de ciencia, investigación, desarrollo tecnológico e innovación en la gestión de datos en el sector salud.

Como proyectos futuros tenemos la integración de enfermedades como diabetes y problemas de obesidad que son factores de riesgos relacionados entre las enfermedades crónicas existentes. Al ser una plataforma adaptable, la integración de nuevas enfermedades se hace de forma transparente.

9. Agradecimientos

Agradecemos a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) por el apoyo financiero del proyecto ITE15-01, a la Fundación Tecnológica de Panamá, a la Universidad Tecnológica de Panamá y muy especialmente a los especialistas en salud que nos han apoyado con información relevante. El primer autor es miembro del SNI como Investigador Nacional I.

10. Referencias

- [1] Presión arterial y su salud. (2016). 1st ed. [pdf] American Society of Hypertension, pp.3-4. Disponible en la web: <https://www.ash-us.org/documents/BloodPressureHealthSpanish.pdf> [Consultado el 12 de septiembre de 2016].
- [2] Minsa.gob.pa. (2016). Día Mundial de la Hipertensión Arterial (HTA). [en línea] Disponible en la web: <http://www.minsa.gob.pa/noticia/dia-mundial-de-la-hipertension-arterial-hta> [Consultado el 18 de septiembre de 2016].
- [3] La Estrella de Panamá. (2014). Un 33% de población adulta en Panamá sufre de hipertensión arterial. [en línea] Disponible en la web: <http://laestrella.com.pa/vida-de-hoy/salud/94-millones-personas-mueren-cada-hipertension-arterial/23807287> [Consultado el 18 de septiembre de 2016].
- [4] Saludpanama.com. (2016). Hipertensión Arterial: el asesino silencioso. [en línea] Disponible en la web: <http://www.saludpanama.com/hipertension-arterial-el-asesino-silencioso> [Consultado el 18 de septiembre de 2016].
- [5] Villarreal, Vladimir. (2016). AmIHEALTH: desarrollo de soluciones móviles para entornos de salud y dependencia. Casos iniciales Hipertensión Arterial y Diabetes. 1st ed. p.5.
- [6] Es.wikipedia.org. (2017). Hipertensión arterial. [en línea] Disponible en la web: https://es.wikipedia.org/wiki/Hipertensi%C3%B3n_arterial [Consultado el 14 de mayo de 2017].
- [7] Anguita Sánchez, M. (2013). Comentarios a la guía de práctica clínica de la ESC/ESH sobre manejo de la hipertensión arterial de la Sociedad Europea de Cardiología y la Sociedad Europea de Hipertensión 2013. Un informe del Grupo de Trabajo del Comité de Guías de Práctica Clínica de la Sociedad Española

- de Cardiología. [en línea] Disponible en la web: <http://www.revespcardiol.org/es/comentarios-guia-practica-clinica-esc-esh/articulo/90249386/> [Consultado el 15 de mayo de 2015].
- [8] Somerville, I. and Alfonso Galipienso, M. (2005). Ingeniería del software. 1st ed. Madrid: Pearson Education, pp.63-64.
- [9] Presuman, R. (2010). Ingeniería del software. 1st ed. México: McGraw-Hill, p.37.
- [10] www.tutorialspoint.com. (2017). MVC Framework Introduction. [en línea] Disponible en la web: https://www.tutorialspoint.com/mvc_framework/mvc_framework_introduction.htm [Consultado el 15 de mayo de 2017].
- [11] SSL Server Test. (n.d.). Retrieved September 13, 2017, [en línea] Disponible en la web <https://www.ssllabs.com/ssltest/index.html> [Consultado el 13 de Septiembre de 2017].
- [12] About Let's Encrypt. (n.d.). Retrieved September 13, 2017, [en línea] Disponible en la web <https://letsencrypt.org/about/> [Consultado el 13 de Septiembre de 2017].