

AmIHEALTH: Plataforma web para el seguimiento y control de pacientes con problemas de hipertensión arterial en Panamá

AmIHEALTH: Web platform for the monitoring and control of patients with arterial hypertension in Panamá

Manuel Samudio¹, Vladimir Villarreal¹
¹Grupo de Investigación GITCE, Universidad Tecnológica de Panamá
¹manuel.samudio@utp.ac.pa, ¹vladimir.villarreal@utp.ac.pa

Resumen— En este artículo, se presenta una plataforma web que permite el seguimiento de pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles, como la hipertensión arterial. Esta plataforma web permite almacenar los datos de los pacientes, el registro histórico y las tendencias de las medidas almacenadas, una lista de los alimentos que se consumen, alertas y recomendaciones de acuerdo a los rangos de mediciones obtenidas. A través de esta aplicación web, también podemos generar estadísticas sobre medidas promedio en un tiempo dado, por edad, por región, por fecha específica.

Palabras claves— Presión Arterial, Aplicaciones Web, Ingeniería de Software, Servicios Web, Hipertensión.

Abstract— In this article, we want to present a web platform that allows the monitoring of patients with chronic diseases such as arterial hypertension. This web platform allows storing patient data, historical record and trends of stored measures, a list of foods consumed, alerts and recommendations according to the ranges of measurements obtained. Through this web application, you can also generate statistics on average measures in a given time, by age, by region, by specific date.

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 preliminar de la plataforma web *AmIHEALTH* que permitirá 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.

2. Antecedentes

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

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 si 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 web se propone la creación de un prototipo inicial 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 que formen una “suite” que fortalezcan la plataforma.

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 pretende desarrollar 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 ofrecerán 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. Definición y clasificación de la Hipertensión 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 microvascular, 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 cardio vasculares 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].

Tabla 1. Clasificación de la presión arterial.

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	≥ 180	y/o	≥ 110
HTA sistólica aislada	≥ 140	y	< 90

En Panamá según la guía nacional de hipertensión arterial del 2004, se considera hipertensión arterial como una presión arterial sistólica mayor o igual a 140 mmHg o una presión arterial diastólica mayor o igual a 90 mmHg

y para diabéticos y nefrópatas una presión sistólica mayor o igual 130 mmHg o una presión arterial diastólica mayor o igual a 80 mmHg, todas las mediciones por debajo de estos rangos se consideran una presión arterial normal.

Luego de considerar las clasificaciones propuestas de estudios mas 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 (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 éstas [8].



Figura 1. Modelo de proceso evolutivo.

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”). Éste 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. Éste se entrega y es evaluado por los participantes, que dan retroalimentación a para mejorar los requerimientos. La iteración ocurre a medida de 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 2. Paradigma de hacer prototipos.

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 esta construida la aplicación.

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.

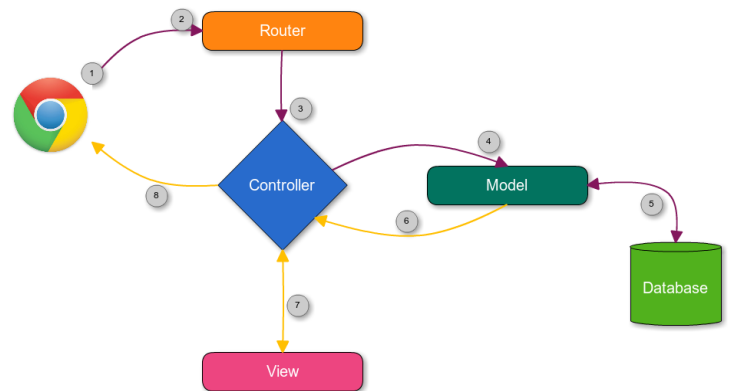


Figura 3. Arquitectura MVC.

5.1.2 Arquitectura de la Plataforma

La arquitectura propuesta para el desarrollo es de una plataforma tecnológica que permita el seguimiento de pacientes a través de dispositivos móviles, sistemas web y dispositivos biométricos. 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, Computer) 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, los alimentos consumidos, las recomendaciones generadas.

A través de la creación de esta aplicación se ofrecerán soluciones tecnológicas que permitan a los pacientes una mejor y más oportuna vigilancia y control de su enfermedad, ofreciendo respuestas constantes en el momento adecuado y facilitando la comunicación médico-paciente.

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.

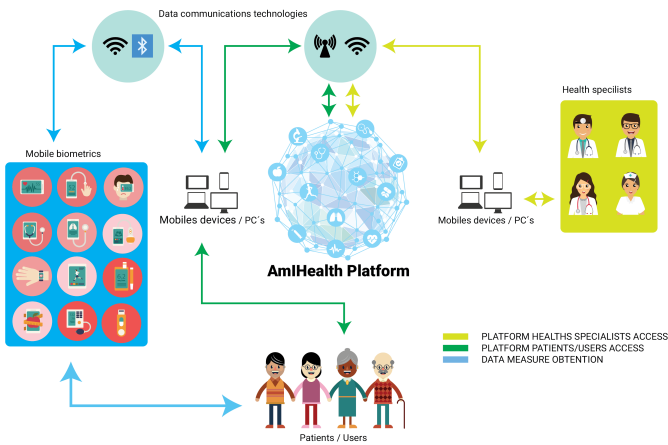


Figura 4. Esquema de la plataforma AmiHEALTH.

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), que permite autorización segura de una API de modo estándar y simple para aplicaciones de escritorio, móviles y web. Este protocolo de autorización le permite a los usuarios de la aplicación móvil interactuar con la plataforma AmiHEALTH utilizando las rutas *Restful API*, donde el *Middleware Oauth 2.0* autentifica los usuarios y les permite utilizar las diferentes funcionalidades de la plataforma.

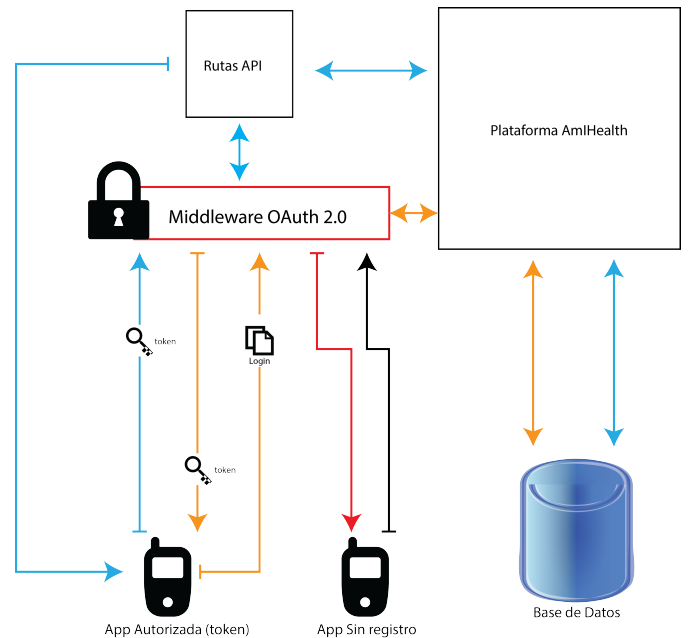


Figura 5. Arquitectura del Servicio.

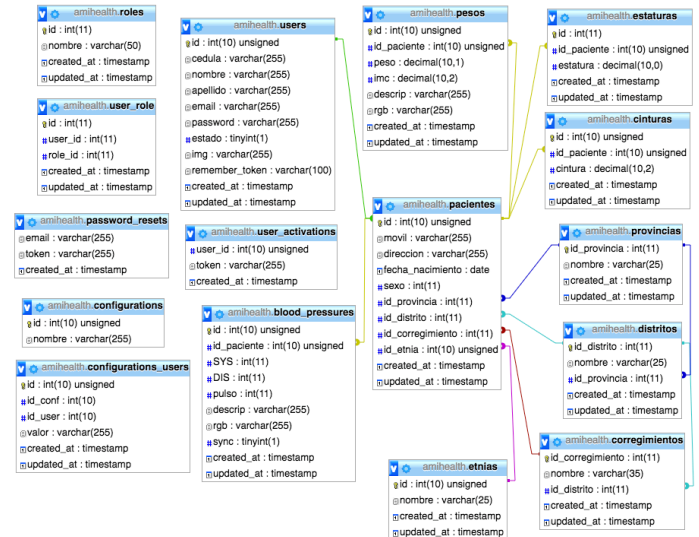


Figura 6. Esquema de la Base de Datos AmiHEALTH.

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. 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. Desarrollo de la propuesta

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.

6.1 Registro de usuario

Para el registro de usuario en la plataforma hemos implementado el proceso de autenticación de usuario (véase la Figura 7).

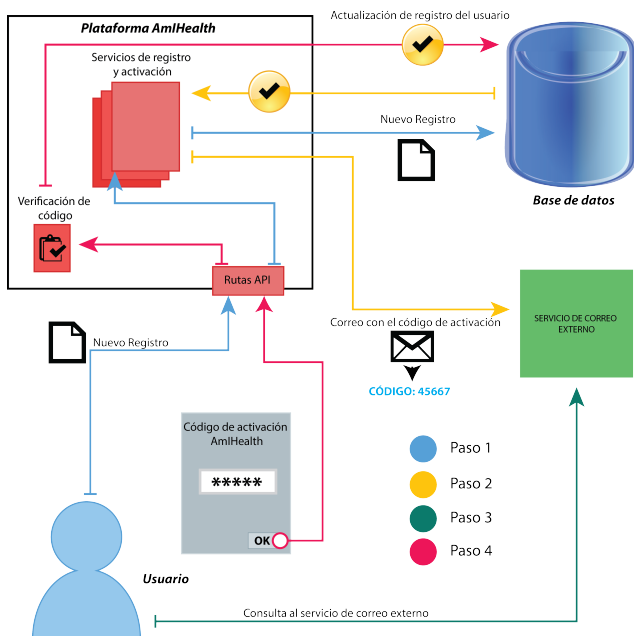


Figura 7. Proceso de autenticación de usuario.

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(Figura 8).

La imagen muestra la interfaz de usuario para el registro en la plataforma AmIHealth. El formulario incluye campos para: ID Number, First Name, Last Name, Email, Password, Confirm Password, Phone, Address, Birthday, Gender, Province, District, Corregimiento, Ethnicity, Height(cm), y Weight(kg). Hay un botón 'Registrar' al final del formulario.

Figura 8. Vista del registro.

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. Si el usuario no está registrado, debe hacer clic en el enlace de registro (Figura 9).

La imagen muestra la interfaz de usuario para el inicio de sesión en la plataforma AmIHealth. El formulario incluye campos para: E-Mail Address, Password, un checkbox 'Remember Me' y un botón 'Login'. Hay un enlace 'Forgot Your Password?'.

Figura 9. Vista del login.

6.3 Dashboard

La figura 10 *dashboard* del paciente, el cual muestra 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 por el paciente. Además, tiene una barra lateral que muestra las diferentes acciones que el paciente puede utilizar, como la adición de una nueva medición de la presión arterial.

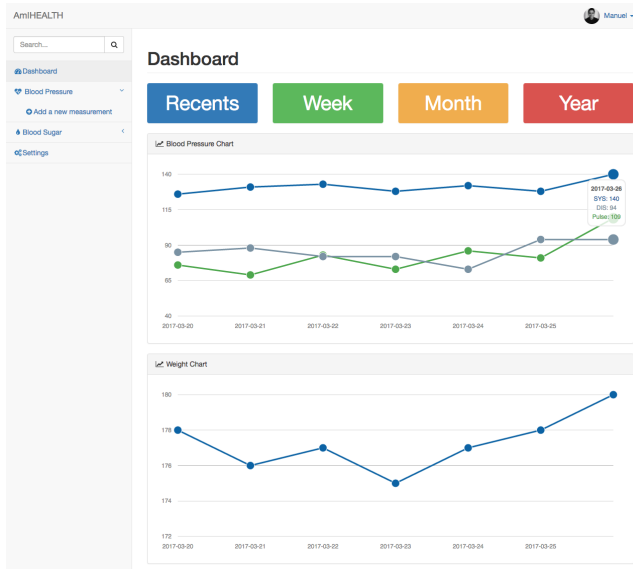


Figura 10. Vista del Dashboard.

6.4 Mediciones de presión arterial

En la figura 11 se muestra la vista de registro de una nueva medición de la presión arterial. El paciente debe introducir los valores manualmente de la presión sistólica y diastólica, estos valores deben ser dados en mmHg y el valor del pulso en Bpm.

The screenshot shows the 'Blood Pressure' measurement form in the AmIHEALTH application. The form is titled 'New Blood Pressure Measurement' and contains three input fields: 'SYS (mmHg)' with the value 144, 'DIA (mmHg)' with the value 87, and 'Pulse (Bpm)' with the value 96. A green 'Done' button is located at the bottom right of the form. The sidebar on the left is identical to the one in Figure 10.

Figura 11. Vista de medición de presión arterial.

7. 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.

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.

8. Agradecimientos

Agradecemos a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) por el apoyo financiero del proyecto ITE15-001, a la Universidad Tecnológica de Panamá y muy especialmente a los especialistas en salud que nos han apoyado con información relevante. El segundo autor es miembro del SNI como Investigador Nacional I.

9. 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 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] Sommerville, I. and Alfonso Galapienso, M. (2005). Ingeniería del software. 1st ed. Madrid: Pearson Educación, pp.63-64.
- [9] Pressman, 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].