

Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria

Condor Camara, Daniel¹
Nolasco Cardenas, Oscar Patricio²
Carrasco Escobar, Gabriel³
Egoavil Ayala, Miguel⁴

¹ Universidad Peruana Cayetano Heredia/Unidad de Informática Biomédica en Salud Global, Lima, Perú, daniel.condor.c@upch.pe

² Universidad Peruana Cayetano Heredia/Facultad de Ciencias y Filosofía, Lima, Perú, oscar.nolasco.c@upch.pe

³ Universidad Peruana Cayetano Heredia/Instituto de Medicina Tropical Alexander von Humboldt, Lima, Perú, gabriel.carrasco@upch.pe

⁴ Universidad Nacional Mayor de San Marcos/Facultad de Medicina - Unidad de Telesalud, Lima, Perú, miguelrip1d@gmail.com

Resumen: Las enfermedades transmitidas por vectores representan el 17% de todas las enfermedades infecciosas en el mundo. En Perú, se ha reportado que la incidencia de Malaria y Dengue ha aumentado en los últimos años, junto a brotes de Zika y Chikungunya. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son alternativas para la visualización de casos reportados, seguimiento y mostrar la situación epidemiológica en lugares específicos. Objetivo: Desarrollo y evaluación de un sistema de información geográfico integrado que permita reportar y diferenciar las enfermedades de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria. Método: Estudio de tipo descriptivo del desarrollo del sistema. Resultados: Elaboración de encuesta virtual con geolocalización. Desarrollo del SIG con herramientas de navegación, análisis, capas de mapas, entre otros. Validación con 915 registros utilizando todas las herramientas desarrolladas. Conclusiones: El aporte de visualización en tiempo real puede mejorar la toma de decisión más oportuna.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica; Malaria; Dengue; Virus Zika; Virus Chikungunya.

Summary: Vector-borne diseases account for 17% of all infectious diseases in the world. In Peru, it has been reported that the incidence of Malaria and Dengue has increased in recent years, along with outbreaks of Zika and Chikungunya. The Geographic Information Systems (GIS) are alternatives for the visualization of reported cases, monitoring and showing the epidemiological situation in specific places. Objective: Development and evaluation of an integrated geographic information system that allows the reporting and differentiation of Zika, Dengue, Chikungunya and Malaria diseases. Method: Descriptive study of the development of the system. Results: Preparation of virtual survey with geolocation. Development of the GIS with navigation tools, analysis, map layers, among others. Validation with 915 records using all tools developed. Conclusions: The contribution of visualization in real time can improve the decision making more opportune.

Keywords: Geographic Information Systems; Malaria; Dengue; Zika Virus, Chikungunya Virus.

I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por vectores representan el 17% de todas las enfermedades infecciosas en el mundo,¹ además de ello existe un riesgo que el 35% de la población mundial se pueda contagiar de una de estas enfermedades,² principalmente en países de climas tropicales, lo cual se hace aún más importante por el cambio climático que ha reportado nuevos casos en zonas donde antes no se reportaban estas patologías. Si sumamos los nuevos brotes como el Zika, Chikungunya y últimamente el Mayaro, el riesgo de contagio es mayor.

En Perú, se ha reportado que la incidencia de Malaria³ y Dengue⁴ ha venido en aumento en los últimos años, según los reportes de la Dirección General de Epidemiología (DGE), a estos se suman los brotes del Chikungunya⁵ el 2015 y el Zika⁶ el 2016. Reportar estos brotes en Perú es un proceso que tiene varios pasos una vez tomada la muestra, esta primero deberá de pasar por exámenes de laboratorio para confirmar el caso, posterior a ello los establecimientos reciben el resultado y es informado al sistema “NOTI SP” de la DGE.⁷ De las enfermedades mencionadas el Dengue figura de notificación inmediata, la Malaria semanal, Zika y Chikungunya están incluidos dentro del sistema de vigilancia epidemiológica. Esperar los resultados de los análisis puede llegar a tomar, en el mejor de los casos, hasta 20 días, como es el caso de Zika. Si bien los reportes de DGE son semanales y son presentados en la Sala Situacional de su página web, estos datos son estáticos y hay retrasos en los envíos de hasta de 2 semanas.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)⁸ son alternativas para la visualización de casos reportados, seguimiento y mostrar la situación epidemiológica de regiones y lugares específicos, son varias experiencias, especialmente con Malaria⁹, quienes han reportado una mejor distribución de la Malaria en su región,^{10,11} ubicación de la caracterización geográfica idónea del vector, patrones de asentamiento en zonas rurales, probabilidades socio-ambientales del asentamiento de la Malaria en zonas rurales,¹² condiciones socio-ambientales, zonas de reproducción,¹¹ entre otros.

Los actuales sistemas de información que utiliza la DGE o el MINSA necesitan mayor desarrollo, especialmente si se tiene en mente transmitir información en tiempo real. El proceso que siguen estos reportes necesita simplificarse, sobre todo en zonas de alta prevalencia como la Amazonía, donde los brotes de enfermedades transmitidas por vectores necesitan ser reportadas inmediatamente para tomar decisiones oportunas.

Integrar sistemas de información enfocados en estas enfermedades, hace posible reportar en tiempo real los nuevos casos de estas enfermedades, es decir, en el punto de toma de muestra. No sólo es el uso de los SIG,¹³ sino hay que sumarle otras tecnologías,¹⁴ como pruebas en el lugar de atención (point-of-care), telefonía móvil, aplicativos para la captura de datos, etc.; que potencien la utilidad y el desarrollo de los SIG. La brecha entre la toma de muestra y el punto de reporte puede ser disminuido, los datos llegarían oportunamente a los tomadores de decisión, a nivel local, regional y nacional, potenciando las acciones prevenibles, mejorar la respuesta en casos de epidemias, así mismo sincerar la cantidad de datos reportados.

Teniendo en cuenta que es muy importante conocer estos datos tanto en tiempo real, como la ubicación de estos en un sistema de georreferencia, para determinar o predecir un posible brote, se hace pertinente desarrollar un sistema basado en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para

reducir la brecha en el reporte; de esta manera los decisores en salud podrán tener datos de calidad y mejorar sus indicadores.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar y evaluar un sistema de información geográfico integrado que permita reportar y diferenciar las enfermedades de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria. El presente trabajo forma parte como uno de los estudios a realizar del proyecto “Círculo para la implementación de una plataforma de diagnóstico molecular diferencial y TICs para la vigilancia de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria”, gracias al apoyo y financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica – CIENCIACTIVA.

II. MÉTODOS

Estudio de tipo descriptivo del desarrollo de un Sistema de Información Geográfica Integrado (SIG, teléfonos móviles y sistemas web).

El desarrollo del sistema integrado utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG, teléfonos móviles y sistemas web), constará de acceso local y de sincronización a través de Internet:

1. Ingreso de resultados en el punto de toma. A través de una aplicación en un dispositivo móvil.
2. Georeferenciación del punto de toma.
3. Monitoreo de información de la información enviada.
4. Plataforma de comunicación entre el personal de salud, directivos y autoridades.
5. Apoyar el monitoreo de zonas de riesgo, y brindar análisis estadísticos de los indicadores.

Dividida en 3 fases. El estudio se lleva a cabo de setiembre de 2017 a diciembre de 2019, la ejecución será en la ciudad de Lima y la ciudad de Iquitos – Loreto – Perú.

Fase 1: Desarrollo del Sistema:

Utilizando metodología formativa a través de observaciones directas de los formatos de notificación inmediata para enfermedades transmitidas por vectores: Dengue, Malaria, Zika, Chikungunya. Se elaboró los diseños de productos y la detección de los requerimientos del usuario con la finalidad de lograr un alto impacto en la satisfacción de los usuarios finales.

Fase 2: Validación del aplicativo y ajustes.

Piloto de implementación del aplicativo, se contará con dos pilotos de validación del prototipo del sistema, enfocado en la funcionalidad. Se desarrollaron pruebas de uso a los usuarios finales (personal de salud y promotores) para evaluar: funcionalidad, confiabilidad, utilidad, eficiencia, mantenibilidad, portabilidad. Estas validaciones se realizarán en abril y junio de 2017.

Con ellos vamos a constatar el correcto funcionamiento del sistema y el flujo del trabajo antes de su implementación.

Fase 3: Evaluación del aplicativo.

Validación en campo con personal de salud. Se evalúa el funcionamiento del Sistema. Se llevará a cabo en comunidades con prevalencia de enfermedades transmitidas por vectores de la Región Loreto durante el año 2019.

Instrumento:

Utilizaremos el cuestionario de percepción de utilidad y usabilidad, basado en el cuestionario de Davis, FD (1989). La percepción de utilidad, facilidad de uso percibida, y la aceptación de los usuarios de la tecnología de la información.

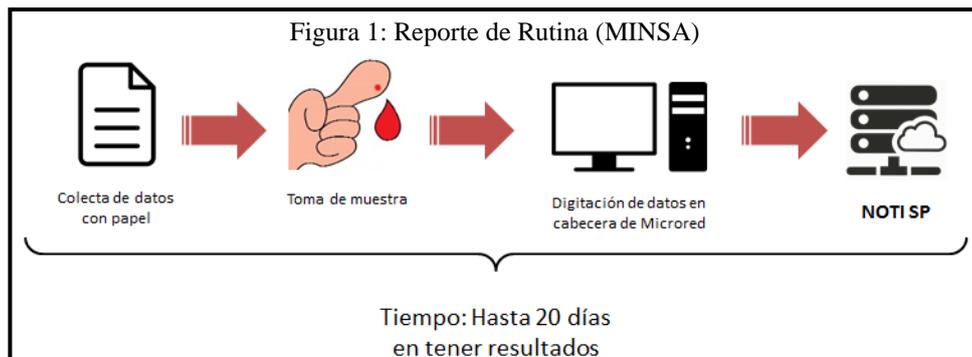
El cuestionario ha sido modificado según las necesidades de la investigación.

III. RESULTADOS

A. Fase 1: Desarrollo del Sistema:

Basal:

Se observó el flujo de información de la notificación de las enfermedades transmitidas por vectores a la cual llamamos Reporte de Rutina (MINSA) (figura 1).



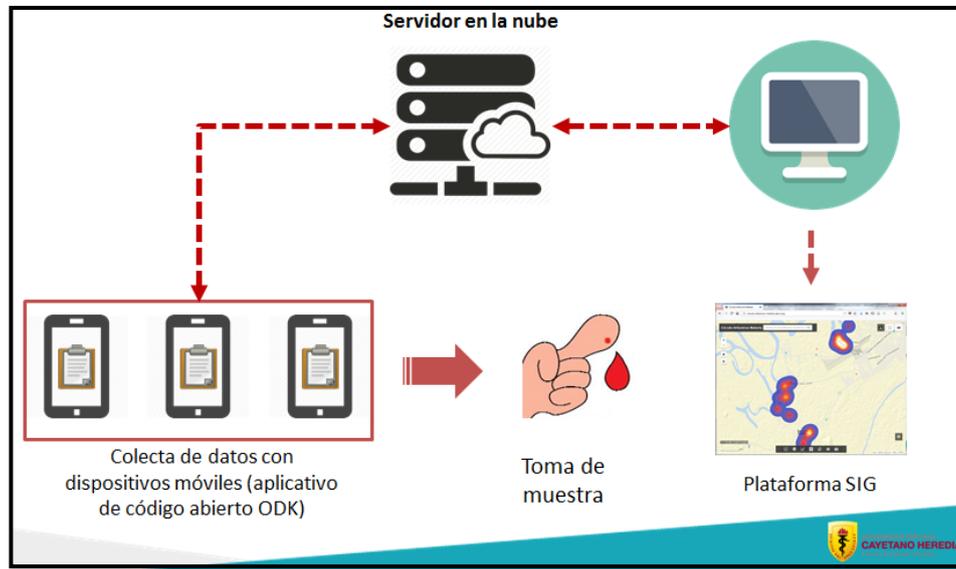
Fuente: Elaboración propia

Colectamos 5 formatos de notificación inmediata:

- Ficha de notificación clínica epidemiológica para Dengue.
- Ficha de notificación clínica epidemiológica para Malaria.
- Registro semanal de notificación epidemiológica individual para Dengue, Malaria, Zika y Chikungunya.
- Censo familiar para zonas de incidencia de enfermedades transmitidas por vectores.
- Ficha individual de registro de zonas de incidencia de enfermedades transmitidas por vectores.

Terminado la observación de las fichas se propuso el flujo que la información seguiría utilizando el sistema integrado (figura 2).

Figura 2: Propuesta de Reporte del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

Desarrollo Encuesta virtual:

Basado en las fichas observadas se armaron encuestas virtuales de colecta de datos utilizando el aplicativo web Open Data Kit (ODK) v1.13.2, que es un conjunto de herramientas gratuitas y de código abierto para la creación y administración de cuestionarios utilizando tecnología móvil como celulares o tabletas. Los datos recogidos por el aplicativo son: demográficos, geolocalización, enfermedades transmitidas por vectores, muestra para diagnóstico.

El aplicativo genera un archivo en formato CSV, este archivo puede ser leído por diferentes programadas estadísticas y SIG.

Desarrollo del Sistema de Información Geográfica:

Arquitectura:

Para el desarrollo del Sistema de Información Geográfica que permita identificar los brotes de Malaria, Dengue, Chikungunya y Zika se ha utilizado el modelo de la arquitectura de ESRI, proveedor mundial de software GIS.

Sistema de Información Geográfica - GIS:

El GIS, está basado sobre la plataforma de software GIS de la familia ESRI. Para el desarrollo de la interface web se ha usado Java Script, como plataforma dinámica de presentación de mapas ágiles e interactivos.

Las principales herramientas del GIS:

1. Herramienta de navegación del mapa, permite la movilización dentro del mapa.
2. Herramientas de análisis de información, permite visualizar en forma gráfica estadística los datos contenidos de archivos en formato CSV.
3. Selector de mapa base topográfico e imagen de satélite.
4. Visualización de escala y sistema de coordenadas geoespaciales.

5. Capas de visualización.
6. Herramienta de consulta por búsqueda de indicadores específicos.

B. Fase 2: Validación del aplicativo y ajustes.

La validación del aplicativo se llevará a cabo entre los meses de Abril y Junio de 2018, en la región de Loreto Perú y la región de Piura.

Primera Validación en la Región Loreto:

Ejecutado en la ciudad de Iquitos, se colectó información de 915 individuos, previo consentimiento informado de los participantes.

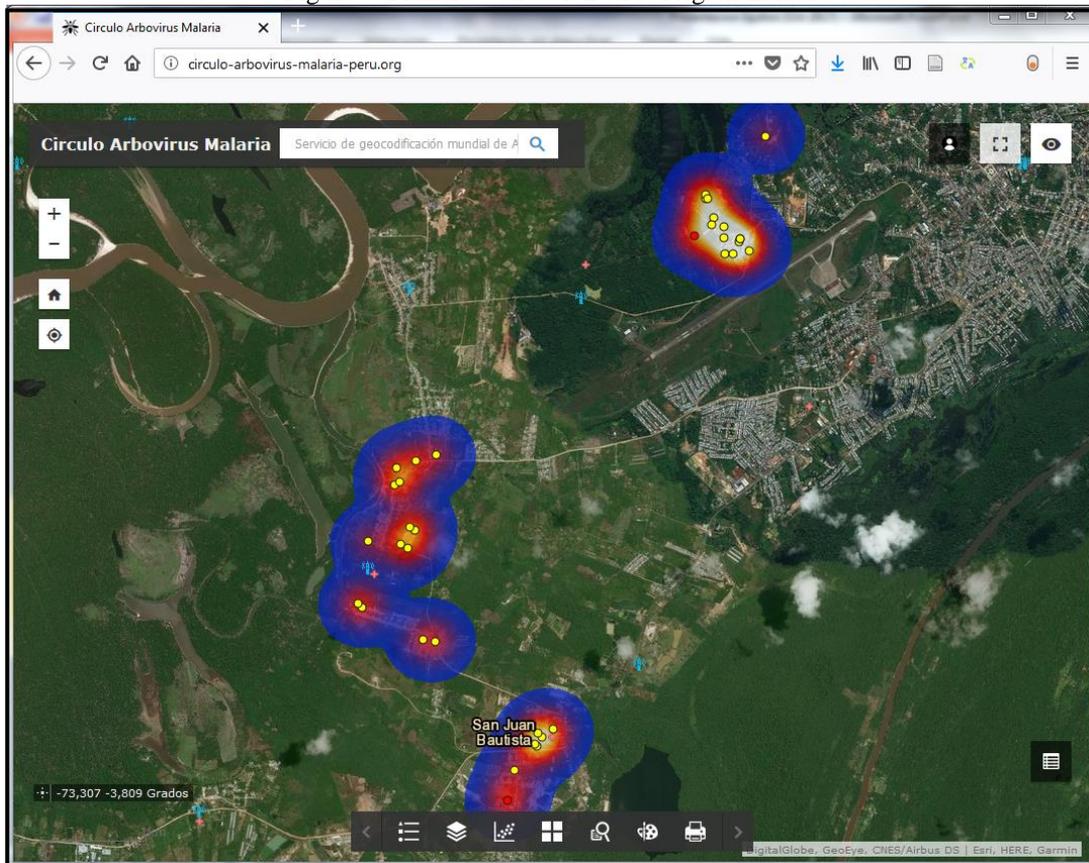
Utilizando tablets con el programa ODK se obtuvo la geolocalización e información relevante para el estudio.

Luego se procedió a subir al sistema de información geográfica donde la información se encuentra bajo diferentes capas de visualización (Figura 3).

3 comunidades de la ciudad de Iquitos – Región Loreto, participaron de la primera validación.

Casos reportados de Dengue fueron 43 (4,7%) y 26 (2,8%) de Malaria. El sistema permite ver el área de influencia y su rango de propagación y su cercanía los establecimientos de salud.

Figura 3: Primera Validación en la Región Loreto



Fuente: Círculos Arbovirus Malaria (<http://circulo-arbovirus-malaria-peru.org/>)

C. Fase 3: Evaluación del aplicativo.

La fase 3 se ejecutará después de la validación y ajustes al sistema.

IV. CONCLUSIONES

- Las TICs siguen disminuyendo las brechas digitales, permitiendo contar con información en tiempo real.
- La integración de tecnologías para mejorar la salud de las personas puede demostrar flujos más eficientes.
- El aporte de visualización en tiempo real puede permitir toma de decisiones más oportunas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS. Control y eliminación del Paludismo por Plasmodium Vivax: Informe técnico. ACW, Londres. Biblioteca de la OMS; 64 p.
2. Fiordelli M, Diviani N, Schulz PJ. Mapping mHealth Research: A Decade of Evolution. J Med Internet Res. 2013 May 21;15(5):e95.
3. Keddem S, Barg FK, Glanz K, Jackson T, Green S, George M. Mapping the urban asthma experience: Using qualitative GIS to understand contextual factors affecting asthma control. Soc Sci Med 1982. 2015 Sep;140:9–17.
4. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades - MINSA. Casos de malaria por departamentos Perú 2016. MINSA; Report No.: Sem 41.
5. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades - MINSA. Casos de dengue por departamentos Perú 2016. MINSA; Report No.: Sem 41.
6. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades - MINSA. Distribución semanal de los casos de Chikungunya, Perú 2015-2016. MINSA; Report No.: Sem 41.
7. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades - MINSA. Distribución de casos de enfermedad por virus Zika (EVZ), según origen y SE de inicio de síntomas, Perú - 2016. MINSA;
8. Fuller DO, Troyo A, Alimi TO, Beier JC. Participatory Risk Mapping of Malaria Vector Exposure in Northern South America using Environmental and Population Data. Appl Geogr Sevenoaks Engl. 2014 Mar 1;48:1–7.
9. de Oliveira EC, dos Santos ES, Zeilhofer P, Souza-Santos R, Atanaka-Santos M. Spatial patterns of malaria in a land reform colonization project, Juruena municipality, Mato Grosso, Brazil. Malar J. 2011 Jun 26;10:177.
10. De Oliveira EC, dos Santos ES, Zeilhofer P, Souza-Santos R, Atanaka-Santos M. Geographic information systems and logistic regression for high-resolution malaria risk mapping in a rural settlement of the southern Brazilian Amazon. Malar J. 2013 Nov 15;12:420.
11. Gong J, Geng J, Chen Z. Real-time GIS data model and sensor web service platform for environmental data management. Int J Health Geogr. 2015 Jan 9;14(1):2.

12. Delgado-Petrocelli L, Camardiel A, Aguilar VH, Martinez N, Córdova K, Ramos S. Geospatial tools for the identification of a malaria corridor in Estado Sucre, a Venezuelan north-eastern state. *Geospatial Health*. 2011 May 1;5(2):169–76.
13. Montana L. Geographic Information Systems. In: *International Encyclopedia of Public Health* [Internet]. Elsevier; 2008 [cited 2015 Aug 15]. p. 56–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123739605003348>
14. Makanga PT, Schuurman N, von Dadelszen P, Firoz T. A scoping review of geographic information systems in maternal health. *Int J Gynecol Obstet*. 2016 Jul;134(1):13–7