

Monitoreo de la vigilancia, prevención y control de las enfermedades transmitidas por el *Aedes aegypti*

Surveillance monitoring, prevention and control of diseases transmitted by Aedes Aegypti

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e6.625.026>

Fernando Viterbo Sinche-Crispín ^{1,*}

<https://orcid.org/0000-0002-8418-7831>

Lipselotte de Jesús Infante Rivera ¹

<https://orcid.org/0000-0001-6094-1070>

Magno Teófilo Baldeón-Tovar ²

<https://orcid.org/0000-0002-6752-0735>

Luz Edga Medina-Pelaiza ²

<https://orcid.org/0000-0001-6327-7208>

Rafael Edwin Gordillo-Flores ²

<https://orcid.org/0000-0002-0976-6745>

Recibido: 12/05/2022

Aceptado: 17/08/2022

RESUMEN

La actual propuesta metodológica se enmarca en los dos primeros objetivos del Plan Nacional de la Lucha contra el Dengue, que son promover, coordinar y facilitar la implementación de estrategias eficaces y oportunas para el control y tratamiento del dengue, con especial énfasis en las zonas geográficas del país que presentan alto riesgo potencial epidémico de dicha enfermedad, y gestionar la cooperación técnica destinada al control y manejo del dengue. En la fase inicial, se determinaron las actividades y variables sensibles a monitoreo, en base a los objetivos e indicadores identificados dentro del marco técnico y normativo vigente en el Perú y el marco sanitario establecido por la OMS, correspondientes a la vigilancia, prevención y control, pero, además, a la promoción de prácticas saludables. Luego, se definieron los requerimientos no funcionales de la plataforma de monitoreo para el desarrollo de un aplicativo accesible a través de un navegador en cualquier dispositivo con acceso a internet, a ser alojado en la plataforma de Cloud Computing. Posteriormente, se realizó el flujograma para el monitoreo de la clasificación de escenarios epidemiológicos y estratificación de riesgo entomológico de las enfermedades transmitidas por el *Aedes aegypti*. Finalmente, tanto la estratificación de riesgo como los indicadores obtenidos en cada localidad son escalados a la unidad notificante, encargada de la ratificación, análisis y toma de decisiones jurisdiccionales. Se realizó una prueba piloto en 50 distritos de la jurisdicción de Lima Metropolitana. Se encontró que once distritos fueron estratificados en escenario II, y cuatro distritos en escenario III.

Palabras clave: *Aedes aegypti*, monitoreo, vigilancia, TIC, cloud computing

ABSTRACT

*The current methodological proposal is part of the first two objectives of the National Plan to Fight Dengue, which are to promote, coordinate and facilitate the implementation of effective and timely strategies for the control and treatment of dengue, with special emphasis on geographical areas of the country that present a high potential epidemic risk of this disease and manage technical cooperation for the control and management of dengue. In the initial phase, the activities and variables sensitive to monitoring were determined, based on the objectives and indicators identified within the technical and regulatory framework in force in Peru and the health framework established by the WHO, corresponding to surveillance, prevention, and control; but also, to the promotion of healthy practices. Then, the non-functional requirements of the monitoring platform were defined for the development of an application accessible through a browser on any device with Internet access, to be hosted on the Cloud Computing platform. Subsequently, the flowchart was made to monitor the classification of epidemiological scenarios and entomological risk stratification of diseases transmitted by *Aedes aegypti*. Finally, both the risk stratification and the indicators obtained in each locality are escalated to the notifying unit, in charge of the ratification, analysis and making of jurisdictional decisions. A pilot test was carried out in 50 districts of the jurisdiction of Metropolitan Lima. It was found that eleven districts were stratified in stage II, and four districts in stage III.*

Keywords: *Aedes aegypti*, monitoring, surveillance, ICT, cloud computing

¹ Universidad Continental, Lima, Perú.

² Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú.

*Autor de Correspondencia: fsinchi@continental.edu.pe

Introducción

Las enfermedades de transmisión vectorial representan la sexta parte del total de las enfermedades infecciosas en el mundo. Dentro de este grupo, el dengue, una infección vírica transmitida por mosquitos del género *Aedes*, se destaca por su presencia en 129 países, representando un peligro potencial para 3.900 millones de personas, materializado en un estimado anual de 96 millones de casos sintomáticos y 40.000 muertes (OMS. (2020). Enfermedades transmitidas por vectores. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases> (Acceso abril 2022)).

De acuerdo al Ministerio de Salud Pública del Perú, el dengue es una de las enfermedades re-emergentes de mayor importancia para la salud pública, ya que más del 50% de la población peruana permanece en riesgo de ser infectada, al convivir en espacios infestados por *Aedes aegypti* (Minsa. (2022). Vigilancia, prevención y control del dengue. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portalnuevo/vigilancia-epidemiologica/vigilancia-prevencion-y-control-del-dengue/> (Acceso abril 2022)).

Dentro de los principales factores nacionales que condicionan el dengue y otras enfermedades transmitidas por el *A. Aegypti*, como la fiebre Chikungunya, la fiebre amarilla, y el virus del Zika, están el insuficiente desarrollo de saneamiento básico, crecimiento desordenado de nuevas urbes, insuficiente e inoportuna acción de vigilancia y control de vectores, débil acción de promoción de la salud en busca de optimizar hábitos adecuados de protección individual familiar y colectiva, participación comunitaria poco coordinada e intermitente, e insuficiente recurso humano con competencias para la gestión y operativización de las acciones de prevención y control (Minsa. (2016). Programa presupuestal 0017 Enfermedades metaxénicas y zoonosis, Directiva N° 002-2016-EF/50.01. Disponible en: https://www.minsa.gob.pe/presupuestales/doc2021/ANEXO2_4.pdf (Acceso abril 2022)).

La vigilancia de las enfermedades transmitidas por el *Aedes Aegypti* abarca, en general, dos grandes ámbitos, como son la vigilancia entomológica y epidemiológica (Minsa. (2022). *Op. Cit.*). La vigilancia entomológica es un conjunto de procesos descentralizado y orientado al registro sistemático de información sobre la distribución del *Aedes aegypti*, la medición relativa de su población a lo largo del tiempo para su análisis constante que permita prevenir y/o controlar su dispersión, con la finalidad de implementar acciones de control oportunas y eficaces (Minsa. (2010). R.M N° 797-2010/MINSA Norma Técnica de Salud para la Implementación de la Vigilancia y Control del *Aedes aegypti*, Vector del Dengue en el Territorio Nacional. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/NORMA%20Aedes%20aegypti_DSB.pdf (Acceso febrero 2022)).

La vigilancia entomológica del *Aedes aegypti* es, además, un proceso cuantitativo basado en indicadores, cuyo objetivo es medir la presencia, distribución geográfica, abundancia y densidad temporal de las poblaciones de *Aedes*, y así estimar los riesgos entomológicos y de transmisión de los arbovirus en el tiempo y en el espacio. El proceso contempla el muestreo sistemático de todas las fases de desarrollo del mosquito, por lo que debería proporcionar información que permita llevar a cabo intervenciones de control específicas, apropiadas y oportunas, así como evaluar su impacto (Reiter, P. (2007). Oviposition, dispersal, and survival in *Aedes aegypti*: implications for the efficacy of control strategies. *Vector borne and zoonotic diseases*, 7(2), 261–273. <https://doi.org/10.1089/vbz.2006.0630>; OMS. (2015). 68.^a ASAMBLEA MUNDIAL DE LA SALUD. A68/29. Punto 16.3 del orden del día provisional. 2 de abril de 2015. Dengue: prevención y control. Informe de la Secretaría. Acuerdo N° 13. Disponible en: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA68-REC1/A68_2015_REC1-sp.pdf (Acceso abril 2022)).

La vigilancia epidemiológica del dengue y otras arbovirosis, por otra parte, se basa en el conocimiento de la enfermedad, el análisis de las condiciones sanitarias y de la respuesta social organizada de las poblaciones en riesgo, lo cual permite conocer el comportamiento del agente etiológico, la distribución de los casos y los factores de riesgo asociados a la infección, a fin de realizar una efectiva toma de decisiones para la prevención y control (Minsa. (2013). D.S. N.° 007-2013-SA. Plan Nacional Multisectorial e Intergubernamental de Prevención y Control del Dengue en el Perú. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/240394-007-2013-sa> (Acceso abril 2022); Soler, Y., Cárdenas, M. P., Aguirre, R., Ramírez, W., & Flores, A. (2017). Vigilancia epidemiológica asistida por los Sistemas de Información Geográfica. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(6), 1-14. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651420002.pdf> (Acceso abril 2022)).

A su vez, el monitoreo de la vigilancia en tiempo real, que aprovecha la interconectividad y otros beneficios de las tecnologías de información y comunicación (TIC), permitirá a que las acciones sean más costo-efectivas, contextualizadas y oportunas para el control del dengue y otras enfermedades transmitidas por el *Aedes Aegypti* en el Perú (Donaires, F., Vargas-Herrera, J., Cabezas, C., Ponce, J., & Hoffman, K. (2013). Sistemas de información sobre dengue en el Perú: necesidad de monitoreo y análisis en tiempo real. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 30, 528-529. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342013000300030 (Acceso abril 2022); Oriundo Vergara, W. J. (2018). Uso del sistema de información geográfica (SIG) para la vigilancia y monitoreo del *aedes aegypti* en el Distrito de Santa Anita-Lima Perú. Disponible en: https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_55869e816888164b173ebed8f2e323d5 (Acceso abril 2022)).

Propuesta metodológica

La actual propuesta metodológica se enmarca en los dos primeros objetivos del Plan Nacional de la Lucha contra el Dengue, que son “Promover, coordinar y facilitar la implementación de estrategias eficaces y oportunas para el control y tratamiento del dengue, con especial énfasis en las zonas geográficas del país que presentan alto riesgo potencial epidémico de dicha enfermedad” y “Gestionar la cooperación técnica (...) destinada al control y manejo del dengue” (Minsa, 2017. Resolución Suprema N° 022-2017/SA. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/188280-022-2017-sa>).

En la fase inicial, mostrada en la tabla 1, se determinaron las actividades y variables sensibles a monitoreo, en base a los objetivos e indicadores identificados dentro del marco técnico y normativo vigente en el Perú y el marco sanitario establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), correspondientes a la vigilancia, prevención y control, pero además, a la promoción de prácticas saludables (Tabla 1).

Tabla 1. Actividades y variables de la vigilancia, prevención y control de las enfermedades transmitidas por el *Aedes Aegypti* sensibles a monitoreo

Objetivos	Indicadores	Actividades	Variables	Fuente
Vigilancia	Vigilancia epidemiológica	Clasificar escenarios epidemiológicos de riesgos por dengue	Escenario (0 a 3)	Norma Técnica de Salud para la Implementación de la Vigilancia y Control del <i>Aedes aegypti</i> , Vector del Dengue en el Territorio Nacional (Minsa, 2010. <i>Op. cit.</i>)
	Vigilancia entomológica	Estratificar el riesgo entomológico	Riesgo (Bajo, mediano, alto)	
Prevención y control	Eliminación de criaderos de <i>Aedes aegypti</i>	Saneamiento ambiental	Índice aédico	Plan Nacional Multisectorial e Intergubernamental de Prevención y Control del Dengue en el Perú (Minsa, 2013. <i>Op. cit.</i>); 68.ª Asamblea Mundial de la Salud, acuerdo N° 13. Dengue: prevención y control. (OMS, 2015, <i>Op. Cit.</i>)
		Mejoría en el sistema de abastecimiento de agua	Habitantes que cuentan con sistemas de agua potable y tratamiento de excretas	
	Lucha antivectorial sostenible	Control químico	Índice aédico	
	Control de emergencias	Control adecuado de residuos sólidos	Porcentaje de campañas de recojo de inservibles	
		Uso de aerosoles fríos y nebulización térmica	Índice de Breteau	
Promoción de Prácticas saludables	Acción sobre hábitos y estilos de vida	Participación social	Porcentaje de familias que usan recipientes con tapa para almacenar el agua	Acciones de promoción de la salud para la prevención del dengue a través del abordaje de los determinantes sociales de la salud (Minsa, 2015, <i>Op. Cit.</i>)
		Educación sanitaria	Número de personas que indica correctamente al menos tres acciones preventivas para evitar la formación de criaderos del vector dentro de casa	
	Adherencia a los programas de prevención y control	Permanencia de larvicidas	Porcentaje de larvicidas que se mantienen donde fueron colocados.	

En la siguiente fase, se definieron los requerimientos no funcionales de la plataforma de monitoreo para el desarrollo de un aplicativo accesible a través de un navegador en cualquier dispositivo con acceso a internet, a ser alojado en la plataforma de Cloud Computing que se seleccionará a base del estudio las plataformas Cloud Microsoft Azure (Tabla 2, Figura 1).

Tabla 2. Requerimientos no funcionales de la plataforma de monitoreo

ID	Clase	Requerimiento
RNF01	Presentación	Interfaz de alta usabilidad, amigable e intuitiva para los usuarios
RNF02	Autenticación	Ingreso al sistema restringido por un usuario y contraseña
RNF03	Permiso	Acceso a los diferentes módulos del sistema definido por el rol de cada usuario
RNF04	Datos	Uso de Microsoft SQL Server para almacenar la información del aplicativo
RNF05	Acceso a través de la web	Aplicativo accesible a través de un navegador en cualquier dispositivo con acceso a internet, para lo cual se la alojará en la plataforma de computación en la nube Microsoft Azure
RNF06	Administración	Recuperación de los datos mediante Microsoft Graph API para macromonitoreo, formulación y ejecución de políticas públicas y locales

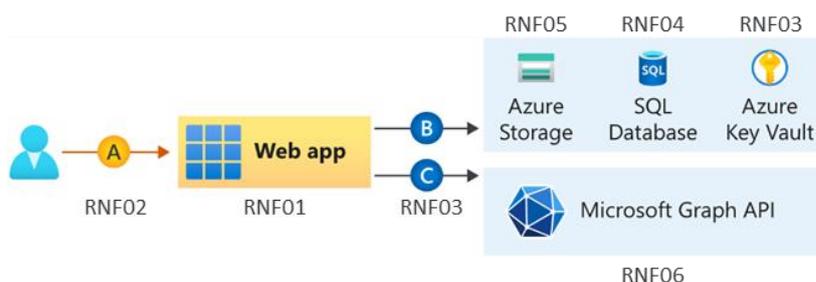


Figura 1. Esquema de la plataforma Cloud Computing

Posteriormente, se realizó el flujograma para el monitoreo de la clasificación de escenarios epidemiológicos y estratificación de riesgo entomológico comunitario de las enfermedades transmitidas por el *Aedes Aegypti*, donde además, se realiza la programación de control larvario o adulticida de los vectores, de acuerdo a los indicadores obtenidos (Figura 2).

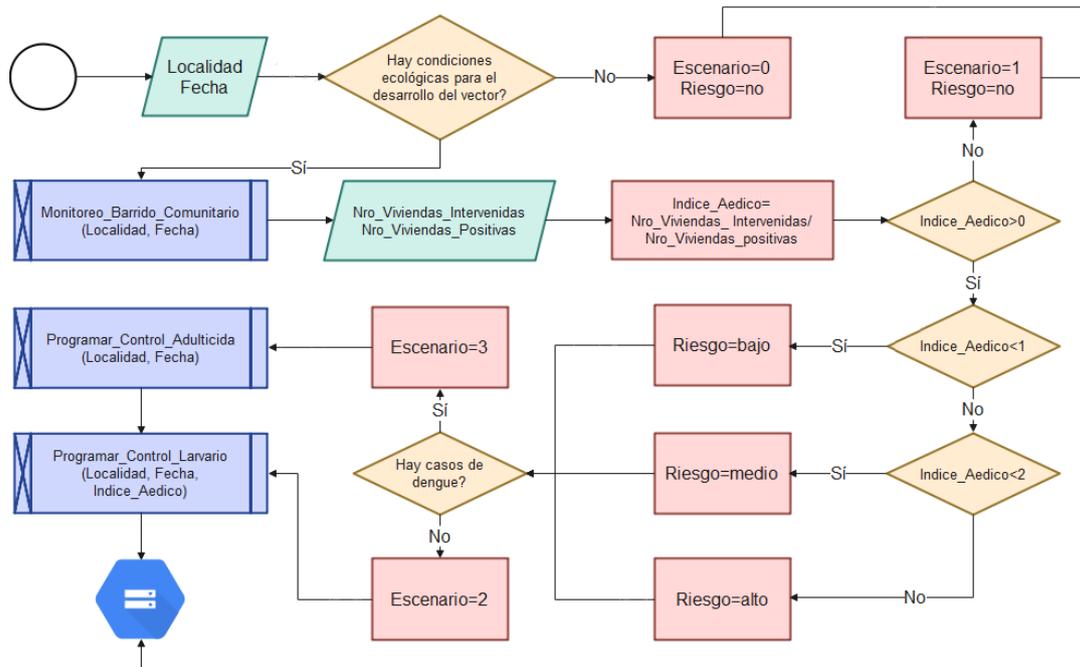


Figura 2. Flujograma para el monitoreo de la clasificación de escenarios epidemiológicos y estratificación de riesgo entomológico comunitario de las enfermedades transmitidas por el *Aedes Aegypti*

Finalmente, tanto la estratificación de riesgo como los indicadores obtenidos en cada localidad son escalados a la unidad notificante, encargada de la ratificación, análisis, toma de decisiones jurisdiccionales, y la distribución de datos a la red de servicios de salud y demás departamentos competentes (Figura 3), en concordancia de la Directiva Sanitaria de notificación de enfermedades y eventos sujetos a vigilancia epidemiológica en salud pública (Directiva Sanitaria N° 046-MINSA/DGE-V.01) (RM N° 506-2012/MINSA).

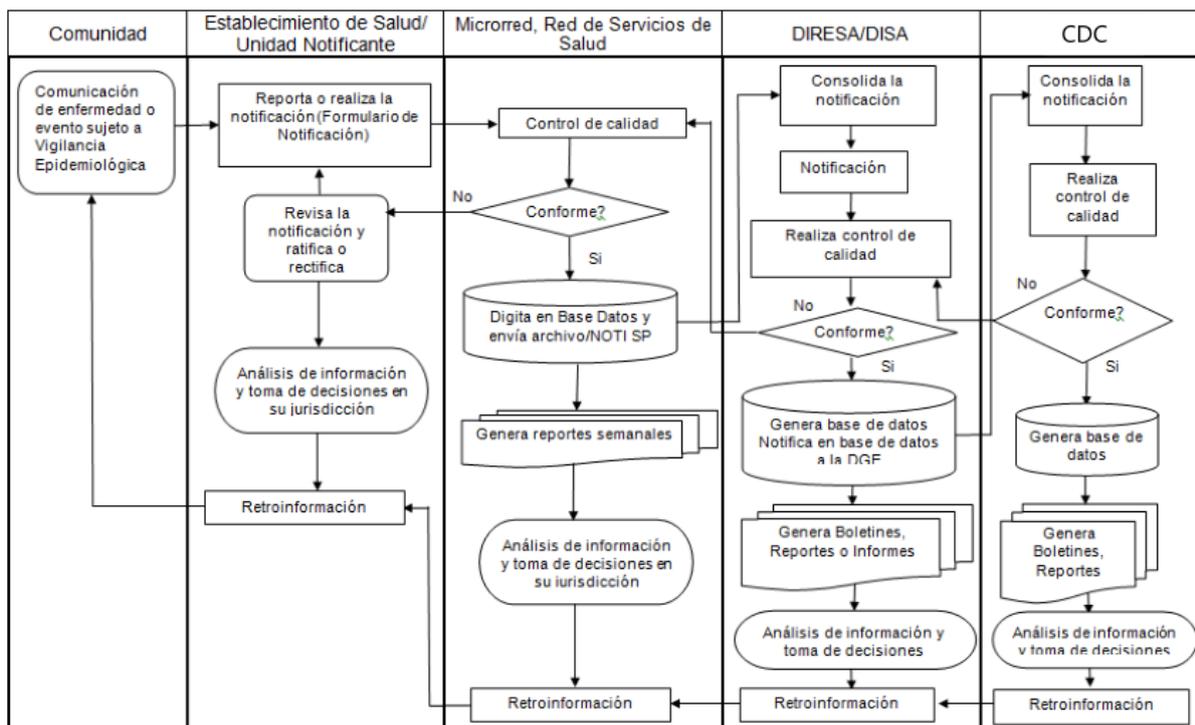


Figura 3. Flujograma de escalamiento a la unidad notificante

Por otra parte, la participación social consistiendo en la colecta y reporte de los datos de la infestación domiciliar comunitaria, permite que se promuevan, coordinen y faciliten estrategias eficaces y oportunas para el control y tratamiento de de las enfermedades transmitidas por el *Aedes aegypti*, con especial énfasis en las zonas geográficas del país que presentan alto riesgo potencial epidémico, y gestionar la cooperación técnica destinada su control y manejo.

Finalmente, el desarrollo del aplicativo de monitoreo alojado en la plataforma Cloud Microsoft Azure, que lo hace accesible a través de un navegador en cualquier dispositivo con acceso a internet (Meneses Mendoza, J. (2019). Propuesta de un Ecosistema tecnológico para la administración en eventos de Salud pública, basado en Arquitectura Cloud Computing. Caso de estudio Santander. Disponible en: <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/3380> (Acceso febrero 2022); Ramos Pérez, L. G. (2019). Computación en la nube-Análisis de proveedor Microsoft Azure para migración de aplicaciones y servicios, caso de estudio, Unidad para las Víctimas (UARIV). Ingeniería de Sistemas. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76338> (Acceso marzo 2022)), posibilita que tales estrategias sean, además, permanentes, sostenidas y duraderas en el tiempo.

Conflicto de intereses

No se reporta conflicto de intereses.

Agradecimientos

Se agradece a los líderes comunitarios participantes de la prueba piloto, al equipo técnico y facilitadores.